

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

Μάθηση και Διδασκαλία Γυμνασιακής Χημείας:

Πότε πρέπει να εισαχθεί η ατομική και μοριακή θεωρία;

Γιαννούλα Πανταζή

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Ιωάννινα 2016



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

Μάθηση και Διδασκαλία Γυμνασιακής Χημείας:

Πότε πρέπει να εισαχθεί η ατομική και μοριακή θεωρία;

Γιαννούλα Πανταζή

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Ιωάννινα 2016

«Η έγκριση της διδακτορικής διατριβής από το Τμήμα Χημείας της Σχολής Θετικών Επιστημών, του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνωμών του συγγραφέα Ν. 5343/32, άρθρο 202, παράγραφος 2»

Ορισμός Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής από τη Γ.Σ.Ε.Σ.: 828^{A}/04-11-2011

Μέλη Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής:

Επιβλέπων:

Τσαπαρλής Γεώργιος

Μέλη:

Κώτσης Κωνσταντίνος

Πλακίτση Αικατερίνη

Ημερομηνία ορισμού θέματος: 832^{A}/02-12-2012

Θέμα: «Μάθηση και Διδασκαλία Γυμνασιακής Χημείας: Πότε πρέπει να εισαχθεί η ατομική και μοριακή θεωρία;»

ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΠΤΑΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ από τη Γ.Σ.Ε.Σ.: 935^{A}/04-11-16

1. Γαρούφης Αχιλλέας, Καθηγητής.

2. Κώτσης Κωνσταντίνος, Καθηγητής.

3. Παπαγεωργίου Γεώργιος, Καθηγητής.

4. Τσαπαρλής Γεώργιος, Καθηγητής.

5. Πλακίτση Αικατερίνη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια.

6. Σκουμιός Μιχαήλ, Επίκουρος Καθηγητής.

7. Σταμοβλάσης Δημήτριος, Επίκουρος Καθηγητής.

Έγκριση Διδακτορικής Διατριβής με βαθμό «Άριστα 10» στις 08-12-2016

Η Πρόεδρος του Τμήματος Χημείας

Λέκκα Μαρία - Ελένη, Καθηγήτρια

Η Γραμματέας του Τμήματος

Ζωή-Βαλεντίνα Βαμβέτσου

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα πρωταρχικά να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Καθηγητή της παρούσας εργασίας, κύριο Τσαπαρλή Γεώργιο, Ομότιμο Καθηγητή της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών του τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντάς μου αυτήν την εργασία, για την καθοδήγησή του και την στήριξή του καθ' όλη τη διάρκειά της και κυρίως για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον και χρήσιμο αντικείμενο για την διδασκαλία. Αποτελεί για μένα πρότυπο επιστήμονα, παράδειγμα προς μίμηση και νιώθω υπερήφανη που συγκαταλέγομαι ανάμεσα στους μαθητές του.

Όμως, πολλοί είναι εκείνοι που με βοήθησαν και μου συμπαραστάθηκαν με διάφορους τρόπους. Ιδιαίτερα νιώθω την ανάγκη να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στα μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής μου, τον Καθηγητή της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, κ. Κώτση Κωνσταντίνο, και την Αναπληρώτρια Καθηγήτρια της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών του Παιδαγωγικού Τμήματος Νηπιαγωγών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, κ. Πλακίτση Αικατερίνη, οι παρατηρήσεις των οποίων μου ήταν ιδιαίτερα χρήσιμες στην ολοκλήρωση της ερευνητικής μου προσπάθειας.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επίκουρο Καθηγητή του Μαθηματικού Τμήματος του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, κ. Μπατσίδη Απόστολο, που μου επέτρεψε να παρακολουθήσω το εργαστήριό του στον Τομέα Πιθανοτήτων - Στατιστικής και Επιχειρησιακής Έρευνας «Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων με το SPSS» το οποίο συνέβαλε στην καλύτερη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων μου.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συναδέλφους μου καθηγητές Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης για τη διεξαγωγή της έρευνας στα σχολεία τους και όλους ανεξαιρέτως τους μαθητές των σχολείων της Β΄ τάξης Γυμνασίου, της Γ΄ Γυμνασίου και της Α΄ τάξης Λυκείου που συμμετείχαν σε αυτή.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους μεταπτυχιακούς μου συναδέλφους για το ευχάριστο κλίμα που επικρατούσε στη διάρκεια των συναντήσεών μας.

Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών είναι η εισαγωγή κάποιου σε νέους τρόπους σκέψης και νέους τρόπους ομιλίας. Τα εργαλεία πρέπει να είναι εν μέρει γλωσσικά και εν μέρει πειραματικά. Και τα δύο αναπτύσσουν αυτό που βλέπει κάποιος με το μάτι του νου του.

C. Sutton



Αφιερωμένο στον αείμνηστο
πατέρα μου Κωνσταντίνο

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Γιαννούλα Πανταζή: Μάθηση και Διδασκαλία Γυμνασιακής Χημείας: Πότε πρέπει να εισαχθεί η ατομική και μοριακή θεωρία;

(Επιβλέπων καθηγητής: Γεώργιος Τσαπαρλής, Ομότιμος Καθηγητής Διδακτικής Φυσικών Επιστημών)

Στη διατριβή αυτή, διερευνούμε κατά πόσο οι μαθητές/τριες της Β΄ τάξης Γυμνασίου εξοικειώνονται με τα άτομα, τα μόρια, τα χημικά σύμβολα και τα προσομοιώματά τους και κατά πόσο έχουν κατανοήσει την έννοια της χημικής αντίδρασης. Επίσης, εξετάζουμε και την επίδραση διδακτικής παρέμβασης, σύμφωνα με την οποία οι χημικές αντιδράσεις διδάχθηκαν μετά την εισαγωγή των εννοιών των ατόμων, των μορίων και των συμβολισμών τους. (Σύμφωνα με το πρόγραμμα σπουδών, πρώτα εισάγονται μακροσκοπικώς οι αντιδράσεις, ακολουθούν οι έννοιες του ατόμου, του μορίου και ο συμβολισμός τους και στη συνέχεια ακολουθεί η απεικόνιση των αντιδράσεων με χημικές εξισώσεις/με σύμβολα ή με προσομοιώματα.) Τέλος, αναλύουμε την εικονογράφηση και τους υπερσυνδέσμους στα διαδραστικά βιβλία Χημείας γυμνασίου του «Ψηφιακού Σχολείου» για να εξετάσουμε κατά πόσο ο/η μαθητής/τρια εξοικειώνεται με τα τρία επίπεδα της χημείας, το μακροσκοπικό, το συμβολικό και το υπομικροσκοπικό. Για την αξιολόγηση των μαθητών/τριων συντάξαμε και εφαρμόσαμε ένα τεστ και ένα διαγώνισμα, ενώ για τη στατιστική επεξεργασία χρησιμοποιήσαμε το SPSS 23 και το EXCEL. Σύμφωνα με τα ευρήματα, και ανεξάρτητα από τη διδακτική παρέμβαση, οι μαθητές/τριες χαμηλής επίδοσης μεταβαίνουν ευκολότερα από το συμβολικό στο υπομικροσκοπικό επίπεδο, ενώ οι μαθητές/τριες σχετικά υψηλής επίδοσης ανταποκρίνονται το ίδιο. Ως προς τη διδακτική παρέμβαση, στο σύνολο των μαθητών/τριων δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ πειραματικών και τμημάτων ελέγχου στο τεστ. Εξάλλου, σε τέσσερις ομάδες μαθητών/τριων, χαμηλής, μέτριας, καλής και υψηλής επίδοσης, εντοπίσαμε στατιστικά σημαντική υπεροχή της πειραματικής ομάδας μόνο στην ομάδα καλής επίδοσης ($13 \leq$ Μ.Ο. < 16). Ανεξάρτητα από την διδακτική παρέμβαση, η επίδοση των μαθητών/τριων στο διαγώνισμα ήταν χαμηλή (7,11/20). Η πλειονότητα των μαθητών/τριων δεν κατενόησε την έννοια της χημικής αντίδρασης. Έναν σχεδόν αποδεκτό ορισμό έδωσε το 37% των μαθητών/τριων, ενώ λιγότερο από 2% έδωσε τον πλήρη ορισμό της. Με μεγαλύτερη ευκολία αιτιολόγησαν την ποσότητα του νερού που θα σχηματιστεί από υδρογόνο και οξυγόνο σε μη στοιχειομετρική αναλογία, σε σχέση με την αιτιολόγηση της μεταβολής της μάζας του άνθρακα κατά την καύση του ή του σιδήρου κατά την οξείδωσή του. Επίσης, υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά υπέρ της αιτιολόγησης της μεταβολής της μάζας του σιδήρου κατά την οξείδωσή του, σε σχέση με τη μεταβολή της μάζας του άνθρακα κατά την καύση του. Ως προς τη διδακτική παρέμβαση βρέθηκε ότι στο σύνολο των μαθητών/τριων δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στο διαγώνισμα μεταξύ πειραματικών και τμημάτων ελέγχου. Ωστόσο, τόσο στο τεστ όσο και στο διαγώνισμα, διαπιστώθηκε η τάση των πειραματικών τμημάτων να ανταποκρίνονται καλύτερα από τα τμήματα ελέγχου. Τέλος, οι 255 εικόνες των διαδραστικών βιβλίων Β΄ Γυμνασίου

ταυτοποιήθηκαν ως: 61,96% μακροσκοπικές, 27,06% συμβολικές, 3,92% υπομικροσκοπικές, 6,67% πολλαπλές, 0,39% υβριδικές και 0,0% μεικτές. Οι αντίστοιχοι αριθμοί για τις 233 εικόνες στο βιβλίο της Γ΄ Γυμνασίου ήταν: 47,21%, 33,91%, 4.72%,13,30%, 0,86% και 0%. Τέλος, ελάχιστοι υπερσύνδεσμοι του βιβλίου Γ΄ Γυμνασίου οδηγούν στα τρία χημικά επίπεδα.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: *χημεία γυμνασίου, χημική αντίδραση, χημική εξίσωση, χημικά σύμβολα, προσομοιώματα ατόμων και μορίων*

ABSTRACT

Giannoula Pantazi: Learning and teaching lower secondary chemistry: When the atomic and molecular theory should be introduced?

(Under the supervision of Georgios Tsaparlis, Professor Emeritus of Science Education)

In this thesis, we investigate whether (Greek) 8th-grade students are familiar with atoms, molecules, chemical symbols and their model representations, and whether they have understood the concept of the chemical reaction. In addition, we examine the effect of a teaching intervention, in which chemical reactions were taught after the introduction of the concepts of atoms, molecules, and their symbolism. (According to the Greek curriculum, students are introduced first, in macroscopically reactions, then, comes the atom, the molecule and their symbolism, and, after these follow the representation of reactions with chemical equations/with symbols or models.) Finally, we carried out an analysis of the illustrations (the pictures) and the hyperlinks of the interactive (Greek) lower-secondary chemistry books of the so-called "Digital School". For the evaluation of the students, we devised and applied a test and an exam, while the statistical analysis was carried out by using SPSS 23 and EXCEL. According to the findings, and regardless of the teaching intervention, poor-performing students transfer more easily from the symbolic to the submicroscopic level, while no such difference was detected for the relatively high-performing students. With regard to the teaching intervention, no statistically significant difference was detected in the test for the total sample of students between experimental and control groups. Moreover, in four groups of students, of low, moderate, good and high performance, we identified superiority of the experimental group only for the good-performing group ($13 \leq \text{mean} < 16$). Regardless of the teaching intervention, the performance of students in the exam was low (7.11/20). The majority of students did not understand the concept of reaction: 37% of them provided a nearly acceptable definition, while less than 2% gave a full definition. They explained more easily the amount of water produced from a non-stoichiometric ratio of hydrogen and oxygen, in relation to the explanation of the change in carbon mass during its combustion or in iron mass during its oxidation. Also, there was a statistically significant difference in favor of the explanation of the change in the iron mass during its oxidation, relative to the change in carbon mass during its combustion. Regarding the teaching intervention, no statistically significant difference was found in the exam for the total sample between experimental and control groups. However, both the test and the exam showed the trend of experimental groups to have better respond than the control groups. Finally, the 255 illustrations/images in the interactive 8th–grade books were identified as: 61.96% macroscopic, 27.06% symbolic, 3.92% submicroscopic, 6.67% multiple, 0.39% hybrid, and 0% mixed. The corresponding figures for the 233 images of the 9th-grade book were: 47.21, 33.91, 4.72, 13.30, 0.86 and 0%. Finally, only a few hyperlinks in chemistry book of G. Gymnasium lead in connecting three chemical levels.

KEY-WORDS: lower-secondary school chemistry, chemical reaction, chemical equation, chemical symbols, model representations of atoms and molecules

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ
ABSTRACT

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ
1.1. Οι δύο προσεγγίσεις εισαγωγής στη Γυμνασιακή Χημεία 1
1.2. Θέματα προς διερεύνηση 3
1.3. Σύντομη αναφορά στην ερευνητική μεθοδολογία 4
1.4. Ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας διατριβής 5
1.4.1. Ερευνητικά ερωτήματα για το τεστ 5
1.4.2. Ερευνητικά ερωτήματα για το διαγώνισμα 5

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2
Η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
2.1. Η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών – Εισαγωγή 7
2.2. Προσεγγίσεις στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών 8
2.3. Περισσότερα για τον εποικοδομητισμό 10
2.4. Οι απόψεις – ιδέες των μαθητών/εναλλακτικές ιδέες 12
2.5. Η εννοιολογική αλλαγή 17
2.6. Ο επιστημονικός εγγραμματισμός 26

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3
Η ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΣΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ
3.1. Το Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών (Δ.Ε.Π.Π.Σ.) Φυσικής και Χημείας 29
3.2. Άξονες, γενικοί στόχοι, θεμελιώδεις έννοιες διαθεματικής προσέγγισης 30
3.2.1. Ειδικοί σκοποί 31
3.3. Η διδακτική πρόταση (το βιβλίο) 33
3.4. Το εκπαιδευτικό πακέτο για τη χημεία της β΄ γυμνασίου 34
3.4.1. Το βιβλίο του μαθητή 34
3.4.2. Το διαδραστικό βιβλίο του μαθητή 36
3.4.3. Ο εργαστηριακός οδηγός 36
3.4.4. *Το τετράδιο εργασιών* 37
3.5. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού 37
3.6. Η μέθοδος συνθετικών εργασιών (πρότζεκτ) 40
3.7. Το εργαστήριο χημείας στο γυμνάσιο 41
3.8. Η εφαρμογή των Τ.Π.Ε. στο μάθημα της χημείας 43
3.9. Η χρήση της αξιολόγησης για τη βελτίωση της διδασκαλίας και η αξιολόγηση του μαθητή 46
Παράρτημα 3.1: Το Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (Δ.Ε.Π.Π.Σ.) των Φυσικών Επιστημών 48
Παράρτημα 3.2: Άξονες γνωστικού περιεχομένου, Γενικοί στόχοι και Ενδεικτικές θεμελιώδεις έννοιες διαθεματικής προσέγγισης 50
Παράρτημα 3.3: Οδηγίες για τη διδασκαλία της χημείας 55

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4
ΟΙ ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

4.1. Θεμελιώδεις εννοιολογικές δυσκολίες στη χημεία 57
4.1.1. Η έννοια της ύλης 57
4.1.2. Η διατήρηση της μάζας 58
4.1.3. Η έννοια «σωματίδιο» 58
4.1.4. Η έννοια «μόριο» 58
4.1.5. Οι αλλαγές της φυσικής κατάστασης *60*
4.1.6. «Ουσία», «υλικό», «στοιχείο», «ένωση» 60
4.1.7. Οι χημικές μεταβολές 61
4.2. Τα τρία επίπεδα της σχολικής χημείας 61
4.3. Το σωματιδιακό μοντέλο της ύλης 63
4.4. Αντιμετώπιση εννοιολογικών δυσκολιών για τις μεταβολές της φυσικής κατάστασης 65
4.4.1. Το αέριο έχει μικρότερη μάζα από το υγρό 65
4.4.2. Οι φυσαλίδες που παρουσιάζονται κατά το βρασμό του νερού δεν αποτελούνται από υδρατμούς 66
4.4.3. Ιδέες για τη συμπύκνωση των υδρατμών στην εξωτερική επιφάνεια ενός ποτηριού με παγάκια 68
4.4.4. Οι μεταβολές της φυσικής κατάστασης γίνονται μόνο στο νερό 68
4.5. Αντιμετώπιση εννοιολογικών δυσκολιών για το φαινόμενο της διάλυσης 68
4.5.1. Όταν κάτι διαλύεται τότε εξαφανίζεται 68
4.5.2. Η τήξη και διάλυση συγχέονται 70
4.5.3. Τα διαλύματα είναι μία ουσία 70
4.5.4. Κατά την εξάτμιση του αλατόνερου εξατμίζεται και το αλάτι 70
4.6. Αντιμετώπισηεννοιολογικών δυσκολιών για τα άτομα, τα μόρια και τα ηλεκτρόνια 71
4.6.1. Το νερό είναι συνεχές ομογενές μείγμα υδρογόνου και οξυγόνου 71
4.6.2. Τα άτομα μπορούμε να τα δούμε με το μικροσκόπιο 71
4.6.3. Τα άτομα είναι ζωντανά γιατί κινούνται 72
4.6.4. Τα άτομα έχουν φυσική κατάσταση 72
4.6.5. Τα ηλεκτρόνια κάνουν κύκλους γύρω από τον πυρήνα όπως οι πλανήτες γύρω από τον ήλιο 72
4.6.6. Τα ηλεκτρόνια διαφορετικών ατόμων είναι διαφορετικά μεταξύ τους 73
4.6.7. Τα μόρια των στερεών είναι σκληρά, μεγάλα, κυβικά ενώ, τα μόρια των αερίων είναι μαλακά, μικρά, στρογγυλά 73
4.6.8. Κατά τη θέρμανση μιας ουσίας τα μόριά της διαστέλλονται, δηλαδή μεγαλώνουν 74
4.7. Χημική αντίδραση 75
4.8. Αντιμετώπιση εννοιολογικών δυσκολιών για τα αέρια, την καύση και την οξείδωση 78
4.8.1. Τα αέρια δεν έχουν μάζα 78
4.8.2. Η καύση θεωρείται ως αλλαγή της φυσικής κατάστασης της ύλης ή ως χρωματική αλλαγή 79
4.8.3. Τα προϊόντα της καύσης αποτελούν την ουσία που καίγεται 79
4.8.4. Πάνω από την φλόγα υπάρχει μόνο αέρας 79
4.8.5. Το οξυγόνο βοηθά στην καύση αλλά δεν συμμετέχει ως αντιδρών 79
4.8.6. Η καύση του κεριού είναι ενδόθερμη αντίδραση 80

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5
Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

5.1. Η παρούσα εργασία: σκεπτικό 81
5.2. Προβλήματα με τη διδασκαλία των δομικών εννοιών της ύλης 82
5.2.1. Το νέο πρόγραμμα σπουδών χημείας της β΄ τάξης γυμνασίου 85
5.3. Η ατομική θεωρία και γιατί να προηγηθεί στη διδασκαλία 86
5.4. Γενικά στοιχεία της έρευνας: δείγμα 87
5.5. Τα χρησιμοποιηθέντα τεστ και διαγωνίσματα – ερευνητικά ερωτήματα 89
5.5.1. Το τεστ 89
5.5.2. Το διαγώνισμα 90
5.6. Εικόνες και υπερσύνδεσμοι στα σχολικά ηλεκτρονικά βιβλία χημείας γυμνασίου 93
Παράρτημα 5.1: Οδηγίες προς τους διδάσκοντες για την εκτέλεση του ερευνητικού προγράμματος 95

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6
Η ΣΥΝΤΑΞΗ ΤΟΥ ΤΕΣΤ ΚΑΙ ΤΟΥ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ - ΤΟ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ Η ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΟΥ

6.1. Το τεστ και το διαγώνισμα της έρευνας 97
6.2. Δοκιμαστική έρευνα 98
6.3. Αποτελέσματα της δοκιμαστικής έρευνας στο διαγώνισμα 99
6.4. Αξιοπιστία του βαθμολογικού σχήματος 101
6.4.1. Συσχέτιση βαθμολογίας ερευνήτριας – εκπαιδευτικών 102
6.5. Αξιοπιστία των ερωτηματολογίων 107
6.5.1. Αξιοπιστία ερωτηματολογίου του τεστ 107
6.5.2. Αξιοπιστία ερωτηματολογίου του διαγωνίσματος 108
6.6. Έλεγχος ισοδυναμίας των δυο μορφών του τεστ 110
6.6.1. Έλεγχος ακραίων τιμών και κανονικότητας των μέσων όρων στη βαθμολογία του τεστ 111
6.6.2. Έλεγχος ισοδυναμίας των δυο μορφών του τεστ με t-test 113
6.7. Έλεγχος ισοδυναμίας των δυο μορφών του διαγωνίσματος 114
6.7.1. Έλεγχος ακραίων τιμών και κανονικότητας των δυο μορφών του διαγωνίσματος 114
6.7.2. Έλεγχος ισοδυναμίας των δυο μορφών του διαγωνίσματος με t-test 117
6.8. Ισοδυναμία τμημάτων των σχολείων 118

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΟ ΤΕΣΤ
ΜΕΡΟΣ Α: ΓΕΝΙΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ

7.1. Ανάλυση των ερωτήσεων του τεστ με τη μέθοδο PCA (Principal Component Analysis) 139
7.2. Ερευνητικό ερώτημα για το θέμα 1και θέμα 2 (Ερευνητικό ερώτημα:1 μετάβαση από το συμβολικό επίπεδο μιας χημικής εξίσωσης στο υπομικροσκοπικό επίπεδο και αντίστροφα) 141
7.3. Σύγκριση της μέσης επίδοσης των μαθητών ανά σχολείο 149

ΜΕΡΟΣ Β: ΕΙΔΙΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ

7.4. Ερευνητικό ερώτημα για το θέμα 1 και 2 στα ομαδοποιημένα σχολεία 155
7.5. Ερευνητικό ερώτημα 3 και 4 για τη μετατροπή τύπων στα ομαδοποιημένα σχολεία 166

7.6. Ερευνητικό ερώτημα 5 για την ισοστάθμιση αντίδρασης στα ομαδοποιημένα σχολεία 176
ΜΕΡΟΣ Γ: ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ
7.7. Έλεγχος της επίδρασης της σειράς διδασκαλίας στην επίδοση – κατανόηση των μαθητών: συνολικό δείγμα 179
7.8. Έλεγχος της επίδρασης της σειράς διδασκαλίας ανά ομάδα σχολείων 183
7.8.1. 1η ομάδα σχολείων (χαμηλή μέση επίδοση) 183
7.8.2. 2η ομάδα σχολείων (σχετικά υψηλή μέση επίδοση) 187
7.9. Έλεγχος της επίδρασης της σειράς διδασκαλίας ανάλογα με την επίδοση των μαθητών 190
7.9.1. Ομάδα Χ.Ε. (χαμηλή επίδοση) 190
7.9.2. Ομάδα Μ.Ε. (μέτρια επίδοση) 193
7.9.3. Ομάδα Κ.Ε. (καλή επίδοση) 196
7.9.4. Ομάδα Υ.Ε. (υψηλή επίδοση) 199

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ – ΓΕΝΙΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ
8.1. Σύγκριση των επιδόσεων των μαθητών ανά σχολείο 201
8.1.1. Εξαίρεση του σχολείου 3 207
8.2. Σύγκριση της μέσης επίδοσης των μαθητών στα έξι θέματα 210
8.3. Σύγκριση των σχολείων ως προς τη μέση επίδοση των μαθητών τους 213
8.4. Επίδοση ανά θέμα στα ομαδοποιημένα σχολεία 221
8.5. Ανάλυση των ερωτήσεων του διαγωνίσματος με τη μέθοδο PCA για το σύνολο των μαθητών 225
8.6. Ανάλυση των ερωτήσεων του διαγωνίσματος με τη μέθοδο PCA για τις ομάδες σχολείων 232
8.6.1. PCA για την ομάδα 1 232
8.6.2. PCA για την ομάδα 2 234
Παράρτημα 8.1: Η επίδραση του εργαστηρίου με φυσικά μοντέλα (σχολείο 3) 237
Παράρτημα 8.2: Συντελεστές συσχέτισης 240

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ – ΕΙΔΙΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ
9.1. Αποτελέσματα από την ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA) 247
9.1.1. Πρώτη κύρια συνιστώσα (διατύπωση ορισμών) 249
9.1.1.1. *Χημική αντίδραση* 249
9.1.1.2. *Ενδόθερμη – Εξώθερμη αντίδραση* 250
9.1.1.3. *Αντιδρώντα – Προϊόντα χημικής αντίδρασης* 251
9.1.2. Δεύτερη κύρια συνιστώσα (εφαρμογή ορισμών) 253
9.1.3. Τρίτη κύρια συνιστώσα (ερμηνείες) 256
9.2. Αναλυτική περιγραφή των επιμέρους ερωτήσεων των θεμάτων 267
9.2.1. Ισοστάθμιση αντίδρασης με προσομοιώματα 268
9.2.2. Αναπαράσταση χημικής αντίδρασης με χημική εξίσωση 268
Παράρτημα 9.1: Αναλυτική βαθμολογία 272

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ
10.1. Έλεγχος της επίδρασης της σειράς διδασκαλίας στην επίδοση – κατανόηση των μαθητών: συνολικό δείγμα 275
10.2. Έλεγχος της επίδρασης της σειράς διδασκαλίας ανά ομάδα σχολείων 278

10.2.1. 1η ομάδα σχολείων 279
10.2.2. 2η ομάδα σχολείων 283
10.3. Έλεγχος της επίδρασης της σειράς διδασκαλίας ανάλογα με την επίδοση των μαθητών 286
10.3.1. 1η ομάδα μαθητών με μέσο όρο επίδοσης 0≤Μ.Ο.<5 287
10.3.2. 2η ομάδα μαθητών με μέσο όρο επίδοσης 5≤Μ.Ο.<8 290
10.3.3. 3η ομάδα μαθητών με μέσο όρο επίδοσης 8≤Μ.Ο.<11 293
10.3.4. 4η ομάδα μαθητών με μέσο όρο επίδοσης 11≤Μ.Ο.≤20 296
10.3.5. Μαθητές με επίδοση μικρότερη του δέκα 299
10.3.6. Μαθητές με επίδοση μεγαλύτερη ή ίση του δέκα 302

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11
ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΕΡΣΥΝΔΕΣΜΩΝ ΣΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΒΙΒΛΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ
11.1. Εισαγωγή 307
11.2. Η εικονογράφηση των βιβλίων 308
11.2.1. Τα τρία επίπεδα της χημείας και η εικονογράφηση 308
11.2.2. Η μοντελοποίηση 308
11.3. Η οπτικοποίηση με τη βοήθεια των ηλεκτρονικών υπολογιστών 309
11.4. Ανάλυση της εικονογράφησης και των υπερσυνδέσμων στα ηλεκτρονικά βιβλία της χημείας γυμνασίου 312
11.5. Μεθοδολογία: Κωδικοποίηση 313
11.6. Κριτήρια κωδικοποίησης 314
11.7. Παραδείγματα αναπαραστάσεων από τα βιβλία χημείας γυμνασίου 317
11.7.1. Παραδείγματα μακροσκοπικών αναπαραστάσεων 317
11.7.2. Παραδείγματα συμβολικών αναπαραστάσεων 317
11.7.3. Παραδείγματα υπομικροσκοπικών αναπαραστάσεων 318
11.7.4. Παραδείγματα πολλαπλών αναπαραστάσεων 319
11.7.5. Παραδείγματα υβριδικών αναπαραστάσεων 321
11.7.6. Παράδειγμα μεικτής αναπαράστασης 322
11.8. **Αποτελέσματα Ι:** Η εφαρμογή του κριτηρίου του είδους για τη β΄ τάξη γυμνασίου 323
11.9. Ανάλυση των πολλαπλών εικόνων-αναπαραστάσεων του βιβλίου της β΄ γυμνασίου 325
11.10. Ανάλυση των εικόνων-αναπαραστάσεων της 2ης ενότητας του βιβλίου της β΄ γυμνασίου 326
11.11. **Αποτελέσματα ΙΙ**: Η εφαρμογή του κριτηρίου του είδους για τη γ΄ τάξη γυμνασίου 329
11.12. Ανάλυση των πολλαπλών εικόνων-αναπαραστάσεων του βιβλίου της γ΄ γυμνασίου 330
11.13. Σύγκριση εικόνων-αναπαραστάσεων των βιβλίων β΄ και γ΄ τάξης γυμνασίου 333
11.14. Σύγκριση πολλαπλών αναπαραστάσεων των βιβλίων β΄ και γ΄ τάξης γυμνασίου 335
11.15. **Αποτελέσματα ΙΙΙ:** Οι υπερσύνδεσμοι στα βιβλία χημείας β΄ γυμνασίου 338
11.15.1. Ανάλυση των υπερσυνδέσμων του ηλεκτρονικού βιβλίου χημείας της β΄ τάξης γυμνασίου σύμφωνα με το σύμβολο που απεικονίζονται 339
11.15.2. Ανάλυση των υπερσυνδέσμων του ηλεκτρονικού βιβλίου χημείας της β΄ τάξης γυμνασίου σύμφωνα με το κριτήριο του είδους 340

11.15.3. Ανάλυση των πολλαπλών αναπαραστάσεων των υπερσυνδέσμων ως προς τα χημικά επίπεδα που αντιπροσωπεύουν 342
11.16. **Αποτελέσματα VI:** Οι υπερσύνδεσμοι στα βιβλία χημείας της γ΄ τάξης γυμνασίου 344
11.16.1. Ανάλυση των υπερσυνδέσμων του ηλεκτρονικού βιβλίου χημείας της γ΄ τάξης γυμνασίου σύμφωνα με το σύμβολο που απεικονίζονται 344
11.16.2. Ανάλυση των υπερσυνδέσμων του ηλεκτρονικού βιβλίου χημείας της γ΄ τάξης γυμνασίου σύμφωνα με το κριτήριο του είδους 345
11.16.3. Ανάλυση των πολλαπλών αναπαραστάσεων των υπερσυνδέσμων ως προς τα χημικά επίπεδα που αντιπροσωπεύουν 347
11.17. Σύγκριση αναπαραστάσεων των υπερσυνδέσμων των βιβλίων β΄ και γ΄ τάξης γυμνασίου 349
11.18. Σύγκριση των πολλαπλών αναπαραστάσεων των υπερσυνδέσμων των βιβλίων β΄ και γ΄ τάξης γυμνασίου 350
11.19. Συζήτηση και προτάσεις 352
Παράρτημα 11.1: Παραδείγματα υπερσυνδέσμων 354

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ
12.1. Συμπεράσματα από την έρευνα με το τεστ 357
12.2. Συμπεράσματα από την έρευνα με το διαγώνισμα 358
12.2.1. Διατύπωση ορισμών 359
12.2.2. Σωματιδιακά μοντέλα για χημικές ενώσεις, χημικά στοιχεία και μείγματα 359
12.2.3. Κατανόηση των χημικών αντιδράσεων και της στοιχειομετρίας τους 359
12.2.4. Διδακτική παρέμβαση 360
12.3. Συμπεράσματα από τις αναπαραστάσεις και τους υπερσυνδέσμους των σχολικών ηλεκτρονικών βιβλίων γυμνασιακής χημείας 361
12.4. Διδακτικές προτάσεις 362
12.5. Το νέο πρόγραμμα γυμνασιακής χημείας (Νέο Σχολείο) 364

Γενικό παράρτημα Ι: Το τεστ 367
Γενικό παράρτημα ΙΙ: Το διαγώνισμα 375
Γενικό παράρτημα ΙΙΙ: Αναλυτικότερο βαθμολογικό σχήμα 381
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 383

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΟΙ ΔΥΟ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗ ΓΥΜΝΑΣΙΑΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

Στην επιστημονική κοινότητα υπάρχουν δύο προσεγγίσεις για το ποια πρέπει να είναι η σειρά των χημικών εννοιών που πρέπει να ακολουθήσουμε στην διδασκαλία μας, ώστε οι μαθητές να μπορούν να δίνουν ικανοποιητικές απαντήσεις για το τι συμβαίνει σε μια χημική μεταβολή. Σύμφωνα με τη μια προσέγγιση πρέπει να προηγηθούν οι μακροσκοπικές έννοιες όπως π.χ. η έννοια της χημικής αντίδρασης και στη συνέχεια να εισαχθούν οι έννοιες του ατόμου και του μορίου. Σύμφωνα με την άλλη, οι έννοιες άτομο και μόριο θα πρέπει να εισαχθούν σχετικά νωρίς στο πρόγραμμα σπουδών πριν από μακροσκοπικές έννοιες όπως π.χ. η έννοια της διάλυσης, της εξάτμισης, της χημικής αντίδρασης κ.τ.λ..

Πολύ σημαντικό ρόλο διαδραματίζει για τη διδασκαλία και τη μάθηση της χημείας το τρίγωνο του Johnstone, το οποίο καθοδηγεί την έρευνα στη διδακτική της χημείας και αποτελεί την κεντρική ιδέα σε ποικίλα προγράμματα σπουδών (Talanquer 2011). Σύμφωνα με αυτό, η χημεία λειτουργεί σε τρία επίπεδα: το μακροσκοπικό, το συμβολικό και το υπομικροσκοπικό. Ο Johnstone (2007) έχει τονίσει ότι οι σχεδιαστές προγραμμάτων σπουδών και οι συγγραφείς σχολικών βιβλίων πρέπει να σκεφτούν για «μια σημαντική εισαγωγική περίοδο κατά την οποία οι μαθητές πρέπει να εξοικειώνονται στον επιστημονικό τρόπο σκέψης μόνο μέσω της χρήσης του μακροεπιπέδου και απτών εμπειριών. Στο πνεύμα αυτό, οι Τσαπαρλής και Γεωργιάδου (1999) πρότειναν και δοκίμασαν για τη γυμνασιακή χημεία μια μέθοδο τριών κύκλων, η οποία πραγματεύεται χωριστά το μακροσκοπικό, το συμβολικό και το υπομικροσκοπικό επίπεδο.

Σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών χημείας της β΄ γυμνασίου, γίνεται πρώτα η μακροσκοπική εισαγωγή στη μελέτη των χημικών αντιδράσεων, ακολουθεί η εισαγωγή των εννοιών του ατόμου και του μορίου και ο συμβολισμός τους και στη

συνέχεια, η απεικόνιση των αντιδράσεων με χημικές εξισώσεις, δηλαδή, με σύμβολα και με προσομοιώματα.

Έρευνες, όμως, έχουν δείξει ότι η πλειονότητα των μαθητών του γυμνασίου και του λυκείου έχουν πολλές παρανοήσεις σχετικά με τα άτομα και τα μόρια. Αν και εύκολα οι μαθητές δέχονται την ύπαρξη των σωματιδίων, είναι δύσκολο να αφομοιώσουν τις έννοιες αυτές και να τις χρησιμοποιήσουν για να εξηγήσουν τη συμπεριφορά της ύλης, παρόλο που η διδασκαλία τους έπεται. Από την άλλη, οι Wiser και Smith (2008) επισημαίνουν ότι η κατανόηση των χημικών εννοιών: χημική ουσία, χημικό στοιχείο, μείγμα, διάλυμα και χημική αντίδραση δεν μπορεί να είναι αποτελεσματική χωρίς τη χρήση σωματιδιακών μοντέλων. Κατά συνέπεια, τα άτομα και τα μόρια θα πρέπει να εισαχθούν σχετικά νωρίς στο πρόγραμμα σπουδών.

Ο Papageorgiou (2013) αναφέρεται στο κατά πόσον μικροί μαθητές χρησιμοποιώντας απλά σωματιδιακά μοντέλα μπορούν να υποστηρίξουν ικανοποιητικές εξηγήσεις για τις χημικές μεταβολές. Για τον σκοπό αυτό, έχει κατατάξει τα μοντέλα αυτά σε τρία γενικά επίπεδα. Ως πρώτο επίπεδο θεωρεί το «μοντέλο του ατόμου» και το «μοντέλο του χημικού δεσμού». Το «μοντέλο του ατόμου» ως ένα σημαντικό είδος σωματιδίου και το «μοντέλο του χημικού δεσμού» ως τον τρόπο που συγκρατεί τα άτομα μεταξύ τους στα μόρια. Ως δεύτερο επίπεδο το «μοντέλο του Bohr» και ως τρίτο επίπεδο το «μοντέλο των ατομικών και των μοριακών τροχιακών». Από παιδαγωγική άποψη, το πρώτο επίπεδο είναι ίσως το πιο σημαντικό, καθώς αφορά την πρώτη συνάντηση των μαθητών με την έννοια της χημικής μεταβολής και συνιστά το θεμέλιο για τα επόμενα δύο επίπεδα.

Είναι όμως γεγονός ότι οι μαθητές έρχονται στο σχολείο έχοντας ήδη αναπτύξει την έννοια της ύλης σε στενή συνέργεια με τις έννοιες του βάρους, του όγκου, της πυκνότητας, της μάζας και του είδους των υλικών, ενώ ελάχιστοι μαθητές έχουν ασχοληθεί με τις έννοιες του ατόμου και του μορίου. Ως εκ τούτου, η εκμάθηση της ατομικής θεωρίας δεν είναι θέμα αναθεώρησης μιας προϋπάρχουσας έννοιας ή των πεποιθήσεών τους για τα άτομα και τα μόρια, αλλά αντίθετα η διδασκαλία της γίνεται για πρώτη φορά, σύμφωνα με τις επιστημονικές απόψεις και επομένως, κατά τους Wiser και Smith (2008), θα μπορούσε να γίνει κατανοητή χωρίς μεγάλες εννοιολογικές δυσκολίες.

Ανεξάρτητα από την παραπάνω συλλογιστική, η ατομική θεωρία θεωρείται ως μία από τις σημαντικότερες σύγχρονες επιστημονικές θεωρίες. Ως εκ τούτου, οι μαθητές θα πρέπει να είναι εξοικειωμένοι με αυτήν. Αν, λοιπόν, οι μαθητές γνωρίζουν καλά την ατομική θεωρία, τότε ίσως τη χρησιμοποιήσουν για να εξηγήσουν χημικές έννοιες και γενικότερα χημικές μεταβολές και πιθανώς να μπορούν να ερμηνεύουν καλύτερα τι συμβαίνει στις χημικές αντιδράσεις. Τίθεται επομένως το ερώτημα μήπως η «πρωθύστερη» εισαγωγή της διδασκαλίας των ατόμων και των μορίων βοηθήσει στην καλύτερη κατανόηση των μαθητών;

1.2 ΘΕΜΑΤΑ ΠΡΟΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Με αφορμή τον προβληματισμό που αναπτύχθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, αποφασίσαμε να διερευνήσουμε αν διαφοροποιείται η κατανόηση των μαθητών για την έννοια της χημικής αντίδρασης όταν προηγηθεί η διδασκαλία της ατομικής θεωρίας. Δηλαδή, στην εργασία αυτή:

1) *Διερευνούμε κατά πόσο οι μαθητές της β΄ τάξης γυμνασίου εξοικειώνονται με τα άτομα, τα μόρια, τα χημικά σύμβολα και τα προσομοιώματά τους και κατά πόσο έχουν κατανοήσει την έννοια της χημικής αντίδρασης.* Επιπλέον:
2) *Εξετάζουμε και την επίδραση διδακτικής παρέμβασης με την οποία οι χημικές αντιδράσεις διδάχθηκαν μετά την εισαγωγή των εννοιών των ατόμων, των μορίων και των συμβολισμών τους.*

Επειδή η χημεία μελετά φαινόμενα τα οποία δεν είναι άμεσα παρατηρήσιμα με γυμνό οφθαλμό, όπως οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ατόμων, των μορίων, η μοριακή δομή και άλλα, οι εκπαιδευτικοί, το εργαστήριο, τα σχολικά βιβλία, τα διαδραστικά βιβλία του ψηφιακού σχολείου μέσω των εικόνων και των υπερσυνδέσμων που χρησιμοποιούν, πρέπει να ωθήσουν τον μαθητή ώστε να δημιουργήσει νοητικές εικόνες για τις έννοιες και τα φαινόμενα αυτά, έτσι ώστε οι εικόνες αυτές να δώσουν νόημα στον αόρατο κόσμο της χημείας.

Ο Κώτσης (2011) αναφέρει ότι οι εικόνες δεν αποτελούν διακοσμητικά στοιχεία στο κείμενο αλλά παίζουν σπουδαίο ρόλο στην κατανόησή του. Ενώ, σύμφωνα με τους Τσαπαρλή (2009), και Cabel (1999), η εννοιολογική κατανόηση της χημείας δεν μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσω εικόνων στο μακροσκοπικό επίπεδο. Για να επιτευχθεί η εννοιολογική κατανόηση της χημείας, τα επίπεδα αυτά πρέπει να

συνδεθούν το ένα με το άλλο, αλλά αυτό είναι δύσκολο εγχείρημα για τους μαθητές. Έτσι αποφασίσαμε να:

3) *Ερευνήσουμε το είδος των εικόνων και των υπερσυνδέσμων των διαδραστικών εμπλουτισμένων ηλεκτρονικών σχολικών βιβλίων Χημείας της β' και γ΄ τάξης γυμνασίου του «Ψηφιακού Σχολείου» για να διαπιστώσουμε αν επιτελούν το ρόλο που τους αναλογεί. Δηλαδή, να ερευνήσουμε σε ποιο εύρος γίνεται έκθεση των μαθητών στα τρία χημικά επίπεδα μέσω αυτών.*

1.3 ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Χρησιμοποιήθηκε **ένα τεστ** και **ένα διαγώνισμα** σε *δύο μορφές* το καθένα, ώστε γειτονικοί μαθητές να μην απαντούν στο ίδιο τεστ ή στο ίδιο διαγώνισμα. Το τεστ προηγήθηκε του διαγωνίσματος. Οι ερωτήσεις τόσο του τεστ όσο και του διαγωνίσματος ήλεγχαν ακριβώς τους στόχους που έθετε το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών.

Το **τεστ** αποτελούνταν από δύο θέματα με δύο ερωτήσεις στο κάθε θέμα. Το **διαγώνισμα** αποτελούνταν από έξι θέματα και το σύνολο των ερωτήσεων ήταν δεκαέξι. Προηγήθηκε δοκιμαστική έρευνα σε μαθητές Γ΄ τάξης Γυμνασίου και Α΄ τάξης Λυκείου και στη συνέχεια δόθηκαν στους μαθητές της Β΄ τάξης Γυμνασίου μετά από αλλαγή σε διατύπωση. Το διαγώνισμα δόθηκε ως διαγώνισμα τριμήνου, οπότε οι μαθητές γνώριζαν ότι θα ληφθεί υπόψη στη βαθμολογία τους.

Διακρίναμε τα τμήματα των μαθητών του ίδιου σχολείου, που διδάσκονταν από τον ίδιο εκπαιδευτικό, σε **πειραματικό τμήμα** και σε **τμήμα ελέγχου**. Στο τμήμα ελέγχου ακολουθήθηκε η σειρά μαθημάτων, όπως ακριβώς είναι στο σχολικό βιβλίο Χημείας β΄ γυμνασίου, όπως, δηλαδή, ορίζει το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών, ενώ στο πειραματικό τμήμα ακολουθήθηκε τροποποιημένη σειρά μαθημάτων, σύμφωνα με οδηγίες που τους δόθηκαν από εμάς για τη έρευνά μας. Στην έρευνα έλαβαν μέρος δέκα σχολεία. Ένα ιδιωτικό, δύο δημόσια πειραματικά σχολεία και επτά δημόσια σχολεία.

Για τη **στατιστική επεξεργασία** των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο SPSS 23 και το EXCEL. Ελέγχθηκε αρχικά η ισοδυναμία των δύο μορφών του τεστ και του διαγωνίσματος και η ισοδυναμία των τμημάτων των σχολείων από τις γραπτές επιδόσεις των μαθητών στις εξετάσεις Ιουνίου. Ελέγχθηκε η αξιοπιστία

των ερωτηματολογίων του τεστ και του διαγωνίσματος με τον συντελεστή Cronbach's Alpha. Επίσης, ελέγχθηκε η σχέση των βαθμολογιών της ερευνήτριας με τις βαθμολογίες των εκπαιδευτικών των οποίων λάβαμε γνώση και βρέθηκε γραμμική. Στη συνέχεια προβήκαμε στη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων, αφού όλοι οι προηγούμενοι έλεγχοι ήταν αποδεκτοί.

Για την **ανάλυση των εικόνων και των υπερσυνδέσμων** χρησιμοποιήθηκε η κωδικοποίηση που αναπτύχθηκε από τους Gkitzia, Salta, & Tzougraki (2011). Κάθε σελίδα των εμπλουτισμένων διαδραστικών βιβλίων του «ψηφιακού σχολείου» αναλύθηκε ως προς το είδος των εικόνων και των υπερσυνδέσμων που περιέχει. Ειδικότερα, οι εικόνες και οι υπερσύνδεσμοι των διαδραστικών βιβλίων κωδικοποιήθηκαν με τους όρους: *μακροσκοπικές αναπαραστάσεις, συμβολικές αναπαραστάσεις, υπομικροσκοπικές αναπαραστάσεις, υβριδικές αναπαραστάσεις, πολλαπλές αναπαραστάσεις και μεικτές αναπαραστάσεις*. Οι υπερσύνδεμοι που δεν οδηγούσαν στα ανωτέρω είδη αναπαραστάσεων ταξινομήθηκαν με τη λέξη «άλλο».

1.4 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

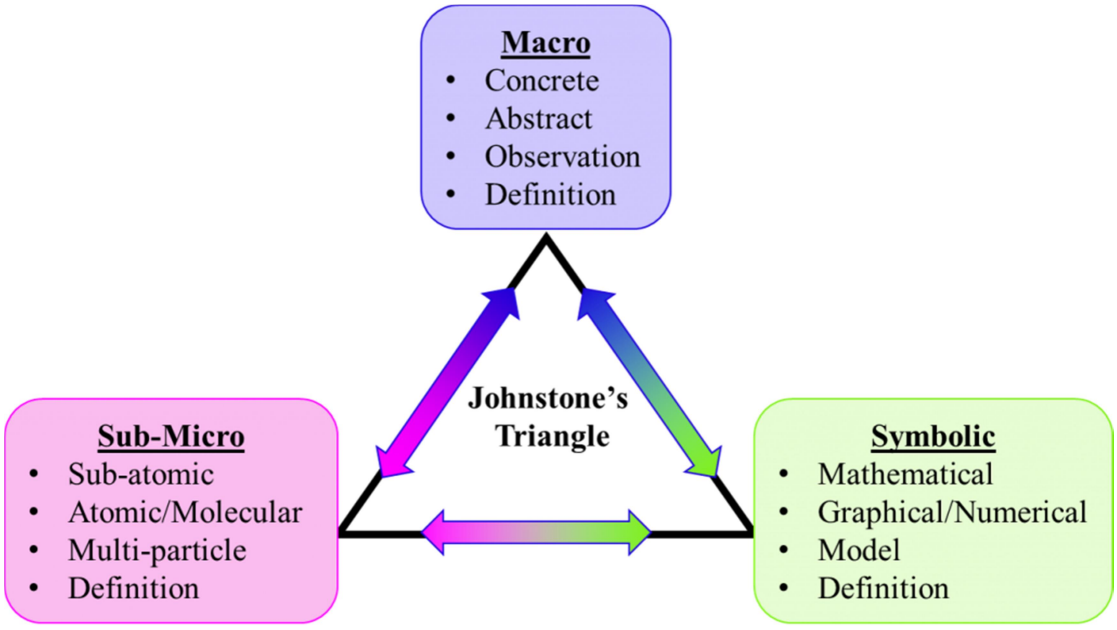
1.4.1 Ερευνητικά ερώτηματα για το τεστ

1. Μπορούν οι μαθητές να περνούν από τη χημική εξίσωση με σύμβολα (συμβολικό επίπεδο) στη χημική εξίσωση με προσομοιώματα (υπομικροσκοπικό επίπεδο) και αντίστροφα (ανεξάρτητα από τη διδακτική παρέμβαση);
2. Παίζει ρόλο η σειρά που ακολουθήθηκε στη διδασκαλία (η διδακτική παρέμβαση);

1.4.2 Ερευνητικά ερωτήματα για το διαγώνισμα

1. *Κατά πόσο οι μαθητές είναι σε θέση να διατυπώσουν ορισμούς για τις χημικές αντιδράσεις;*
2. *Μπορούν να διακρίνουν και να αιτιολογήσουν με βάση τα σωματιδιακά μοντέλα τις έννοιες χημικό στοιχείο, χημική ένωση, μείγμα στοιχείων;*
3. *Μπορούν να ισοσταθμίσουν χημικές εξισώσεις που δίδονται με σύμβολα ή με προσομοιώματα;*
4. *Μπορούν να κατανοήσουν και να εξηγήσουν χημικές αντιδράσεις;*

5. *Κατανοούν τη στοιχειομετρία των χημικών αντιδράσεων;*
6. *Παίζει ρόλο η σειρά που ακολουθήθηκε στη διδασκαλία (η διδακτική παρέμβαση);*



Το τρίγωνο του Johnstone

Πηγή:U. Iowa Chemistry

(http://michaelseery.com/home/index.php/2016/10/a-tour-around-johnstones-triangle/

Πρόσβαση στις 23 Δεκ. 2016)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

2.1 Η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ – ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διδακτική των φυσικών επιστημών (ΔΦΕ) είναι ένας επιστημονικός κλάδος, ο οποίος έχει στόχο τη μελέτη και τη βελτίωση της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών. Η ΔΦΕ:

- *ερευνά τις διαδικασίες μάθησης λαμβάνοντας υπόψη της τα συμπεράσματα της γνωστικής και κοινωνικής ψυχολογίας*
- *λαμβάνει υπόψη τους μηχανισμούς που ενεργοποιούνται στο μυαλό του κάθε ανθρώπου κατά τη διαδικασία της μάθησης, τη συμβολή της ομάδας μέσα στην οποία πραγματοποιείται η διδασκαλία και την επίδραση του κοινωνικού περιβάλλοντος*
- *συνδέεται με την ιστορία και τη φιλοσοφία των φυσικών επιστημών με σκοπό οι μαθητές να κατανοήσουν τι είναι αυτό που ονομάζεται επιστημονική γνώση και πώς αυτή η επιστημονική γνώση εξελίσσεται με την πάροδο του χρόνου. Υποστηρίζει δε ότι η ιστορία των φυσικών επιστημών μπορεί να αποτελέσει ένα εξαιρετικό εργαλείο για τη διδασκαλία*
- *διακηρύσσει τη μεγάλη διδακτική αξία της εργαστηριακής δραστηριότητας*
- *ενδιαφέρεται για τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, παρακινεί και επιδιώκει να πραγματοποιούνται γνωστικές συγκρούσεις με ορισμένες προσωπικές απόψεις τους που δεν συμφωνούν με τις επιστημονικές ιδέες. Η ΔΦΕ θεωρεί ότι διδασκαλία δεν σημαίνει απλά να προσθέσουμε κάτι στις προϋπάρχουσες ιδέες αλλά απαιτεί μερικές φορές και την ριζική αναδιοργάνωσή τους, για να οδηγηθεί κάποιος στην γνώση*
- *συχνά συγκρούεται με την κοινή λογική και μας καλεί να αναγνωρίσουμε ότι ορισμένες φορές τόσο η γλώσσα της καθημερινής ζωής όσο και η φαινομενική εμπειρία αποτελούν αντίπαλους της διδασκαλίας*
- *κρίνει, επικρίνει ή εγκρίνει, τις παραδοσιακές διδακτικές πρακτικές, κάνει προτάσεις, επιδιώκει να κάνει θεωρία το πώς η ανθρώπινη συνείδηση συλλαμβάνει, αναλύει και οικειοποιεί τα ποικίλα γνωστικά αντικείμενα*
- *προτείνει στρατηγικές ενεργητικής μάθησης και καθοδηγούμενης ανακάλυψης*

«πάνω απ' όλα μας θυμίζει ότι πρωταρχική προϋπόθεση για μια διδασκαλία είναι η ύπαρξη ενός κλίματος όσο γίνεται πιο «ερωτικού», με την ευρύτερη έννοια του όρου».

[Από τον πρόλογο του βιβλίου «*Το μακρόν Φυσική προ του βραχέος διδάσκω*» του αείμνηστου Ανδρέα Ι. Κασσέτα (Κασσέτας, 2000, σελ. 7)]

Αναπόσπαστο πλέον κομμάτι της ΔΦΕ είναι και η τεχνολογία. Η ένταξη και η χρήση των νέων τεχνολογιών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο για την βελτίωση της διδακτικής πράξης.

2.2 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Ιστορικά η ΔΦΕ ξεκινά από την **παραδοσιακή προσέγγιση** κατά την οποία μεταφέρεται γνώση από τον διδάσκοντα στον διδασκόμενο (Bloom et al., 1956). Θεωρείται ότι ο εκπαιδευτικός είναι αυθεντία, είναι ο κάτοχος γνώσεων και δεξιοτήτων τις οποίες επιχειρεί να μεταδώσει στο μαθητή. Οι διδακτικές στρατηγικές που χρησιμοποιεί ο εκπαιδευτικός είναι οι διαλέξεις, οι ερωτήσεις και μερικές φορές το πείραμα επίδειξης (Ashiq, Azeem, Shakoor, 2011). Στόχος της παραδοσιακής προσέγγισης είναι η ποσότητα των πληροφοριών που θα απομνημονεύσει ο μαθητής με το πέρας της διδασκαλίας (Ράπτης, 2000).

Στη συνέχεια έχουμε την **ανακαλυπτική προσέγγιση,** η οποία επιδιώκει να ενθαρρύνει τους μαθητές να λειτουργούν σαν μικροί επιστήμονες, ώστε να εξελιχθούν σε ικανούς επιστήμονες. Εργαλεία της ανακαλυπτικής προσέγγισης δεν είναι μόνο τα βιβλία και οι διαλέξεις αλλά κυρίως οι εργαστηριακές δραστηριότητες, ώστε να ενεργοποιείται η ανακαλυπτική, ενεργητική μάθηση και η αλληλεπίδραση του μαθητή με τα διδακτικά υλικά. Ο εκπαιδευτικός δεν είναι το επίκεντρο της διδακτικής διαδικασίας αλλά ο καθοδηγητής του μαθητή. Με κατάλληλες ερωτήσεις βοηθά τον μαθητή να οδηγηθεί μόνος του στη γνώση. Καθοδηγεί τη σκέψη των μαθητών προς την «ανακάλυψη» αρχών, νόμων και κανόνων που διέπουν τα φαινόμενα (Ράπτης, Ράπτη, 2001). Έτσι, ο μαθητής αποτελεί πλέον το επίκεντρο της διδακτικής διαδικασίας. Στην ανακαλυπτική μέθοδο διδασκαλίας δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να ανακαλύψουν την γνώση μέσω διερεύνησης και ως εκ τούτου το πείραμα είναι σημαντικό. Το πιο συνηθισμένο όμως σχόλιο των μαθητών

είναι ότι τα «πειράματα δεν λειτουργούν» και οι αριθμοί πρέπει να «μαγειρευτούν» (Hacking, 1983).

Τέλος, έχουμε την **εποικοδομητική προσέγγιση,** την πλέον επικρατούσα θεωρία της ΔΦΕ. Αυτή αναδεικνύει την επίδραση των *προϋπαρχουσών ιδεών* ή εμπειριών των μαθητών για τα φαινόμενα που πρόκειται να διδαχθούν με επιστημονικό τρόπο. Δηλαδή, η διδασκαλία στηρίζεται στις *προϋπάρχουσες αντιλήψεις* των μαθητών (βλ. παρακάτω) και ο εκπαιδευτικός με κατάλληλα πειράματα ή διαδικασίες μεταβάλλει τις προϋπάρχουσες ιδέες και τις μετασχηματίζει ή τις αναδομεί σε επιστημονικές (*εννοιολογική αλλαγή* – βλ. παρακάτω). Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι απαραίτητος όχι μόνο για να καθοδηγήσει το μαθητή αλλά και για να του προσφέρει τα κατάλληλα κίνητρα ώστε να τον ενεργοποιήσει. Ο εκπαιδευτικός πρέπει να πείσει τους μαθητές του ότι η διαδικασία της σκέψης είναι εξ ίσου σημαντική, αν όχι σημαντικότερη, από την ίδια την απάντηση.

Ο μαθητής οικοδομεί ενεργητικά τις γνώσεις του, βασιζόμενος στις προϋπάρχουσες ιδέες ή εμπειρίες του και επιλύει πραγματικά προβλήματα, τα οποία αποτελούν κίνητρο για τον μαθητή (Κορδάκη, 2000). Ο μαθητής στην εποικοδομητική προσέγγιση εξακολουθεί να αποτελεί το επίκεντρο της διδακτικής διαδικασίας.

Σημαντικό ρόλο στην εποικοδομητική προσέγγιση παίζει και η μεταγνωστική διαδικασία. Μεταγνώση είναι η ικανότητα κάποιου «*να σκέφτεται τη σκέψη του*». «*Οχι μόνο γνωρίζουμε κάτι αλλά αρχίζουμε να σκεφτόμαστε τι μπορούμε να κάνουμε με αυτή τη γνώση*» (Elliott et al 2008). Η γνώση του ατόμου και οι πεποιθήσεις του, τις οποίες κέρδισε από τις εμπειρίες του και τις αποθήκευσε στη μακρόχρονη μνήμη, ορίζεται ως μεταγνωστική γνώση (Flavell 1985, σελ. 105). Οι άνθρωποι αποκτούν μεταγνωστικές γνώσεις για ανθρώπους, για έργα ή στρατηγικές. Η μεταγνωστική διαδικασία ενεργοποιείται όταν ο μαθητής αναλογίζεται αν γνωρίζει κάτι, τι ακριβώς γνωρίζει, ώστε να μπορεί να το οργανώνει, να το θυμάται, να το ελέγχει, να σκέφτεται σε ποιες ενέργειες πρέπει να προβεί (μεταγνωστικές δραστηριότητες) και ποια είναι η τρέχουσα γνωστική κατάσταση, δηλαδή η μεταγνωστική εμπειρία, με αποτέλεσμα να φτάσει στη γνώση. (Elliott et al 2008).

2.3 ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΗΤΙΣΜΟ

Η εποικοδομητική διδασκαλία βασίζεται στην υπόθεση ότι η γνώση κατασκευάζεται στο μυαλό του μαθητή σε μια συνεχή διαδικασία δημιουργίας και δοκιμών (Von Glasersfeld, 1989, Bodner et al, 2001).

Τα περιβάλλοντα μάθησης σε μια εποικοδομητική προσέγγιση χαρακτηρίζονται από την ενεργό εμπλοκή του μαθητή για την ανάπτυξη της γνώσης, αντί της μηχανικής αποστήθισης που επιβάλλεται στο μαθητή (Marshall et al., 2004).

Τα χαρακτηριστικά της διδασκαλίας που αναμορφώνονται σε μια εποικοδομητική προσέγγιση διαφέρουν σε ποιότητα από εκείνα της παραδοσιακής διδασκαλίας (Brooks και Brooks, 1999). Οι διαφορές αυτές επισημαίνονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά διδασκαλίας στο παραδοσιακό και εποικοδομητικό μοντέλο.

Παραδοσιακό περιβάλλον στην τάξη	***Αναμορφωμένο περιβάλλον στην τάξη***
Το πρόγραμμα σπουδών παρουσιάζεται σε μικρά κομμάτια ύλης με σταθερά βήματα και εστιάζει σε βασικές δεξιότητες.	*Το πρόγραμμα σπουδών επικεντρώνεται στην ευρεία εννοιολογική κατανόηση.*
Οι εκπαιδευτικοί αρχικά διδάσκουν τους μαθητές δίδοντας πληροφορίες με διάλεξη και στη συνέχεια με ερωτήσεις κάνουν ανάκληση αυτών των πληροφοριών.	*Οι εκπαιδευτικοί εμπλέκουν τους μαθητές σε δραστηριότητες, πείραμα, χρήση εποπτικού υλικού και τους καθοδηγούν να βρουν κατάλληλες πηγές πληροφοριών.*
Οι εκπαιδευτικοί αναζητούν τις σωστές απαντήσεις με ερωτήσεις.	*Οι εκπαιδευτικοί αναζητούν με ερωτήσεις τις μη σωστές αντιλήψεις ή απόψεις των μαθητών τους, προκειμένου να τις βελτιώσουν.*
Η αξιολόγηση της μάθησης δεν εξαρτάται από την διδασκαλία.	*Η αξιολόγηση της μάθησης είναι συνυφασμένη με την διδασκαλία.*

Μια βασική διαφορά είναι ότι οι δραστηριότητες των μαθητών περιλαμβάνουν τη συνεργασία και οι μαθητές δεν έχουν παθητικό ρόλο στη διδασκαλία.

Ο Matthews (1994 σελ. 138) αναφέρει ότι:

«*Υπάρχουν βασικά δύο μεγάλες προσεγγίσεις του εποικοδομητισμού. Η πρώτη είναι ο ψυχολογικός εποικοδομητισμός, οριζόμενος από τον Jean Piaget που μετρά τη μάθηση των παιδιών σαν μια διαδικασία προσωπική, ατομική και διανοητική κατασκευή που προκύπτει από την δραστηριότητά τους με το φυσικό κόσμο και χωρίζεται από τη μια, στην πιο*

προσωπική και υποκειμενική κατεύθυνση του Piaget που μπορεί να δει κανείς στο έργο του Von Glasersfeld και από την άλλη, στον κοινωνικό εποικοδομητισμό του Russian Vygotsky και των οπαδών του. Η δεύτερη μεγάλη προσέγγιση του εποικοδομητισμού είναι ο κοινωνιολογικός εποικοδομητισμός οριζόμενος από τον Emile Durkheim και με την υποστήριξη των κοινωνιολόγων. Αυτή η κοινωνιολογική προσέγγιση υποστηρίζει ότι η επιστημονική γνώση είναι κοινωνικά δομημένη και καθαρή χωρίς αμφιβολίες και ερευνά τις συνθήκες και την δυναμική των επιστημονικών ερμηνειών. ... Ακραίες μορφές του κοινωνιολογικού εποικοδομητισμού υποστηρίζουν ότι η επιστήμη δεν είναι παρά μια μορφή ανθρώπινης γνωστικής κατασκευής συγκρίσιμης με την καλλιτεχνική ή λογοτεχνική κατασκευή, και χωρίς καμία συγκεκριμένη απαίτηση για την αλήθεια».

Ο Τσαπαρλής (1991, κεφ. 2), αναφέρει ότι σύμφωνα με τον Piaget η νοηματική ανάπτυξη ενός ατόμου συντελείται μέσω μιας *δυναμικής αλληλεπίδρασης* του ατόμου με το *φυσικό κόσμο*. Η διαδικασία αυτή είναι *προσωπική-εξατομικευμένη* και βασίζεται σε μια *γνωστική* ή *δομική διάσταση*. Το *υποκείμενο-άτομο* αυτό είναι εξιδανικευμένο (το *επιστημικό υποκείμενο* - epistemic subject). Στην πραγματικότητα, προϋποτίθεται και μια *ενεργητική* ή *θυμική* (*συναισθηματική*) *διάσταση* (Piaget 1999). Ο *κοινωνικός εποικοδομητισμός* θεωρεί σημαντική για τη δόμηση της γνώσης την επίδραση του κοινωνικού περιβάλλοντος και βρίσκεται πολύ κοντά στην ανάπτυξη των εννοιών σύμφωνα με την θεωρία του Vygotsky (1962).

Ο εποικοδομητισμός, αν και είναι η πλέον αποδεκτή θεωρία μάθησης, δεν ενεργοποιήθηκε πλήρως στις σχολικές μας τάξεις. Οι εκπαιδευτικές πολιτικές, τα προγράμματα σπουδών, οι σχεδιασμοί μαθημάτων προσκρούουν στη δυσπιστία των εκπαιδευτικών και στην ισχυρή παράδοση της δασκαλοκεντρικής προσέγγισης της διδασκαλίας και οδηγούν σε αδιέξοδο τις εκπαιδευτικές πολιτικές και τα όποια θετικά τους αποτελέσματα. Οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουν χημεία τα τελευταία 50 χρόνια στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση ανήκουν, στην πλειονότητά τους, στην ομάδα των «baby boomers», σε αυτούς δηλαδή που γεννήθηκαν μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. «*Οι γενιές αυτές αντιμετώπισαν τον πειρασμό να ακολουθήσουν την εύκολη διαδρομή για την διδασκαλία της Χημείας, της αναπαραγωγής δηλαδή, ό,τι ήξεραν από αυτά τα οποία είχαν διδαχθεί*» (Βαμβακερός 2013, σελ. 76).

2.4 ΟΙ ΑΠΟΨΕΙΣ-ΙΔΕΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ / ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ

Σύμφωνα με τις επικρατούσες σήμερα ιδέες, τον κυρίαρχο ρόλο στη μάθηση διαδραματίζουν οι απόψεις που έχουν τα παιδιά για τα φυσικά φαινόμενα πριν ακόμη τα διδαχθούν στο σχολείο. Η αλληλεπίδραση των παιδιών με το οικογενειακό και το κοινωνικό περιβάλλον τους και η χρήση της γλώσσας συντελούν τόσο στη μάθηση όσο και στη δημιουργία αυτών των απόψεων. Τα παιδιά χρησιμοποιούν τις ιδέες και τις απόψεις που έχουν αποκτήσει για να προβλέψουν και να ερμηνεύσουν ό,τι υποπίπτει στην αντίληψή τους (Κόκκοτας, 2003).

Οι απόψεις αυτές (Κόκκοτας, 2003) ομαδοποιούνται και συγκροτούν πρότυπα με τα οποία ερμηνεύουν τα φαινόμενα και καταγράφονται κυρίως με τους κάτωθι όρους, όπως

- *Εναλλακτικές ιδέες (alternative conceptions) (Driver and Easley, 1978)*
- *Παρανοήσεις ή εσφαλμένες αντιλήψεις (misconceptions). (Novak, 1986)*
- *Προ-υπάρχουσες ιδέες ή προ-αντιλήψεις (preconceptions) (Ausubel, 1968)*
- *Αυθόρμητες αντιλήψεις (Cornu 1981,1983)*
- *Παρα-αντιλήψεις. (Wenning 2008)*
- *Προσωπικές αντιλήψεις (Harel & Sowder 1998, Schoenfeld 1985)*
- *Γνωστική Δομή (cognitive structure) – Εναλλακτικό Πλαίσιο (alternative framework) (Driver et al, 1985/1993)*

αλλά και με άλλους όρους, όπως διαισθητικές ιδέες, επιστήμη των παιδιών, απόψεις, ιδέες κ.τ.λ..

Ο Osborne (1984), (αναφορά στον Stinner 2001, σελ. 327), για να ερμηνεύσει τις αντιλήψεις των μαθητών, κάνει λόγο για τρεις «δυναμικές» που λειτουργούν στο χώρο της Μηχανικής:

- την «Εσωτερική Δυναμική» (Gut Dynamics) των παιδιών, που αναφέρεται στις *«μίνι θεωρίες»* οι οποίες αναπτύσσονται σε πολύ μικρή ηλικία, λειτουργούν κατά κανόνα υποσυνείδητα και εφαρμόζονται διαισθητικά
- τη «Λαϊκή Δυναμική» (Lay Dynamics) των φυσικών, που είναι συνέπεια των σύγχρονων μέσων μαζικής ενημέρωσης, όπως περιοδικών, εφημερίδων, τηλεόρασης κλπ. και
- τη «Δυναμική των φυσικών» (Physicists dynamics) που έχει τη δική της γλωσσική και μαθηματική υποδομή και διαφοροποιείται από αυτά που

παρατηρούνται στον πραγματικό κόσμο, ερχόμενη σε αντίθεση μερικές φορές με την κοινή λογική.

Οι διαφορετικοί όροι για τις αντιλήψεις των μαθητών οφείλονται στο γεγονός ότι οι επιστήμονες και οι ερευνητές που ασχολούνται με τη Διδακτική προέρχονται από διαφορετικά επιστημονικά πεδία. Αυτό, όμως, που είναι κοινό στοιχείο σε όλους τους όρους είναι ότι όλοι αναφέρονται σε αυτό «που ήδη υπάρχει» στην σκέψη ή στο μυαλό του μαθητή (Ραβάνης 2003). Από τους παραπάνω όρους επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε τους όρους «ιδέες ή προϋπάρχουσες ιδέες» κατά κύριο λόγο και τον όρο «αντιλήψεις». Αυτό έγινε, γιατί η λέξη «ιδέα» χρησιμοποιείται για να ονομάσει μια νοητική λειτουργία του ανθρώπου και αποτελεί το προϊόν επεξεργασίας πολλών σκέψεων για αρκετό χρόνο. Επίσης χρησιμοποιήσαμε τον όρο «προϋπάρχουσες ιδέες» λόγω του ότι προϋπήρχαν της διδασκαλίας στην τάξη. Τέλος, χρησιμοποιήσαμε τον όρο αντιλήψεις, γιατί η λέξη «αντίληψη» οδηγεί σε σύνθετη λειτουργία με την οποία ο άνθρωπος αποκτά γνώση της πραγματικότητας, είτε άμεσα με τις αισθήσεις είτε έμμεσα με παρέμβαση της λογικής και αναφέρεται στη γνώμη ή την άποψη που έχει κάποιος για κάτι.

Οι ιδέες των παιδιών έχουν μια παγκοσμιότητα. Παιδιά διαφορετικής ηλικίας αλλά και κουλτούρας μπορεί να έχουν παρόμοιες ιδέες. Αυτές οι ιδέες δεν είναι απλές παρανοήσεις από κακή πληροφόρηση. Μπορεί να οφείλονται στην επίδραση του κοινωνικού τους περιβάλλοντος αλλά και να δημιουργούνται από μηχανισμούς που ίσως διαθέτουν και με τους οποίους αντιλαμβάνονται τι συμβαίνει γύρω τους. Πολλές από αυτές έχουν διαχρονική ισχύ, ιδιαίτερα αν με αυτές μπορούν να εξηγήσουν και να προβλέψουν πολλά φαινόμενα ικανοποιητικά, και είναι δυνατόν να παραμείνουν όχι μόνο μετά τη διδασκαλία αλλά και μετά την ενηλικίωσή τους. Η γνωστική τους δομή είναι περιορισμένης ισχύος αλλά συνεπής. Είναι τόσο καλά εδραιωμένες που πρέπει να πατήσουμε πάνω σε αυτές, για να τις βελτιώσουμε ή να τις αλλάξουμε ή ακόμη και να πείσουμε τον μαθητή να τις απορρίψει, διότι ο εγκέφαλος όχι μόνο δεν είναι παθητικός συλλέκτης πληροφοριών αλλά αντίθετα χρησιμοποιεί τις εισερχόμενες πληροφορίες και βγάζει τα δικά του συμπεράσματα από αυτές. Η Solomon (1994) υπερθεματίζει ότι για τους μαθητές υπάρχουν δυο «κόσμοι», ο κόσμος της καθημερινής ζωής και ο επιστημονικός κόσμος, οι οποίοι λειτουργούν ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο.

Από έρευνες που έγιναν σε διάφορες χώρες για τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών προκύπτουν τα εξής:

- *τα παιδιά έρχονται στο σχολείο με απόψεις για μια ποικιλία θεμάτων των Φυσικών Επιστημών*
- *οι απόψεις των παιδιών μπορεί να επηρεαστούν από τη διδασκαλία ή να παραμείνουν αμετάβλητες*
- *οι διαισθητικές ιδέες τους ασκούν ισχυρή επιρροή στη μεταγενέστερη μάθηση*
- *οι απόψεις των παιδιών είναι συχνά διαφορετικές από το επιστημονικό πρότυπο, όπως αυτό παρουσιάζεται στο σχολικό εγχειρίδιο. Ωστόσο, είναι χρήσιμες και λογικές για τα παιδιά, επειδή αποτελούν το σκελετό της ερμηνείας των σχετικών φαινόμενων.*

Πολλές μελέτες έχουν γίνει για να διαπιστωθεί και να αναλυθεί η αλλαγή ή όχι των ιδεών των μαθητών για τα φυσικά φαινόμενα πριν και μετά την διδασκαλία (Aguirre και Erickson, 1984, Brumby, 1981, Champagne και Klopfer, 1981, Driver, 1981, Erickson, 1979, Nussbaum και Novak, 1976, Smith και Anderson, 1984, Stewart, 1982). Επίσης, ερευνήθηκαν οι αντιφατικές απαντήσεις τους και οι ερευνητές κατέληξαν στα εξής (Σπυροπούλου-Κατσάνη, σελ 82-84, 2005):

- *οι ιδέες των παιδιών είναι επαρκείς και συγκροτούν αυτο-συνεπείς νοητικές /γνωστικές δομές*
- *οι μαθητές δεν κατέχουν ένα μοντέλο ενοποίησης των φαινόμενων ούτε μια συνεπή θεώρηση για ισοδύναμα φαινόμενα*
- *οι ιδέες των μαθητών επηρεάζονται ελάχιστα από την παραδοσιακή ή την πειραματική διδασκαλία*
- *οι ιδέες δεν οφείλονται μόνο σε κακή πληροφόρηση*
- *αξιοσημείωτο είναι ότι μαθητές που επιτυγχάνουν στις εξετάσεις, αποτυγχάνουν να εφαρμόσουν την επιστημονική γνώση σε καταστάσεις της καθημερινής ζωής.*

Τα αρχικά νοητικά μοντέλα που κατασκευάζουν τα παιδιά πριν το σχολείο ή και κατά την διάρκεια του μαθήματος, για να ερμηνεύουν τον φυσικό κόσμο, μπορεί να απέχουν από τις επικρατούσες επιστημονικές απόψεις. Σε αυτά τα «λάθος» νοητικά μοντέλα οφείλονται και οι εναλλακτικές ιδέες ή οι παρανοήσεις ή οι διαισθητικές απαντήσεις τους. Οι παραπάνω όροι χρησιμοποιούνται για να δηλώσουμε ότι η συγκεκριμένη έννοια διαφέρει ουσιαστικά από αυτό που θεωρείται επιστημονικά σωστό (Gilbert, Osborne, και Fensham 1982).

Πολλές φορές οι ιδέες αυτές είναι αναμνήσεις παλιών θεωριών. Επίσης, έρευνες έδειξαν ότι οι παρανοήσεις εμφανίζονται σε όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης, ακόμη και σε μεταπτυχιακούς φοιτητές και σε εν ενεργεία εκπαιδευτικούς (Gunstone et al 1981, Minstrell και Smith 1983, Eaton et al 1983, Driver at al 1985/1993, Watts 1988, Durant et al 1989). Σε μια προσπάθεια ταξινόμησης των ιδεών των μαθητών, οι έρευνες κατέληξαν στις παρακάτω κατηγορίες, οι οποίες έγιναν με βάση τα κοινά χαρακτηριστικά των ιδεών τους (Κόκκοτας, 2003).

- *Ανθρωποκεντρική άποψη.*
- *Ανιμιστική άποψη.*
- *Τα μη ορατά δεν υπάρχουν.*
- *Περιορισμένη εστίαση σε ένα εμφανές χαρακτηριστικό.*
- *Εστίαση της προσοχής σε αλλαγές και όχι σε σταθερές καταστάσεις.*
- *Γραμμικός αιτιακός συλλογισμός και όχι αλληλεπίδραση.*
- *Μη διαχωρισμός εννοιών.*

Οι απόψεις των μαθητών στηρίζονται σε κάποιες διαδικασίες μάθησης που προέρχονται από την οικογένεια, το κοινωνικό περιβάλλον, τα μέσα ενημέρωσης και φυσικά έχουν ουσιαστικό περιεχόμενο για τους μαθητές. Συγκροτούν επεξηγηματικά πλαίσια, τα οποία όμως τις περισσότερες φορές δεν είναι ίδια ούτε συμβατά με αυτά των ειδικών. Όμως με την διδασκαλία προσπαθούμε να τις τροποποιήσουμε, να τις αλλάξουμε ή να τις εξελίξουμε, ώστε να επιτύχουμε τους στόχους που θέσαμε στη συγκεκριμένη διδασκαλία. Μια διδακτική προσέγγιση είναι απαραίτητο να στηρίζεται σε κάποια θεωρία μάθησης. Όπως αναφέραμε οι κυρίαρχες θεωρίες μάθησης είναι του μπιχεβιορισμού (συμπεριφορισμού), η ανακαλυπτική μάθηση και η εποικοδομητική μάθηση (κονστρουκτιβισμός). Η πλέον επικρατούσα σήμερα είναι η τελευταία.

Ο Wheatley (1991) αναφέρει:

«Η θεωρία του κονστρουκτιβισμού στηρίζεται σε δύο αρχές. Η πρώτη δηλώνει ότι η γνώση δε λαμβάνεται παθητικά αλλά οικοδομείται ενεργητικά από το γιγνώσκον (cognizing) υποκείμενο. Η δεύτερη αρχή δηλώνει ότι η γνωστική λειτουργία (function of cognition) είναι προσαρμοστική (adaptive) και υπηρετεί την οργάνωση του κόσμου των εμπειριών (experiential world) και όχι την ανακάλυψη της οντολογικής πραγματικότητας. ...Συνεπώς

δε βρίσκουμε την αλήθεια αλλά οικοδομούμε βιώσιμες (viable) εξηγήσεις των εμπειριών μας».

Εξάλλου, στον πρόλογο του βιβλίου της Driver et al (2000) αναφέρεται:

«*Οικοδομώντας τις έννοιες των φυσικών επιστημών ο μαθητής και γενικότερα το άτομο κατασκευάζει τη δική του προσωπική γνώση, σύμφωνα με την εποικοδομητική υπόθεση, ερμηνεύει με το δικό του τρόπο την πραγματικότητα που εξαρτάται από τις δικές του ιδέες και τις νοητικές του δομές*».

Επομένως η γνώση δεν μπορεί ναι είναι αντικειμενική αλλά προσωπική και κοινωνικά προσδιορισμένη. Οι γνώσεις που προσφέρονται από το σχολείο στους μαθητές είναι μετασχηματισμένες επιστημονικές γνώσεις που η επιστημονική κοινότητα δέχεται ως έγκυρες εκείνη τη χρονική περίοδο. Είναι αναγκαίο, λοιπόν, να οργανωθούν, για να μπορούν να διδαχθούν. Για να αναπτυχθεί, όμως, ένα νέο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών (Α.Π.Σ.) χρειάζονται μερικές βασικές προϋποθέσεις, π.χ. *να υπάρχει μια νέα θεωρία μάθησης ή κοινωνικές απαιτήσεις για συγκεκριμένο τύπο εκπαίδευσης να επιβάλουν τη θεσμοθέτησή τους στο εκπαιδευτικό σύστημα.*

«*Η προσέγγιση των μαθητών στα προβλήματα είναι φαινομενολογική και όχι εννοιολογική. Γίνεται με την βοήθεια των εμπειριών ή χαρακτηριστικών τα οποία αντιλαμβάνονται με τις αισθήσεις. Κάθε διδακτική προσέγγιση του Έλληνα Εκπαιδευτικού θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη το γεγονός ότι οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών δεν μπορούν να αγνοηθούν, γιατί τότε η διδασκαλία δεν θα συνδέεται με την μάθηση*» (Κώτσης & Κολοβός, 2002).

Συμπερασματικά, για την οργάνωση και την κατασκευή του Α.Π.Σ. σημαντικό ρόλο πρέπει να διαδραματίζουν το περιεχόμενο, οι διδακτικές στρατηγικές, οι μαθησιακοί στόχοι, η διαθεματικότητα, τα μαθησιακά έργα, οι δραστηριότητες που πραγματοποιούν οι μαθητές μόνοι τους ή σε συνεργασία με τους συμμαθητές τους και κατά κύριο λόγο οι ιδέες των μαθητών. Στις φυσικές επιστήμες τα Α.Π.Σ. δομούνται σε τρεις βασικούς άξονες, της Επιστήμης, της Τεχνολογίας και της Κοινωνίας και έχουν μια παγκοσμιότητα. Δηλαδή στοχεύουν σε επιστημονικά και τεχνολογικά εγγράμματους πολίτες. Οι άνθρωποι έχουν μια έμφυτη ικανότητα να δημιουργούν νοητικά μοντέλα με τα οποία αντιλαμβάνονται το γύρω κόσμο, τα χρησιμοποιούν για να κάνουν προβλέψεις και να δημιουργούν. Την ίδια ικανότητα διαθέτουν και οι μαθητές.

Χαρακτηριστικό των εναλλακτικών ιδεών είναι ότι αντιστέκονται σθεναρά στην αλλαγή. Εξάλλου, οι ιδέες των μαθητών μέσα σε επιμέρους γνωστικά αντικείμενα έχουν την τάση να ακολουθούν ό,τι η Driver (Driver et al. 1989) αποκάλεσε *«εννοιολογικές τροχιές»,* οι οποίες έχουν αρκετά κοινά σημεία σε διαφορετικά εκπαιδευτικά συστήματα και πολιτισμούς.

Ο εκπαιδευτικός, ως ο σημαντικότερος παράγοντας της εκπαίδευσης, δεν πρέπει να είναι ο απλός αναμεταδότης της γνώσης αλλά πρέπει να ερευνά τα αρχικά λανθασμένα νοητικά μοντέλα των μαθητών του και με αφετηρία αυτά μέσω διαδοχικών γνωστικών συγκρούσεων να καταφέρει να ενστερνιστούν οι μαθητές του το επιστημονικό μοντέλο.

2.5 ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Ο όρος *εννοιολογική αλλαγή* χρησιμοποιήθηκε για να γίνει αντιληπτό ότι οι επιστημονικοί όροι έχουν νόημα στα πλαίσια μιας θεωρίας και όταν αυτή η θεωρία αλλάζει, αλλάζει και το νόημά τους. Ο όρος αυτός πέρασε από το χώρο της φιλοσοφίας και της ιστορίας της επιστήμης στο χώρο της ψυχολογίας και της εκπαίδευσης με το έργο των Posner et al (1982) στη ΔΦΕ και της Carey (1985, 1991, 1994) στο αντικείμενο της ψυχολογίας της γνωστικής ανάπτυξης. Η Carey το 1991 υιοθέτησε τον όρο της «τοπικής ασυμμετρίας», για να διαφοροποιηθεί από την «ολική ασυμμετρία» του Kitcher (1983), και προσδιόρισε είδη εννοιολογικών αλλαγών που συμβαίνουν στην διάρκεια της γνωστικής ανάπτυξης τεκμηριώνοντάς τα (Βοσνιάδου κ.α. 2009).

Για την εννοιολογική αλλαγή έχουν προταθεί διάφοροι ορισμοί, άλλοι πιο γενικοί και άλλοι πιο εξειδικευμένοι (Χαλκιά, 2011 σελ. 36). Οι Chinn και Brewer (1998), θεωρούν ότι, για να την προσδιορίσουμε, θα πρέπει να αποτυπώσουμε τις γνώσεις κάποιου μαθητή σε διαφορετικές χρονικές περιόδους, ώστε η αντιπαραβολή τους να μας φανερώσει αν επήλθε εννοιολογική αλλαγή είτε με εμπλουτισμό, είτε με αντικατάσταση, είτε με αφαίρεση, είτε με τροποποίηση εννοιών (γενικός ορισμός της εννοιολογικής αλλαγής). Ο Duit (2003) θεωρεί ως εννοιολογική αλλαγή τη ριζική αναδόμηση των προ-διδασκαλίας λανθασμένων αντιλήψεων των μαθητών για κάποιες έννοιες των φυσικών επιστημών σύμφωνα με τις αντίστοιχες επιστημονικές

έννοιες (εξειδικευμένος ορισμός της εννοιολογικής αλλαγής). Οι Scott et al. (2007) αναφέρονται στον όρο της εννοιολογικής αλλαγής άλλοτε με τον γενικό και άλλοτε με τον εξειδικευμένο ορισμό της εννοιολογικής αλλαγής (Χαλκιά, 2011 σελ. 36).

Κατά τη διάρκεια των προηγούμενων δεκαετιών η εννοιολογική αλλαγή αποτέλεσε ένα από τα πιο κρίσιμα πεδία έρευνας στην εκπαίδευση. Το μοντέλο του Posner et al (1982) αποτελεί την επικρατέστερη θεωρία της εννοιολογικής αλλαγής στη διδακτική των φυσικών επιστημών και έχει χρησιμοποιηθεί ως θεωρητικό πλαίσιο σε πολυάριθμες μελέτες. Το μοντέλο περιγράφει τη μάθηση ως μια αλληλεπίδραση μεταξύ νέων και υφιστάμενων αντιλήψεων και προτείνει τέσσερις προϋποθέσεις (δυσαρέσκεια, δυνατότητα κατανόησης, αληθοφάνεια και χρήση της νέας γνώσης), που είναι αναγκαίες για την εννοιολογική αλλαγή.

- ***Δυσαρέσκεια:*** *ο μαθητής θα πρέπει να αισθάνεται δυσαρέσκεια με την ήδη υπάρχουσα ιδέα του, γιατί δεν του επιτρέπει να κάνει σωστές προβλέψεις κατά την επίλυση προβλημάτων ή πειραμάτων και επιπλέον να μη μπορεί να εξηγήσει μια σειρά από φαινόμενα. Δηλαδή, η υπάρχουσα ιδέα του δεν τον ικανοποιεί.*
- ***Δυνατότητα κατανόησης:*** *ο μαθητής θα πρέπει να βρίσκει τη νέα ιδέα λογική, να καταλαβαίνει πλήρως το νόημά της και να μπορεί να την περιγράφει με δικά του λόγια.*
- ***Αληθοφάνεια:*** *ο μαθητής θα πρέπει όχι μόνο να καταλαβαίνει το νόημα της νέας ιδέας αλλά το νόημά της να ταιριάζει με άλλες ιδέες ή έννοιες που ήδη γνωρίζει και να πειστεί ότι με τη νέα ιδέα μπορεί να περιγράψει και να προβλέψει καλύτερα τα φαινόμενα και να επιλύσει προβλήματα ή πειράματα.*
- ***Χρήση της νέας γνώσης:*** *ο μαθητής θα πρέπει όχι απλά να καταλαβαίνει το νόημα μιας έννοιας και να έχει πειστεί ότι μπορεί να προβλέπει και να επιλύει καλύτερα τα προβλήματά του, αλλά πρέπει να μπορεί και να τη χρησιμοποιεί, δηλαδή να του είναι χρήσιμη στην εξήγηση και στην πρόβλεψη διάφορων φαινομένων με καλύτερο τρόπο ή στην καλύτερη επίλυση προβλημάτων.*

Οι παραπάνω προϋποθέσεις συμβαίνουν ιεραρχικά και σύμφωνα με τον Toulmin (1972) μεσολαβεί μια σειρά επιστημολογικών δεσμεύσεων που ονομάζεται «εννοιολογική οικολογία». Σύμφωνα με τον Hewson (1981), εάν η νέα ιδέα μπορεί να αφομοιώσει την ήδη υπάρχουσα, τότε υπάρχει *εννοιολογική σύλληψη.* Αν όμως η νέα και η προϋπάρχουσα ιδέα βρίσκονται σε ασυμφωνία, τότε δύο τινά μπορούν να συμβούν:

- *«Εάν η νέα ιδέα κατακτήσει υψηλότερη θέση (status) στη συνείδηση του μαθητή από την προϋπάρχουσα, τότε έχουμε εννοιολογική αλλαγή.»*
- *«Εάν η προϋπάρχουσα διατηρήσει υψηλότερη θέση (status), δεν συμβαίνει εννοιολογική αλλαγή.».*

Σε όλη αυτή τη διαδικασία *ο μαθητής* είναι εκείνος που θα αποφασίσει για τη θέση που θα καταλάβουν οι νέες και οι προϋπάρχουσες ιδέες και όχι ο εκπαιδευτικός (αναφορά στο Χαλκιά, 2011). Η αντικατάσταση της προϋπάρχουσας ιδέας από τη νέα δεν σημαίνει ότι η προϋπάρχουσα ιδέα ξεχνιέται εντελώς, αντιθέτως μπορεί να επανέλθει σε ισχύ αργότερα (Posner et al. 1982, Hewson 1981). Αν αναλογιστούμε ότι η επιστήμη είναι μια ενεργός διαδικασία δημιουργίας-κατασκευής και αναδημιουργίας-ανακατασκευής ή αλλαγής της γνώσης, οι «λάθος» απόψεις των μαθητών βασίζονται πάντοτε σε προηγούμενες γνώσεις (Al-Kunifed et al. 1993) και θα μπορούσαν να αποτελέσουν τη βάση στην οποία θα πρέπει να στηριχθούν οι εκπαιδευτικοί για να φέρουν σε γνωστική σύγκρουση τους μαθητές τους, ώστε οι τελευταίοι να εμπεδώσουν την επιστημονική γνώση.

Πολλές μελέτες για την εννοιολογική αλλαγή επικεντρώθηκαν σε ειδικά σχεδιασμένες στρατηγικές διδασκαλίας, που χρησιμοποιούν μοντέλα βασισμένα σε γνωστικές συγκρούσεις. Η στρατηγική γνωστικής σύγκρουσης βασίζεται στην αποσταθεροποίηση των υπαρχουσών αντιλήψεων των μαθητών μέσα από αντιφατικές εμπειρίες, όπως αντιφατικά γεγονότα και στη συνέχεια, επιτρέπει στους μαθητές να αντικαταστήσουν την ανακριβή ιδέα τους και τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις τους με τις επιστημονικά αποδεκτές αντιλήψεις (Chan, Burtis, και Bereiter, 1997, Duit, 2003, Limón, 2001, Pintrich, 1999). Αντιφατικές πληροφορίες μπορούν συνήθως να παρουσιαστούν μέσα από πειραματικές δραστηριότητες, από προσομοιώσεις, από κείμενα αλλά και από τις απόψεις των συμμαθητών τους κατά την διάρκεια μιας συζήτησης στην τάξη ή στην ομάδα. Οι Giordan και De Vecchi (1987), (αναφορά στο Κουλαϊδής και Χατζηνικήτα 2001), θεωρούν ότι για την αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών ο εκπαιδευτικός πρέπει*:*

(ι) να τις αποφύγει ή

(ιι) να τις αγνοήσει ή

(ιιι) να έχει πλήρη γνώση αυτών των αντιλήψεων.

Σύμφωνα με την πρώτη άποψη, αντιλήψεις οι οποίες είναι πολύ μπερδεμένες ή διαθέτουν μεγάλη ποικιλία απόψεων και οι οποίες μπορούν να μπερδέψουν και τους άλλους μαθητές πρέπει να αγνοηθούν ή να απορριφθούν (Σκουμιός 2012, σελ. 14). Όμως αυτές οι μπερδεμένες αντιλήψεις, είναι η γνωστική βάση πάνω στην οποία θα στηριχθεί ο μαθητής, για να οικοδομήσει τη νέα γνώση και είναι τόσο ισχυρές (Χατζηνικήτα και Χρηστίδου, 2001, σελ. 166-167) που δύσκολα θα «*απαγκιστρωθεί*» από αυτές ακόμη και μετά την διδασκαλία.

Σύμφωνα με τη δεύτερη άποψη, η οποία συμφωνεί με ερευνητές της ΔΦΕ, θεωρείται αναγκαιότητα η γνώση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών από τους εκπαιδευτικούς, για το σχεδιασμό της διδασκαλίας, αν και «*αυτό δεν φαίνεται να αντανακλάται στην διδακτική πρακτική*», (Σκουμιός 2012, σελ. 14) και προτείνονται οι ακόλουθες στρατηγικές αντιμετώπισής τους:

1. *Αν αποδεχθούμε ότι υπάρχει σύνδεση ή συνέχεια ανάμεσα στη βιωματική εμπειρία και στην πρακτική εφαρμογή των ιδεών των μαθητών με την επιστημονική αντίληψη, τότε μπορούμε να μεταβούμε από τη μια μορφή γνώσης στην επόμενη, την επιστημονική, χωρίς καμιά αλλαγή. Δηλαδή, η επιστημονική γνώση θεωρείται ως φυσική συνέχεια αυτών των γνώσεων. Έτσι, θα* ***συλλειτουργήσουμε με τις ιδέες*** *των μαθητών.*
2. *Αν, όμως, υπάρχει ασυνέπεια ή ασυνέχεια των ιδεών των μαθητών με την επιστημονική αντίληψη, τότε η μετάβαση από την μια μορφή στην άλλη πρέπει να γίνει με τομές. Οι ιδέες των μαθητών θα πρέπει να συλλέγονται, να αναλύονται και να αντιμετωπίζονται με την διδασκαλία προκειμένου να εξελιχθούν, για να επιτρέψουν στους μαθητές να χτίσουν μια επιστημονική γνώση. Ο Ausebel, (1968) επισημαίνει ότι «ο πιο σπουδαίος απλός παράγοντας που επηρεάζει τη μάθηση είναι αυτό που ήδη ο μαθητής γνωρίζει. Εξακρίβωσέ τον και δίδαξέ τον, σύμφωνα με αυτόν». Να πραγματοποιήσουμε, δηλαδή,* ***γνωστική σύνδεση****. Η άποψη αυτή δέχθηκε κριτικές, γιατί τα αποτελέσματά της δεν είναι και τόσο ενθαρρυντικά.*
3. *Υπάρχει όμως και η περίπτωση, ο εκπαιδευτικός να στηριχθεί στις ιδέες των μαθητών του και να τους «συνταράξει» με κατάλληλες ερωτήσεις, εικόνες, πείραμα ή βίντεο, ώστε να αμφισβητήσουν τις ιδέες τους. Να τους προκαλέσει δηλαδή «****γνωστική σύγκρουση****».*

Οι γνωστικές συγκρούσεις προκύπτουν όταν ο μαθητής αντιληφθεί ότι δημιουργούνται αντιφάσεις μεταξύ των προβλέψεών του (των εκτιμήσεών του) και των διαπιστώσεών του, ειδικότερα κατά τη διάρκεια των εργαστηριακών δραστηριοτήτων του. Σύμφωνα με τους Κουζέλη και Κουλαϊδή (1988 σελ. 157), δεν

θα προκληθεί κυριολεκτική αντικατάσταση των ιδεών αλλά πιθανό να οδηγηθούν οι μαθητές σε μια κριτική προσαρμογή πιο κοντά στο επιστημονικό πλαίσιο. Γι' αυτό οι ιδέες τους δεν πρέπει να θεωρηθούν ως λάθος αλλά ως μια «οργανωμένη λογική» (σελ. 158) την οποία θα χρησιμοποιήσει ο εκπαιδευτικός, για να αναδείξει τις διαφορές με την επιστημονική θεώρηση. Υπάρχει όμως πιθανότητα, ο μαθητής να ενεργοποιήσει «***τοπικές***» στρατηγικές (δηλαδή στρατηγικές που περιορίζονται στην εξήγηση μόνο του συγκεκριμένου φαινομένου ή μιας μικρής ομάδας φαινομένων) για να μπορέσει να διορθώσει τις ασυνέπειες, με αποτέλεσμα να μην οδηγηθεί στις θεμελιώδεις αλλαγές που είναι απαραίτητες για την κατανόηση των επιστημονικών εννοιών (Vosniadou 1999). Δηλαδή, να μην κάνει γενικεύσεις και να μην αναγνωρίζει την κοινή βάση των φαινομένων.

Οι θετικές επιπτώσεις της χρήσης της γνωστικής σύγκρουσης στην διαδικασία εννοιολογικής αλλαγής έχουν καταδειχθεί από σημαντικό αριθμό ερευνών (Druyan, 1997, Hewson & Hewson, 1984, Lee, 1998, Niaz, 1995, Stavy και Berkovitz, 1980, Posner, Strike, Hewson, & Gertzog, 1982, Skoumios 2008, Thorley & Treagust, 1987). Σύμφωνα με τους Nussbaum και Novick (1982, σελ 183), οι στρατηγικές της γνωστικής σύγκρουσης προτείνεται να περιλαμβάνουν τρία βασικά στάδια:

- *Ανάδειξη των ιδεών των μαθητών*
- *Δημιουργία γνωστικής σύγκρουσης*
- *Ενθάρρυνση και καθοδήγηση για την επίτευξη της εννοιολογικής αλλαγής.*

Εξάλλου, η Joan Davis (2001) προτείνει οι στρατηγικές της γνωστικής σύγκρουσης να περιλαμβάνουν τέσσερα βασικά στάδια:

- *Ανάδειξη των ιδεών των μαθητών*
- *Συζήτηση και αξιολόγησή τους*
- *Δημιουργία γνωστικής σύγκρουσης*
- *Ενθάρρυνση και καθοδήγηση για την επίτευξη της εννοιολογικής αλλαγής.*

Ωστόσο, η στρατηγική της γνωστικής σύγκρουσης δεν είναι πανάκεια. Ορισμένες έρευνες (Guzzetti et al, 1993, Kang et al, 2010) έδειξαν μία σειρά από αντιξοότητες. Μερικές από αυτές είναι ότι οι μαθητές δεν αντιλαμβάνονται τη γνωστική σύγκρουση ή ότι συχνά αποθαρρύνονται ή αμφισβητούν αυτό που ήδη γνώριζαν, χωρίς όμως να μπορούν να το αντικαταστήσουν. Η σημαντικότερη από αυτές είναι η δυσκολία του

να πεισθούν οι μαθητές να αναγνωρίσουν τη γνωστική σύγκρουση. Οι Hewson και Hewson (1984) προσδιόρισαν τις προϋποθέσεις που πρέπει να ισχύουν, ώστε αρχικά να αναγνωρίσουν οι μαθητές την γνωστική σύγκρουση και στη συνέχεια να οδηγηθούν στην γνωστική αναδόμηση, που θα προκαλέσει την εννοιολογική αλλαγή. Για να αντιληφθούν οι μαθητές, ότι οι δύο συλλογισμοί βρίσκονται σε αντίθεση πρέπει να (Ραβάνης 2001):

1. *κατανοούν αυτούς τους συλλογισμούς*
2. *έχουν συγκροτήσει στη σκέψη τους τις αναγκαίες παραμέτρους, οι οποίες να επιτρέπουν τη σύγκριση των δύο συγκρουόμενων συλλογισμών.*

Η απλή, όμως, παρουσίαση αντιφατικών γεγονότων στους μαθητές δεν οδηγεί συστηματικά στη ***γνωστική σύγκρουση*** (Chan et al., 1997, Chinn και Brewer, 1998, Lin, 2007, Mason, 2001, Shepardson και Moje, 1999, Tirosh, Stavy, και Cohen, 1998, Tsai, 2000) και στην ***εννοιολογική αλλαγή*** (Dreyfus, Jungwirth και Eliovitch 1990, Drekkers και Thijs 1998, Elizabeth και Galloway 1996). Παρατηρήθηκε, επίσης, ότι η «***εκμαίευση***» και η συνακόλουθη ***διεξοδική συζήτηση*** οδήγησε σε ***ισχυροποίηση*** των αρχικών αντιλήψεων των μαθητικών (Guzzetti et al, 1993). Επίσης, έχει υποστηριχτεί ότι οι στρατηγικές γνωστικής σύγκρουσης δεν προκαλούν απαραίτητα την εννοιολογική αλλαγή (Dekkers και Thijs, 1998, Elizabeth και Galloway, 1996, Limón, 2001, Sinatra και Pintrich, 2003, Strike και Posner, 1992, Vosniadou, 1999).

Η γνωστική σύγκρουση ανάμεσα σε αυτό που είναι ήδη γνωστό στο μαθητή και στο νέο, το οποίο δεν μπορεί να εξηγηθεί με τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις των μαθητών, δημιουργεί μια μαθησιακή κατάσταση στην οποία παίζουν σημαντικό ρόλο παράγοντες μεταγνωστικού και συναισθηματικού χαρακτήρα (Strike και Posner, 1992, Pintrich et al., 1993, Pintrich, 1999, Gregoire, 2003, Sinatra και Pintrich, 2003, Vosniadou, 2002, 2003, Dole και Sinatra, 1998, Sinatra, 2005). Σύμφωνα με τους Kang et al. (2005), η συσχέτιση της γνωστικής σύγκρουσης και της εννοιολογικής αλλαγής (με επεξηγηματική ισχύ), σε έρευνα που έγινε σε μαθητές ηλικίας 12-13 ετών (7^{th} grade) με θέμα την έννοια της πυκνότητας, βρέθηκε στο 6%. Αυτό δείχνει ότι η γνωστική σύγκρουση από μόνη της δεν μπορεί να είναι ισχυρό κίνητρο για την προώθηση της εννοιολογικής αλλαγής.

Ορισμένοι ερευνητές (Ames και Murray 1982, Doise και Mugny 1984, Doise, Mugny και Perez 1998, Skoumios 2009, Skoumios και Hatzinikita, 2005) προτείνουν

τη χρήση της κοινωνικο-γνωστικής σύγκρουσης. Δηλαδή, έχουμε ταυτόχρονα δύο συγκρούσεις, μια *κοινωνικο-γνωστική* ανάμεσα στις διαφορετικές απαντήσεις των μαθητών για το ίδιο φαινόμενο και μια *ενδοατομική*, γνωστικής φύσεως, που προέρχεται από τις μη σωστές προβλέψεις τους ή την αδυναμία εξήγησης του φαινομένου, οπότε αμφισβητούν την προϋπάρχουσα ιδέα τους. Οι Doise και Mugny (1984) και οι Doise, Mugny και Perez (1998) αναφέρουν τρεις λόγους για τους οποίους η κοινωνικο-γνωστική σύγκρουση έχει τη δυνατότητα να οδηγήσει σε εννοιολογική αλλαγή:

- *«Όταν ο μαθητής συνειδητοποιήσει ότι οι απαντήσεις των άλλων είναι διαφορετικές από τις δικές του, τότε η σύγκρουση γίνεται πηγή ανισορροπίας.»*
- *«Μπορεί να ακούσει πληροφορίες ή ιδέες που μπορεί να τον οδηγήσουν σε νέο τρόπο σκέψης.»*
- *«Υπάρχει η πιθανότητα να εμπλακεί πιο ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία.».*

Οι Pintrich et al. (1993) θεωρούν ότι τα κίνητρα μπορεί να είναι εν δυνάμει υποκινητές της διαδικασίας της εννοιολογικής αλλαγής, ενώ οι Sinatra και Pintrich (2003) υποστηρίζουν ότι η εννοιολογική αλλαγή εξαρτάται όχι μόνο από γνωστικούς παράγοντες, όπως η αναγνώριση των συγκρούσεων, ούτε μόνο από τα κίνητρα, αλλά και από συναισθηματικούς και μεταγνωστικούς παράγοντες. Βεβαίως, τα αποτελέσματα μπορεί να επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες, όπως η ηλικία των μαθητών, οι στρατηγικές διδασκαλίας, η προσοχή τους κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, ο χρόνος που αφιερώνουν οι μαθητές στη μελέτη τους, η ικανότητά τους κ.ά.. Σύμφωνα με τους Vosniadou και Ioannidis (1998), (αναφορά στο Χαλκιά, 2011 σελ. 42) η εννοιολογική αλλαγή δεν προϋποθέτει κάποιου είδους γνωστική σύγκρουση αλλά βασίζεται στις προϋπάρχουσες ιδέες του μαθητή «*οι οποίες προοδευτικά περαιτέρω οικοδομούνται, τροποποιούνται και επεκτείνονται»*.

Ο Hennessey (2003, σελ. 107) αναφέρει ότι η μεταγνώση είναι μια από τις διαδικασίες μάθησης. Όμως η μεταγνώση, δηλαδή η συνειδητοποίηση της σκέψης του ατόμου, η ενεργός παρακολούθηση των νοητικών διεργασιών ή η ρύθμισή τους και η εφαρμογή ευρηματικότητας στην επίλυση προβλημάτων αναπτύσσεται αργά και συχνά δεν έχει αναπτυχθεί μέχρι την εφηβεία.

Σύμφωνα με τους Ainley et al. (2002, σελ. 545), η προσοχή και η προσπάθεια μπορεί να είναι επίσης εν δυνάμει μεσολαβητές για την εννοιολογική αλλαγή. Αν ο

μαθητής ενδιαφέρεται για το φαινόμενο, ανεβαίνει η ψυχολογική του κατάσταση, άρα αυξάνεται η εστίαση της προσοχής του και οι γνωστικές και συναισθηματικές λειτουργίες του, με αποτέλεσμα να αυξάνει την προσπάθειά του έχοντας ως συνέπεια την καλύτερη κατανόηση. Το ενδιαφέρον γενικά περιγράφεται ως η ενασχόληση κάποιου με κάτι (ή με κάποιον) στο οποίο αυτός ή αυτή αποδίδει ιδιαίτερη σημασία ή αξία ή ένα γεγονός ή μια κατάσταση ή η ιδιότητα ενός πράγματος κτλ., που συγκεντρώνει την προσοχή κάποιου (Λεξικό της κοινής νεοελληνικής).

Πολλοί ερευνητές (Ainley, 2006, Hidi, 2000 και 2001, Schraw και Lehman, 2001) κάνουν διάκριση μεταξύ ατομικού-προσωπικού ενδιαφέροντος (individual interest) και περιστασιακού ενδιαφέροντος (situational interest), δηλαδή ενδιαφέρον λόγω της κατάστασης που επικρατεί. Αν και το περιστασιακό ενδιαφέρον είναι παροδικό σε σχέση με το προσωπικό, που μπορεί να εξακολουθεί να υφίσταται με την πάροδο του χρόνου, ωστόσο μπορεί να ελέγχεται από τον διδάσκοντα και ως εκ τούτου δίνει μια μεγαλύτερη δυναμική στην ενίσχυση της μάθησης (Bergin, 1995, Hidi και Anderson, 1992, Schraw, Flowerday, και Lehman, 2001). Το περιστασιακό ενδιαφέρον επηρεάζει τους μαθητές και τους αναγκάζει να εμπλακούν στο μάθημα, αυξάνει την προσοχή, την προσπάθεια και την επιμονή, με αποτέλεσμα την απόκτηση της γνώσης (Ainley et al., 2002, Krapp, 1999, Nieswandt, 2007). Επίσης οι Hynd, 2003, Lee et al., 2003 και Kang et al, 2010, θεωρούν ότι το ενδιαφέρον παίζει σημαντικό ρόλο στην εννοιολογική αλλαγή· ωστόσο αποτελεί παράγοντα μελέτης. Σύμφωνα με τους Kang et al (2010, σελ. 399), το ενδιαφέρον του μαθητή για ένα συγκεκριμένο θέμα είναι πιο σημαντικός παράγοντας από την γνωστική σύγκρουση, για να προκληθεί η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής. Επίσης, διαπίστωσαν ότι η προσοχή είτε έμμεσα είτε άμεσα αλλά και η προσπάθεια που καταβάλουν οι μαθητές επηρεάζει θετικά την εννοιολογική κατανόηση.

Μια άλλη διαφορετική προοπτική στη διαχείριση των αντιλήψεων των μαθητών αποτελεί το μοντέλο του δυναμικού δικτύου του εμποδίου. Το πλαίσιο αυτού του μοντέλου συγκροτήθηκε από τη γαλλική ερευνητική ομάδα της ΔΦΕ του Institut National de Recherche Pédagogique (I.N.R.P.), με στόχο τη διδακτική επεξεργασία των εμποδίων των μαθητών στην εννοιολογική περιοχή των μεταβολών της ύλης (Astolfi και Peterfalvi 1993, 1997, Peterfalvi 1997, 2001, Plé 1997, Vérin και Peterfalvi 1994) και λόγω των θετικών μαθησιακών αποτελεσμάτων του

εφαρμόστηκε στην Ελλάδα στις εννοιολογικές περιοχές του φαινομένου του θερμοκηπίου και της θερμότητας (Σκουμιός και Χατζηνικήτα 2000, Σκουμιός 2005, Χατζηνικήτα 2001α, β, Χατζηνικήτα κ. α. 1997, Χρηστίδου 1997). Το μοντέλο αυτό επεξεργάζεται όχι την συγκεκριμένη αντίληψη ή ιδέα αλλά το αίτιο που τις εξηγεί και συμβάλλει στην ανθεκτικότητά τους (Σκουμιός, 2005). Θεωρεί ότι **εμπόδιο** είναι οι αντιλήψεις ή οι ιδέες των μαθητών που δεν είναι μεμονωμένα λάθη αλλά συγκροτούν ένα δίκτυο συσχετιζόμενων εννοιών που ενισχύονται μεταξύ τους.

Η έννοια *εμπόδιο* συνδέεται στενά με την έννοια της *αντίληψης* ή της *ιδέας* του μαθητή αλλά είναι πιο γενική καθόσον αφορά τους *γενικούς τρόπους σκέψης* του μαθητή, οι οποίοι μπορεί *να μην αναφέρονται σε μία συγκεκριμένη εννοιολογική έννοια των φυσικών επιστημών αλλά σε περισσότερες*. Σύμφωνα με τους Astolfi και Peterfalvi (1993, σελ. 116), «*… Αντί να ακινητοποιούμαστε (ως εκπαιδευτικοί) κυριαρχούμενοι από το συναίσθημα της αδυναμίας μας απέναντι σε αυτό που παρεμποδίζει τη μάθηση και χωρίς να το υποτιμούμε (το εμπόδιο), εστιάζουμε την προσοχή μας στην αναζήτηση των συνθηκών που θα επιτρέψουν την πιθανή υπέρβασή του από τον μαθητή*».

Οι διδακτικές στρατηγικές για την επεξεργασία των εμποδίων δεν περιορίζονται απλά σε δημιουργία αντιφάσεων ανάμεσα σε μαθητές με διαφορετικές απόψεις, ούτε στην επεξεργασία ενός συλλογισμού αλλά πραγματοποιούνται σύμφωνα με ορισμένες αρχές και διεξάγονται σε τρεις συγκεκριμένες φάσεις (Astolfi και Peterfalvi 1997), οι οποίες δεν ακολουθούνται ιεραρχικά:

- *Αποσταθεροποίηση*
- *Εννοιολογική αναδόμηση*
- *Αναγνώριση του εμποδίου από τους μαθητές.*

Σημαντικό ρόλο στην επεξεργασία των εμποδίων διαδραματίζουν η ιδιοποίηση του προβλήματος από τους μαθητές και η συμβολή των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων στην οικοδόμηση των εννοιών και κατ’ επέκταση στη νοητική πρόοδο των μαθητών. Το εμπόδιο αναγνωρίζεται εκ των υστέρων. «Επανερχόμενοι σε ένα παρελθόν λαθών, βρίσκουμε την αλήθεια μέσα από μια αληθινή νοητική μεταμέλεια» (Bachelard 1986, αναφορά στο Σκουμιός, 2005). Για να αναγνωριστεί το εμπόδιο από τους μαθητές, πρέπει ο εκπαιδευτικός να αφιερώσει ικανοποιητικό χρόνο και να επιδιώξει όχι μόνο

την αναγνώρισή του από αυτούς αλλά και την αποφυγή του, όταν αυτό επανεμφανίζεται.

Τέλος, μια διδακτική παρέμβαση μπορεί να αυξήσει τα ποσοστά της επιτυχίας της, όταν στηριχθεί και σε ερευνητικές διαπιστώσεις που είναι ευρέως αποδεκτές όπως:

- *η ενεργός και εποικοδομητική συμμετοχή του μαθητή κατά τη διδασκαλία συμβάλλει στη μάθηση. Piaget, 1978, Scardamalia και Bereiter, 1991*
- *η μάθηση είναι κοινωνική διαδικασία και όχι ατομική υπόθεση. Vygotsky, 1978, Collins, Brown και Newman, 1989, Rogoff, 1990*
- *τα άτομα μαθαίνουν καλύτερα όταν συμμετέχουν σε δραστηριότητες που έχουν νόημα, δηλαδή, πραγματικές δραστηριότητες είτε στον επαγγελματικό τους χώρο είτε στην καθημερινή τους ζωή. Brown, Collins και Duguid, 1989*
- *οι νέες γνώσεις δομούνται πάνω σε αυτές που ήδη γνωρίζουν. Bransford, Brown και Cocking, 1999.*

2.6 Ο ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΕΓΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Στην κοινωνία του 21ου αιώνα οι φυσικές επιστήμες και η τεχνολογία διαδραματίζουν όλο και πιο σημαντικό ρόλο, καθώς η κοινωνία μας περνά στην κοινωνία της τεχνολογίας και της πληροφορίας και τελικά οδηγείται στη γνώση. Είναι, λοιπόν, αναγκαίο οι πολίτες ή τουλάχιστον ένα μεγάλο κομμάτι τους να μπορούν να συμβαδίσουν με αυτές τις αλλαγές. Για να συμβεί αυτό, οι σημερινοί μαθητές που θα αποτελέσουν τους αυριανούς πολίτες, πρέπει να αποκτήσουν επιστημονικές γνώσεις, κατάλληλες ικανότητες-δεξιότητες και υπεύθυνες στάσεις, για να μπορέσουν να αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά τα προβλήματα που θα προκύψουν στην καθημερινή τους ζωή και να μπορούν να συμμετέχουν στην κοινωνία ως ενεργοί πολίτες.

Ο όρος που χρησιμοποιούμε για να περιγράψουμε το σύνολο των επιστημονικών γνώσεων, των ικανοτήτων και των στάσεων που πρέπει να οικειοποιηθεί ο σημερινός μαθητής αλλά και την ικανότητά του να χρησιμοποιεί αυτή την γνώση, είτε για να εξηγεί και να τεκμηριώνει φαινόμενα με επιστημονικό τρόπο, είτε για να μπορεί να αποκτά νέα γνώση, όπως ελέχθη και παραπάνω, αναφέρεται ως *Επιστημονικός Εγγραμματισμός*. Στις ΗΠΑ ο αντίστοιχος όρος είναι *scientific literacy* και στην

Αγγλία *Public understanding of science*. Ο όρος αναφέρεται στις φυσικές επιστήμες και στις προεκτάσεις των φυσικών επιστημών στην κοινωνία. Εμφανίζεται για πρώτη φορά στα τέλη της δεκαετίας του 1950. Στην ελληνική βιβλιογραφία μπορούμε να τον συναντήσουμε και με τους όρους *επιστημονικός γραμματισμός* ή *επιστημονικός αλφαβητισμός* ή *δημόσια κατανόηση της επιστήμης* ή *εκλαΐκευση της επιστήμης*.

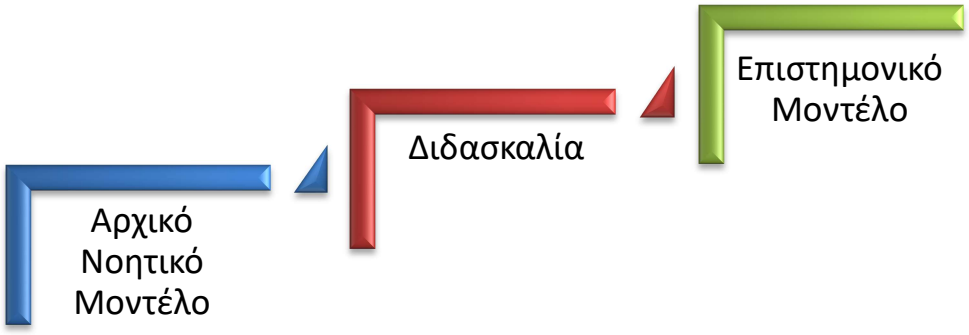
Σύμφωνα με τους Durrant et al (1992), κάθε άτομο που εμπλέκεται με τις φυσικές επιστήμες στην εκπαίδευση έχει μια ασαφή εικόνα του επιστημονικού αλφαβητισμού. Κατά τον Lewenstein (1992), ο επιστημονικός εγγραμματισμός αποσκοπεί στην δημιουργία πολιτών με θετική στάση απέναντι στην επιστήμη και τους επιστήμονες, ενώ σύμφωνα με τους Durant, Evans και Thomas, (1993), ο όρος χρησιμοποιείται για να δηλώσει *«όλα όσα πρέπει να γνωρίζει το κοινό για τις φυσικές επιστήμες»* (Αντωνοπούλου & el 2013). Σύμφωνα με τον Kemp (2003), δεν υπάρχει ομοφωνία για το τι σημαίνει ή θα έπρεπε να σημαίνει ο όρος **«επιστημονικός εγγραμματισμός».**

Με την ρίψη της ατομικής βόμβας στην Χιροσίμα οι άνθρωποι αντιλήφθηκαν ότι η επιστήμη και οι επιστήμονες μπορούσαν να προκαλέσουν μεγάλο κακό και άρχισαν να είναι δύσπιστοι, επιφυλακτικοί έως και εχθρικοί στα επιτεύγματα και τις εφαρμογές της επιστήμης. Ένας, όμως, επιστημονικά εγγράμματος πολίτης εκτιμά την επιστήμη αλλά ταυτόχρονα μπορεί να επιβάλλει και περιορισμούς στις εφαρμογές της.

Με έναν αυστηρά τεχνικό ορισμό, επιστημονικός εγγραμματισμός είναι η ικανότητα του ατόμου να χρησιμοποιεί την επιστημονική γνώση και γλώσσα σαν μια παγκόσμια γλώσσα επικοινωνίας μεταξύ διαφορετικών πολιτισμών. Εξάλλου, σύμφωνα με τον *Οργανισμό Οικονομικής Συνεργασίας και Αναπτύξεως* (Ο.Ο.Σ.Α.), ο επιστημονικός εγγραμματισμός έχει σκοπό να δημιουργήσει ενεργούς μελλοντικούς πολίτες που να βασίζονται σε επιστημονικά δεδομένα για να βγάζουν συμπεράσματα, να κατανοούν τον φυσικό κόσμο που τους περιβάλλει και να συμβάλλουν στην λήψη αποφάσεων για τις αλλαγές που η ανθρώπινη δραστηριότητα επιφέρει σε αυτόν.

Τέλος, η τεχνολογία παίζει σημαντικό ρόλο και είναι αναγκαία για την οικοδόμηση βασικών επιστημονικών γνώσεων, ικανοτήτων και στάσεων (Σκουμιός 2012). Παρά τις προσπάθειες όμως που γίνονται με τις εκάστοτε εκπαιδευτικές μεταρρυθμίσεις, δεν θα λέγαμε ότι οι πολίτες ως επί το πλείστον είναι εγγράμματοι

Shamos (1995). Επίσης, αρκετοί μαθητές έχουν την άποψη ότι οι φυσικές επιστήμες είναι άχρηστες για αυτούς, διότι όχι μόνο είναι «ακαταλαβίστικες» αλλά επιπλέον δεν μπορούν να καταλάβουν γιατί πρέπει να τις διδάσκονται, αφού δεν θα τις χρησιμοποιήσουν στο μέλλον, γεγονός το οποίο φανερώνει ότι δεν γίνεται σύνδεση των φυσικών επιστημών με την καθημερινότητα. Αυτή η στάση των μαθητών δεν είναι η αναμενόμενη. Μια πιθανή ερμηνεία μπορεί να είναι η έλλειψη μιας καλά οργανωμένης και συστηματικής μετεκπαίδευσης των εκπαιδευτικών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης εν υπηρεσία (Τσαπαρλής 2008).



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Η ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΣΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ

3.1 ΤΟ ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΟ ΕΝΙΑΙΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΣΠΟΥΔΩΝ (Δ.Ε.Π.Π.Σ.) ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΗΜΕΙΑΣ

Στο τελευταίο εδάφιο του δεύτερου κεφαλαίου αναφερθήκαμε στον *επιστημονικό εγγραμματισμό που αναφέρεται στην ανάγκη* οι πολίτες να μπορούν να συμβαδίζουν με αυτές τις μοντέρνες επιστημονικές και τεχνολογικές αλλαγές και να συμμετέχουν ενεργά και υπεύθυνα στη λήψη των αποφάσεων για τα σχετικά θέματα της καθημερινή τους ζωής που τους αφορούν είτε προσωπικά είτε την κοινωνία εν γένει. Εστιάζοντας στη χημεία, το ζωτικό ερώτημα που τίθεται είναι: *πώς πρέπει να διδαχθεί η χημεία ώστε να συμβάλει στη διαμόρφωση αυτού του ενεργού πολίτη που επιθυμούμε;*

Το *Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών* (Δ.Ε.Π.Π.Σ.) Φυσικής-Χημείας για την υποχρεωτική πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση αναφέρει ότι γενικός σκοπός της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών είναι «*οι μαθητές να έλθουν σε επαφή με σύγχρονες ιδέες και θέματα από το χώρο της φυσικής και χημείας, προσαρμοσμένα βέβαια στο επίπεδο νοητικής ανάπτυξης και στα ενδιαφέροντα των μαθητών κάθε βαθμίδας, χωρίς αυτό να είναι σε βάρος της επιστημονικής εγκυρότητας*»[1]. Επίσης, αναφέρει ότι οι εκπαιδευτικοί πρέπει να χρησιμοποιήσουν τα ευρήματα της γνωστικής ψυχολογίας και της εκπαιδευτικής έρευνας, τις νέες τεχνολογίες και τα νέα παιδαγωγικά εργαλεία, όπως λογισμικά, διαδίκτυο και άλλα, για να βοηθήσουν τον μαθητή στην οικοδόμηση της γνώσης του και στην βελτίωση των απόψεών του, ώστε να μπορεί να περιγράφει, να ερμηνεύει και να προβλέπει ορισμένα φυσικά ή χημικά φαινόμενα και διαδικασίες.

Στο Παράρτημα 3.1 (σελ. 48) παρατίθενται αναλυτικά τα περί του Δ.Ε.Π.Π.Σ.

Σύμφωνα με τον Σταυρόπουλο (1998): *«Οι πιο πολλοί άνθρωποι, αν δεν τρέφουν απέχθεια, δεν διατηρούν συμπάθεια για την χημεία. Ίσως γι' αυτό να ευθύνεται και το*

[1] http://ebooks.edu.gr/info/cps/25deppsaps_FisikisXimias.pdf

εκπαιδευτικό σύστημα που από τις ρίζες του διαχωρίζει τη χημεία από την καθημερινή ζωή. Η χημεία που διδάσκεται πολλές φορές ακόμη και στα πανεπιστήμια, είναι η τυπική: η στυγνή απομνημόνευση νόμων και τύπων. Το σύστημα αυτό απομονώνει στεγανά τη χημεία, τη βιολογία και τη φυσική». Οι μαθητές κατά τη διάρκεια της υποχρεωτικής εκπαίδευσης σπάνια επισκέπτονται μια επιστημονική ερευνητική μονάδα ή συναντούν κάποιον επιστήμονα. Ελάχιστα διδάσκονται για το ποιος ασχολείται με την επιστήμη και πού γίνεται αυτό, πώς βρίσκονται οι πόροι για την επιστημονική έρευνα.

Ιδιαίτερη θέση στη διδασκαλία της χημείας έχει (ή επιβάλλεται να έχει) το πείραμα. Πράγματι, δεν νοείται σωστή και αποδεκτή διδασκαλία χημείας χωρίς το πείραμα και το χημικό εργαστήριο. Κατά τον Τσαπαρλή (2009, σελ. 37,38),

> «*Το χημικό εργαστήριο και άλλες πρακτικές δραστηριότητες συνιστούν αναπόσπαστο τμήμα της χημικής εκπαίδευσης. ... Η χημεία είναι βασικά μια πειραματική επιστήμη και για το λόγο αυτόν η επαφή, ειδικά μέσω του εργαστηρίου και της πρακτικής εργασίας, με συγκεκριμένα παραδείγματα των ουσιών, των αντιδράσεών τους και των άλλων ιδιοτήτων τους, είναι απαραίτητο και αναπόσπαστο τμήμα της χημικής εκπαίδευσης*».

3.2 ΑΞΟΝΕΣ, ΓΕΝΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ, ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΙΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ

Το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (ΑΠΣ) της Χημείας αναφέρεται στον πολυσχιδή της ρόλο (περιβάλλον, οικολογικά προβλήματα και αντιμετώπισή τους κ.ά.) και την συνεισφορά της στην βελτίωση της ποιότητας ζωής του ανθρώπου (υγεία, διατροφή, ορθολογική χρήση προϊόντων κ.ά.). Επίσης, ο μαθητής μαθαίνοντας την ορολογία της χημείας μαθαίνει μια «*ισχυρή διεθνή επιστημονική γλώσσα*», την οποία μπορεί να χρησιμοποιήσει σαν μια παγκόσμια γλώσσα επικοινωνίας μεταξύ διαφορετικών πολιτισμών.

Με το προτεινόμενο πρόγραμμα επιχειρείται να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση:

- *στην κοινή μεθοδολογική προσέγγιση που ακολουθείται στη Φυσική και τη Χημεία*
- *στις κοινές αρχές που διέπουν τα φυσικά και χημικά φαινόμενα.*

Συγκεκριμένα προτείνεται η υιοθέτηση νέων διδακτικών παρεμβάσεων οι οποίες θα βασίζονται στους εξής εννοιολογικούς άξονες:

- *Δομή της ύλης*
- *Ενέργεια, αρχές διατήρησης και αλληλεπιδράσεις*

- *Συστήματα (προσδιορισμός του συστήματος που θα μελετηθεί, των δομικών συστατικών του καθώς και των ιδιοτήτων τους, π.χ. άτομο, μόριο, κρύσταλλος).*

3.2.1 Ειδικοί σκοποί

Ο ρόλος της διδασκαλίας της χημείας και οι ειδικοί σκοποί της αναφέρονται στο Δ.Ε.Π.Π.Σ.[2] και είναι οι ακόλουθοι:

- *Ο ρόλος της Χημείας στην κοινωνία είναι πολυσχιδής και έχει άμεση σχέση με την υγεία του ανθρώπου, τη διατροφή του, το περιβάλλον και γενικότερα την ποιότητα της ζωής του.*
- *Η συμβολή της Χημείας στη βελτίωση της ποιότητας ζωής και την εξέλιξη του πολιτισμού σχετίζεται και με την αντιμετώπιση οικολογικών και άλλων σοβαρών προβλημάτων που προέκυψαν από την εσφαλμένη ή τη μη ορθολογική χρήση των χημικών προϊόντων. Αποτελεί, επομένως, αναγκαιότητα υψίστης σημασίας η διαμόρφωση, μέσω του εκπαιδευτικού συστήματος, πολιτών και καταναλωτών ευαισθητοποιημένων, ενημερωμένων, ικανών να δίνουν λύση, με κριτική στάση απέναντι στα προβλήματα και με ισορροπημένη συμπεριφορά μέσα στο κοινωνικό σύνολο.*
- *Η Χημεία, εκτός από το ιδιαίτερο ενδιαφέρον που έχει για το κοινωνικό σύνολο, έχει αναγνωριστεί σε όλες τις προηγμένες χώρες ως κεντρική επιστήμη, βάση άλλων επιστημών, όπως οι επιστήμες υγείας, η Βιολογία, η Γεωπονία, η Αρχαιολογία αλλά και ως βασικός παράγοντας οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης μιας χώρας.*
- *Σκοπός της Χημείας στην υποχρεωτική Εκπαίδευση είναι να καταστήσει όλους τους μαθητές - αυριανούς πολίτες - ικανούς να κατανοούν τον κόσμο γύρω τους και να αποκωδικοποιούν τον τρόπο με τον οποίο αυτός λειτουργεί. Η Χημεία δεν είναι κάτι αόριστο και αφηρημένο, αλλά είναι μέσα στη ζωή, είναι η ίδια η ζωή. Επομένως είναι χρήσιμο, κατά τη διδασκαλία, να επισημαίνονται συνεχώς τομείς της καθημερινής ζωής που άμεσα συνδέονται με τη Χημεία, όπως τα τρόφιμα, τα χρώματα, τα απορρυπαντικά, τα φάρμακα, τα πλαστικά, τα οικοδομικά υλικά, τα καύσιμα και άλλα.*
- *Η αλληλεπίδραση των μαθητών με τον κόσμο γύρω τους γεννά σε αυτούς ερωτήματα που αφορούν τα υλικά, είτε αυτά είναι στοιχεία του υπολογιστή, είτε χρώματα σε ένα έργο τέχνης, είτε το DNA του κυττάρου. Ποια είναι η σύσταση των υλικών; Πώς, πότε και γιατί αλλάζουν; Πώς αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον; Εδώ*

[2] http://ebooks.edu.gr/info/cps/25deppsaps_FisikisXimias.pdf

έρχεται η Χημεία να δώσει απαντήσεις και με την κατάλληλη μεθοδολογία να εκπαιδεύσει το μαθητή να ανακαλύπτει μόνος του τις απαντήσεις στις δικές του ερωτήσεις, δεξιότητα απαραίτητη για ένα διά βίου εκπαιδευόμενο πολίτη, που αποτελεί και ζητούμενο στη σύγχρονη κοινωνία της πληροφορίας.

- *Μελετώντας Χημεία ο μαθητής μαθαίνει επιπλέον μια ισχυρή διεθνή επιστημονική γλώσσα που χρησιμοποιείται ευρέως και εκτός επιστήμης, αποκτώντας έτσι ένα δίαυλο επικοινωνίας. Η διεθνής ορολογία καθώς και η παγκοσμίου ενδιαφέροντος θεματολογία της Χημείας συμβάλλουν στην προαγωγή της διαπολιτισμικής διάστασης της εκπαίδευσης.*
- *Η Χημεία στο Γυμνάσιο είναι το μάθημα που κατεξοχήν προσφέρεται για μια διεπιστημονική προσέγγιση της γνώσης, η οποία αποσκοπεί στο να αποκτήσει ο μαθητής μια ολιστική θεώρηση της πραγματικότητας.*

Οι επιμέρους σκοποί της διδασκαλίας της Χημείας στο Γυμνάσιο αναφέρονται στο Δ.Ε.Π.Π.Σ.[3] και επιδιώκουν τα εξής για τους μαθητές:

- *Να αποκτήσουν γνώσεις που αφορούν θεωρίες, νόμους και θεμελιώδεις αρχές της Χημείας, ώστε να είναι ικανοί να παρατηρούν, να περιγράφουν, να ερμηνεύουν και να προβλέπουν διάφορα χημικά φαινόμενα.*
- *Να αναγνωρίζουν την ενότητα της επιστημονικής γνώσης και τη σχέση της Χημείας με τις άλλες Επιστήμες.*
- *Να αναγνωρίζουν την αξία της επιστημονικής γνώσης και να διαπιστώνουν τη συμβολή της Χημείας στη βελτίωση της ποιότητας της ζωής του ανθρώπου.*
- *Να αναπτύξουν κριτική σκέψη και δημιουργική φαντασία για την αντιμετώπιση προβλημάτων που έχει δημιουργήσει η ραγδαία εξέλιξη της Επιστήμης και της Τεχνολογίας.*
- *Να εκτιμήσουν την αξία της διατήρησης και προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος, καθώς και της εξοικονόμησης των φυσικών πόρων, αναπτύσσοντας σχετικές πρωτοβουλίες.*
- *Να αναπτύξουν πνεύμα συνεργασίας, να επικοινωνούν με κοινωνικούς και επιστημονικούς φορείς, να εργάζονται ομαδικά και να ανακοινώνουν τα αποτελέσματα της εργασίας τους.*
- *Να συλλέγουν πληροφορίες από διάφορες πηγές πληροφοριών και να συνδέουν αυτές με τις εμπειρίες τους.*
- *Να χρησιμοποιούν τις νέες τεχνολογίες και την πληροφορική.*

[3] *http://ebooks.edu.gr/info/cps/25deppsaps_FisikisXimias.pdf*

- *Να εξασκηθούν στον επιστημονικό τρόπο σκέψης, την επιστημονική μεθοδολογία και να προσεγγίζουν ποιοτικά και πειραματικά βασικές χημικές έννοιες.*
- *Να χρησιμοποιούν την επιστημονική ορολογία, να διακρίνουν, να ταξινομούν και να περιγράφουν χημικά φαινόμενα, υλικά και διαδικασίες.*
- *Να αναπτύξουν δεξιότητες στην εκτέλεση απλών πειραμάτων, να καταγράφουν τις παρατηρήσεις και τις μετρήσεις τους και να εξάγουν συμπεράσματα.*
- *Να ακολουθούν κανόνες ασφαλείας προς αποφυγή κινδύνων στο εργαστήριο αλλά και στην καθημερινή ζωή.*

Στο Παράρτημα 3.1 (στο τέλος του κεφαλαίου) παρατίθενται αναλυτικά ο σκοπός της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών και στο Παράρτημα 3.2 παρατίθενται αναλυτικά τα σχετικά με τους άξονες, τους γενικούς στόχους και τις θεμελιώδεις έννοιες της διαθεματικής προσέγγισης.

3.3 Η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ (ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ)

Το βιβλίο χημείας της β΄ γυμνασίου περιέχει τις παρακάτω τέσσερις μείζονες ενότητες, με τα επιμέρους θέματά τους:

1η Ενότητα: Εισαγωγή στη Χημεία

1.1 Τι είναι η Χημεία και γιατί τη μελετάμε

1.2 Καταστάσεις των υλικών

1.3 Φυσικές ιδιότητες των υλικών

2η Ενότητα: Από το νερό στο άτομο - Από το μακρόκοσμο στο μικρόκοσμο

2.1 Το νερό στη ζωή μας

2.2 Το νερό ως διαλύτης - Μείγματα

- 2.2.1 Μείγματα
- 2.2.2 Διαλύματα

2.3 Περιεκτικότητα διαλύματος - Εκφράσεις περιεκτικότητας

- 2.3.1 Περιεκτικότητα διαλύματος στα εκατό βάρος προς βάρος (% w/w)
- 2.3.2 Περιεκτικότητα διαλύματος στα εκατό βάρος προς όγκο (% w/v)
- 2.3.3 Περιεκτικότητα διαλύματος στα εκατό όγκο προς όγκο (% v/v)

2.4 Ρύπανση του νερού

2.5 Διαχωρισμός μειγμάτων

2.6 Διάσπαση του νερού - Χημικές ενώσεις και χημικά στοιχεία

2.6.1 Ηλεκτρολυτική διάσπαση του νερού

2.6.2 Φυσικές σταθερές των χημικών ουσιών

2.7 Χημική αντίδραση

2.8 Άτομα και μόρια

2.9 Υποατομικά σωματίδια - Ιόντα

2.10 Σύμβολα χημικών στοιχείων και χημικών ενώσεων

2.11 Χημική εξίσωση

3η Ενότητα: Ατμοσφαιρικός αέρας

3.1 Σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα

3.2 Οξυγόνο

3.3 Διοξείδιο του άνθρακα

3.4 Η ρύπανση του αέρα

4η Ενότητα: Έδαφος

4.1 Το έδαφος και το υπέδαφος

4.2 Ρύπανση του εδάφους

3.4 ΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΑΚΕΤΟ ΓΙΑ ΤΗ ΧΗΜΕΙΑ ΤΗΣ Β΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

Το εκπαιδευτικό πακέτο για τη διδασκαλία της Χημείας περιλαμβάνει το βιβλίο του μαθητή, το διαδραστικό βιβλίο του μαθητή, το βιβλίο του εκπαιδευτικού, τον εργαστηριακό οδηγό, το τετράδιο εργασιών του μαθητή, παροράματα των παραπάνω βιβλίων, βιβλίο για αμβλύωπες σε 18pt και 24pt, το Δ.Ε.Π.Π.Σ. - Α.Π.Σ. Χημείας.

3.4.1 Το βιβλίο του μαθητή

Το βιβλίο του μαθητή έχει τη δομή του Α.Π.Σ. της Χημείας και χρησιμοποιεί τις ακόλουθες τεχνικές οργάνωσης της ύλης:

1. Στην αρχή κάθε κεφαλαίου βρίσκονται οι **«Προκαταβολικοί οργανωτές»** που περιλαμβάνουν τις **«Πρώτες σκέψεις»** και τους **«Μαθησιακούς στόχους».** Με τους προκαταβολικούς οργανωτές οι συγγραφείς προσπαθούν να παρέμβουν στα νοητικά μοντέλα που θα χρησιμοποιήσει ο μαθητής για να συνδέσει τη νέα πληροφορία με την προϋπάρχουσα εμπειρία-γνώση του μαθητή ώστε τα μοντέλα που θα χρησιμοποιήσει να είναι τα πλέον κατάλληλα για την οικοδόμηση της νέας γνώσης.
    a. Στις «Πρώτες σκέψεις» υπάρχει ένα σύντομο κείμενο προβληματισμού ώστε να γίνει η σύνδεση με τα προηγούμενα για να διαπιστώσουν οι εκπαιδευτικοί αν υπάρχει κάποιο «κενό» στις γνώσεις των μαθητών τους. Μπορεί, επίσης,

να είναι μια ιστορική αναφορά, κάποιο ερώτημα ή παρατήρηση από την καθημερινή ζωή σχετική με το περιεχόμενο του κεφαλαίου.

b. Στους «Μαθησιακούς στόχους» γίνεται η απαρίθμηση των στόχων και η πορεία που θα ακολουθηθεί στο κεφάλαιο.

2. Υπάρχουν **«Λέξεις-κλειδιά»** με το ακόλουθο σύμβολο  που αποσκοπούν στην εξοικείωση του μαθητή με την ορολογία, ώστε να αναπτύξει επιστημονική ευγλωττία. Οι έννοιες αυτών των λέξεων είναι σημαντικές για το μάθημα που θα ακολουθήσει. Οι «Λέξεις-κλειδιά» και οι «Μαθησιακοί στόχοι» μπορούν να χρησιμεύσουν και ως εργαλεία αυτοαξιολόγησης.
3. Η **«Ανάπτυξη της νέας ύλης»** γίνεται μέσα από την αξιοποίηση της εμπειρίας του μαθητή είτε από την καθημερινή ζωή του είτε από την εξάσκησή του στο εργαστήριο.
4. Το **«Παράθυρο στο εργαστήριο»** με την ακόλουθη βινιέτα  είναι μια περιγραφή της εργαστηριακής άσκησης που πρέπει να πραγματοποιηθεί στο εργαστήριο ή μια οπτικοποιημένη παρουσίασή της στο διαδραστικό βιβλίο του μαθητή, η οποία, σύμφωνα με το ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ, δεν υποκαθιστά την εργαστηριακή άσκηση. Ο μαθητής μπορεί να χρησιμοποιήσει το «Παράθυρο στο εργαστήριο» κατά τη μελέτη στο σπίτι του σε περίπτωση που κάτι έχει ξεχάσει από την εργαστηριακή άσκηση ή σε περίπτωση που λείπει από το μάθημα ή ακόμη και κατά την επανάληψή του.
5. Οι **«Διαθεματικές προσεγγίσεις»** ή **«Χημεία παντού»** είναι συνδεδεμένες με το κυρίως κείμενο αλλά όχι ενσωματωμένες σε αυτό και δεν αποτελούν εξεταστέα ύλη. Σε αυτές παρουσιάζονται περαιτέρω πληροφορίες για τη Χημεία και τις εφαρμογές της στην καθημερινή ζωή και το περιβάλλον. Υπάρχουν θέματα γενικότερου ενδιαφέροντος στα οποία γίνεται επεξεργασία εννοιών που είναι κοινές σε διάφορες επιστήμες. Υπάρχουν, επίσης, διαθεματικές δραστηριότητες που βοηθούν τους μαθητές να καταλάβουν πώς «επικοινωνεί» η Χημεία με άλλες επιστήμες και πώς σχετίζεται με την καθημερινή ζωή. Προβλέπεται όμως σύμφωνα με το ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ το 10% των ωρών διδασκαλίας του μαθήματος της Χημείας να αφιερωθεί σε διαθεματικές προσεγγίσεις με σχέδια εργασίας.

6. Στο **«Συνοψίζοντας»** παρουσιάζονται οι κύριες έννοιες του κεφαλαίου με τη μορφή χάρτη εννοιών.
7. Τέλος, στο **«Στάσεις για εμπέδωση»** δίνεται μια σειρά ερωτήσεων, ασκήσεων και προβλημάτων, ώστε να ερευνηθεί αν κατακτήθηκαν οι στόχοι του μαθήματος.
8. Επίσης, στο τέλος του βιβλίου υπάρχουν το **«Λεξιλόγιο της Επιστήμης»,** στο οποίο αναφέρονται με αλφαβητική σειρά όλοι οι όροι που περιέχονται σε αυτό το βιβλίο με τον ορισμό τους, η **Βιβλιογραφία** καθώς και ο **πίνακας των χημικών στοιχείων**.

3.4.2 Το διαδραστικό βιβλίο του μαθητή

Το *διαδραστικό βιβλίο του μαθητή* χρησιμοποιεί την ίδια τεχνική οργάνωση της ύλης με ενσωματωμένους υπερσυνδέσμους που οδηγούν στην el. Wikipedia για επιπλέον πληροφορίες ή σε εννοιολογικούς χάρτες, σε κουίζ, σε βίντεο, σε αναπαραστάσεις ατόμων, ιόντων ή μορίων, σε ασκήσεις, σε ερωτήσεις συμπλήρωσης ή αντιστοίχισης, σε αναπαραστάσεις διαδικασιών ή σε εικονικό διαδραστικό πείραμα, σε εικονική περιγραφή συσκευών, σε εικόνες, σε χάρτες, σε πάζλ, σε σταυρόλεξο ή σε διαδραστικό παιχνίδι.

3.4.3 Ο εργαστηριακός οδηγός

Ο εργαστηριακός οδηγός στην εισαγωγή του περιέχει:

- λίγα λόγια για την αναγκαιότητα του εργαστηρίου της Χημείας
- τους στόχους της εργαστηριακής άσκησης
- τους κανόνες ασφαλείας που πρέπει να τηρούνται στο εργαστήριο Χημείας
- τρόπους αντιμετώπισης ατυχημάτων στο εργαστήριο Χημείας
- κατάλογο με σύμβολα επικινδυνότητας
- κατάλογο με εικόνες από όργανα που θα χρησιμοποιηθούν
- οδηγίες για τον καθαρισμό συσκευών και οργάνων
- οδηγίες για τη μέτρηση του όγκου, της μάζας και της θερμοκρασίας (Περιγραφή των οργάνων που θα χρησιμοποιηθούν, διαδικασίες, μονάδες)
- το Διεθνές Σύστημα μονάδων
- τον τρόπο χρήσης του εργαστηριακού οδηγού.

Κάθε εργαστηριακή άσκηση περιλαμβάνει:

1. τους στόχους
2. μικρή εισαγωγή με τις προαπαιτούμενες γνώσεις που είναι απαραίτητες για την διεξαγωγή του πειράματος

3. πίνακα με τα απαιτούμενα όργανα, συσκευές, αντιδραστήρια και υλικά
4. αναλυτικές οδηγίες για την εκτέλεση της εργαστηριακής άσκησης
5. φύλλο εργασίας για την καταγραφή των μετρήσεων, την επεξεργασία τους και ερωτήσεις για την καταγραφή των παρατηρήσεων.

3.4.4 Το τετράδιο εργασιών

Το τετράδιο εργασιών περιλαμβάνει ερωτήσεις επέκτασης και εμβάθυνσης, ασκήσεις, προβλήματα και διαθεματικές δραστηριότητες ανά παράγραφο καθώς και τα φύλλα εργασίας που υπάρχουν στον εργαστηριακό οδηγό. Οι διαθεματικές δραστηριότητες σκοπό έχουν να προβληματίσουν το μαθητή και για άλλα θέματα ώστε να προχωρήσει σε περαιτέρω διερεύνησή τους.

3.5. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ

Η χημεία είναι η επιστήμη της ύλης και των μετασχηματισμών της. Η ύλη από χημική άποψη αποτελείται από ουσίες που συναντάμε στην καθημερινή μας ζωή καθώς και από τα άτομα, τα μόρια και τα ιόντα που αυτές αποτελούνται. Οι χημικοί κινούνται μεταξύ αυτών των εννοιών και εξηγούν την συμπεριφορά τους. Οι έννοιες των ατόμων, των ιόντων, των μορίων, το σπάσιμο και η δημιουργία των δεσμών, είναι απαραίτητες προϋποθέσεις για την εξήγηση της χημικής αντίδρασης. Το πιο σημαντικό στη διδασκαλία της χημείας είναι να αντιληφθεί ο μαθητής ότι αυτό που συμβαίνει μακροσκοπικά εξηγείται ως αποτέλεσμα των αλληλεπιδράσεων που συμβαίνουν σε μικροσκοπικό επίπεδο. Ένα αποτελεσματικό πρόγραμμα σπουδών χημείας θα πρέπει να παρέχει τη δυνατότητα στους μαθητές να ερευνήσουν (εργαστήριο) και να λύσουν προβλήματα του πραγματικού κόσμου και να μεταφέρουν αυτές τις πληροφορίες σε άλλους.

Οι περισσότερες από τις μεγάλες ιδέες στη χημεία αλλά και σε άλλες επιστήμες αναπτύχθηκαν κατά τη διάρκεια πολλών ετών έρευνας. Απλές έννοιες που είναι ευρέως αποδεκτές σήμερα, όπως το ποσοστό του οξυγόνου στον αέρα, ήταν το αποτέλεσμα πολυετών παρατηρήσεων, ερωτήσεων, ερευνών και πειραμάτων. Τα πειράματα στο μάθημα της χημείας θα πρέπει να γίνονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να συμβάλουν στην απάντηση των επιστημονικών ερωτημάτων που θέτει το αναλυτικό πρόγραμμα.

Οι εκπαιδευτικοί, αφού αποφασίσουν τους εννοιολογικούς στόχους του μαθήματος και τους συνδέσουν με τις έννοιες που ήδη γνωρίζουν οι μαθητές τους, θα πρέπει να απευθύνουν σε αυτούς κατευθυντήριες ερωτήσεις στην αρχή κάθε μαθήματος, να ενθαρρύνουν την συμμετοχή των μαθητών και να ελέγχουν την κατανόησή τους. Οι κατευθυντήριες ερωτήσεις εστιάζουν την προσοχή των εκπαιδευτικών και των μαθητών στους βασικούς στόχους μάθησης. Η καθοδηγούμενη διερεύνηση και η έρευνα στο εργαστήριο προωθούν μια βαθύτερη κατανόηση (Bybee, 1997). Κατά γενικό κανόνα, το νέο λεξιλόγιο θα πρέπει να εισαχθεί κοντά στο τέλος του μαθήματος για να δώσει ονόματα στις έννοιες που οι μαθητές έχουν φτάσει να κατανοήσουν πληρέστερα (Le Tellier, 2007).

Ανεξάρτητα από τη μορφή του μαθήματος που θα επιλεγεί, οι εκπαιδευτικοί πρέπει να προετοιμάσουν κατάλληλα ερωτήματα εκ των προτέρων και να αξιολογήσουν την κατανόηση των μαθητών κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας. Κατά την διάρκεια του μαθήματος θα πρέπει να πραγματοποιούνται ερωτήσεις. Αυτές οι ερωτήσεις στην αρχή ενός μαθήματος είναι ή μπορεί να είναι διερευνητικές για να καθορίσει ο εκπαιδευτικός τι οι μαθητές γνωρίζουν ήδη, «πιεστικές» κατά τη διάρκεια του μαθήματος για την καθοδήγηση της μάθησης των μαθητών και τέλος, ερωτήσεις κλεισίματος για να μετρηθεί και να αξιολογηθεί αυτό που οι μαθητές έμαθαν στο τέλος του μαθήματος. Οι αρχικές ερωτήσεις πρέπει να πραγματοποιούνται από τους εκπαιδευτικούς για να αντιμετωπίσουν τις αρχικές ιδέες των μαθητών και όχι για το αν οι μαθητές γνωρίζουν τη «σωστή» απάντηση. Ένα μάθημα μπορεί να αρχίσει με μια επίδειξη ή ένα βίντεο κλιπ που κάνει τους μαθητές να σκεφτούν για το θέμα με διαφορετικό τρόπο.

Μερικές φορές ακόμη και μια απλή επίδειξη σε συνδυασμό με μια κατάλληλη ερώτηση είναι επαρκές για να προκαλέσει τη μάθηση των μαθητών. Για παράδειγμα, ρωτώντας ο εκπαιδευτικός «Από τι είναι φτιαγμένες οι φυσαλίδες;», ενώ ρίχνει νερό από μια κανάτα σε ένα ποτήρι θα ενθαρρύνει τους μαθητές να σκέφτονται πιο βαθιά για τις καθημερινές εμπειρίες. Στη συνέχεια μπορεί να θερμάνει το ποτήρι του νερού σε ένα γκαζάκι και να συζητήσουν την διαφορά μεταξύ των μικρών φυσαλίδων που αρχικά είδαν και των μεγάλων φυσαλίδων που παράγονται όταν το νερό βράζει. Στη συνέχεια, ακούει τις ιδέες τους σχετικά με τη σύνθεση των φυσαλίδων. Αυτό μπορεί

να οδηγήσει σε μια πολύ βαθύτερη κατανόηση από τη διαδικασία βήμα προς βήμα στο εργαστήριο, ή λέγοντάς τους την απάντηση (ACS, 2012).

Πρέπει, επίσης, να ληφθεί υπόψη το ότι οι εκπαιδευτικοί διδάσκουν μαθητές με διαφορετικά υπόβαθρα ή κουλτούρα, με ποικίλες φυσικές και νοητικές ικανότητες ή ακόμη και με περιορισμένη επάρκεια της γλώσσας. Αυτή η διαφορετικότητα δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί με την ίδρυση διαφορετικών σχολείων κατάλληλων για την κάθε ομάδα μαθητών ούτε για οικονομικούς ούτε για κοινωνικούς και περισσότερο ούτε για παιδαγωγικούς λόγους. Όμως όλοι οι μαθητές πρέπει να μάθουν χημεία, να κατανοήσουν τον γύρω κόσμο τους και να σκέπτονται κριτικά. Ως εκ τούτου, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να χρησιμοποιούν πολλαπλά μέσα παρουσίασης των πληροφοριών και αν μπορούν ταυτόχρονα ή να χρησιμοποιούν διαφοροποιημένη διδασκαλία.

Η διαφοροποιημένη διδασκαλία επιχειρεί να εξατομικεύσει τη διδασκαλία δημιουργώντας μέσα στην ίδια τάξη ομάδες με κριτήριο την επίδοση, τα ενδιαφέροντα και τα ταλέντα των μαθητών. Για το λόγο αυτό, εφαρμόζονται και τα καινοτόμα προγράμματα. Η διαφοροποίηση είναι βασισμένη στην αναγνώριση της αξίας και κάθε άτομο έχει αξία (Fenech-Adami, 2004, σελ. 91).

Ο εκπαιδευτικός κατέχει τον σημαντικότερο ρόλο τόσο κατά την οργάνωσή της διδασκαλίας όσο και κατά την εκτέλεσή της, καθόσον πρέπει να γνωρίζει πολύ καλά τους μαθητές του, για να διαλέξει τα κατάλληλα κίνητρα για αυτούς, ώστε να τους ενεργοποιήσει. Επίσης, είναι σημαντικό ο εκπαιδευτικός να πείσει τους μαθητές του ότι, επειδή ο κάθε μαθητής είναι μια διαφορετική προσωπικότητα, θα εργάζεται σε διαφορετικές εργασίες και για συγκεκριμένο χρόνο (όχι καθ' όλη τη διάρκεια της διδασκαλίας) για την καλύτερη εμπέδωση της ύλης. Οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να προσέχουν ακόμη και τις λέξεις που χρησιμοποιούν ειδικά αν αυτές έχουν πολλές σημασίες (πολυσημία). Η οπτική αναπαράσταση σημαντικών εννοιών με ταυτόχρονη προφορική εξήγηση ενεργοποιεί την προσοχή των μαθητών και βελτιώνει την κατανόηση.

3.6 Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΥΝΘΕΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ (ΠΡΟΤΖΕΚΤ)

Η συνεργατική στρατηγική μάθησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει τους μαθητές να απαντήσουν στο ερώτημά τους «γιατί πρέπει να το γνωρίζω αυτό;» Για παράδειγμα, οι μαθητές μπορούν να εργαστούν σε ομάδες για να ανακαλύψουν τις επιπτώσεις των λιπασμάτων στην ποιότητα των υδάτων. «*Μια σφαιρική διδακτική προσέγγιση*, (Οδηγός χημείας γυμνασίου 2012, σελ, 39*) η οποία μπορεί να αποτελέσει πλαίσιο υλοποίησης και διεύρυνσης της μαθησιακής διαδικασίας, σχετίζεται με την ανάθεση στους μαθητές συνθετικών εργασιών τύπου πρότζεκτ που βασίζονται στη μάθηση με σχέδια εργασίας και στη διερεύνηση της πληροφορίας και των δεδομένων»* (Βαϊνά 1996, Κουλαϊδής κ.ά. 2001). «*Οι ενεργητικές και συνεργατικές μέθοδοι μάθησης είναι σύμφωνες με τον κοινωνικό/πολιτιστικό εποικοδομισμό, παρέχουν καλύτερο μαθησιακό περιβάλλον και συμβάλλουν στη βαθύτερη κατανόηση και ανάπτυξη των μαθησιακών ικανοτήτων*» (Τσαπαρλής 2009, σελ. 46).

Η μέθοδος πρότζεκτ δραστηριοποιεί τους μαθητές σε μια ανοικτή διαδικασία μάθησης στην οποία τα όρια δεν είναι αυστηρά καθορισμένα, ο εκπαιδευτικός έχει συμβουλευτικό ρόλο και εμψυχώνει την προσπάθεια των μαθητών κάνοντας τη μάθηση ενεργητική διαδικασία. Ο μαθητής μετατρέπεται σε αναζητητή της γνώσης με την αξιοποίηση πολλών πηγών πληροφοριών όπως των εντύπων, του internet, των εξειδικευμένων ατόμων του κοινωνικού του περιβάλλοντος κ.ά.. Η ατομική προσπάθεια του μαθητή αντικαθίσταται από την ομαδική εργασία. Η απόκτηση της γνώσης γίνεται με μαθητοκεντρικές δραστηριότητες και ταυτόχρονα αναπτύσσεται η ικανότητα του μαθητή να μαθαίνει μόνος του μέσα από την αναζήτηση και την έρευνα. Το γεγονός ότι οι ίδιοι οι μαθητές μπορούν να προτείνουν τα θέματα του πρότζεκτ τους ενεργοποιεί και τους κάνει πιο υπεύθυνους και συστηματικούς στην εργασία τους.

Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να χωρίσει τους μαθητές σε μικρές ανομοιογενείς ομάδες (η ανομοιογένεια των μαθητών σε συνδυασμό με την ενεργή συμμετοχή τους στην ανταλλαγή απόψεων βελτιώνει τα κίνητρα για μάθηση), να συναποφασίζει με τους μαθητές του τους στόχους και το σκοπό της εργασίας ορίζοντας τα καθήκοντα του κάθε μαθητή στην ομάδα, συντάσσοντας χρονοδιάγραμμα, ανατροφοδοτώντας και ελέγχοντας την εξέλιξη της εργασίας και βοηθώντας στην εξομάλυνση των διαπροσωπικών σχέσεων των μαθητών του.

Η εργασία μετά την ολοκλήρωσή της παρουσιάζεται από την ομάδα στους συμμαθητές τους και ακολουθεί συζήτηση μεταξύ όλων των μαθητών της τάξης για την αξιολόγηση της. Αξιολόγηση δεν σημαίνει ότι πρέπει να γίνει εστίαση μόνο στον εντοπισμό των προβλημάτων και των λαθών αλλά πρέπει να αναφερθούν και οι γνωστικές και οι βιωματικές κατακτήσεις της ομάδας. Η αξιολόγηση πρέπει να στοχεύει στην πρόοδο και στην βελτίωση της εργασίας και όχι στο να κατακρίνουμε κάποιο άτομο ή ομάδα.

> «*Η παιδαγωγική αξία της εισαγωγής των συνθετικών εργασιών στην μαθησιακή διαδικασία βρίσκεται στο γεγονός ότι οι μαθητές αναπτύσσουν δεξιότητες υψηλού επιπέδου, όπως ανάπτυξη κινήτρων για ενεργοποίηση και μάθηση, ανάλυση των ζητούμενων και των απαιτήσεων, σύνθεση των επιμέρους στοιχείων σε ένα ενιαίο όλον, διατύπωση και τεκμηρίωση της προσωπικής άποψης και ανάπτυξη επιχειρηματολογίας, αποδοχή της δημιουργικής κριτικής από τους συμμαθητές και τον/την εκπαιδευτικό*», (Οδηγός Χημείας Γυμνασίου 2012 σελ. 44-45).

Η μέθοδος πρότζεκτ εντάσσεται στο πλαίσιο μαθημάτων της χημείας με προτεινόμενα διαθεματικά σχέδια εργασίας όπως αναφέρονται παραπάνω.

3.7 ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΧΗΜΕΙΑΣ ΣΤΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ

«*Χωρίς πείραμα η διδασκαλία της χημείας γίνεται άχρωμη, άοσμη και άγευστη και κάθε προσπάθεια να φέρουμε σε επαφή τον μαθητή με τον συναρπαστικό κόσμο της επιστήμης αυτής αποβαίνει μάταιη*» αναφέρει ο συγγραφέας του βιβλίου «*Χημεία, ένα συναρπαστικό παιχνίδι*» Μανουσάκης (2005), στον πρόλογό του και έχει βέβαια απόλυτο δίκιο.

Ο Τσαπαρλής (1991) αναφέρει ότι ο ιδανικός τόπος για τη διδασκαλία της Φυσικής και της Χημείας είναι το εργαστήριο. Ειδικότερα αν τα πειράματα γίνονται σε μαθητές γυμνασίου, θα πρέπει να αποφεύγονται οι σχολαστικές μετρήσεις και οι εφαρμογές τους στις μαθηματικές εξισώσεις και κύριο μέλημα του εκπαιδευτικού να είναι η παρατήρηση και η κατανόηση του φαινομένου από τους μαθητές, ώστε ο μαθητής, να δεχθεί την έννοια ως αποτέλεσμα επιστημονικής έρευνας και όχι ως «εξ αποκαλύψεως αλήθεια». Το πείραμα που γίνεται στο εργαστήριο είναι μια πραγματική βιωματική εμπειρία και διευκολύνει την κατανόηση των εννοιών από τους μαθητές σε μεγαλύτερο βαθμό από το πείραμα επίδειξης ή την προσομοίωση σε

ηλεκτρονικό υπολογιστή, παρόλο που η προσομοίωση είναι χρήσιμη όταν συνδυάζεται με το πείραμα και μάλιστα έπεται αυτού.

Το πείραμα θεωρείται πολύ σημαντικός παράγοντας για την εννοιολογική αλλαγή των μαθητών διότι:

- *προωθεί την ενεργητική συμμετοχή των μαθητών*
- *οι μαθητές κάνουν προβλέψεις και υποθέσεις και επιπλέον τις ελέγχουν*
- *συμμετέχουν στην ανοικοδόμηση της δικής τους γνώσης*
- *στην παραδοσιακή διδασκαλία το πείραμα σκοπεύει να ενισχύσει τον εκπαιδευτικό να αποδείξει την θεωρία*
- *στην εποικοδομητική προσέγγιση ο μαθητής έρχεται μέσω του πειράματος σε γνωστική σύγκρουση και με τον τρόπο αυτό, τον βιωματικό, αναδομεί την γνώση του.*

Στην εποικοδομητική προσέγγιση, το κέντρο βάρους μιας πειραματικής άσκησης μετατοπίζεται αφενός στον εντοπισμό των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών και αφετέρου στη γνωστική σύγκρουση, με σκοπό την τροποποίηση των εναλλακτικών ιδεών. Για την εποικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης απαιτούνται δύο παράμετροι: το εννοιολογικό και το μεθοδολογικό πλαίσιο. Τα νοητικά και υποθετικά πειράματα βοηθούν στην ανίχνευση των ιδεών των μαθητών ενώ τα αναλογικά παίζουν σημαντικό ρόλο στις διαδικασίες γνωστικής σύγκρουσης και τροποποίησης των εναλλακτικών ιδεών τους (Σπυροπούλου-Κατσάνη 2005, σελ. 99-100).

Με την προϋπόθεση ότι δεν καταδικάζει το μαθητή στο ρόλο του παθητικού θεατή, η εργαστηριακή άσκηση τον βοηθά να αποκτήσει μια πρόγευση της επιστημονικής μεθόδου και να ανιχνεύσει τα βήματα που ακολουθήθηκαν στη διατύπωση των νόμων και των αρχών της Χημείας. Η συμβολή της στη διδασκαλία της Χημείας είναι μεγάλη, καθώς καλλιεργεί ένα σύνολο δεξιοτήτων που απορρέουν από την εκτέλεση του πειράματος. Ο εκπαιδευτικός χρειάζεται ώρες παρασκηνιακής δουλειάς για μια εξαιρετική εργαστηριακή εμπειρία των μαθητών του. Ένα εργαστήριο δεν χρειάζεται απαραίτητα να είναι πλήρως εξοπλισμένο με την τελευταία λέξη της τεχνολογίας για να είναι αποτελεσματικό. Στο γυμνάσιο τα πειράματα μπορούν να πραγματοποιηθούν και με απλές συσκευές. Οι εργαστηριακές ασκήσεις δεν πρέπει να είναι απλά μια *μαγική επίδειξη* η οποία δεν συνδέεται με τις συγκεκριμένες έννοιες και αρχές της χημείας που απορρέουν από το αναλυτικό

πρόγραμμα. Οι εργαστηριακές δραστηριότητες θα πρέπει να πραγματοποιούνται σε τρεις φάσεις: στην πριν το εργαστήριο φάση, στην κατά την διάρκεια της εργαστηριακής άσκησης φάση και στη φάση μετά την εργαστηριακή άσκηση, γιατί αλλιώς η εργαστηριακή ώρα θα μετατραπεί σε διάλειμμα.

- *Στην πριν το εργαστήριο φάση ο εκπαιδευτικός με κατάλληλες ερωτήσεις μπορεί να οδηγήσει τους μαθητές να θυμηθούν την σχετική ύλη που είναι απαραίτητη για την εργαστηριακή άσκηση. Οι μαθητές κάνουν προβλέψεις και υποθέτουν.*
- *Κατά τη διάρκεια του εργαστηρίου οι μαθητές μαθαίνουν να προγραμματίζουν τις δράσεις τους, να παρατηρούν, να μετρούν, να ταξινομούν και να καταγράφουν.*
- *Στην μετά την εργαστηριακή άσκηση φάση οι μαθητές πρέπει να αναλύσουν και να ερμηνεύσουν τα δεδομένα, να αξιολογήσουν την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας, να διαμορφώνουν μοντέλα, και να κοινοποιούν τα ευρήματά τους σε γραπτή και προφορική μορφή. Επίσης, μπορούν να συγκρίνουν τα αποτελέσματα τους με αυτά της βιβλιογραφίας.*

Οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να εξετάσουν διάφορους τρόπους για να κάνουν το εργαστήριό τους να λειτουργήσει με τους όρους της *πράσινης χημείας*, δηλαδή να ελαχιστοποιήσουν την χρήση και τη δημιουργία επικίνδυνων ουσιών αντικαθιστώντας τες με ουσίες ασφαλείς και φιλικές προς το περιβάλλον. Τέλος, όπως αναφέρει ο Τσαπαρλής (2009, σελ. 49), ένα πολύ σημαντικό ζήτημα είναι η αξιολόγηση της πρακτικής εργασίας. «*Σίγουρα υπάρχει η ανάγκη για την ουσιαστική αξιολόγηση των πρακτικών εμπειριών όλων των ειδών, επειδή, αν οι μαθητές ξέρουν ότι θα αξιολογηθούν σε αυτές, θα δώσουν περισσότερη προσοχή*».

3.8 Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ Τ.Π.Ε. ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

Η τεχνολογία έχει μπει για τα καλά στη ζωή μας και οι καινοτόμες δράσεις ενεργοποιούν τους μαθητές μας και τους προκαλούν το ενδιαφέρον. Έτσι, η διδασκαλία κάποιου μαθήματος με Τ.Π.Ε. ίσως να είναι πρόκληση. Οι νέες τεχνολογίες δεν πρόκειται να καταργήσουν ούτε το βιβλίο ούτε τους εκπαιδευτικούς. Αντίθετα, οι εκπαιδευτικοί είναι απαραίτητοι για την επιτυχία αυτού του νέου είδους διδασκαλίας.

Ο Cohen (1997) υποστηρίζει ότι είναι απαραίτητη η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Η χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών μπορεί όμως να φανεί χρήσιμη μόνο όταν το θέμα είναι τέτοιο, ώστε να μην είναι δυνατή η προσέγγισή του με πραγματικά πειράματα. Ενώ, οι Κόκκοτας και Βλάχος (2000) αναφέρουν ότι πρέπει να είμαστε πολύ προσεκτικοί στη χρήση τους, διότι η γνώση δεν είναι η μετάδοση μιας παραστατικής εικόνας αλλά συνίσταται πάντα σε ενεργητικές διαδικασίες που καταλήγουν στο «*μετασχηματισμό του πραγματικού*» (σ. 228).

Η Harlen (2000) υποστηρίζει ότι η τεχνολογία είναι ιδιαίτερα χρήσιμη, διότι βοηθά τους μαθητές να αντιλαμβάνονται αφηρημένες έννοιες και να επεξεργάζονται προσομοιώσεις φυσικών φαινομένων. Η χρήση παραστατικών μέσων, όπως η κίνηση, οι γραφικές παραστάσεις, ο ήχος και βιντεοσκοπημένα στιγμιότυπα, κάνει εφικτή την παρουσίαση φαινομένων που δεν μπορούν να αναπαρασταθούν με παραδοσιακές μεθόδους.

Οι Orion, Dubowski και Dodick (2000) υποστηρίζουν επίσης ότι ο σχεδιασμός των αναλυτικών προγραμμάτων πρέπει να στηρίζεται αισθητά στη χρήση της τεχνολογίας όσον αφορά στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, διότι προάγουν την οικοδόμηση της γνώσης, αφού επιτρέπουν στους μαθητές να έρθουν σε άμεση επαφή με πληροφοριακό υλικό και τους υποβάλλει στο να μαθαίνουν ενεργητικά με ρυθμό ανάλογο των ικανοτήτων τους. Οι Tao & Gunstone (1999) αναφέρουν ότι η χρήση των Τ.Π.Ε. κεντρίζει το ενδιαφέρον τους και νιώθουν ότι είναι υπεύθυνοι για τη μάθησή τους. Κατά τον Τσαπαρλή (2009, σελ. 49) «*αναμένεται ότι η χρήση των μοντέλων, προσομοιώσεων και τεχνικές οπτικοποίησης μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να έρθουν σε αντίθεση και να ξεπεράσουν τις κοινές παρανοήσεις*».

Διαδικασίες, όπως αυτές που πραγματοποιούνται στο εσωτερικό των υλικών σωμάτων, όπως η κίνηση των ατόμων, των μορίων, των ηλεκτρονίων ή η κατανομή των ηλεκτρονίων στα άτομα, η έννοια της στοιβάδας, της υποστοιβάδας του τροχιακού, της ενέργειας των ηλεκτρονίων κ.τ.λ., μπορούν να οπτικοποιηθούν μέσω προσομοίωσης και να γίνουν πιο κατανοητές. Από μόνη της η χρήση των Τ.Π.Ε. στο μάθημα της χημείας δεν είναι κάτι το τόσο σημαντικό. Ο εκπαιδευτικός είναι που θα την κάνει σημαντική, εφόσον αντιληφθεί ότι οι μαθητές του θα αποκομίσουν πολλά οφέλη.

Επίσης, μερικά πειράματα είναι πολύ επικίνδυνα ή ανέφικτα να συμπεριληφθούν ως πρακτική εξάσκηση στα εργαστήρια του προγράμματος σπουδών. Τέτοια πειράματα ή επιδείξεις μπορούν να προβληθούν σε αίθουσες διδασκαλίας ή να αναπαραχθούν σε βίντεο. Είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι η βιωματική εργαστηριακή εμπειρία είναι ζωτικής σημασίας και ότι η τεχνολογία δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται ως αντικαταστάτης του εργαστήριου, αλλά μάλλον ως ένα επιπλέον εργαλείο-εξάρτημα του εργαστηρίου.

Οι Τ.Π.Ε. οπτικοποιούν καταστάσεις που δεν μπορούν να περιγραφούν με λέξεις, συνδυάζουν γραφικά, βίντεο, μουσική, κείμενο, σχολικά βιβλία, εμπλουτισμένα σχολικά βιβλία, παιχνίδια κατανόησης της διδασκόμενης ύλης που οξύνουν την κριτική σκέψη, πρόσθετες πληροφορίες από εγκυκλοπαίδειες, έχουν κίνηση, χρώμα και ήχο, ενώ η χρήση τους μπορεί να είναι και προσωπική και συνεργατική. Η χρήση τους στην τάξη:

- *ελευθερώνει τον μαθητή ο οποίος μπορεί να βλέπει τις εκφράσεις του προσώπου, όπως χαμόγελο, συνοφρύωση, κίνηση χεριών και γενικότερα τη γλώσσα του σώματος του καθηγητή αλλά και των συμμαθητών του*
- *κάνει τη μάθηση ενδιαφέρουσα και διασκεδαστική, τη μετατρέπει δηλαδή σε παιχνίδι και καλύπτει μέσω αυτού τα κενά*
- *παρουσιάζει τις πληροφορίες με πολλαπλό τρόπο (βίντεο-κείμενο-ήχος-εικόνα).*
- *αναγκάζει τον μαθητή να έχει ενεργητικό ρόλο στη διαδικασία της μάθησης και όχι παθητικό*
- *εξατομικεύει τη διδασκαλία, παρέχει άμεσα επανατροφοδότηση και αυξάνει την αποδοτικότητα και την μάθηση*
- *παρέχει τον έλεγχο της διαδικασίας είτε στο δάσκαλο είτε στο μαθητή*
- *συνδέει τη μαθησιακή δραστηριότητα με την καθημερινή ζωή.*

Ο εκπαιδευτικός μπορεί ευκολότερα να διαγνώσει τις ικανότητες και το γνωστικό προφίλ των μαθητών του και να προσαρμόσει το υλικό που θα χρησιμοποιήσει στις ανάγκες τους με κατάλληλο σχεδιασμό και οργάνωση της διδασκαλίας του και μέσα από κατάλληλα λογισμικά.

3.9 Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΚΑΙ Η ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΜΑΘΗΤΗ

Η αξιολόγηση είναι μια απαραίτητη διαδικασία για την προαγωγή μιας ποιοτικότερης μάθησης. Πρέπει να γίνεται με συνδυασμό διαφορετικών εργαλείων αξιολόγησης, λαμβάνοντας υπόψη τον αντίστοιχο προγραμματισμό του εκπαιδευτικού, τις επιδόσεις των μαθητών, την παρακολούθηση των δραστηριοτήτων, π.χ. των εργαστηριακών κ.ά.. Η αξιολόγηση πρέπει να χρησιμοποιείται για να ρυθμίζεται συνεχώς το περιβάλλον στην τάξη και να βελτιώνεται η μάθηση. Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να γνωρίζουν ότι ακόμα και εξαιρετικά προγράμματα σπουδών μπορούν και πρέπει να βελτιωθούν ανάλογα με τις ανάγκες της τάξης.

Ο Bloom και οι συνεργάτες του (1971) αναφέρονται σε τρεις τύπους αξιολόγησης:

(1) Αρχική ή διαγνωστική αξιολόγηση (pre-assessment, diagnostic assessment ή **diagnostic evaluation)**

Χρησιμοποιήθηκε από τον Leyton το 1983, ένα μαθητή του Bloom που μελέτησε τα αποτελέσματα της διδασκαλίας σε δύο τμήματα μαθητών (Guskey, 2010). Έδωσε και στα δύο τμήματα ένα τεστ (a short pre-assessment) για να μετρήσει τις γνώσεις και δεξιότητες των μαθητών που οι εκπαιδευτικοί θεωρούσαν απαραίτητες για την επιτυχή έκβαση του μαθήματός τους. Στις μισές τάξεις έγινε παρέμβαση των εκπαιδευτικών, ώστε να κατανοηθούν πλήρως από τους μαθητές οι προαπαιτούμενες γνώσεις και δεξιότητες και στη συνέχεια διδάχθηκε η νέα ύλη. Στις άλλες δεν έγινε παρέμβαση και διδάχθηκε η νέα ύλη με πιο αργούς ρυθμούς. Παρατηρήθηκε ότι στις τάξεις που έγινε παρέμβαση οι μαθητές προσέγγισαν αποτελεσματικότερα τους μαθησιακούς στόχους. Η **αρχική ή διαγνωστική αξιολόγηση** πραγματοποιείται στην αρχή του μαθήματος με σκοπό τον εντοπισμό των αδυναμιών ή εναλλακτικών ιδεών των μαθητών. Βοηθά τους εκπαιδευτικούς στην διαφοροποίηση της διδασκαλίας τους, ώστε να παρέχουν επιπλέον εξατομικευμένη στήριξη στους μαθητές που παρουσιάζουν αδυναμίες ή εναλλακτικές ιδέες.

(2) Διαμορφωτική αξιολόγηση (formative evaluation)

Πραγματοποιείται κατά την διάρκεια του μαθήματος και αποσκοπεί στον έλεγχο των μαθητών, στην ποσότητα και στην ποιότητα κατάκτησης της γνώσης καθώς και την ανατροφοδότησή τους. «*Μεγάλη αξία έχει η διαμορφωτική αξιολόγηση (formative evaluation) που αποσκοπεί από τη μια ο μαθητής και από την άλλη ο καθηγητής, να πληροφορηθούν το κέρδος μάθησης. Δηλαδή στοιχεία σχετικά με τη νοητική διαδρομή του μαθητή κατά τη διδασκαλία προς την κατεύθυνση της κατάκτησης των αντικειμενικών στόχων*» (*Οδηγός χημείας γυμνασίου*, 2012, σελ. 47,48). Τα σχολεία δεν μπορούν να παρέχουν διδασκαλία για

τον κάθε μαθητή αλλά η χρήση της διδασκαλίας με μαεστρία (The use of Mastery Learning) μπορεί να επιτρέψει στους μαθητές να μάθουν σχεδόν εξίσου καλά (Bloom, 1984).

(3) Τελική αξιολόγηση (summative evaluation)

Πραγματοποιείται στο τέλος μιας ενότητας και χρησιμοποιείται για να πιστοποιήσει την αποκτηθείσα γνώση (βαθμός, επίδοση).

Η αξιολόγηση του μαθητή βοηθά και τους εκπαιδευτικούς να βελτιώσουν την διδασκαλία τους, ώστε να βοηθήσουν περισσότερο τους μαθητές τους στην κατανόηση του περιεχομένου της.

«*Την πληροφορία που θα πάρει ο εκπαιδευτικός από την αξιολόγηση οφείλει πρώτα να αναλύσει σε ό, τι αφορά τη δική του εργασία… Αυτή η ανάλυση θα τον οδηγήσει στις αναγκαίες διορθωτικές κινήσεις όσον αφορά στις δικές του επιλογές*» (Οδηγός Χημείας Γυμνασίου, 2012, σελ. 47).

Η αξιολόγηση του μαθητή μπορεί να περιλαμβάνει κουίζ, γραπτές εξετάσεις, προφορικές εξετάσεις, εργαστηριακές δραστηριότητες, συνομιλίες, ερωτήσεις ελεύθερης απάντησης, αντικειμενικού τύπου (κλειστές), κρίσης κ.ά.

Εδώ θα πρέπει να αναφερθούμε και στο προεδρικό διάταγμα υπ' αριθ. 409, Αρ. Φύλλου 226, 22 Δεκεμβρίου 1994 που αναφέρεται στην αξιολόγηση μαθητών του Γυμνασίου:

«*Η αξιολόγηση, ως εξατομικευμένη εκτίμηση της επίδοσης του μαθητή, δεν είναι αυτοσκοπός και σε καμιά περίπτωση δεν προσλαμβάνει χαρακτήρα ανταγωνιστικό ή επιλεκτικό για το μαθητή του Γυμνασίου. Δεν αναφέρεται μόνο στην επίδοσή του στα διάφορα μαθήματα, αλλά και σε άλλα χαρακτηριστικά του, όπως είναι η προσπάθεια που καταβάλλει, το ενδιαφέρον του, οι πρωτοβουλίες που αναπτύσσει, η δημιουργικότητά του, η συνεργασία του με άλλα άτομα και ο σεβασμός των κανόνων λειτουργίας του σχολείου*»

εντάσσοντας στα *άλλα χαρακτηριστικά* και τις εργασίες που εκτελούν οι μαθητές, στο σχολείο ή στο σπίτι, στα πλαίσια της καθημερινής διδακτικής εργασίας αλλά και τις συνθετικές δημιουργικές εργασίες (ΠΔ 409/1994-ΦΕΚ 226/1994).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3.1 Το Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (ΔΕΠΠΣ) των Φυσικών Επιστημών

Σκοπός της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών

Ο σκοπός της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών δεν μπορεί παρά να εντάσσεται στους γενικότερους σκοπούς της εκπαίδευσης, δηλαδή στην ολοκλήρωση του ατόμου με την ανάπτυξη κριτικού πνεύματος και διάθεσης για ενεργοποίηση και δημιουργία τόσο σε ατομικό επίπεδο όσο και σε συνεργασία με άλλα άτομα ή ομάδες.

Για τον προσδιορισμό του σκοπού διδασκαλίας κάθε αντικειμένου των Φυσικών Επιστημών λήφθηκε υπόψη η ηλικία των μαθητών, που παίζει καθοριστικό ρόλο, αφού άλλες ανάγκες καλείται να εξυπηρετήσει η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο μαθητή του Δημοτικού και άλλες στο μαθητή του Γυμνασίου και του Λυκείου, και φυσικά τα συμπεράσματα της σύγχρονης εκπαιδευτικής έρευνας. Λήφθηκε επίσης υπόψη η νοητική ανάπτυξη του μαθητή κάθε ηλικίας, το γνωστικό υπόβαθρο που διαθέτει, οι δεξιότητες αλλά και οι προσδοκίες του, το κοινωνικό περιβάλλον και οι αναγκαιότητες που υπάρχουν σ' αυτό. Επιπλέον, λήφθηκε υπόψη ο χρόνος και ο τεχνολογικός εξοπλισμός που έχει ο εκπαιδευτικός στη διάθεσή του για τη διδασκαλία του μαθήματος.

Με βάση τα παραπάνω η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην Υποχρεωτική Εκπαίδευση πρέπει να συμβάλλει:

Στην απόκτηση γνώσεων σχετικών με θεωρίες, νόμους και αρχές που αφορούν τα επιμέρους γνωστικά αντικείμενα των Φυσικών Επιστημών, ώστε ο μαθητής να είναι ικανός να "ερμηνεύει" τα φυσικά, χημικά, βιολογικά και γεωλογικά – γεωγραφικά φαινόμενα, αλλά και καταστάσεις (π.χ. γεωγραφικές κατανομές) ή διαδικασίες που αφορούν τους οργανισμούς και τις σχέσεις τους με το περιβάλλον στο οποίο ζουν.

Στην ανάπτυξη της προσωπικότητας του μαθητή, με την προώθηση της ανεξάρτητης σκέψης, της αγάπης για εργασία, της ικανότητας για λογική αντιμετώπιση καταστάσεων και της δυνατότητας για επικοινωνία και συνεργασία με άλλα άτομα.

Στην απόκτηση της ικανότητας να αναγνωρίζει την ενότητα και τη συνέχεια της επιστημονικής γνώσης στις θετικές επιστήμες, όπως και της ικανότητας να αναγνωρίζει τη σχέση που υπάρχει μεταξύ τους.

Στην εξοικείωση του μαθητή με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης, την επιστημονική μεθοδολογία (παρατήρηση, συγκέντρωση - αξιοποίηση πληροφοριών, διατύπωση υποθέσεων, πειραματικό έλεγχό τους, ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, εξαγωγή συμπερασμάτων, ικανότητα γενίκευσης και κατασκευής προτύπων) και με τη χρήση της τεχνολογίας της πληροφορικής, ώστε και ως μελλοντικός επιστήμονας να είναι ικανός για έρευνα και τεχνολογικό σχεδιασμό.

Στη δυνατότητα αξιολόγησης των επιστημονικών και τεχνολογικών εφαρμογών, ώστε ο μαθητής, ως μελλοντικός πολίτης, να είναι ικανός να τοποθετείται κριτικά απέναντί τους και να αποφαίνεται για τις θετικές ή αρνητικές επιπτώσεις τους στην ατομική και κοινωνική υγεία, τη διαχείριση των φυσικών πόρων και το περιβάλλον.

Στην απόκτηση αισθητικών αξιών σε σχέση με το περιβάλλον.

Στη διαπίστωση της συμβολής των Φυσικών Επιστημών στη βελτίωση της ποιότητας ζωής του ανθρώπου.

Στη γνώση της οργάνωσης και των διαδικασιών του περιβάλλοντος (φυσικού και κοινωνικού) και στην απόκτηση της ικανότητας να συμμετέχει στις προσπάθειες για την επίλυση κοινωνικών προβλημάτων αξιοποιώντας τις γνώσεις και τις δεξιότητες που έχει αποκτήσει.

Στην απόκτηση της ικανότητας να επικοινωνεί, να συνεργάζεται με επιστημονικούς και κοινωνικούς φορείς, να συλλέγει και να ανταλλάσσει πληροφορίες, να παρουσιάζει τις σκέψεις ή τα συμπεράσματα από τις μελέτες του.

Στην απόκτηση βασικών γνώσεων, εξειδικευμένων πληροφοριών, μεθόδων και τεχνικών που συμβάλλουν στην κατανόηση της δομής του γεωγραφικού χώρου, στην κατανόηση και ερμηνεία των αλληλεξαρτήσεων και των αλληλεπιδράσεων γεωφυσικών και κοινωνικών παραγόντων, καθώς και στην αιτιολόγηση της ανάγκης αρμονικής συνύπαρξης ανθρώπου και περιβάλλοντος.

Στο Δημοτικό σχολείο τα θέματα των Φυσικών Επιστημών (Φυσική – Χημεία – Βιολογία – Γεωλογία - Γεωγραφία) εντάσσονται στο μάθημα της "Μελέτης του Περιβάλλοντος" για τις τέσσερις πρώτες τάξεις και στο "Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο" για τις δύο τελευταίες, εκτός από τη Γεωγραφία η οποία αποτελεί ανεξάρτητο διδακτικό αντικείμενο στις τάξεις αυτές. Καθένα από τα μαθήματα αυτά δημιουργεί έναν ενιαίο τομέα μάθησης όπου αναπτύσσονται βασικές έννοιες από τις Φυσικές Επιστήμες σε συνδυασμό - για το μάθημα της "Μελέτης του Περιβάλλοντος" - με έννοιες και από τις Κοινωνικές Επιστήμες. Αυτή η οριζόντια διασύνδεση των Φυσικών Επιστημών με τις Κοινωνικές βοηθά τους μαθητές να αποκτήσουν μια ολιστική εικόνα του κόσμου που τους περιβάλλει, ενώ ταυτόχρονα αποφεύγεται σε σημαντικό βαθμό ο κατακερματισμός της γνώσης. Σελίδα 443.

http://ebooks.edu.gr/info/cps/21depps%20Fisikon%20Epistimon.pdf

http://ebooks.edu.gr/info/cps/25deppsaps_FisikisXimias.pdf

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3.2. Άξονες γνωστικού περιεχομένου, Γενικοί στόχοι και Ενδεικτικές θεμελιώδεις έννοιες διαθεματικής προσέγγισης

Τάξη **Β**		
Άξονες γνωστικού περιεχομένου	**Γενικοί στόχοι (γνώσεις, δεξιότητες, στάσεις και αξίες)**	**Ενδεικτικές Θεμελιώδεις έννοιες Διαθεματικής προσέγγισης**
Εισαγωγή στη Χημεία Τι είναι η χημεία και γιατί μελετάμε τη χημεία. Καταστάσεις των υλικών σωμάτων. Φυσικές ιδιότητες των υλικών.	Οι μαθητές επιδιώκεται: Να εκτιμούν ότι η χημική γνώση και οι χημικές εφαρμογές αποτελούν πολιτιστικά αγαθά. Να αναγνωρίζουν ότι η αλόγιστη εφαρμογή των χημικών γνώσεων μπορεί να αποβεί εις βάρος της ανθρώπινης ζωής και του περιβάλλοντος. Να διερευνούν μερικές φυσικές ιδιότητες των υλικών.	Αλληλεπίδραση Μεταβολή Πολιτισμός Σύστημα Επικοινωνία Ομοιότητα– διαφορά
Από το νερό στο άτομο – από το μακρόκοσμο στο μικρόκοσμο Το νερό στη ζωή, στο φυσικό περιβάλλον και στο χημικό εργαστήριο. Χημικές μεταβολές, άτομα, μόρια και ιόντα. Σύμβολα χημικών στοιχείων και χημικών ενώσεων. Χημική εξίσωση.	Να εκτιμούν το νερό ως βασικό παράγοντα δημιουργίας και διατήρησης της ζωής. Να αναγνωρίζουν ότι η επάρκεια σε νερό συντελεί στην άνοδο της ποιότητας ζωής. Να προτείνουν τρόπους προστασίας του νερού από τη ρύπανση και ορθολογικής χρήσης των υδάτινων πόρων. Να συνδέουν τα χημικά φαινόμενα που συμβαίνουν γύρω τους με οντότητες και έννοιες του μικρόκοσμου. Να χρησιμοποιούν τον καθιερωμένο συμβολισμό για τις χημικές ουσίες και τις χημικές μεταβολές. Να αναγνωρίζουν ότι η κωδικοποίηση της πληροφορίας διευκολύνει την επικοινωνία των ανθρώπων.	Αλληλεπίδραση Μεταβολή Πολιτισμός Σύστημα Ομοιότητα– διαφορά Μονάδα– σύνολο Διάσταση Επικοινωνία
Ατμοσφαιρικός αέρας Σύσταση ατμοσφαιρικού αέρα.	Να συνδέουν τη σύσταση του αέρα με τη διατήρηση της ζωής στη γη. Να προτείνουν τρόπους αποφυγής της ρύπανσης του αέρα, η οποία αποτελεί παράγοντα διατάραξης της ισορροπίας του οικοσυστήματος.	Αλληλεπίδραση Μεταβολή Μονάδα– σύνολο Σύστημα Ομοιότητα– διαφορά

Οξυγόνο. Διοξείδιο του άνθρακα. Ατμοσφαιρική ρύπανση.	Να αναγνωρίζουν τη βιολογική, περιβαλλοντική και τεχνολογική σημασία της καύσης / οξείδωσης.	Πολιτισμός
Έδαφος και υπέδαφος Το έδαφος και το υπέδαφος. Ρύπανση του εδάφους.	Να συσχετίζουν το έδαφος και το υπέδαφος με τη ζωή, την ανάπτυξη και την οικονομία. Να προτείνουν τρόπους αποφυγής της ρύπανσης του εδάφους που αποτελεί παράγοντα διατάραξης της ισορροπίας του οικοσυστήματος.	Μεταβολή Σύστημα Πολιτισμός

2. Στόχοι, Θεματικές ενότητες, Ενδεικτικές δραστηριότητες, διαθεματικά σχέδια εργασίας

ΤΑΞΗ Β΄ σελ: 542

Γενική ενότητα 2: Από το νερό στο άτομο – Από το μακρόκοσμο στο μικρόκοσμο		
Στόχοι	**Θεματικές Ενότητες (διατιθέμενος χρόνος)**	**Ενδεικτικές Δραστηριότητες**
Οι μαθητές επιδιώκεται να:		
Τεκμηριώνουν ότι το νερό είναι σύνθετη ουσία αναφερόμενοι σε πειραματικά δεδομένα. Ορίζουν τα στοιχεία ως τις ουσίες που δεν μπορούν να διασπαστούν σε απλούστερες ουσίες. Αναφέρουν παραδείγματα χημικών στοιχείων. Τεκμηριώνουν τη σταθερή σύσταση των χημικών ουσιών αναφερόμενοι στα ποσοτικά πειραματικά δεδομένα της διάσπασης του νερού. Ορίζουν τη χημική ένωση ως χημική ουσία με καθορισμένη ποιοτική και ποσοτική σύσταση Προσδιορίζουν πειραματικά το σημείο	2.6 Διάσπαση του νερού 2.6.1 Ηλεκτρόλυση του νερού. Χημικά στοιχεία, παραδείγματα μετάλλων και αμετάλλων στοιχείων. Χημικές ενώσεις: ποιοτική και ποσοτική σύσταση. Φυσικές σταθερές των καθορισμένων σωμάτων: σημείο τήξης, σημείο βρασμού, πυκνότητα. (2 ώρες)	Παρακολούθηση ηλεκτρόλυσης του νερού και ανίχνευσης του υδρογόνου και του οξυγόνου. Καταγραφή παρατηρήσεων και εξαγωγή συμπερασμάτων. Εργαστηριακή άσκηση: Προσδιορισμός του σημείου βρασμού καθαρού νερού και διαλυμάτων χλωριούχου νατρίου διαφορετικών συγκεντρώσεων. «Οι αντιλήψεις του Αριστοτέλη για το νερό» (Ιστορία). Διερεύνηση των αντιλήψεων του Αριστοτέλη για το νερό.

βρασμού μιας ουσίας. Αναφέρουν ότι τα στοιχεία και οι χημικές ενώσεις έχουν καθορισμένες φυσικές σταθερές.		
Ορίζουν τη χημική αντίδραση. Αναφέρουν παραδείγματα χημικών αντιδράσεων που πραγματοποιούνται στη φύση. Διακρίνουν στα διάφορα χημικά φαινόμενα τα αντιδρώντα και τα προϊόντα. Χαρακτηρίζουν μια αντίδραση ως εξώθερμη ή ενδόθερμη βάσει πειραματικών ή βιβλιογραφικών δεδομένων.	Χημική αντίδραση Τα αντιδρώντα και τα προϊόντα μιας χημικής αντίδρασης είναι σώματα με διαφορετικές ιδιότητες. Εξώθερμες – ενδόθερμες χημικές αντιδράσεις. (1 ώρα)	Εργαστηριακή άσκηση: Παρασκευή θειούχου σιδήρου με θέρμανση σιδήρου και θείου. Μελέτη της φωτοσύνθεσης από τη Βιολογία της Α΄ Γυμνασίου. Παρουσίαση παραδειγμάτων παραγωγής ενέργειας από χημικές αντιδράσεις από το κεφάλαιο «Πηγές ενέργειας» της Φυσικής Β΄ Γυμνασίου**.**
Αναφέρουν τους κυριότερους σταθμούς της ιστορικής εξέλιξης των αντιλήψεων για την ασυνέχεια της ύλης. Ορίζουν το άτομο και το μόριο. Διακρίνουν τα μόρια των χημικών στοιχείων από τα μόρια των χημικών ενώσεων. Αποδίδουν σχηματικά, με χρήση προσομοιώσεων, μόρια χημικών στοιχείων και μόρια απλών χημικών ενώσεων. Ερμηνεύουν τη χημική αντίδραση σε επίπεδο ατόμων και μορίων. Τεκμηριώνουν, βασιζόμενοι σε πειραματικά δεδομένα, το	Άτομα και μόρια Ιστορική εξέλιξη των αντιλήψεων για την ασυνέχεια της ύλης. Το άτομο ως δομικό συστατικό της ύλης. Το μόριο: Η μικρότερη οντότητα της ύλης που μπορεί να υπάρξει σε ελεύθερη κατάσταση. Μόρια χημικών στοιχείων και χημικών ενώσεων. Προσομοιώματα μορίων. Αναδιάταξη των ατόμων κατά τις χημικές αντιδράσεις. (2 ώρες)	Κατασκευή μοντέλων μορίων στοιχείων και χημικών ενώσεων με χρήση ατομικών μοντέλων. Εργαστηριακή άσκηση: Προσεγγιστικός υπολογισμός του μεγέθους μορίου.

πολύ μικρό μέγεθος των μορίων.		
Κατονομάζουν τα σωματίδια που συνιστούν τα άτομα. Αναφέρουν τα βασικά γνωρίσματα των υποατομικών σωματιδίων. Ορίζουν τον ατομικό και μαζικό αριθμό του ατόμου. Ορίζουν τα ιόντα Αναφέρουν παραδείγματα χημικών ουσιών που αποτελούνται από άτομα, από μόρια και από ιόντα. Ερμηνεύουν την αγωγιμότητα ορισμένων διαλυμάτων.	Υποατομικά σωματίδια – Ιόντα Το άτομο αποτελείται από πρωτόνια, νετρόνια, ηλεκτρόνια. Το φορτίο και η μάζα των υποατομικών σωματιδίων. Ατομικός και μαζικός αριθμός. Τα ιόντα. Παραδείγματα χημικών ουσιών που αποτελούνται από άτομα, από μόρια και από ιόντα. (1 ώρα)	Εργαστηριακή άσκηση: Διαπίστωση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας διαλύματος χλωριούχου νατρίου. Αναφορά στους αγωγούς του ηλεκτρισμού και τους μονωτές από τη Φυσική Γ΄ Γυμνασίου.
Αναγνωρίζουν και αναγράφουν τα σύμβολα ορισμένων χημικών στοιχείων. Αναγνωρίζουν και αναγράφουν τους μοριακούς τύπους ορισμένων στοιχείων και απλών χημικών ενώσεων. Προσδιορίζουν την ποιοτική σύσταση και την αναλογία ατόμων απλών χημικών ενώσεων από τους αντίστοιχους μοριακούς τύπους.	Σύμβολα χημικών στοιχείων και χημικών ενώσεων Σύμβολα των στοιχείων H, O, C, N, S, P, Fe, Al, Cu, Si, Zn, F, Cl, Ca, Na, K. Μοριακοί τύποι των στοιχείων H_2, N_2, O_2, Cl_2 και των χημικών ενώσεων, H_2O, CO_2, CO, CH_4, NH_3, HCl. Ποιοτική σύσταση και αναλογία ατόμων σε μια χημική ένωση. (1 ώρα)	Αναγραφή μοριακών τύπων με τη βοήθεια ομοιωμάτων (μοντέλων) μορίων. «Η παρουσία της Ελληνικής γλώσσας και άλλων γλωσσών στην ονομασία των χημικών στοιχείων». (Ιστορία, Γλώσσα). Ανίχνευση της παρουσίας της Ελληνικής γλώσσας και άλλων γλωσσών στην ονομασία των στοιχείων. Ο ρόλος του χημικού συμβολισμού στην επικοινωνία των ανθρώπων.
Αναπαριστούν ορισμένες απλές χημικές αντιδράσεις με ομοιώματα μορίων και με χημικές εξισώσεις. Κατονομάζουν τα αντιδρώντα και τα προϊόντα σε μια χημική εξίσωση.	Χημική εξίσωση Αναπαράσταση με προσομοιώματα και χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων: α) σύνθεσης του υδροχλωρίου, του διοξειδίου του άνθρακα,	Αναγραφή χημικών εξισώσεων με τη βοήθεια ομοιωμάτων μορίων. Διερεύνηση και καταγραφή των ομοιοτήτων και των διαφορών μεταξύ χημικής και μαθηματικής

	του νερού, της αμμωνίας και του υδρόθειου και β) διάσπασης του νερού και του υπεροξειδίου του υδρογόνου. Διατήρηση των ατόμων σε μια χημική αντίδραση. (1 ώρα)	εξίσωσης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3.3: Οδηγίες για τη διδασκαλία της Χημείας

Αθήνα, 11-10-2013

Αρ. Πρωτ. 147643/Γ2

ΘΕΜΑ: Οδηγίες για τη διδασκαλία Των θετικών μαθημάτων των Α΄, Β΄ και Γ΄ τάξεων Ημερήσιου και Εσπερινού Γυμνασίου για το σχ. έτος 2013-2014

Μετά από σχετική εισήγηση του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής (Πράξη 24/08-07-2013 και 33/30-09-2013 Δ.Σ.) σας αποστέλλουμε τις παρακάτω οδηγίες σχετικά με τη διδασκαλία των θετικών μαθημάτων και των τριών τάξεων Ημερησίου και Εσπερινού Γυμνασίου. Συγκεκριμένα:

Η παράγραφος 2.6 και η υποενότητά της 2.6.1 (σελ. 48-50) ΝΑΙ (1 ώρα). Ηλεκτρολυτική διάσπαση του νερού - διάσπαση του νερού - χημικές ενώσεις χημικά στοιχεία (2.6.1).

Να παραληφθεί η εφαρμογή αριθ. 4 από την «Στάση για εμπέδωση» σελ. 50

Εφαρμογή αριθ. 4

4. Η χημική ένωση διοξείδιο του άνθρακα αποτελείται από οξυγόνο και άνθρακα με αναλογία μαζών:

$$\frac{\text{μάζα οξυγόνου}}{\text{μάζα άνθρακα}} = \frac{8}{3}$$

Πόσα g άνθρακα υπάρχουν σε μια ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα που περιέχει 96 g οξυγόνο; (Στόχοι 2ος και 3ος)

και να προστεθεί ο πίνακας 4 (μέσον της σελίδας 52)

ΠΙΝΑΚΑΣ 4. Διαφορές μειγμάτων και χημικών ουσιών

		Ουσία	
	Μείγμα	**Χημική ένωση**	**Χημικό στοιχείο**
Ανάλυση	Διαχωρίζεται στα συστατικά του με απόσταξη, διήθηση κτλ.	Διασπάται σε στοιχεία.	Δε διασπάται περαιτέρω.
Ιδιότητες	Τα συστατικά του διατηρούν πολλές από τις ιδιότητές τους.	Είναι τελείως διαφορετικές από αυτές των στοιχείων της.	Είναι καθορισμένες.
Ποσοτική σύσταση	Ποικίλλει ανάλογα με την παρασκευή του.	Είναι πάντα σταθερή.	Είναι πάντα σταθερή.
Φυσικές σταθερές	***Εξαρτώνται από την ποσοτική σύστασή του.***	***Είναι πάντα ίδιες.***	***Είναι πάντα ίδιες.***

έτσι ώστε να εξοικονομηθεί ικανοποιητικός χρόνος για τον ουσιαστικό σχολιασμό των διαφορών μεταξύ των μειγμάτων και των χημικών ουσιών (χωρίς να γίνει αναφορά στις φυσικές σταθερές που περιλαμβάνονται στην τελευταία σειρά του πίνακα 4 της σελ. 52).

§2.6.2 ΟΧΙ Φυσικές σταθερές των χημικών ουσιών

§2.7 (σελ. 54-57) ΝΑΙ (1 ώρα). Χημική αντίδραση

§2.8 (σελ. 58-61) ΝΑΙ (1 ώρα). Άτομα και μόρια

§2.9 (σελ. 62-66) ΝΑΙ (1 ώρα). Στην υποενότητα 2.9 «Υποατομικά σωματίδια – Ιόντα» προτείνεται να μη διδαχθεί το Παράθυρο στο εργαστήριο: «Αγωγιμότητα διαλύματος μαγειρικού άλατος» (σελ. 64).

§2.10 (σελ. 67-69) ΝΑΙ (1 ώρα). Σύμβολα χημικών στοιχείων και χημικών ενώσεων

§2.11 (σελ. 70-72) ΝΑΙ (1 ώρα). Χημική εξίσωση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΟΙ ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

4.1 ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΙΣ ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΣΤΗ ΧΗΜΕΙΑ

4.1.1 Η έννοια της ύλης

Ιδιαίτερη εννοιολογική δυσκολία προκαλεί στους μαθητές η έννοια της ύλης. Αλλά τι είναι η ύλη;

- *Ύλη είναι κάθε τι που έχει όγκο, βάρος και μάζα, εκείνο από το οποίο συνίσταται κάθε πράγμα (Τεγόπουλος Φυτράκης, Μείζον Ελληνικό Λεξικό, 2002).*
- *Ύλη είναι το συστατικό των σωμάτων με κύρια χαρακτηριστικά τον όγκο, το βάρος και τη μάζα (Λεξικό της Κοινής Νεοελληνικής, 2003).*
- *Ύλη είναι κάθε υλικό στοιχείο που υπάρχει ή καταλαμβάνει έκταση στον χώρο και προσπίπτει στις αισθήσεις μας (Νέα Ελληνική Εγκυκλοπαίδεια Χάρη Πάτση).*

Όπως παρατηρούμε στα λεξικά, η «ύλη» ορίζεται με βάση άλλες έννοιες, όπως η μάζα, το βάρος και ο όγκος. Τα σχολικά βιβλία αποφεύγουν τον ορισμό της. Θεωρώ όμως ότι για να γίνει κατανοητό το σωματιδιακό μοντέλο της ύλης που είναι κεντρικό θέμα στα προγράμματα σπουδών της μέσης εκπαίδευσης θα πρέπει οι μαθητές να κατανοήσουν πλήρως και την έννοια της ύλης.

Στο μακροσκοπικό επίπεδο πολλοί μαθητές θεωρούν ότι ύλη είναι οτιδήποτε ο άνθρωπος μπορεί να το παρατηρεί, μπορεί να το αγγίζει ή να το αισθάνεται ή να το βλέπει. Αυτή όμως η αντίληψη προκαλεί προβλήματα, γιατί πολλοί μαθητές θεωρούν ότι τον αέρα δεν τον αισθάνονται (όταν υπάρχει άπνοια) αλλά, αντίθετα, αισθάνονται τη ζέστη (Lee et al., 1993). Επίσης πιστεύουν ότι τα αέρια ή η μυρωδιά, π.χ. του ποπ-κορν δεν έχουν βάρος, ούτε μάζα, άρα δεν είναι ύλη αλλά κάτι «**άλλο**», λόγου χάρη η μυρωδιά είναι φτιαγμένη από οσμές, αναθυμιάσεις ή κάτι εφήμερο. Αντίθετα, πιστεύουν ότι το φως και η ζέστη καταλαμβάνουν χώρο.

4.1.2 Η διατήρηση της μάζας

Ακόμη και η *διατήρηση της μάζας* είναι δύσκολη έννοια για τους μαθητές. Πολλοί μαθητές δεν μπορούν να προβλέψουν ή να εξηγήσουν τις αλλαγές της μάζας στις χημικές αντιδράσεις. Τα πιο συνηθισμένα προβλήματα είναι η τάση τους να αντιμετωπίζουν τις χημικές αλλαγές, όπως η σκουριά, ως φυσικές και η αδυναμία τους να κατανοήσουν το ρόλο του αόρατου αερίου που παράγεται σε μια αντίδραση, όπως το ή τα αέρια που παράγονται στα προϊόντα των αντιδράσεων καύσης. Οι εξηγήσεις τους βασίζονται σε καθημερινά γεγονότα και όχι σε θεωρίες της χημείας, π.χ. η σκουριά είναι αποσύνθεση.

4.1.3 Η έννοια «σωματίδιο»

Η έννοια **σωματίδιο** είναι μια έννοια που δυσκολεύει τους μαθητές, γιατί συνήθως χρησιμοποιείται χωρίς να γίνεται η διάκριση αν αναφέρεται σε άτομο ή σε μόριο (Wiser και Smith 2010). Συνήθως όμως ως σωματίδια εννοούνται τα μόρια. Τα σωματίδια/μόρια βρίσκονται σε διαρκή κίνηση. Όσο εύκολη στη διατύπωση είναι αυτή η πρόταση, τόσο δύσκολη είναι στην κατανόηση και στην εφαρμογή των εννοιών της. Επίσης, επειδή η λέξη «σωματίδιο» χρησιμοποιείται και στην καθημερινή ζωή (ειδικό λεξιλόγιο), πρέπει να γίνει η σχετική αναφορά και επεξήγηση από τον εκπαιδευτικό, ώστε να διαφοροποιηθούν και να κατανοηθούν οι σημασίες της.

4.1.4 Η έννοια «μόριο»

Η έννοια του μορίου έχει τα δικά της εννοιολογικά προβλήματα. Για παράδειγμα ο επικρατέστερος ορισμός για το μόριο στα ελληνικά σχολικά εγχειρίδια είναι:

> «*Μόριο είναι το μικρότερο κομμάτι μιας καθορισμένης ουσίας (ένωσης ή στοιχείου) που μπορεί να υπάρξει ελεύθερο, διατηρώντας τις ιδιότητες της ύλης από την οποία προέρχεται*» (*Χημεία Α' τάξης Γενικού Λυκείου - Γενικής Παιδείας, Λιοδάκης et al*).

Αυτός ο ορισμός, που ως επί το πλείστον χρησιμοποιούν και οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουν χημεία στο γυμνάσιο, δίνει την εντύπωση στο μαθητή ότι διατηρούνται οι φυσικές ιδιότητες, χρώμα, σκληρότητα και άλλα καθώς και η φυσική κατάσταση του αρχικού υλικού και στο μόριο. Ένας χημικός σχεδόν αυτόματα μεταφέρεται από το μικροσκοπικό στο μακροσκοπικό επίπεδο και αντίστροφα, ο μαθητής όμως δεν αντιδρά το ίδιο. Αντίθετα, **αποδίδει τις μακροσκοπικές ιδιότητες** της χημικής

ένωσης στα άτομα και στα μόρια της (Andersson 1986, Driver et. al. 1985, Nakhleh 1992, Garnett et. al. 1995, Lee et al. 1993, Johnson 1998a). Οι περισσότεροι μαθητές θεωρούν ότι αφού ο φωσφόρος είναι κίτρινος τότε και το άτομό του είναι κίτρινο ή αν μία ουσία είναι σκληρή τότε και τα μόριά της είναι σκληρά μόρια (de Vos & Vedonk 1987), ή τα μόρια του νερού είναι διαφορετικά στην υγρή και στην αέρια φάση (Kokkotas και Xatzinikita 1994).

Μια άλλη δυσκολία που αντιμετωπίζουν οι μαθητές αλλά και οι ενήλικες είναι η **ύπαρξη του κενού** στην ύλη (Pfund 1981, Renstrom 1987). Θεωρούν την ύλη συνεχή χωρίς κενά. Έρευνες σχετικές με τα νοητικά μοντέλα που δημιουργούν οι μαθητές για τη σωματιδιακή μορφή της ύλης έδειξαν ότι οι μαθητές αδυνατούν να καταλάβουν την ύπαρξη κενού και πιστεύουν ότι μεταξύ των σωματιδίων της ύλης υπάρχει αέρας, σκόνη ή σωματίδια από την ίδια ουσία, (Driver et. al. 1985, Nussbaum 1985, Lee et al. 1993, Johnson 1998a), ή ότι τα σωματίδια είναι πολύ κοντά το ένα στο άλλο και δεν υπάρχει κενό γιατί εφάπτονται. Επίσης, μερικοί μαθητές θεωρούν ότι τα σωματίδια είναι μέσα σε μια συνεχή ουσία, όπως οι σταφίδες στο σταφιδόψωμο (Lee et al. 1993, Johnson 1998a). Η Σταυρίδου (1995) αναφέρει ότι μια μέλλουσα δασκάλα που διάβασε ότι στο άτομο μεταξύ του πυρήνα και των ηλεκτρονίων υπάρχει κενό αναρωτήθηκε: «Καλά δεν υπάρχει ούτε αέρας;». Η έννοια, λοιπόν, του κενού μεταξύ των σωματιδίων και της ύλης γενικότερα δεν είναι εύκολο να ξεπεραστεί.

Μια άλλη δύσκολη έννοια είναι αυτή της κίνησης των σωματιδίων της ύλης. Οι Williamson και Abraham (1995) αναφέρουν ότι η δυναμική απεικόνιση της σωματιδιακής συμπεριφοράς δυσκολεύει τους μαθητές. Με ευκολία απαντούν οι μαθητές ότι τα ηλεκτρόνια κινούνται γύρω από τον πυρήνα ή κατανοούν την κίνηση των μορίων των αερίων και των υγρών αλλά δυσκολεύονται να κατανοήσουν την κίνηση των μορίων των στερεών. Η ιδέα ότι τα μόρια των στερεών βρίσκονται σε διαρκή κίνηση φαίνεται ότι προσκρούει στις αισθήσεις τους, γιατί με τις αισθήσεις τους δεν παρατηρούν καμία κίνηση και *ό,τι δεν βλέπουν, δεν υπάρχει*. Η κίνηση στα αέρια αποδίδεται σε χαμηλή βαρύτητα ή στην επίδραση της κίνησης του αέρα (Novick και Nussbaum 1981, Lee et al. 1993).

4.1.5 Οι αλλαγές της φυσικής κατάστασης

Οι *αλλαγές της φυσικής κατάστασης* της ύλης είναι ένα άλλο φαινόμενο που δυσκολεύει τους μαθητές. Οι Osborne και Cosgrove (1983) διαπίστωσαν ότι πολύ μικρό ποσοστό μαθητών προσπάθησε να εμπλέξει το σωματιδιακό μοντέλο για να ερμηνεύσει τις αλλαγές κατάστασης. Ο Johnson (1998b) συμπέρανε ότι για την κατανόηση και την εξήγηση των αλλαγών κατάστασης απαραίτητη προϋπόθεση είναι η βαθιά κατανόηση της φύσης της αέριας κατάστασης με βάση τη σωματιδιακή θεωρία της ύλης.

4.1.6 «Ουσία», «υλικό», «στοιχείο», «ένωση»

Ιδιαίτερη εννοιολογική δυσκολία προκαλούν στους μαθητές οι έννοιες: ουσία, υλικό, πρωταρχική ουσία, σύνθετη ουσία, χημική ουσία, καθαρή ουσία, χημική ένωση, χημικό στοιχείο, απλή ένωση, στοιχείο. Πρόκειται για έννοιες κατεξοχήν δύσκολες στο μακροσκοπικό επίπεδο και η διάκρισή τους είναι προβληματική. Οι έννοιες αυτές μπορεί να γίνουν πιο ξεκάθαρες με τη βοήθεια των προσομοιωμάτων ή των μοντέλων των μορίων και των ατόμων. Εξάλλου, επειδή ένα μεγάλο μέρος της χημείας ασχολείται με ατομικά και μοριακά φαινόμενα, για να βοηθηθούν οι μαθητές να κατανοήσουν αυτές τις αφηρημένες έννοιες θα πρέπει να χρησιμοποιούνται προσεκτικά και οι αναλογίες εκτός από τα μοντέλα. Επίσης, επειδή όλα τα μοντέλα έχουν περιορισμούς, οι εκπαιδευτικοί πρέπει να συνδυάζουν τη διδασκαλία και τη συζήτηση με κατάλληλες ερωτήσεις, ώστε να αποτρέψουν τυχόν παρανοήσεις των μαθητών τους.

Τρίχρονη έρευνα του Johnson (2000), η οποία πραγματοποιήθηκε σε μαθητές ηλικίας 11-14 ετών, διαπίστωσε ότι οι μαθητές δεν γνωρίζουν επαρκώς την έννοια της «ουσίας» ή δεν την γνωρίζουν τουλάχιστον με το επιστημονικό της νόημα. Οι Hesse και Anderson (1992) αναφέρουν ότι μαθητές γυμνασίου θεωρούν ως ουσία το κρύο ή τη ζέστη.

«*Πολύ χρήσιμη για τον προσδιορισμό του αν μια ουσία είναι στοιχείο η ένωση είναι η χρήση του φασματογράφου μάζας, του στοιχειακού αναλυτή των χημικών*», όπως αναφέρεται στον οδηγό για τον εκπαιδευτικό της χημείας Β΄ και Γ΄ Γυμνασίου, Αθήνα 2012 (βλ. Παράρτημα 3.1).

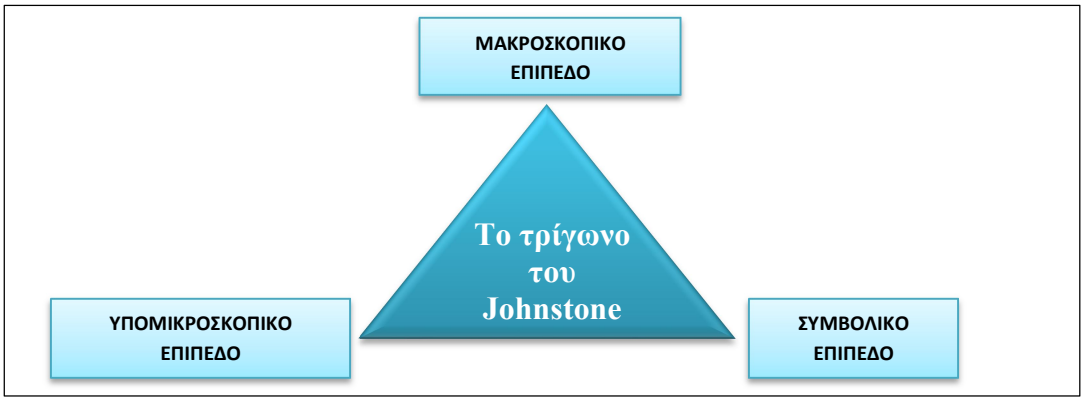
4.1.7 Οι χημικές μεταβολές

Οι χημικές μεταβολές είναι επίσης ένα φαινόμενο στο οποίο οι μαθητές συναντούν μεγάλη δυσκολία στο να το εξηγήσουν μικροσκοπικά. Το σπάσιμο των δεσμών και η δημιουργία νέων που συμβαίνει κατά την διάρκεια μιας χημικής αντίδρασης γίνεται δύσκολα αντιληπτό από τους μαθητές (Boo 1998). Αντίθετα, οι Calik και Ayas (2005) θεωρούν ότι οι μαθητές αντιλαμβάνονται την χημική μεταβολή και ως φυσικό και ως χημικό φαινόμενο, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούν εναλλακτικά και τις δύο έννοιες στις περιγραφές τους. Ο Andersson (1986) αναφέρει ότι η σκουριά θεωρείται από τους μαθητές σαν ουσία που προϋπάρχει και απλά μετακινείται είτε από το εσωτερικό του καρφιού στο εξωτερικό του είτε από τον αέρα στην επιφάνεια του καρφιού. Η καύση του κεριού θεωρείται ως τήξη του (Meheut et al. 1985, Johnson 2002, Calik και Ayas 2005) ενώ η καύση της αλκοόλης ως εξάτμιση (Meheut et al. 1985).

Οι Stavridou και Solomonidou (1998) θεωρούν ότι απαραίτητη προϋπόθεση για να κατανοήσουν οι μαθητές την έννοια της χημικής μεταβολής/αλλαγής είναι η κατανόηση της έννοιας της χημικής ουσίας. Επίσης, ο Johnson (2002) αναφέρει ότι οι μαθητές για να κατανοήσουν την χημική μεταβολή πρέπει προηγουμένως να έχουν κατανοήσει πλήρως τη σωματιδιακή θεωρία.

4.2 ΤΑ ΤΡΙΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΤΗΣ ΣΧΟΛΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

Η μελέτη της χημείας λειτουργεί σε τρία επίπεδα: το μακροσκοπικό, το συμβολικό και το υπομικροσκοπικό. Ο Johnstone (1991) απεικονίζει αυτά τα επίπεδα των χημικών αναπαραστάσεων ως ένα τρίγωνο, του οποίου οι κορυφές επισημαίνονται ως μακροσκοπικό, συμβολικό και υπομικροσκοπικό επίπεδο (Εικόνα 4.1). Υπονοεί ότι αυτή η πολύ-επίπεδη σκέψη είναι αυτό που κάνει την επιστήμη της χημείας να είναι δύσκολα κατανοητή από τους μαθητές, αλλά η κατανόησή της απαιτεί αυστηρά το συντονισμό του μακροσκοπικού επιπέδου (ό,τι μπορεί να παρατηρηθεί από τις αισθήσεις), του υπομικροσκοπικού (άτομα, μόρια, ιόντα και δομές) και του συμβολικού (σύμβολα, τύποι, εξισώσεις, μοριακότητα, μαθηματική επεξεργασία, και γραφήματα), όπως αναφέρεται από τον Taber (2013, σελ. 157). Το τρίγωνο Johnstone ως θεωρητικό πλαίσιο καθοδηγεί τα κριτήρια για τα είδη των αναπαραστάσεων στη διδασκαλία της χημείας και είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για τη διδασκαλία της.



Εικόνα 4.1: Το τρίγωνο του Johnstone (1991), που αναπαριστά τα τρία επίπεδα της χημικής κατανόησης.

Εάν δεν δοθεί ο χρόνος και η δυνατότητα να ενσωματώσουν οι μαθητές τις πολλαπλές αναπαραστάσεις των εννοιών και να τις αφομοιώσουν, δυσκολεύονται να συνδέσουν τα τρία επίπεδα και χτίζουν κατακερματισμένα νοητικά μοντέλα των χημικών εννοιών (Gabel, 1999). Τόσο οι Bodner και Domin (2000) όσο και οι Copolo και Hounshell (1995) διαπίστωσαν ότι φοιτητές που διδάχθηκαν να μεταβαίνουν μεταξύ των επιπέδων των πολλαπλών αναπαραστάσεων ήταν πιο πιθανό να απαντήσουν επιτυχώς στην επίλυση ενός προβλήματος χημείας.

Η εννοιολογική κατανόηση της χημείας και ειδικότερα των χημικών αντιδράσεων, συμβαίνει όταν τα τρία επίπεδα μπορούν να συνδεθούν το ένα με το άλλο. Η έννοια της χημικής αντίδρασης, όταν παρουσιάζεται σε κάποιο σχολικό βιβλίο θα πρέπει να περιλαμβάνει και τα τρία χημικά επίπεδα: το μακροσκοπικό, γιατί βοηθάει στο να κατανοήσουν οι μαθητές το εξεταζόμενο φαινόμενο, το υπομικροσκοπικό, για να καταλάβουν την εξήγηση του φαινομένου και το συμβολικό, για να μάθουν τον συμβολισμό του (Gkitzia et al. 2011).

Ο εκπαιδευτικός πρέπει να βοηθάει τους μαθητές να συνδέουν τα τρία επίπεδα (Hoffman & Laszlo, 1991, Mathewson 2005). Ο Taber (2013, σελ. 156) αναφέρει ότι πολλοί ευρυμαθείς χημικοί αξιοποιούν στη διδασκαλία τους το μοντέλο των τριών επιπέδων που λειτουργεί η χημεία: «*Much scholarship in chemical education draws upon the model of there being three 'levels' at which the teaching and learning of chemistry operates*». Η σύνδεση μεταξύ των τριών επιπέδων της χημείας συμβάλει αρκετά στην ανάπτυξη των ικανοτήτων σκέψης των μαθητών (Γεωργιάδου και

Τσαπαρλής, 1998, Georgiadou και Tsaparlis, 2000, Τσαπαρλής 2009, Johnstone, 2000) αλλά αυτή η σύνδεση είναι δύσκολη εργασία.

«*Η εργαστηριακή εκπαίδευση παρουσιάζεται συχνά στο μακροσκοπικό επίπεδο, με βασικό στόχο να περιγραφούν οι νόμοι και τα φαινόμενα. Στην συνέχεια η θεωρία και το υπομικροσκοπικό επίπεδο καλούνται να εξηγήσουν τις παρατηρήσεις στο μακροσκοπικό επίπεδο, αλλά λείπουν τα πειράματα που καταδεικνύουν άμεσα τη σύνδεση του μακροσκοπικού με το υπομικροσκοπικό επίπεδο*» (Τσαπαρλής 2009, σελ. 47).

Τα σχολικά βιβλία χρησιμοποιούν χημικές αναπαραστάσεις αλλά όχι ταυτόχρονα και στα τρία χημικά επίπεδα. Έτσι, παρέχουν μικρή υποστήριξη στους μαθητές για να συνδέσουν το μακροσκοπικό, το συμβολικό και το υπομικροσκοπικό επίπεδο από τις αναπαραστάσεις που παρουσιάζονται σε αυτά. Επιπλέον, επειδή οι εκπαιδευτικοί έχουν την ευχέρεια να μεταβαίνουν από το ένα χημικό επίπεδο στο άλλο θεωρούν ότι και οι μαθητές μπορούν να πράξουν το ίδιο (Treagust et al. 2003). Η μη σύνδεση όμως αυτών των επιπέδων εμποδίζει τους μαθητές να μεταβούν από το μακρόκοσμο στο μικρόκοσμο και να εξηγήσουν χημικά φαινόμενα. Επίσης, οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν τις χημικές αναπαραστάσεις, για να ελέγξουν αν οι μαθητές μπορούν να περιγράψουν λεκτικά χημικά φαινόμενα ή χημικά σύμβολα και δεν ενθαρρύνουν τους μαθητές να χρησιμοποιούν τις αναπαραστάσεις για να περάσουν, π.χ. από μια μακροσκοπική αναπαράσταση σε μια συμβολική ή υπομικροσκοπική αναπαράσταση (Philipp, Johnson, και Yezierski 2014).

4.3 ΤΟ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΗΣ ΥΛΗΣ

Σύμφωνα με τον Feynman (1963, 2006, 2013),

> *«Εάν σε κάποιο κατακλυσμό όλες οι επιστημονικές γνώσεις είχαν καταστραφεί και μόνο μια φράση περνούσε στις επόμενες γενιές, η φράση που θα είχε τις περισσότερες πληροφορίες με τις λιγότερες λέξεις θα ήταν **η ατομική υπόθεση** (ή το ατομικό γεγονός ή όπως αλλιώς θέλετε να το πείτε), ότι δηλαδή όλα τα πράγματα είναι κατασκευασμένα από άτομα, μικρά σωματίδια που κινούνται σε αέναη κίνηση, προσελκύοντας το ένα το άλλο, όταν βρίσκονται σε μικρή μεταξύ τους απόσταση, και αλληλοαπωθούνται όταν πιέζονται το ένα πάνω στο άλλο».*

Η δήλωση αυτή καταδεικνύει πόσο σημαντική είναι η έννοια της ατομικής δομής αλλά και του σωματιδιακού μοντέλου της ύλης.

Η ατομική θεωρία είναι μια από τις πιο σημαντικές επιστημονικές θεωρίες και αποτελεί κεντρικό θέμα διδασκαλίας στη μέση εκπαίδευση. Η κατανόησή της είναι σημαντική για την κατανόηση των χημικών εννοιών (Andersson 1986, Hackling και Garnett 1986, Johnson 1998b και 2002). Επίσης, είναι σημαντική για την εξήγηση των αλλαγών της φυσικής κατάστασης λόγω θέρμανσης ή ψύξης (Bar 1989, Johnson 1998α). Μελέτες έχουν δείξει ότι τα παιδιά έχουν ήδη δημιουργήσει, πριν έλθουν στο σχολείο, απόψεις σχετικές με τη σωματιδιακή φύση της ύλης αλλά και τις αλλαγές της, οι οποίες διαφέρουν πολύ από τις επιστημονικά αποδεκτές και είναι ιδιαίτερα επίμονες στην διδασκαλία (Andersson 1990, Al-Kunifed et al. 1993, Gayle 2001, Calik-Ayas 2005).

Σύμφωνα με τους Νταλαούτη και Τσαπαρλή (2007), «*το σωματιδιακό μοντέλο που διδάξαμε (βασισμένο σε μοντελοποίηση μακροσκοπικών φαινομένων που σχετίζονται με την υγρή κατάσταση) ήταν για τους μαθητές ένα αποτελεσματικό εργαλείο για ερμηνεία φαινομένων καθώς και για την κατανόηση της διατήρησης της μάζας … Βελτιώνει επίσης τις επιδόσεις των κοριτσιών και στο μοριακό και στο συμβολικό αναπαραστασιακό επίπεδο (Bunce και Gabel 2002)*». Σύμφωνα με τους De Vos 1990, Lee et al. 1993, Βλάχος 1999, η σωματιδιακή θεωρία μπορεί να εξηγήσει πολλά φαινόμενα για την καλύτερη κατανόηση του κενού και της κίνησης των σωματιδίων της ύλης. Οι Meheut και Chomat (1990) προτείνουν να διδαχθούν τα αέρια εξ ολοκλήρου με την σωματιδιακή θεωρία και οι Nussbaum και Novick (1978) και ο Nussbaum (1997) θεωρούν ότι η συμπιεστότητα και η ελαστικότητα των αερίων εξηγούνται καλύτερα με την χρήση της.

Η σωματιδιακή φύση της ύλης είναι η βάση για την κατανόηση μιας μυριάδας επιστημονικών εννοιών συμπεριλαμβανομένων των ιδιοτήτων, της αλλαγής φάσης, και των χημικών αντιδράσεων (Merritt et al. 2007, σελ. 19). Και όμως η μοριακή δομής της ύλης, το σωματιδιακό μοντέλο, γίνεται δύσκολα πλήρως κατανοητό από τους μαθητές. Αν και πολλές διδακτικές παρεμβάσεις έχουν γίνει με κατάλληλες διδακτικές μεθόδους για την προώθηση της εννοιολογικής κατανόησης των μαθητών με θετικά αποτελέσματα, οι εναλλακτικές τους ιδέες, ειδικά για την σωματιδιακή φύση της ύλης και τις αλλαγές της κατάστασής της, φαίνονται να διατηρούνται σε

σημαντικό βαθμό (Lee et al. 1993, Papageorgiou και Johnson 2005, Παπαγεωργίου, Johnson και Φωτιάδης 2007).

4.4 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΥΣΚΟΛΙΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Θα αναφερθούμε τώρα συστηματικότερα στις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών που αφορούν τις μεταβολές της φυσικής κατάστασης των υλικών ακολουθώντας τη σειρά από το επικουρικό υλικό χημείας (βιβλίο εκπαιδευτικού), διότι ακολουθεί τη σειρά διδασκαλίας του αναλυτικού προγράμματος σπουδών. Επίσης, θα αναφερθούμε σε τρόπους που προτείνονται για την αντιμετώπισή τους.

4.4.1 Το αέριο έχει μικρότερη μάζα από το υγρό

Η παραπάνω πρόταση αποτελεί μια από τις σημαντικότερες παρανοήσεις των μαθητών. Οι μαθητές θεωρούν ότι, αν μια συγκεκριμένη ποσότητα υγρού εξατμιστεί, τότε θα ζυγίζει λιγότερο, γιατί θα γίνει αέριο που είναι ελαφρύ. Σύμφωνα με τον Stavy (1990b), αυτό το ποσοστό ανέρχεται σε 50% για μαθητές ηλικίας 15 ετών, οι οποίοι έχουν διδαχθεί την σωματιδιακή θεωρία και οφείλεται στη μη καλή κατανόηση των εννοιών πυκνότητα και μάζα (ή βάρος). Οι Russell et al (1989) αναφέρουν ότι παιδιά 7-9 ετών θεωρούν ότι το νερό κατά την εξάτμιση εξαφανίζεται ή κάποιος άλλος παράγοντας, όπως ο ήλιος, είναι υπεύθυνος για αυτή την εξαφάνιση. Κατά τους Beveridge (1985) και Cosgrove και Osborne (1981, 1983), οι μαθητές θεωρούν ότι το νερό απορροφάται από το τηγάνι ή από το πιάτο αντίστοιχα και όχι ότι εξατμίζεται. Οι Russell και Watt (1990 σελ. 33) αναφέρουν ότι μεγαλύτερα παιδιά (in the primary age) είναι πιο κοντά στο σωματιδιακό μοντέλο και θεωρούν ότι το νερό εξαφανίζεται, γιατί μετατρέπεται σε ομίχλη ή ατμό, ενώ άλλα ότι μετατρέπεται σε υδρατμούς. Αυτές οι ιδέες συνδέονται με την κατανόηση της διατήρησης της ύλης. Ακόμη και όταν απαντούν ότι κάποιος άλλος παράγοντας, όπως ο ήλιος, είναι υπεύθυνος για την εξαφάνιση του νερού, φαίνεται ότι στο μυαλό τους υπάρχει η διατήρηση της ύλης αλλά δίνουν μια ελαττωματική εξήγηση.

Οι Kruger και Summers (1989) σε έρευνά τους με τα ερωτηματολόγια των Cosgrove και Osborne που πραγματοποιήθηκε σε εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης παρατήρησαν ότι οι τελευταίοι στις εξηγήσεις τους για την εξάτμιση δεν

έκαναν χρήση του σωματιδιακού μοντέλου. Εξηγούσαν το φαινόμενο μακροσκοπικά και όχι μικροσκοπικά. Αυτό δείχνει πόσο δύσκολο είναι να αλλάξουν οι προϋπάρχουσες ιδέες.

Για να αντιμετωπίσουμε το φαινόμενο ότι το αέριο έχει μικρότερη μάζα από το αντίστοιχο υγρό, προτείνεται να εστιάσουμε στο γεγονός ότι η σύσταση της ουσίας είτε στην υγρή είτε στην αέρια κατάσταση είναι η ίδια. Άρα, αφού δεν μεταβάλλεται η σύστασή της στην αέρια κατάσταση, δεν μεταβάλλεται και η μάζα της. Αυτό μπορεί ο μαθητής να το κατανοήσει καλύτερα, αν είναι γνώστης της σωματιδιακής δομής της ύλης και όχι απλά να την έχει διδαχθεί, χωρίς όμως να μπορεί να την χρησιμοποιήσει για την εξήγηση φαινομένων. Αν είναι γνώστης της, τότε μπορεί να εξηγήσει την εξάτμιση σε μικροσκοπικό επίπεδο. Η σωματιδιακή δομή της ύλης όμως αναφέρεται σε επόμενο κεφάλαιο στα βιβλία της χημείας της Β΄ Γυμνασίου στα Ελληνικά σχολεία, διδάσκεται απομονωμένα και δεν βοηθά τους μαθητές να την χρησιμοποιήσουν για την εξήγηση των διάφορων φαινομένων.

Σύμφωνα με την Kind (2004), όταν μιλάμε για αλλαγή κατάστασης ή για χημική αντίδραση, θα πρέπει να χρησιμοποιούμε τους όρους σωματίδιο. Για παράδειγμα η χρήση του όρου σωματίδιο του νατρίου ή σωματίδιο του χλωρίου παραπέμπει σε σωματίδια ενώ η χρήση των ονομάτων των στοιχείων, π.χ. νάτριο ή χλώριο παραπέμπει σε ποσότητες υλικού. Η ίδια υποστηρίζει ότι η διαφορά μεταξύ του ατόμου και του μορίου μπορεί να εισαχθεί αργότερα αλλά τα σύμβολα πρέπει να εισαχθούν όσο το δυνατό γρηγορότερα και να υποστηριχθούν με εικόνες ή μοντέλα, για να οπτικοποιηθούν από τους μαθητές.

4.4.2 Οι φυσαλίδες που παρουσιάζονται κατά τον βρασμό του νερού δεν αποτελούνται από υδρατμούς

Σε ερώτηση από τι αποτελούνται οι φυσαλίδες που δημιουργούνται κατά τον βρασμό του νερού, οι μαθητές απαντούν ότι αποτελούνται από θερμότητα, από αέρα, από οξυγόνο, από υδρογόνο ή από υδρατμούς. Σε έρευνα των Cosgrove και Osborne (1983), σε δείγμα 700 μαθητών ηλικίας 12-17 ετών στη Νέα Ζηλανδία, οι απαντήσεις τους αναλογικά είναι οι ακόλουθες:

Ηλικίες	12	17
Θερμότητα	30%	10%
Αέρα	30%	20%
Οξυγόνο/ υδρογόνο	25%	40%
Υδρατμούς	15%	30%

Αυτά τα δεδομένα δείχνουν ότι μαθητές μεγαλύτερης ηλικίας δίνουν τη σωστή απάντηση (30%) σε σχέση με μαθητές μικρότερης ηλικίας, ότι δηλαδή οι φυσαλίδες αποτελούνται από υδρατμούς. Ωστόσο, μεγάλο ποσοστό (40%) δίνει λάθος απάντηση: ότι οι φυσαλίδες αποτελούνται από αέριο οξυγόνο ή από αέριο υδρογόνο και οι ερευνητές το αποδίδουν στο ότι σε αυτή την ηλικία οι μαθητές γνωρίζουν τον τύπο του νερού (H_2O), που είναι υγρό και αποτελείται από οξυγόνο και υδρογόνο, τα οποία είναι αέρια, και θεωρούν ότι με τη θέρμανση το μόριο του νερού διασπάται στα συστατικά του που είναι αέρια. «Και εδώ η αντιμετώπιση της παρανόησης είναι δύσκολη χωρίς τη χρήση της σωματιδιακής δομής της ύλης», όπως αναφέρεται στο επικουρικό υλικό χημείας (βιβλίο εκπαιδευτικού, σελ. 22).

Στην απάντηση των μαθητών ότι οι φυσαλίδες αποτελούνται από αέρα θα πρέπει να εξηγήσουμε ότι ο αέρας που υπάρχει διαλυμένος μέσα στο νερό είναι λίγος και ο όγκος του είναι μικρός ενώ ο όγκος των φυσαλίδων είναι πολύ μεγάλος. Επιπλέον, κατά τον βρασμό παράγονται φυσαλίδες μέχρι να βράσει και η τελευταία σταγόνα του νερού και γνωρίζουμε ότι νερό δεν είναι αέρας.

Στην απάντηση ότι οι φυσαλίδες αποτελούνται από αέριο υδρογόνο ή οξυγόνο μπορούμε με πείραμα να αποδείξουμε ότι δεν ισχύει. Αν πλησιάσουμε ένα σπίρτο αναμμένο πάνω από το νερό που βράζει, τότε, επειδή το υδρογόνο είναι εκρηκτικό αέριο, θα είχαμε καύση με έκρηξη πράγμα που δεν συμβαίνει. Αν πάλι το αέριο είναι οξυγόνο, με μια μισοσβησμένη παρασχίδα ξύλου πάνω από το νερό που βράζει, θα έπρεπε η παρασχίδα να ανάψει έντονα, γιατί το οξυγόνο συντελεί στην καύση, πράγμα που πάλι δεν συμβαίνει. Με την χρήση της σωματιδιακής δομής της ύλης είναι πιο εύκολο να εξηγήσουμε στους μαθητές τις τρεις φυσικές καταστάσεις του νερού.

4.4.3 Ιδέες για τη συμπύκνωση των υδρατμών στην εξωτερική επιφάνεια ενός ποτηριού με παγάκια

Το θέμα αυτό ερευνήθηκε από τους Osborne και Cosgrove (1983). Οι απαντήσεις των μαθητών ηλικίας 12-17 ετών είναι οι ακόλουθες:

a. *το νερό προέρχεται από νερό του ποτηριού, βγαίνει μέσα από το ποτήρι*
b. *το κρύο από τα παγάκια μεταφέρεται στο εξωτερικό του ποτηριού*
c. *το νερό προέρχεται από την αντίδραση του οξυγόνου και του υδρογόνου που υπάρχουν στον αέρα*
d. *το νερό που υπάρχει στον αέρα κολλάει στο γυαλί.*

Για να αποδείξουμε ότι οι σταγόνες δεν προέρχονται από το νερό που υπάρχει στο εσωτερικό του ποτηριού, μπορούμε να ζυγίσουμε το ποτήρι με το νερό πριν και μετά την συμπύκνωση, για να διαπιστώσουμε ότι η μάζα του μετά την συμπύκνωση είναι μεγαλύτερη. Στην τρίτη απάντηση θα μπορούσαμε να επισημάνουμε ότι η αντίδραση του οξυγόνου με το υδρογόνο προς σχηματισμό νερού είναι εξώθερμη αντίδραση και εκρηκτική, που στην συγκεκριμένη περίπτωση δεν συμβαίνει κάτι τέτοιο.

4.4.4 Οι μεταβολές της φυσικής κατάστασης γίνονται μόνο στο νερό

Επειδή οι μεταβολές της φυσικής κατάστασης της ύλης εισάγονται σχεδόν πάντα με το νερό, οι μαθητές μπορεί να πιστεύουν ότι αυτό δεν ισχύει αναγκαστικά και για άλλες ουσίες. Ο Stavy (1990b) αναφέρει πως η αλλαγή κατάστασης του νερού έγινε αποδεκτή σχεδόν από όλους τους ερωτηθέντες μαθητές αλλά η έννοια της τήξης του κεριού και της πήξης του έγινε αντιληπτή μόνο από το 50% των μαθητών ηλικίας 10 ετών, ενώ αυξάνεται σε 100% στην ηλικία των 16 ετών.

4.5 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΥΣΚΟΛΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΔΙΑΛΥΣΗΣ

4.5.1 Όταν κάτι διαλύεται τότε εξαφανίζεται

Ό,τι δεν φαίνεται δεν υπάρχει για τους μικρούς ιδιαίτερα μαθητές. Οι Piaget και Inhelder (1974) ανέφεραν ότι τα μικρά παιδιά σκέφτονται ότι η ζάχαρη «εξαφανίζεται» όταν διαλύεται στο νερό, και έτσι δεν «διατηρείται» η μάζα των

υλικών. Θεωρούν ότι η μάζα του νερού δεν θα αλλάξει αλλά η μάζα της ζάχαρης εξαφανίζεται.

Η Driver (1985) και οι Cosgrove και Osborne (1981) διερεύνησαν αυτή την ιδέα σε μεγαλύτερους μαθητές. Η Driver διαπίστωσε ότι τα δύο τρίτα περίπου των μαθητών που εξέτασε, ηλικίας 9-14 ετών, θεωρούσαν ότι η μάζα ενός διαλύματος ζάχαρης θα είναι μικρότερη από τη μάζα της ζάχαρης και του νερού μαζί. Όταν ένα παρόμοιο πρόβλημα δόθηκε σε μαθητές ηλικίας έως 15 ετών από τον Andersson (1984, σελ 154) πάνω από το 50% του δείγματος θεωρούσαν ότι η μάζα του διαλύματος θα είναι μικρότερη. Παρατήρησε όμως, ότι, όσο αυξάνονταν η ηλικία των μαθητών, τόσο πιο σωστές ήταν οι προβλέψεις τους για τη μάζα του διαλύματος. Στις απαντήσεις τους δεν χρησιμοποίησαν την σωματιδιακή φύση της ύλης και μερικοί πρόσθεσαν τις μάζες για να απαντήσουν. Επίσης, οι όροι «διαλύεται» και «λιώνει» χρησιμοποιούνται ως συνώνυμα αν και η χρήση τους μειώνεται με την αύξηση της ηλικίας (Kind, 2004 σελ. 34, Driver et al, 1993, σελ.217-223). Οι Driver et al (1993, σελ.217-223) αναφέρουν ότι κατά την διάλυση της ζάχαρης στο νερό η μάζα του νερού αυξάνεται, γιατί το επίπεδο του νερού ανεβαίνει. Η Kind (2004 σελ. 34) αναφερόμενη σε μελέτη του Barker (1995) σε μαθητές 16 ετών δηλώνει ότι κάποιοι μαθητές θεωρούν την διάλυση ως χημική αντίδραση.

Ο Παπαγεωργίου (1999) αναφέρει, από απαντήσεις μαθητών, ότι η ανάδευση είναι απαραίτητη για τη διάλυση της ζάχαρης στο νερό και τα πολύ μικρά κομματάκια της ζάχαρης που δημιουργούνται είναι από την συνεχή διαίρεση των κόκκων κατά την ανάδευσή της. Οι μαθητές πιστεύουν επίσης, ότι, όταν η ζάχαρη διαλύεται στο νερό, γίνεται άχρωμη όπως το νερό και όταν το διάλυμα νερού - ζάχαρης βράσει, η ζάχαρη γίνεται αόρατη.

Για να άρουμε αυτές τις ιδέες, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την σωματιδιακή δομή της ύλης, ότι δηλαδή τα σωματίδια του διαλύτη παρεμβάλλονται στα σωματίδια της ουσίας και δεν εξαφανίζονται, ή να εισάγουμε την έννοια των δυνάμεων που συνδέουν τα μόρια των ουσιών και την αλληλεπίδρασή τους (Νταλαούτη και Τσαπαρλής 2007, σελ. 222) αλλά μπορούμε, επίσης, να αντιμετωπίσουμε το πρόβλημα αναφερόμενοι σε ιδιότητες οι οποίες αναγνωρίζονται όχι μόνο από την όραση αλλά από τη γεύση ή την όσφρηση.

4.5.2 Η τήξη και η διάλυση συγχέονται

Πολλοί μαθητές θεωρούν ότι όταν η ζάχαρη διαλύεται μέσα στο νερό λιώνει όπως ο πάγος. Εδώ θα πρέπει να επισημάνουμε στους μαθητές ότι κατά την τήξη συμβαίνει αλλαγή της φυσικής κατάστασης ενός υλικού και το υλικό μεταβαίνει από τη στερεά στην υγρή κατάσταση, ενώ στη διάλυση έχουμε αλληλεπίδραση διαλύτη – ουσίας, δηλαδή τα σωματίδια του διαλύτη παρεμβάλλονται ανάμεσα στα σωματίδια της ουσίας. Ίσως εδώ θα πρέπει να αναφερθούμε στη συμπεριφορά μιας ουσίας και πώς αυτή επηρεάζεται από τους διαμοριακούς δεσμούς, δηλαδή τι συμβαίνει με τις δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των μορίων, όταν προσφέρεται θερμότητα. Οι μαθητές όμως εισάγονταν στις έννοιες των διαμοριακών δεσμών και διαμοριακών δυνάμεων κάπως αργά, δηλαδή στην κατεύθυνση της β΄ Λυκείου.

4.5.3 Τα διαλύματα είναι μια ουσία

Πολλοί μαθητές θεωρούν ότι τα υλικά της καθημερινής χρήσης όπως γάλα, μέλι, χυμοί και άλλα είναι απλές ουσίες και όχι μείγματα ουσιών. Πολλές φορές θεωρούν ότι ακόμη και τα διαλύματα είναι μία ουσία. Εδώ θα μπορούσαμε να αναφερθούμε στους τρόπους διαχωρισμού των μειγμάτων, ώστε εμπειρικά να διερευνούν αν είναι απλές ουσίες ή μείγματα.

4.5.4 Κατά την εξάτμιση του αλατόνερου εξατμίζεται και το αλάτι

Πολλοί μαθητές θεωρούν ότι εξατμίζεται και το αλάτι κατά την εξάτμιση του αλατόνερου. Για να άρουμε την παρανόηση θα μπορούσαμε να προκαλέσουμε γνωστική σύγκρουση με ένα πείραμα. Ζυγίζουμε μια ποσότητα αλατιού ή ζάχαρης και τη διαλύουμε σε νερό σε ποτήρι ζέσεως. Κατόπιν θερμαίνουμε το περιεχόμενο, ώσπου να εξατμιστεί όλο το νερό και ζυγίζουμε το ίζημα. Παρατηρούμε ότι η ποσότητα του ιζήματος είναι ίση με την αρχική ποσότητα του αλατιού ή της ζάχαρης που διαλύσαμε.

4.6 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΥΣΚΟΛΙΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΑΤΟΜΑ ΤΑ ΜΟΡΙΑ ΚΑΙ ΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑ

4.6.1 Το νερό είναι συνεχές ομογενές μείγμα υδρογόνου και οξυγόνου

«*Αυτή η παρανόηση μπορεί να αρθεί αργότερα, με την εισαγωγή των μαθητών στο μικρόκοσμο*» (από το επικουρικό υλικό χημείας, βιβλίο εκπαιδευτικού, σελ 36).

4.6.2 Τα άτομα μπορούμε να τα δούμε με το μικροσκόπιο

Οι μαθητές δυσκολεύονται να αντιληφθούν πόσο μικρά είναι τα άτομα, τα μόρια και τα ιόντα. Για την άρση αυτής της αντίληψης πρέπει να αναφερθούμε σε πολλά παραδείγματα. Το βιβλίο χημείας β΄ γυμνασίου αναφέρει:

«*Οι επιστήμονες έχουν υπολογίσει ότι το ανθρώπινο κεφάλι αποτελείται από* $9x10^{26}$ *άτομα περίπου. Θέλεις να δεις πόσο μεγάλος είναι αυτός ο αριθμός; Σκέψου ότι όλα τα αστέρια του ορατού σύμπαντος μαζί υπολογίζεται ότι είναι* $2x10^{23}$*, δηλαδή 4.500 φορές λιγότερα από τα άτομα του κεφαλιού σου! Για να αποτελείται λοιπόν το κεφάλι σου από έναν τόσο μεγάλο αριθμό ατόμων, φαντάζεσαι πόσο μικρά είναι αυτά;* Και δίπλα σε γαλάζιο φόντο αναφέρει*: αν μοιράσουμε μια σταγόνα νερού σε όλους τους ανθρώπους της γης, θα πάρει ο καθένας περίπου 300 δισεκατομμύρια μόρια*».

Το επικουρικό υλικό χημείας (Βιβλίο καθηγητή σελ. 36) αναφέρει ότι σε μια εγκάρσια τομή ανθρώπινης τρίχας οι μαθητές πιστεύουν ότι υπάρχουν 100-1000 άτομα ενώ στην πραγματικότητα υπάρχουν 1.000.000 άτομα.

Για να άρουμε την παρανόηση θα μπορούσαμε επίσης να δείξουμε και ένα βίντεο (https://www.youtube.com/watch?v=yQP4UJhNn0I) δίδοντας τις κατάλληλες επεξηγήσεις. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μια σειρά από πολύ μικρά αντικείμενα που δεν μπορούμε να τα δούμε καλά με τα μάτια μας ή δεν τα διακρίνουμε καθόλου, όμως χρησιμοποιώντας το οπτικό μικροσκόπιο να μπορούμε να τα διακρίνουμε καθαρά, για παράδειγμα τμήματα εντόμων ή ολόκληρα βακτήρια. Μπορούμε να ρωτήσουμε από τι αποτελούνται αυτοί οι οργανισμοί ή για τα αντικείμενα από τι είναι κατασκευασμένα και να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι τα άτομα θα πρέπει να είναι πολύ-πολύ μικρότερα από αυτό που ήδη είναι πολύ μικρό. Τα άτομα είναι τόσο μικρά που δεν μπορούμε να τα δούμε ούτε με το οπτικό μικροσκόπιο! Η Kind (2004 σελ. 53) θεωρεί ότι η εισαγωγή του αριθμού του Avogadro, θα ενισχύσει την κατανόηση των μαθητών για το μέγεθος ατόμου.

4.6.3 Τα άτομα είναι ζωντανά γιατί κινούνται

Μερικοί μαθητές φαντάζονται τα άτομα σαν κύτταρα, με μεμβράνη και πυρήνα. Για την άρση αυτής της αντίληψης, μπορούμε να τους πούμε ότι έχουν ενέργεια, γι' αυτό κινούνται αλλά δεν έχουν τα χαρακτηριστικά των ζωντανών οργανισμών, δηλαδή δεν αναπαράγονται, δεν χρειάζονται να προσλάβουν ενέργεια για να ζήσουν, όπως οι ζωντανοί οργανισμοί, ούτε παράγουν απόβλητα. Θα πρέπει, επίσης, να εστιάσουμε στην λέξη «πυρήνα», που με άλλη έννοια χρησιμοποιείται για το κύτταρο και με άλλη για το άτομο.

4.6.4 Τα άτομα έχουν φυσική κατάσταση

Θεωρούν ότι τα άτομα έχουν φυσική κατάσταση, π.χ. το άτομο στερεού είναι μικρό κομμάτι στερεού ή το άτομο υγρού είναι μικρή σταγόνα υγρού.

Οι Ben-Zvi et al (1986) βρήκαν ότι σχεδόν το 50% των μαθητών ηλικίας 15 ετών απέδωσε το μεγαλύτερο μέρος των φυσικών ιδιοτήτων του χαλκού στα απλά άτομα του χαλκού, καθιστώντας έτσι το άτομο του χαλκού μια μικροσκοπική έκδοση του στοιχείου. Οι Briggs και Holding (1986 σελ. 57) αναφέρουν ότι οι μαθητές είναι απρόθυμοι να χρησιμοποιήσουν την σωματιδιακή δομή της ύλης, όταν μιλάνε για στοιχεία, για χημικές ενώσεις και για μείγματα και αυτό δημιουργεί κενά στον τρόπο σκέψης των μαθητών. Θεωρούν ότι πρέπει να υπάρχει συνεχής σύνδεση μεταξύ του μακροσκοπικού και του σωματιδιακού μοντέλου. Οι ίδιοι επίσης, μελετώντας τις απαντήσεις 15χρονων μαθητών για τις διαφορές μεταξύ στοιχείου, ένωσης και μείγματος, διαπίστωσαν ότι μόνο το 21% έκανε χρήση των σωματιδιακών ιδεών για τον προσδιορισμό τους. Οι δε Gabel και Samuel (1987 σελ. 697) αναφέρουν ότι ακόμη και φοιτητές του τμήματος χημείας δεν μπορούν να εξηγήσουν θεμελιώδεις έννοιες της χημείας βασιζόμενοι στο σωματιδιακό μοντέλο.

Δεν είναι, λοιπόν, έκπληξη το γεγονός ότι οι μαθητές βρίσκουν τα μάθημα της χημείας δύσκολο, αφού δεν έχουν κατανοήσει πλήρως το σωματιδιακό μοντέλο και την επεξηγηματική του χρήση.

4.6.5 Τα ηλεκτρόνια κάνουν κύκλους γύρω από τον πυρήνα όπως οι πλανήτες γύρω από τον ήλιο

Για να άρουμε αυτή την ιδέα καλό είναι να γίνει μια ιστορική αναδρομή για την εξέλιξη των απόψεων σχετικά με την κίνηση των ηλεκτρονίων στο άτομο. Καλό θα

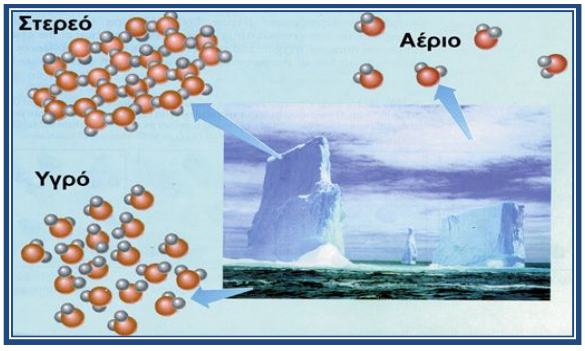
ήταν επίσης να παρουσιαστούν και κατάλληλα βίντεο με την κίνηση των ηλεκτρονίων. Το σχολικό ηλεκτρονικό βιβλίο διαθέτει βίντεο, τα οποία όμως χωρίς τις κατάλληλες εξηγήσεις ενισχύουν την πεποίθηση των μαθητών ότι η κίνηση των ηλεκτρονίων πραγματοποιείται σε κυκλικές ή ελλειψοειδείς τροχιές. Όπως το ακόλουθο: http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/593. Αντ' αυτού, καλό θα ήταν να προβληθεί κάποιο άλλο ή το ακόλουθο βίντεο και μάλιστα στο μέσον της χρονικής διάρκειας του, δηλαδή κατά τη χρονική διάρκεια από 2:40min έως 2:52min https://www.youtube.com/watch?v=F-xLQ1WBIlQ, το οποίο πλησιάζει περισσότερο την κίνηση του ηλεκτρονίου. Η λεκτική εξήγηση όμως είναι πάντα απαραίτητη.

4.6.6 Τα ηλεκτρόνια διαφορετικών ατόμων είναι διαφορετικά μεταξύ τους

Εδώ θα πρέπει να τονίσουμε ότι όλα τα ηλεκτρόνια είναι ίδια μεταξύ τους, έχουν όλα την ίδια μάζα και το ίδιο φορτίο και μπορούν να μεταφέρονται από το ένα άτομο σε ένα άλλο.

4.6.7 Τα μόρια των στερεών είναι σκληρά, μεγάλα, κυβικά ενώ τα μόρια των αερίων είναι μαλακά, μικρά, στρογγυλά.

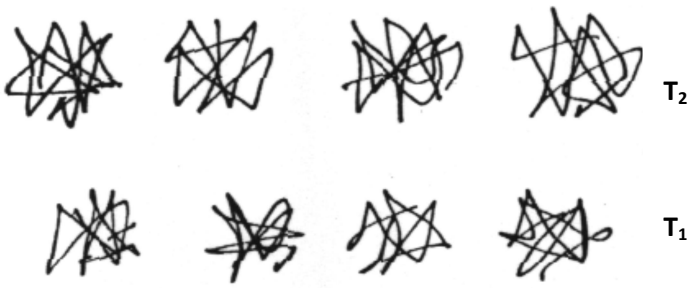
Επίσης θεωρούν ότι τα μόρια των στερεών έχουν μεγαλύτερη μάζα από αυτά των αερίων τους. Εδώ θα πρέπει να επισημάνουμε ότι το σχήμα, το μέγεθος και η μάζα του κάθε μορίου μιας συγκεκριμένης χημικής ουσίας, είναι συγκεκριμένη και ίδια και στις τρεις καταστάσεις της ύλης και ότι η φυσική κατάσταση της χημικής ουσίας εξαρτάται από τις αλληλεπιδράσεις των μορίων της, που είναι διαφορετικές σε κάθε κατάσταση. Η παρακάτω εικόνα (Εικόνα 4.2), από το βιβλίο χημείας Α΄τάξης Γενικού Λυκείου, μας δείχνει προσομοιώματα μορίων του νερού στις τρεις φυσικές του καταστάσεις. Η εξήγηση από τον εκπαιδευτικό για την καλύτερη κατανόηση της εικόνας είναι απαραίτητη.



Εικόνα 4.2: Οι τρεις φυσικές καταστάσεις του νερού.

4.6.8 Κατά τη θέρμανση μιας ουσίας τα μόριά της διαστέλλονται, δηλαδή μεγαλώνουν

Εδώ τονίζουμε ότι οι *δομικοί λίθοι,* π.χ. τα μόρια της ουσίας δεν διαστέλλονται αλλά κατά τη θέρμανσή της απορροφούν ενέργεια, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η κινητική τους ενέργεια και άρα η ταχύτητά τους, με επακόλουθο να απομακρύνονται μεταξύ τους, να αυξάνεται ο κενός χώρος μεταξύ των μορίων της, με αποτέλεσμα να αυξάνουν οι γεωμετρικές διαστάσεις της ουσίας (βλέπε εικόνα 4.3).



Εικόνα 4.3: Κινήσεις δομικών λίθων σε διαφορετικές θερμοκρασίες T_1 και T_2, με $T_2 > T_1$.

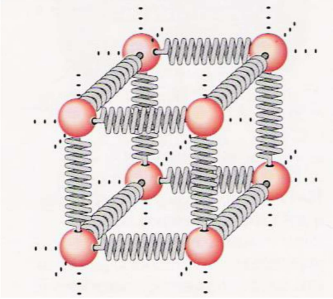
Θα πρέπει επίσης, να επισημάνουμε ότι με τον όρο θερμότητα εννοούμε την ενέργεια που μεταφέρεται από ένα σώμα υψηλής θερμοκρασίας σε άλλο με χαμηλότερη θερμοκρασία και με τον όρο θερμική ενέργεια το σύνολο της κινητικής ενέργειας των δομικών λίθων που συγκροτούν τα υλικά σώματα.

Βεβαίως, η αύξηση των διαστάσεων της ουσίας έχει άμεση σχέση με τη δομή της ύλης. Οι δομικοί λίθοι οποιασδήποτε ουσίας βρίσκονται σε διαρκή κίνηση. Στα στερεά κάνουν ταλάντωση γύρω από μια θέση ισορροπίας σε καθορισμένες περιοχές και *παγιδεύονται* σε αυτές (http://www.ea.gr/biblio/E/EAMMIKRO.PDF) γύρω από μόνιμες θέσεις, στα υγρά κινούνται *γλιστρώντας* το ένα δίπλα στο άλλο, αλλά όχι σε καθορισμένες περιοχές ενώ στα αέρια κινούνται *ελεύθερα* κάνοντας άτακτη κίνηση και διασκορπίζονται.

Όταν προσφέρεται θερμότητα, αυξάνεται η ενέργεια των δομικών λίθων, με αποτέλεσμα το πλάτος της ταλάντωσης στα στερεά να αυξάνεται, άρα να αυξάνεται και η μέση απόσταση ισορροπίας μεταξύ των δομικών σωματιδίων του σώματος, με αποτέλεσμα την μακροσκοπική αύξηση των διαστάσεών του. Όμως οι δομικοί λίθοι διαφορετικών ουσιών αλληλεπιδρούν διαφορετικά μεταξύ τους. Σε άλλες ουσίες αλληλεπιδρούν ισχυρότερα και σε άλλες ασθενέστερα, με αποτέλεσμα το πλάτος της ταλάντωσης και κατά συνέπεια η μεταβολή των διαστάσεων της ουσίας να εξαρτάται από το πόσο ισχυρά αλληλεπιδρούν οι δομικοί λίθοι μεταξύ τους. Εδώ πρέπει να

τονίσουμε ότι ακόμη και οι πιο μικρές αποστάσεις στις οποίες είναι δυνατόν να βρεθούν οι δομικοί τους λίθοι, τόσο στα στερεά όσο στα υγρά και στα αέρια, είναι πολύ μεγαλύτερες από αυτές των δομικών τους λίθων. Ο χώρος μεταξύ τους είναι κενός. Στα υγρά, αύξηση της θερμοκρασίας του υγρού σημαίνει αύξηση της κινητικής ενέργειας των μορίων τους, με αποτέλεσμα την απομάκρυνση του ενός μορίου από το άλλο, που οδηγεί σε αύξηση του κενού χώρου μεταξύ τους, με συνέπεια την αύξηση του όγκου του υγρού. Κατά τη διαστολή, η μάζα παραμένει σταθερή, άρα η πυκνότητα ελαττώνεται.

Για να οπτικοποιήσουμε τη διαστολή μπορούμε να θεωρήσουμε ότι οι δομικοί λίθοι των στερεών συνδέονται με μικροσκοπικά ελατήρια τα οποία επιμηκύνονται πιο εύκολα από όσο συμπιέζονται (βλέπε εικόνα 4.4). Όταν, λοιπόν, αυξάνεται η θερμοκρασία οι δομικοί λίθοι ταλαντώνονται εντονότερα, με αποτέλεσμα τα ελατήρια και να συμπιέζονται και να επιμηκύνονται αλλά η επιμήκυνση είναι μεγαλύτερη από την συμπίεση. Έτσι, απομακρύνονται και αυξάνονται οι διαστάσεις του υλικού. Πρέπει να τονίσουμε ότι δεν διαστέλλονται οι δομικοί λίθοι, δεν αυξάνονται οι διαστάσεις των δομικών λίθων, αλλά μόνο οι διαστάσεις του υλικού.



Εικόνα 4.4: Αλληλεπιδράσεις μεταξύ δομικών λίθων. Η εικόνα είναι από το διαδίκτυο. http://www.aua.gr/gr/dep/gen/fysiki/ekpaideysh_fysikh/shmeiwseis/karpusas/Thermo1.pdf

4.7 ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ

Οι μαθητές αντιμετωπίζουν δυσκολίες στο να αναγνωρίσουν πότε συμβαίνει μια χημική αντίδραση. Πολλοί από αυτούς δεν μπορούν να ξεχωρίσουν πότε συμβαίνει μια χημική αντίδραση και πότε μια μεταβολή της φυσικής κατάστασης. Η απόδειξη για αυτό προέρχεται από μια σειρά μελετών. Οι Ahtee και Varjola (1998) σε έρευνα που πραγματοποίησαν σε 13-20 ετών μαθητές βρήκαν ότι το 20% των μαθητών ηλικίας 13-14 ετών και 17-18 ετών θεωρούσαν τη διάλυση και την αλλαγή της φυσικής κατάστασης σαν χημική αντίδραση, ενώ μόνο το 14% των φοιτητών μπορούσε να εξηγήσει τι πραγματικά συμβαίνει σε μια χημική αντίδραση.

Οι Briggs και Holding (1986 σελ. 63) αναφέρουν ότι το 18% μαθητών ηλικίας 15 ετών θεωρεί ότι «*Οι αλλαγές της ουσίας που αφορούν το χρώμα, τη μεταβολή της μάζας και την αλλαγή της φυσικής κατάστασης δείχνει ότι έχει λάβει χώρα μια χημική αντίδραση.*». Ενώ το 23%, όταν έδινε εξηγήσεις, χρησιμοποιούσε τις λέξεις *λιώνει* και *διαλύεται*. Ο Schollum (1981a) επίσης διαπίστωσε ότι το 48% των μαθητών ηλικίας 14 ετών και το 55% των μαθητών ηλικίας 16 ετών θεωρούν τη διάλυση της ζάχαρης σαν χημική αντίδραση.

Το βιβλίο χημείας της β΄ τάξης γυμνασίου αναφέρει: Η αντίδραση είναι μια περίπτωση μεταβολής, όχι όμως όπως οι μεταβολές τήξη, βρασμός κτλ. και την εξετάζει μακροσκοπικά.

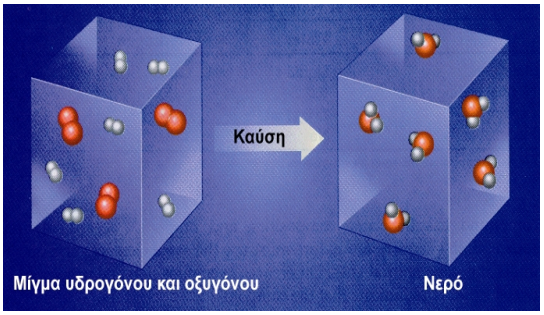
> «*Ας προσπαθήσουμε να δούμε τη διαφορά:*
>
> - *Όταν διασπάται το νερό παράγονται υδρογόνο και οξυγόνο.*
> - *Όταν σκουριάζει ένα σιδερένιο αντικείμενο, ο σίδηρος ενώνεται με το οξυγόνο του αέρα και σχηματίζεται η σκουριά.*
>
> *Τα παραδείγματα αυτά δείχνουν μεταβολές στις οποίες δεν αλλάζουν μόνο οι φυσικές καταστάσεις των ουσιών, αλλά σχηματίζονται καινούριες ουσίες.*
>
> *Ένα παράδειγμα χημικής αντίδρασης που συμβαίνει στη φύση είναι η φωτοσύνθεση. Κατά την αντίδραση αυτή το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό (αντιδρώντα), με τη βοήθεια του φωτός, δίνουν γλυκόζη και οξυγόνο (προϊόντα).*
>
> *Γενικά, οι μεταβολές κατά τις οποίες από κάποιες αρχικές ουσίες προκύπτουν νέες ουσίες με διαφορετικές ιδιότητες από τις αρχικές ονομάζονται* ***χημικές αντιδράσεις****.»,*

Το βιβλίο χημείας της Α΄ τάξης Γενικού Λυκείου αναφέρεται σε φυσικά και χημικά φαινόμενα:

> *«Στα φυσικά φαινόμενα αλλάζουν ορισμένες μόνο από τις φυσικές ιδιότητες των ουσιών, ενώ η χημική τους σύσταση διατηρείται. Παραδείγματα φυσικών φαινομένων είναι η πήξη του νερού, η διάλυση της ζάχαρης στο νερό, η εξάτμιση του οινοπνεύματος.*
>
> *Στα χημικά φαινόμενα (χημικές αντιδράσεις) έχουμε ριζική αλλαγή στη σύσταση και τις ιδιότητες των ουσιών. Παραδείγματα χημικών φαινομένων είναι η μετατροπή του μούστου σε κρασί, η καύση του ξύλου, η μετατροπή του χαλκού σε άλας του».*

Αναφέρεται στο χημικό φαινόμενο της καύσης υπομικροσκοπικά, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 4.5) από το βιβλίο χημείας της Α΄τάξης Γενικού Λυκείου. Να σημειώσουμε ότι στην προηγούμενη ενότητα του βιβλίου γίνεται

εκτενής αναφορά στα: Δομικά σωματίδια της ύλης - Δομή ατόμου - Ατομικός αριθμός - Μαζικός αριθμός – Ισότοπα.



Εικόνα 4.5: Καύση υδρογόνου.

Ο Gensler (1970 σελ. 154-155) θεωρεί ότι οι χημικοί είναι υπεύθυνοι για τις δυσκολίες των μαθητών. Διαφώνησε με το ότι οι αλλαγές της φάσης του νερού θα πρέπει να διδάσκονται ως πρότυπο "φυσικής αλλαγής" και θεωρεί ότι είναι καλύτερα να διδαχθεί το φαινόμενο της "φυσικής αλλαγής" με διαμοριακές δυνάμεις, γιατί αυτό που βλέπουν οι μαθητές έρχεται σε αντίθεση με ό,τι διδάσκονται, δημιουργώντας σύγχυση.

Ο Strong (1970, σελ. 689) προτείνει ότι ο ορισμός της χημικής αλλαγής πρέπει να βασιστεί στα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

1. *Η ταυτότητα του τελικού προϊόντος πρέπει να καθορίζεται από τις ιδιότητες των αρχικών υλικών.*
2. *Η ανάμειξη των αρχικών υλικών είναι απαραίτητη όταν συμπεριλαμβάνονται περισσότερα από ένα αντιδραστήρια.*
3. *Υπάρχει ασυνέχεια ανάμεσα στις ιδιότητες των αρχικών υλικών και των τελικών προϊόντων.*
4. *Οι ιδιότητες των τελικών προϊόντων παραμένουν αναλλοίωτες όταν η θερμοκρασία, η πίεση και η αρχική σύσταση μεταβάλλονται.*

Θεωρεί ότι τα κριτήρια αυτά θα μπορούσαν να σχετίζονται με αισθητήρια ερεθίσματα πράγμα χρήσιμο στους μαθητές, για να αναπτύξουν μια κατανόηση των πραγματικών αλλαγών που σημειώνονται στη μικροσκοπική κλίμακα.

Οι Ahtee και Variola (1998 σελ. 314-315) σημειώνουν ότι «*Μόνο μετά την εισαγωγή της έννοιας του ατόμου είναι προφανής από τους μαθητές η διαφορά μεταξύ χημικής και φυσικής μεταβολής*». Αναφέρουν δε ότι, για να βοηθηθούν οι μαθητές να αποκτήσουν μια σαφή κατανόηση του όρου «χημική αντίδραση», θα πρέπει να τους παρουσιαστεί μια σειρά από κατάλληλα επιλεγμένα φαινόμενα που θα εστιάζουν

τόσο στην παρατήρηση όσο και στην λεκτική επεξήγηση με επιχειρήματα. Οι συγγραφείς προτείνουν, επίσης, ότι η περιγραφή του όρου «χημική αντίδραση» με άτομα δεν θα πρέπει να «δοθεί πολύ σύντομα» (σελ 315), αλλά αργότερα, όταν οι μαθητές θα αντιληφθούν την ανάγκη για μια γενική εξήγηση των φαινομένων με όρους διαφορετικούς από τους δικούς τους.

Στο επικουρικό υλικό χημείας (Βιβλίο εκπαιδευτικού, σελ. 37) προτείνεται ότι για την αντιμετώπιση αυτής της ιδέας πρέπει να τονιστεί η σταθερή ποιοτική σύσταση της χημικής ένωσης σε σχέση με την τυχαία σύσταση ενός διαλύματος.

4.8 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΥΣΚΟΛΙΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΑΕΡΙΑ ΤΗΝ ΚΑΥΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΟΞΕΙΔΩΣΗ

4.8.1 Τα αέρια δεν έχουν μάζα

Θεωρούν ότι ο αέρας και γενικώς τα αέρια δεν έχουν μάζα. Επίσης θεωρούν ότι ο αέρας ή τα αέρια δεν είναι υλικά και μάλλον μοιάζουν με αφηρημένες έννοιες όπως ενέργεια, θερμότητα και βαρύτητα ή ότι ο αέρας είναι μια καθαρή ουσία και όχι μείγμα. Η παραπάνω ιδέα είναι πολύ κοινή και βαθιά ριζωμένη σε αρκετούς μαθητές. Αποτελεί εμπόδιο στην πρόοδο της μάθησης, ιδιαίτερα, όταν αφορά την έννοια της διατήρησης της μάζας κατά τις χημικές αντιδράσεις της καύσης και της οξείδωσης (Επικουρικό υλικό χημείας (Βιβλίο εκπαιδευτικού, σελ. 81)). Επειδή το βάρος της ατμόσφαιρας μας πιέζει, από όταν γεννηθήκαμε, δεν το αντιλαμβανόμαστε. Γι' αυτό, πολλοί μαθητές πιστεύουν ότι ο αέρας και τα αέρια δεν έχουν βάρος, όπως όλα τα άλλα υλικά σώματα. Μπορούμε όμως να αποδείξουμε ότι ο αέρας έχει μάζα με πείραμα. Ζυγίζουμε μια μπάλα μπάσκετ ξεφούσκωτη (άδεια) και γράφουμε την ένδειξη της ζυγαριάς. Στη συνέχεια φουσκώνουμε με αέρα τη μπάλα και την ζυγίζουμε εκ νέου. Καταγράφουμε τη νέα ένδειξη της ζυγαριάς. Συγκρίνουμε τα αποτελέσματα. Άρα, ο αέρας και τα αέρια, όπως όλα τα υλικά σώματα, έχουν μάζα και βάρος. Η μάζα του αέρα που περιέχεται σε ένα κυβικό μέτρο είναι περίπου 1,3 kg. Πολύ σημαντικό για την κατανόηση του ότι ο αέρας έχει μάζα είναι να υπολογίσουν οι ίδιοι οι μαθητές τη μάζα του αέρα που υπάρχει στην τάξη τους.

4.8.2 Η καύση θεωρείται ως αλλαγή της φυσικής κατάστασης της ύλης ή ως χρωματική αλλαγή

Εδώ θα πρέπει να τονιστεί ότι κατά την καύση προκύπτουν νέες ουσίες με διαφορετικές ιδιότητες από τις αρχικές, άρα πρόκειται για χημική αντίδραση. Μπορούμε να το αποδείξουμε με πείραμα, π.χ. κατά την καύση κεριού παραφίνης, ένα από προϊόντα που προκύπτει, το οποίο οι μαθητές μπορούν να παρατηρήσουν, είναι η αιθάλη η οποία έχει διαφορετικές ιδιότητες από το κερί.

Η Driver (2000 σελ. 167-170) αναφέρει ότι οι μαθητές πιστεύουν ότι η χρωματική αλλαγή μιας ουσίας συνιστά μια αντίδραση και ακόμη ότι οι χημικές μεταβολές έτσι απλά συμβαίνουν. Για όσους μαθητές πιστεύουν ότι η χρωματική αλλαγή είναι μόνο αλλαγή χρώματος θα πρέπει και πάλι να εστιάσουμε την προσοχή τους στις διαφορετικές χημικές ή και φυσικές ιδιότητες των αντιδρώντων και των προϊόντων της αντίδρασης.

4.8.3 Τα προϊόντα της καύσης αποτελούν την ουσία που καίγεται

Θεωρούν ότι οι ουσίες που εμφανίζονται ως προϊόντα στην καύση αποτελούν την ουσία που καίγεται. Για να άρουμε αυτές τις ιδέες, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την σωματιδιακή δομή της ύλης.

4.8.4 Πάνω από την φλόγα υπάρχει μόνο αέρας

Για την άρση αυτής της ιδέας, η οποία είναι κοινή σε αρκετούς μαθητές, θα πρέπει να τονίσουμε ότι τόσο μέσα στη φλόγα όσο και πάνω από τη φλόγα δεν βρίσκεται μόνο αέρας αλλά κυρίως βρίσκονται τα αέρια προϊόντα της καύσης. Καμία εικόνα στο βιβλίο χημείας της β΄ γυμνασίου δεν αναφέρεται σε αυτό αλλά ούτε και στο κείμενο γίνεται κάποια αναφορά.

4.8.5 Το οξυγόνο βοηθά στην καύση αλλά δεν συμμετέχει ως αντιδρών

Οι μαθητές δεν μπορούν να αντιληφθούν με τις αισθήσεις τους ότι το οξυγόνο του αέρα δεσμεύεται με την καύση. Θα μπορούσαμε να τους φέρουμε αντιμέτωπους με την αντίληψή τους πραγματοποιώντας ένα πείραμα. Στερεώνουμε δύο κεριά στον εργαστηριακό πάγκο με πλαστελίνη και τα ανάβουμε. Πάνω από το ένα κερί τοποθετούμε ένα αναποδογυρισμένο ποτήρι και τα αφήνουμε να καούν. Μετά από λίγο το κερί που βρίσκεται κάτω από το αναποδογυρισμένο ποτήρι σβήνει και τους

ζητάμε να δώσουν μια εξήγηση. Στη συνέχεια τους βοηθάμε στην αιτιολόγηση, αν χρειαστεί.

4.8.6 Η καύση του κεριού είναι ενδόθερμη αντίδραση

Θεωρούν την καύση του κεριού ως ενδόθερμη αντίδραση, γιατί απαιτείται φωτιά, για να αρχίσει η καύση του. Εδώ τονίζουμε ότι η φωτιά χρειάζεται μόνο στην αρχή, για να ξεκινήσει η αντίδραση. Στη συνέχεια, η καύση του κεριού συνεχίζεται χωρίς να δίνουμε επιπλέον ενέργεια. Αντίθετα, παράγεται ενέργεια υπό μορφή θερμότητας και φωτός.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

5.1 Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΣΚΕΠΤΙΚΟ

Σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών χημείας της β΄ γυμνασίου, η σειρά που πρέπει να ακολουθηθεί στη διδασκαλία είναι να προηγηθούν οι μακροσκοπικές έννοιες όπως, π.χ. η έννοια της χημικής αντίδρασης και μετά να εισαχθούν οι έννοιες του ατόμου και του μορίου. Η αλήθεια είναι ότι η πλειονότητα των μαθητών του γυμνασίου και του λυκείου έχει πολλές παρανοήσεις σχετικά με τα άτομα και τα μόρια και δεν χρησιμοποιούν τη σωματιδιακή φύση της ύλης για να εξηγήσουν χημικές έννοιες ή γενικότερα χημικές αλλαγές.

Σε άρθρο τους οι Wiser και Smith (2008) επισημαίνουν ότι η κατανόηση των χημικών εννοιών: χημική ουσία, χημικό στοιχείο, μείγμα, διάλυμα και χημική αντίδραση δεν μπορεί να είναι αποτελεσματική χωρίς τη χρήση σωματιδιακών μοντέλων. Περαιτέρω υποστηρίζουν ότι τα άτομα και τα μόρια θα πρέπει να εισαχθούν σχετικά νωρίς στο πρόγραμμα σπουδών, στις τελευταίες τάξεις του δημοτικού ή στις αρχικές του γυμνασίου, καθώς οι έννοιες αυτές αλληλεπιδρούν με την κατανόηση της ύλης σε μακροσκοπικό επίπεδο.

Είναι γεγονός ότι οι μαθητές έρχονται στο σχολείο έχοντας ήδη αναπτύξει την έννοια της ύλης σε στενή συνέργεια με τις έννοιες του βάρους, του όγκου, της πυκνότητας, της μάζας και του είδους των υλικών, ενώ ελάχιστοι μαθητές έχουν ασχοληθεί με τις έννοιες του ατόμου και του μορίου. Ως εκ τούτου, η εκμάθηση της ατομικής θεωρίας δεν είναι θέμα αναθεώρησης μιας προϋπάρχουσας έννοιας ή των πεποιθήσεών τους για τα άτομα και τα μόρια, αλλά αντίθετα η διδασκαλία της γίνεται για πρώτη φορά, σύμφωνα με τις επιστημονικές απόψεις και επομένως, κατά τους Wiser και Smith, θα μπορούσε να γίνει κατανοητή χωρίς μεγάλες εννοιολογικές δυσκολίες.

Τίθεται, επομένως, το ερώτημα: μήπως μακροσκοπικές έννοιες, όπως αυτές που αναφέραμε παραπάνω, μπορεί να γίνουν καλύτερα κατανοητές σε συνδυασμό με την κατανόηση των ατόμων και των μορίων; Μήπως δηλαδή η «πρωθύστερη» εισαγωγή της διδασκαλίας των ατόμων και των μορίων μπορεί να βοηθήσει στην καλύτερη κατανόηση των μαθητών; Με αφορμή τον προβληματισμό αυτό, αποφασίσαμε να διερευνήσουμε αν διαφοροποιείται η κατανόηση των μαθητών για την έννοια της χημικής αντίδρασης όταν προηγηθεί η διδασκαλία της ατομικής θεωρίας.

5.2 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΜΕ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΝΝΟΙΩΝ ΤΗΣ ΥΛΗΣ

Όπως έχουν καταδείξει πολυάριθμες μελέτες και υποστηρίξει διάφορες θεωρίες, στη διδακτική των φυσικών επιστημών (από τη δεκαετία του 1970) η σωματιδιακή φύση και η ατομική και μοριακή δομή της ύλης προκαλούν μεγάλες εννοιολογικές δυσκολίες στους μαθητές οδηγώντας σε φτωχή κατανόηση (Tsaparlis 1997, Τσαπαρλής 2011). Θα περιοριστούμε εδώ μόνο στη θεωρία του Piaget για τη νοητική ανάπτυξη του ανθρώπου, σύμφωνα με την οποία η σωματιδιακή φύση της ύλης απαιτεί για την κατανόησή της ικανότητες τυπικής συλλογιστικής (Τσαπαρλής 1991). Ο Τσαπαρλής (1984α) πραγματοποίησε μελέτη σε Έλληνες εκπαιδευτικούς σχετικά με τις δυσκολίες που συναντούσαν οι μαθητές σε θέματα γυμνασιακής χημείας. Τα ευρήματα επιβεβαίωσαν ότι οι μαθητές δυσκολεύονταν περισσότερο στο να κατανοήσουν τη στοιχειομετρία, τον ιοντικό και ομοιοπολικό δεσμό, τη δομή και τους ηλεκτρονικούς τύπους των ομοιοπολικών ενώσεων, τα ιόντα και τις αντιδράσεις. Άλλα θέματα που δυσκολεύουν τους μαθητές της β΄ τάξης γυμνασίου βρέθηκε ότι ήταν: ο περιοδικός πίνακας, ο ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός, η δομή και οι ηλεκτρονικοί τύποι των ομοιοπολικών ενώσεων, τα ιόντα και οι αντιδράσεις. Τα ευρήματα εξηγήθηκαν με τη θεωρία του Piaget.

Αργότερα, σε μια κριτική ανάλυση της ατομικής και μοριακής δομής ο Τσαπαρλής (1997), χρησιμοποίησε τις ακόλουθες επιστημονικές προοπτικές:

1. την αναπτυξιακή προοπτική του Piaget, the Piagetian *developmental* perspective,
2. τη θεωρία της ουσιαστικής μάθησης του Ausubel, the Ausubelian theory of *meaningful learning*,

3. τη θεωρία επεξεργασίας των πληροφοριών, the *information - processing theory*,
4. την αλλαγή των εναλλακτικών αντιλήψεων, the alternative conceptions movement

και κατέληξε στο ίδιο συμπέρασμα, το οποίο επιβεβαίωσε τις εννοιολογικές δυσκολίες που συναντούν οι μαθητές για τις δομικές έννοιες της χημείας.

Επιπλέον, χρησιμοποιώντας το ευρέως γνωστό τρίγωνο της χημείας που έχει προτείνει ο Johnstone (1991, 2007), (στις τρεις κορυφές του τριγώνου τοποθετούνται οι τρεις διαστάσεις της σχολικής χημείας: η μακροσκοπική/φαινομενολογική, η αναπαραστασιακή/ συμβολική και η υπομικροσκοπική), θεωρεί ότι πρέπει:
«Στο μακροσκοπικό επίπεδο να εξοικειώνουμε τους μαθητές με τις χημικές ουσίες και τις ιδιότητές τους. Κεντρική εδώ είναι η χρήση του πειράματος, ενώ η χημική εξίσωση, τα άτομα και τα μόρια δεν περιλαμβάνονται.
Στην αναπαραστασιακή/συμβολική διάσταση να χρησιμοποιούμε σύμβολα, χημικούς τύπους, χημικές εξισώσεις, γραφικές παραστάσεις και μαθηματικό λογισμό.
Τέλος, στο υπομικροσκοπικό επίπεδο πρέπει να αναφερόμαστε σε σωματιδιακά μοντέλα δομής της ύλης, σε άτομα, μόρια και χημικούς δεσμούς».
Επίσης αναφέρει ότι:

1. «*Η πρόωρη και «δογματική» εισαγωγή στη χημική εκπαίδευση άλλων επιπέδων εκτός από το μακροσκοπικό θεωρείται από πολλούς υπεύθυνη για τη φτωχή εκμάθηση της χημείας από τους νέους μαθητές και για την κακή εικόνα που σχηματίζουν για την επιστήμη αυτή*».
2. *«Πρέπει να παραμείνουμε στο μακροεπίπεδο έως ότου οι μαθητές διαμορφώσουν τις νέες έννοιες προτού προσπαθήσουμε να εισαγάγουμε «εξηγήσεις» βασισμένες σε υπομικροσκοπικές θεωρήσεις (Johnstone 2007).»*
3. *«Η εισαγωγή των δύο άλλων επιπέδων πρέπει να γίνει με μια βαθμιαία διαδικασία, που θα οδηγήσει τους μαθητές στον κόσμο του χημικού».*

Με βάση τα πορίσματα της παραπάνω μελέτης, ο Τσαπαρλής (1984β, 1991, 2001, Κολιούλης & Τσαπαρλής 2007) έχει κάνει προτάσεις για την αναθεώρηση του προγράμματος σπουδών της γυμνασιακής χημείας, δίδοντας έμφαση στη μακροσκοπική μελέτη διαφόρων θεμάτων, ενώ διατήρησε μεν τις έννοιες του μορίου,

του ατόμου, του χημικού συμβολισμού και ελάχιστης στοιχειομετρίας, χωρίς όμως την ατομική δομή και τους χημικούς δεσμούς. Αντίστοιχη μεταβολή σημειώθηκε και στα νέα αναλυτικά προγράμματα και βιβλία χημείας που εισήχθησαν το 1997-98 (Γεωργιάδου και συν., 2004).

Ο Johnstone (2007, σελ. 10) πρότεινε ότι οι σχεδιαστές προγραμμάτων σπουδών και οι συγγραφείς σχολικών βιβλίων πρέπει να σκεφτούν την ανάγκη για «μια σημαντική εισαγωγική περίοδο κατά την οποία οι μαθητές να εξοικειώνονται με το να *σκέφτονται με επιστημονικό τρόπο μόνο μέσω της χρήσης του μακροεπιπέδου και απτών εμπειριών*. «*Υπάρχει άφθονη καλή επιστήμη για μάθηση χωρίς την «παρεμβολή» θεωρήσεων σε υπομικροεπίπεδο».* Μια τέτοια προσέγγιση είναι σύμφωνη με τον εποικοδομισμό και ακολουθεί την αρχή της επαγωγής με τη μετάβαση από το μακροσκοπικό στο υπομικροσκοπικό επίπεδο».

Οι Γεωργιάδου και Τσαπαρλής (1999) (βλ. επίσης Georgiadou και Tsaparlis 2000) πρότειναν και δοκίμασαν για τη γυμνασιακή χημεία μια μέθοδο τριών κύκλων, η οποία πραγματεύεται χωριστά το μακροσκοπικό, το συμβολικό και το υπομικροσκοπικό επίπεδο. Στον πρώτο κύκλο το μακροσκοπικό επίπεδο κατέλαβε το μισό από το χρόνο διδασκαλίας και οι μαθητές εξοικειώθηκαν με τις χημικές ουσίες και τις ιδιότητές τους. Εφαρμόζοντας σπειροειδές πρόγραμμα σπουδών ο δεύτερος κύκλος (συμβολικό επίπεδο) κάλυψε το ίδιο υλικό του μαθήματος, με προσθήκη των χημικών τύπων και των χημικών εξισώσεων. Τέλος, ο τρίτος κύκλος (υπομικροσκοπικό επίπεδο) έφερε στο παιχνίδι τα άτομα και τα μόρια.

Πρόσφατα (2010) προτάθηκε από τους Τσαπαρλή, Κολιούλη και Παππά, εισαγωγικό μάθημα χημείας για τη β΄ τάξη γυμνασίου που στοχεύει στην εννοιολογική - ουσιαστική μάθηση, η οποία ενθαρρύνει ενεργητικούς τρόπους μάθησης και έρευνας με έμφαση στη μακροσκοπική-εποικοδομητική προσέγγιση και στη νοηματική εισαγωγή των εννοιών του μορίου και του ατόμου. Η πρόταση υλοποιείται με διδακτικό εγχειρίδιο (βιβλίο) που αποτελείται από έξι ενότητες:

- *Ενότητα 1η : Η ύλη και το έδαφος*
- *Ενότητα 2η : Το νερό*
- *Ενότητα 3η : Χημικές αντιδράσεις*
- *Ενότητα 4η : Ο Αέρας*
- *Ενότητα 5η : Μόρια*

- *Ενότητα 6η : Άτομα*

Οι ενότητες αυτές ολοκληρώνονται σε είκοσι τέσσερα μαθήματα. Η εισαγωγή των εννοιών του μορίου και του ατόμου καθυστερεί μέχρι τις τελευταίες δύο ενότητες του βιβλίου, γιατί, όπως αναφέρει ο Τσαπαρλής (1997) «Η αντίληψη των αφηρημένων εννοιών της ατομικής και της μοριακής δομής της χημείας είναι ένα πολύ δύσκολο έργο για τους μαθητές». Το βιβλίο υποβλήθηκε σε προκαταρκτική αξιολόγηση από τέσσερις έμπειρους Έλληνες καθηγητές θετικών επιστημών (Κολιούλης και Τσαπαρλής, 2007).

5.2.1 Το νέο πρόγραμμα σπουδών Χημείας της Β΄ τάξης Γυμνασίου (2014)

Στο πλαίσιο του επιχειρησιακού προγράμματος Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση «Νέο Σχολείο (Σχολείο 21ου Αιώνα)» έγινε αναθεώρηση του Προγράμματος Σπουδών (Π.Σ.) Χημείας Γυμνασίου. Βασικοί στόχοι ήταν:

- *η ανακατανομή των ενοτήτων και η ορθολογική οργάνωση της ύλης των σχολικών βιβλίων και*
- *ο συνδυασμός της αλλαγής του Π.Σ. με το κατάλληλο εκπαιδευτικό υλικό (έντυπο και ψηφιακό).*

Στη β΄ τάξη γυμνασίου ακολουθείται η προσέγγιση των καταστάσεων της ύλης, με την ακόλουθη σειρά «Έδαφος, Στερεά – Νερό, Υγρά – Αέρας, Αέρια». Η σειρά αυτή αρχίζει από τα πιο χειροπιαστά και γνώριμα στους μαθητές, που είναι τα στερεά, και αφήνει τελευταία τα αέρια που είναι δύσκολα στη νοητική τους σύλληψη. Η γενική αρχή που ακολουθήθηκε είναι ότι οι ενότητες και στις δύο τάξεις δεν πρέπει είναι ασύνδετες μεταξύ τους αλλά θα πρέπει να υπάρχει μια γέφυρα από τη μία ενότητα στην επομένη. Ακολουθήθηκε, δηλαδή, η σπειροειδής προσέγγιση. Στην πρώτη ενότητα (Ενότητα 1: Από το έδαφος και το υπέδαφος στις χημικές ουσίες) γίνεται η εισαγωγή των εννοιών του χημικού στοιχείου και της χημικής ένωσης και ολοκληρώνεται στην τρίτη ενότητα *(Ενότητα 3: Από το μακρόκοσμο στο μικρόκοσμο - Από το νερό στο άτομο). Στην τρίτη ενότητα εισάγεται και ο χημικός συμβολισμός.*

Θεωρήθηκε ότι είναι καλύτερο να καθυστερήσει η εισαγωγή των δομικών και συμβολικών εννοιών (μόρια, άτομα) τοποθετώντας τις στην 3η ενότητα «Από το νερό στο άτομο - Από το μακρόσκοσμο στο μικρόκοσμο». Εν συνεχεία, δόθηκε έμφαση

στη διάκριση ουσίας και μείγματος, στο διαχωρισμό μειγμάτων στα συστατικά τους και στην έννοια της ουσίας μακροσκοπικά (με βάση καθορισμένες φυσικές σταθερές). Κατόπιν, μελετήθηκαν οι χημικές αντιδράσεις, πρώτα ανάμεσα σε στερεές ουσίες κι έπειτα οι θερμικές διασπάσεις στερεών ουσιών.

Το νέο Πρόγραμμα Σπουδών (2014) δίνει μεγαλύτερη έμφαση στη μακροσκοπική μελέτη των χημικών αντιδράσεων σε σχέση με το τρέχον σχολικό βιβλίο. (Για περισσότερα βλέπε Τσαπαρλής κ.ά. 2015 και 2016).

5.3 Η ΑΤΟΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΚΑΙ ΓΙΑΤΙ ΝΑ ΠΡΟΗΓΗΘΕΙ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ

Εκτός του ότι η εκμάθηση της ατομικής θεωρίας δεν είναι θέμα αναθεώρησης προϋπαρχουσών εννοιών, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, αυτή είναι απλή και θεωρείται μία από τις σημαντικότερες σύγχρονες επιστημονικές θεωρίες. Προσφέρει εξηγήσεις για το τι είναι αυτό που διακρίνει μια χημική ουσία από ένα μείγμα χημικών ουσιών, τι κάνει διαφορετική μία ουσία από μία άλλη, γιατί και πώς αλλάζει φυσική κατάσταση μια ουσία, γιατί και πώς συμβαίνουν οι χημικές αντιδράσεις. Ως εκ τούτου, οι μαθητές θα πρέπει να είναι εξοικειωμένοι με αυτήν, ειδικά αυτοί που αποφοιτούν από το λύκειο.

Οι βασικές αρχές της ατομικής θεωρίας είναι λίγες και απλές:

- *Όλη η ύλη αποτελείται από άτομα, τα οποία είναι πάρα πολύ μικρά για να τα δούμε μέσα από ένα οπτικό μικροσκόπιο.*
- *Υπάρχει κενός χώρος (κενό) μεταξύ των ατόμων.*
- *Κάθε άτομο καταλαμβάνει χώρο, έχει μάζα, και είναι σε συνεχή κίνηση.*
- *Όλη η ύλη που συναντάμε στη γη είναι κατασκευασμένη με λιγότερο από 120 διαφορετικά είδη ατόμων.*
- *Κάθε είδος ατόμου έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, συμπεριλαμβανομένης της μάζας και του τρόπου που συνδυάζεται με άλλα άτομα.*
- *Τα άτομα μπορούν να ενωθούν (σε διαφορετικές αλλά σταθερές αναλογίες) για να σχηματίσουν μόρια, μια διαδικασία που περιλαμβάνει σπάσιμο των χημικών δεσμών που προϋπήρχαν και σχηματισμό νέων δεσμών μεταξύ των ατόμων.*
- *Ορισμένες ουσίες (χημικά στοιχεία) αποτελούνται από ένα μόνο είδος ατόμων.*
- *Άλλες ουσίες (χημικές ενώσεις) αποτελούνται από ομάδες ατόμων συνδεδεμένων μεταξύ τους.*

- *Τα υλικά είναι μείγματα δύο ή περισσοτέρων (συχνά πολύ περισσότερων) ουσιών.*
- *Μερικά υλικά είναι κυρίως κατασκευασμένα από μία μόνο ουσία.*
- *Οι μεταβολές/αλλαγές στην ύλη περιλαμβάνουν τις φυσικές μεταβολές, στις οποίες τα μόρια αλλάζουν θέση ή τρόπο κίνησης, αλλά παραμένουν ίδια, και τις χημικές μεταβολές, στις οποίες τα άτομα των μορίων αναδιατάσσονται δηλαδή αποσυνδέονται και επανασυνδέονται σε νέα καινούργια μόρια διαφορετικά από τα αρχικά, αλλά τα άτομα παραμένουν άθικτα.*

Αν, λοιπόν, οι μαθητές γνωρίζουν καλά την ατομική θεωρία, τότε ίσως τη χρησιμοποιήσουν για να εξηγήσουν χημικές έννοιες και γενικότερα χημικές μεταβολές και πιθανώς να μπορούν να ερμηνεύουν καλύτερα τι συμβαίνει στις χημικές αντιδράσεις.

5.4 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ: ΔΕΙΓΜΑ

Για την πραγματοποίηση της έρευνας επιλέξαμε ένα δείγμα ευκολίας αποτελούμενο από δέκα γυμνάσια. Σε αυτά περιλαμβάνονταν και ένα ιδιωτικό σχολείο (το Αρ. 6). Από τα υπόλοιπα εννέα δημόσια γυμνάσια, δύο ήταν ημιαστικά σε αγροτικές περιοχές (Αρ. 1 και 9), ένα ημιαστικό σε νησιωτική περιοχή (Αρ. 7), δύο σε αστική περιοχή (Αρ. 8 και 10), δύο σε ημιαστικές περιοχές (Αρ. 2 και 3) και δύο ήταν πειραματικά γυμνάσια σε αστικές περιοχές (Αρ. 4 και 5). Τα γυμνάσια αριθμήθηκαν σύμφωνα με τη σειρά παραλαβής των γραπτών από εμάς. Για διάφορους λόγους δεν συμμετείχαν στο τεστ και στο διαγώνισμα όλα τα γυμνάσια. Από τα γυμνάσια 2, 3 και 8 λάβαμε γραπτά μόνο από το διαγώνισμα ενώ από τα γυμνάσια 6 και 9 λάβαμε γραπτά μόνο από το τεστ.

Το δείγμα αυτό ήταν βολικό για τους ερευνητές λόγω του ότι οι ίδιοι γνώριζαν και εκτιμούσαν τους συγκεκριμένους διδάσκοντες, οι οποίοι θα αναμενόταν να ανταποκριθούν θετικά στο αίτημά μας και να εκτελέσουν το ερευνητικό πρόγραμμα και τα σχετικά τεστ με αξιόπιστο τρόπο.

Οι διδάσκοντες στα σχολεία αυτά ήταν εννέα χημικοί και δύο φυσικοί. Οι τρεις εκ των χημικών είναι κάτοχοι διδακτορικού στη διδακτική της χημείας με πολυετή διδακτική εμπειρία στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τρεις με μεταπτυχιακό στη διδακτική της χημείας και αρκετή διδακτική εμπειρία και δύο μεταπτυχιακοί φοιτητές στη διδακτική της χημείας με διδακτική εμπειρία στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και

ειδικότερα στο γυμνάσιο. Οι ένας εκ των χημικών και οι δύο φυσικοί έχουν πολυετή διδακτική εμπειρία στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και ειδικότερα στο γυμνάσιο.

Διακρίναμε τα τμήματα των μαθητών του ίδιου σχολείου, που διδάσκονταν από τον ίδιο εκπαιδευτικό, σε πειραματικό τμήμα και σε τμήμα ελέγχου. Στο τμήμα ελέγχου ακολουθήθηκε η σειρά μαθημάτων όπως ακριβώς είναι στο σχολικό βιβλίο Χημείας β΄ γυμνασίου, όπως ορίζει το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών και σύμφωνα και με τη σχετική εισήγηση του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ) (Πράξη 24/08-07-2013 και 33/30-09-2013 Δ.Σ.), ενώ στο πειραματικό τμήμα ακολουθήθηκε τροποποιημένη σειρά μαθημάτων, σύμφωνα με οδηγίες που τους δόθηκαν από εμάς για τη έρευνά μας (να προηγηθεί δηλαδή η διδασκαλία των ατόμων και μορίων και στη συνέχεια να διδαχθεί η χημική αντίδραση). Οι γραπτές οδηγίες που δώσαμε στους διδάσκοντες παρατίθενται στο Παράρτημα 5.1.

Η εφαρμογή του προγράμματος και τα σχετικά τεστ και διαγωνίσματα στα οποία υποβάλαμε τους μαθητές ενέπιπταν ακριβώς στο αναλυτικό πρόγραμμα της χημείας β΄ γυμνασίου και βρίσκονταν ακριβώς στο σχολικό εγχειρίδιο. Για τον λόγο αυτόν, κρίθηκε ότι δεν απαιτούνταν καμιά ειδική άδεια από το ΙΕΠ, το σχολείο ή τους γονείς των μαθητών. Ως εκ τούτου, συστήσαμε στους διδάσκοντες να μην γίνει ενημέρωση για το ερευνητικό πρόγραμμά μας. Για τον ίδιο λόγο, το τεστ και το διαγώνισμα στο οποίο απάντησαν οι μαθητές ήταν επώνυμο και ο βαθμός της επίδοσής τους συμμετείχε στη βαθμολογία του τριμήνου. Με τον τρόπο αυτό θελήσαμε να ενεργοποιήσουμε τους μαθητές να προσπαθήσουν όσο περισσότερο μπορούσαν για καλύτερη επίδοση και όχι απλώς να απαντήσουν σε μερικά θέματα και άλλα να τα αγνοήσουν ή να μην προσπαθήσουν αρκετά, στην περίπτωση όπου η επίδοσή τους σε αυτά δεν θα λαμβανόταν υπόψη στη βαθμολογία τους και απλώς οι απαντήσεις τους στο τεστ θα αποτελούσαν το υλικό για μια εκπαιδευτική έρευνα.

Το θέμα του διαγωνίσματος που διαπραγματεύονταν τον σχηματισμό του νερού από οξυγόνο και υδρογόνο σε κατάλληλες συνθήκες δε λήφθηκε υπόψη στη βαθμολογία του τριμήνου από τους εκπαιδευτικούς γιατί ήταν εκτός ύλης σύμφωνα με τις οδηγίες διδασκαλίας του υπουργείου παιδείας. Ο σχηματισμός του νερού από οξυγόνο και υδρογόνο σε κατάλληλες συνθήκες μπορούσε να ληφθεί ως ερώτηση κρίσεως (βλέπε παράρτημα 3.3, σελ. 55).

5.5 ΤΑ ΧΡΗΣΙΜΟΙΗΘΕΝΤΑ ΤΕΣΤ ΚΑΙ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΑ – ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

5.5.1 Το τεστ

Χρησιμοποιήσαμε ένα τεστ σε δύο μορφές (ώστε γειτονικοί μαθητές να μην απαντούν στο ίδιο τεστ) για να διαπιστώσουμε κατά πόσο οι μαθητές είχαν εξοικειωθεί με τα άτομα, τα μόρια, τα χημικά σύμβολα και τα προσομοιώματά τους και κατά πόσο απέκτησαν την ικανότητα να περνούν από το επίπεδο των προσομοιωμάτων (το υπομικροσκοπικό επίπεδο) στο επίπεδο των χημικών συμβόλων (το συμβολικό επίπεδο) και αντίστροφα.[1] Κάθε μορφή του τεστ (Γενικό Παράρτημα 1) αποτελούνταν από δύο διαφορετικές ισοσταθμισμένες «απεικονίσεις» χημικών αντιδράσεων με χημικές εξισώσεις. Η μία απεικόνιση ήταν σε συμβολικό επίπεδο και ζητούνταν να αναπαρασταθεί σε υπομικροσκοπικό επίπεδο με προσομοιώματα (τα προσομοιώματα ατόμων και μορίων που συμμετείχαν σε αυτή δίδονταν ονομαστικά χωρίς τα χημικά τους σύμβολα). Η άλλη απεικόνιση της χημικής αντίδρασης ήταν σε υπομικροσκοπικό επίπεδο με προσομοιώματα και ζητούνταν να αναπαρασταθεί σε συμβολικό επίπεδο (τα προσομοιώματα των ατόμων και των μορίων που υπεισέρχονταν στη χημική εξίσωση δίδονταν πάλι ονομαστικά, χωρίς τα χημικά τους σύμβολα). Η χρονική διάρκεια του τεστ ήταν 15 λεπτά. Στη συνέχεια, αφού συλλέχθηκαν τα απαντημένα από τους μαθητές τεστ, απαντήθηκαν από τους εκπαιδευτικούς για άμεση ανατροφοδότηση των μαθητών και συζητήθηκαν οι απορίες τους.

Τα τεστ διορθώθηκαν και βαθμολογήθηκαν τόσο από τους εκπαιδευτικούς της τάξης όσο και από την ερευνήτρια. Για τη βαθμολόγησή τους χρησιμοποιήθηκε το βαθμολογικό σχήμα που τους δώσαμε, ενώ πραγματοποιήθηκε εκτενής συζήτηση με την ερευνήτρια τόσο πριν από τη βαθμολόγηση όσο και κατά την διάρκειά της. Το βαθμολογικό σχήμα περιλαμβάνεται στις δύο μορφές των τεστ που δόθηκαν στους εκπαιδευτικούς (Γενικό Παράρτημα 1).

[1] Επί της ουσίας, η «απεικόνιση» των ατόμων και μορίων τόσο με γράμματα του αλφαβήτου όσο και χημικά προσομοιώματα συνιστούν χημικό συμβολισμό (τη χημική εξίσωση) της χημικής αντίδρασης. Εδώ όμως θεωρούμε ότι τα προσομοιώματα είναι κοντά σε μια «απεικόνιση» στο υπομικροσκοπικό επίπεδο.

Τα κύρια ερευνητικά ερωτήματα του τεστ ήταν:

1. Μπορούν οι μαθητές να περνούν από τη χημική εξίσωση με σύμβολα (συμβολικό επίπεδο) στη χημική εξίσωση με προσομοιώματα (υπομικροσκοπικό επίπεδο) και αντίστροφα (ανεξάρτητα από τη διδακτική παρέμβαση); Αυτό βέβαια προϋποθέτει την κατανόηση των δύο αυτών επιπέδων. Ειδικότερα:
   - *Όταν τους δίδεται μια ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση σε συμβολικό επίπεδο, μπορούν να χρησιμοποιήσουν προσομοιώματα για να την απεικονίσουν σε υπομικροσκοπικό επίπεδο;*
   - *Όταν τους δίδεται μια ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση σε υπομικροσκοπικό επίπεδο με προσομοιώματα, μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα σύμβολα των μορίων για να την αναπαραστήσουν σε συμβολικό επίπεδο;*
2. Παίζει ρόλο η σειρά που ακολουθήθηκε στη διδασκαλία (η διδακτική παρέμβαση);

Υποερωτήματα που συνδέονται με το κύριο ερώτημα (1) και στα οποία δίνει απάντηση η παρούσα έρευνα είναι:

α) Όταν τους δίδονται χημικές ενώσεις με σύμβολα, μπορούν να απεικονίσουν σωστά τους τύπους των χημικών ενώσεων στην υπομικροσκοπική τους μορφή;

β) Όταν τους δίδονται χημικές ενώσεις με προσομοιώματα, μπορούν να απεικονίσουν σωστά τους τύπους των χημικών ενώσεων στη συμβολική τους μορφή;

γ) Ισοσταθμίζουν σωστά τις αντιδράσεις είτε αυτές δίδονται σε συμβολικό είτε σε υπομικροσκοπικό επίπεδο;

5.5.2 Το διαγώνισμα

Στη συνέχεια (μετά από επανάληψη) δόθηκε το διαγώνισμα το οποίο αποτελούνταν από έξι θέματα και έπρεπε να απαντηθεί σε μια διδακτική ώρα. Αποτελούσε το καθιερωμένο διαγώνισμα του δευτέρου τριμήνου. Και στην περίπτωση αυτή, χρησιμοποιήσαμε δύο ισοδύναμες μορφές του διαγωνίσματος σε κάθε τμήμα (Διαγώνισμα 1 και Διαγώνισμα 2), ώστε μαθητές που κάθονταν στο ίδιο θρανίο να

έχουν διαφορετικά αλλά ισοδύναμα διαγωνίσματα. Το διαγώνισμα αυτό παρατίθεται και στις δύο μορφές του στο Γενικό Παράρτημα 2.

Το βασικό μας ερευνητικό ερώτημα στο διαγώνισμα αφορούσε την κατανόηση της έννοιας της χημικής αντίδρασης. Η ιεράρχηση των θεμάτων του διαγωνίσματος ήταν η ακόλουθη:

1. *Το θέμα (ανοικτή ερώτηση) αναφέρονταν στο αν γνωρίζουν οι μαθητές έναν αποδεκτό ορισμό για την έννοια της χημικής αντίδρασης και αν γνωρίζουν πώς ονομάζονται οι αντιδράσεις στις οποίες ελευθερώνεται θερμότητα στο περιβάλλον ή απορροφάται θερμότητα από το περιβάλλον κατά την πραγματοποίησή τους.*
2. *Το θέμα αυτό αφορούσε την ισοστάθμιση μιας αντίδρασης με προσομοιώματα. Δίδονταν δύο πλαίσια τα οποία συνδέονταν με ένα βέλος. Στο πρώτο πλαίσιο υπήρχαν δύο προσομοιώματα μορίων (αερίων) που θα αντιδρούσαν μεταξύ τους σε κατάλληλες συνθήκες και στο δεύτερο το προσομοίωμα του ενός μόνο αέριου προϊόντος που θα σχηματίζονταν. Επίσης, δίδονταν η ονομασία του κάθε αντιδρώντος, του προϊόντος και των ατόμων τους λεκτικά και με προσομοίωμα. Χρησιμοποιήθηκαν πλαίσια και όχι κουτάκια για να είναι σε συμφωνία με τις εικόνες του σχολικού βιβλίου.*
3. *Στο θέμα αυτό ζητήθηκε να γραφεί μια χημική εξίσωση και να ισοσταθμιστεί. Δίδονταν τα σύμβολα και οι φυσικές καταστάσεις των χημικών ενώσεων και στοιχείων που λάμβαναν μέρος στη χημική αντίδραση, δηλαδή τα αντιδρώντα και τα προϊόντα της χημικής αντίδρασης λεκτικά και συμβολικά καθώς επίσης και η λεκτική περιγραφή της χημικής αντίδρασης.*
4. *Στο θέμα αυτό δίδονταν τρία πλαίσια. Το ένα περιείχε προσομοιώματα ενός διατομικού στοιχείου, το άλλο προσομοιώματα μιας χημικής ένωσης και το τρίτο περιείχε προσομοιώματα δύο διαφορετικών χημικών στοιχείων (μείγμα). Ζητείτο από το μαθητή να απαντήσει τι περιείχε το κάθε πλαίσιο και να αιτιολογήσει την απάντησή του.*
5. *Στο θέμα αυτό περιγράφεται λεκτικά μια χημική αντίδραση χωρίς να δίδεται ο συμβολισμός των αντιδρώντων και των προϊόντων της αντίδρασης και ζητούνταν από τους μαθητές να καθορίσουν ποιά είναι τα αντιδρώντα και ποιά τα προϊόντα της αντίδρασης. Ζητούνταν επίσης να αιτιολογήσουν την αύξηση ή την ελάττωση της μάζας του ενός αντιδρώντος, δεδομένου ότι η αντίδραση πραγματοποιείται σε ανοιχτό χώρο, στο ύπαιθρο.*
6. *Το θέμα αυτό αναφέρεται στην αντίδραση σχηματισμού του νερού από υδρογόνο και οξυγόνο. Δίδονταν η αναλογία μαζών υδρογόνου-οξυγόνου στο σχηματισμό νερού και τυχαίες ποσότητες σε γραμμάρια από υδρογόνο και οξυγόνο αλλά σε κατάλληλες*

συνθήκες, στις οποίες μπορεί να πραγματοποιηθεί η αντίδραση. Ζητείτο να εξεταστεί αν θα συμβεί αντίδραση και πόσα γραμμάρια νερού θα σχηματιστούν. Δίδονταν τρεις επιλογές και έπρεπε να επιλέξουν τη σωστή. Στη συνέχεια, καλούνταν να αιτιολογήσουν την επιλογή τους.

Τα κύρια ερευνητικά ερωτήματα του διαγώνισμα ήταν έξι:

1. *Κατά πόσο οι μαθητές είναι σε θέση να διατυπώσουν ορισμούς για τις χημικές αντιδράσεις;*
2. *Μπορούν να διακρίνουν και να αιτιολογήσουν με βάση τα σωματιδιακά μοντέλα τις έννοιες χημικό στοιχείο, χημική ένωση, μείγμα στοιχείων;*
3. *Μπορούν να ισοσταθμίσουν χημικές εξισώσεις που δίδονται με σύμβολα ή με προσομοιώματα;*
4. *Μπορούν να κατανοήσουν και να εξηγήσουν χημικές αντιδράσεις;*
5. *Κατανοούν τη στοιχειομετρία των χημικών αντιδράσεων;*
6. *Παίζει ρόλο η σειρά που ακολουθήθηκε στη διδασκαλία (η διδακτική παρέμβαση);*

Τα επιμέρους ερευνητικά ερωτήματα ήταν τα ακόλουθα:

1. *Μπορούν να δώσουν έναν αποδεκτό ορισμό για την έννοια της χημικής αντίδρασης;*
2. *Μπορούν να δώσουν έναν αποδεκτό ορισμό για το πότε μια αντίδραση είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη;*
3. *Αναγνωρίζουν τα αντιδρώντα από τα προϊόντα μιας χημικής αντίδρασης;*
4. *Μπορούν να ξεχωρίσουν τα προσομοιώματα χημικών ενώσεων, στοιχείων, μειγμάτων στοιχείων, ή μειγμάτων χημικών ενώσεων και να αιτιολογήσουν την απάντησή τους με βάση τα σωματιδιακά μοντέλα; Δηλαδή κατανοούν τη διαφορά μεταξύ του μορίου μιας χημικής ένωσης και του μορίου ενός χημικού στοιχείου;*
5. *Κατανοούν ότι η ποσοτική σύσταση μιας χημικής ένωσης είναι πάντα σταθερή ανεξάρτητα από τις ποσότητες που διαθέτουμε για την παρασκευή της; Δηλαδή μπορούν να εξηγήσουν τι συμβαίνει όταν δύο ή περισσότερες ουσίες αλληλεπιδρούν σε κατάλληλες συνθήκες χωρίς να βρίσκονται σε στοιχειομετρική αναλογία;*
6. *Αντιλαμβάνονται τι συμβαίνει όταν πραγματοποιείται μια αντίδραση;*

   a. *Μπορούν να αιτιολογήσουν την «εξαφάνιση» του άνθρακα όταν αυτός καίγεται πλήρως ή την «μερική εξαφάνισή» του όταν καίγεται μερικώς σε ανοικτό δοχείο στο περιβάλλον;*
   b. *Μπορούν να αιτιολογήσουν την αύξηση της μάζας ενός καρφιού που αφήνεται εκτεθειμένο στο περιβάλλον και σκουριάζει;*
7. *Χρησιμοποιούν τους κατάλληλους συμβολισμούς για να δηλώσουν την φυσική κατάσταση της ουσίας;*

Τα διαγωνίσματα διορθώθηκαν και βαθμολογήθηκαν τόσο από τους εκπαιδευτικούς της τάξης όσο και από την ερευνήτρια. Για την βαθμολόγησή τους χρησιμοποιήθηκε το βαθμολογικό σχήμα που τους δώσαμε, ενώ πραγματοποιήθηκε εκτενής συζήτηση μαζί με την ερευνήτρια τόσο πριν τη βαθμολόγηση όσο και κατά την διάρκειά της. Το βαθμολογικό σχήμα περιλαμβάνεται στις δύο μορφές του διαγωνίσματος που δόθηκαν στους εκπαιδευτικούς (Γενικό Παράρτημα 2).

5.6 ΕΙΚΟΝΕΣ ΚΑΙ ΥΠΕΡΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΣΤΑ ΣΧΟΛΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΒΙΒΛΙΑ ΧΗΜΕΙΑΣ ΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

Επίσης, επειδή τόσο οι εικόνες όσο και οι Τ.Π.Ε. διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην κατανόηση των εννοιών της χημείας, αποφασίσαμε να καταγράψουμε και ταξινομήσουμε τα διαφορετικά είδη αναπαραστάσεων τόσο των εικόνων όσο και των υπερσυνδέσμων στα ηλεκτρονικά βιβλία των β΄ και γ΄ τάξεων γυμνασίου, σύμφωνα με την κωδικοποίηση των Gkitzia, Salta, and Tzougraki (2011). Ειδικότερα, οι εικόνες και οι υπερσύνδεσμοι των εμπλουτισμένων διαδραστικών βιβλίων κωδικοποιήθηκαν με τους όρους: μακροσκοπικές αναπαραστάσεις, συμβολικές αναπαραστάσεις, υπο-μικροσκοπικές αναπαραστάσεις, υβριδικές αναπαραστάσεις, πολλαπλές αναπαραστάσεις και μεικτές αναπαραστάσεις (Gkitzia et al. 2011). Στόχος ήταν να ερευνήσουμε σε ποιο εύρος γίνεται έκθεση των μαθητών στα τρία χημικά επίπεδα.

Η μελέτη καθοδηγήθηκε από τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

1. *Ποια είναι τα διάφορα είδη των εικόνων και των υπερσυνδέσμων που χρησιμοποιούνται στα εμπλουτισμένα διαδραστικά βιβλία Χημείας της β' και γ΄ τάξης γυμνασίου του Ψηφιακού Σχολείου;*

2. *Αυξάνεται το σύνολο των υπομικροσκοπικών, συμβολικών και ιδιαίτερα των πολλαπλών αναπαραστάσεων στο εμπλουτισμένο διαδραστικό βιβλίο χημείας της γ΄ τάξης γυμνασίου σε σχέση με το αντίστοιχο της β΄τάξης;*

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5.1 Οδηγίες προς τους διδάσκοντες για την εκτέλεση του ερευνητικού προγράμματος

Σειρά διδασκαλίας χημικών αντιδράσεων, ατόμων και μορίων στη χημεία β΄ γυμνασίου

Παρακάτω παρατίθενται οι γραπτές οδηγίες που δόθηκαν στους διδάσκοντες σχετικά με τη σειρά που έπρεπε να ακολουθηθεί στην διδασκαλία. Υπενθυμίζουμε ότι σε κάθε σχολείο διακρίναμε τους μαθητές σε δύο τμήματα, ένα τμήμα μεθοδολογίας και ένα τμήμα ελέγχου.

ΟΙ ΟΔΗΓΙΕΣ:

Α) ΤΜΗΜΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ

Παρακαλούμε να ακολουθήσετε την ακόλουθη σειρά μαθημάτων από το σχολικό βιβλίο Χημείας Β΄ Γυμνασίου.

Οι παράγραφοι 2.1 έως και 2.5 θα διδαχθούν κανονικά με τη σειρά του βιβλίου.

Ακολουθούν με τη σειρά οι:

1. Η παράγραφος 2.6.1 «Ηλεκτρολυτική διάσπαση του νερού» (σελίδες 48, 49 και 50) θα διδαχθεί κανονικά αλλά η ερώτηση 3 από το στάση για εμπέδωση της σελίδας 50 δεν θα διδαχθεί και θα διδαχθεί μετά την παράδοση της παραγράφου «Άτομα και μόρια».
2. Η παράγραφος 2.6.2 «Φυσικές σταθερές των χημικών ουσιών» (σελίδες 51, 52 και 53) θα διδαχθεί κανονικά χωρίς καμία αλλαγή.
3. Η παράγραφος 2.7 «Χημική αντίδραση» **δεν θα διδαχτεί στο σημείο αυτό, αλλά αργότερα.**
4. Στη συνέχεια θα διδάξουμε την παράγραφο 2.8 «Άτομα και μόρια» (σελίδες 58, 59, 60 και 61) κανονικά χωρίς καμιά αλλαγή. Εδώ θα ενταχθεί και η διδασκαλία της ερώτησης 3 της σελίδας 50, η οποία θα εξηγηθεί σύμφωνα με την «ατομική θεωρία».
5. Η παράγραφος 2.9 «Υποατομικά σωματίδια - Ιόντα» **θα παραλειφθεί** στα πλαίσια της **μελέτης μας** και θα διδαχθεί μετά το τεστ.
6. Η παράγραφος 2.10 «Σύμβολα χημικών στοιχείων και ενώσεων» (σελίδες 67, 68 και 69) θα διδαχθούν κανονικά **εκτός** από το κομμάτι «Χημικοί τύποι ιόντων και ιοντικών ενώσεων». Επίσης, το **στάση για εμπέδωση** θα διδαχθεί κανονικά εκτός από την ερώτηση 3 που αναφέρεται σε ιόντα. **ό, τι αφορά τα ιόντα μπορεί να διδαχθεί μετά το τεστ* και το διαγώνισμα* της μελέτης μας.**
7. Η παράγραφος 2.11 «Χημική εξίσωση» (σελίδες 70, 71 και 72) **δεν θα διδαχθεί στο σημείο αυτό**, αλλά θα διδαχθεί μετά την παράγραφο 2.7.
8. Θα διδαχθεί η παράγραφος 2.7 «Χημική αντίδραση» (σελίδες 54, 55, 56 και 57).

10.Στη συνέχεια θα διδαχθεί η παράγραφος 2.11 «Χημική εξίσωση» σελίδες 70, 71 και 72.

Θα γίνει επανάληψη στις παραγράφους από 2.6 έως και 2.11 **εκτός της παραγράφου** 2.9 και θα δοθεί το **τεστ* και το διαγώνισμα***. Μετά μπορεί να διδαχθεί η παράγραφος 2.9.

*Το τεστ και το διαγώνισμα θα το ετοιμάσουμε εμείς και θα σας το δώσουμε εγκαίρως. Το τεστ και το διαγώνισμα θα είναι το ίδιο για τα δύο τμήματα Μεθοδολογίας και Ελέγχου.

Επαναλαμβάνουμε ότι στα πλαίσια της μελέτης μας δεν θα διδαχθεί η **παράγραφος 2.9 Υποατομικά σωματίδια – ιόντα** και ό, τι είναι σχετικό με αυτή την ύλη. Έτσι **δεν θα διδαχθεί** από την παράγραφο 2.10 το κομμάτι **χημικοί τύποι ιόντων και ιοντικών ενώσεων** (σελίδα 69) και από το **στάση για εμπέδωση** σελ. 69, η ερώτηση 3. **Αυτά μπορείτε να τα διδάξετε έπειτα από τη διεξαγωγή του τεστ και του διαγωνίσματος της μελέτης μας.**

Β) ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Στο Τμήμα Ελέγχου θα διδάξουμε ακριβώς την ίδια ύλη με αυτήν του Τμήματος Μεθοδολογίας, αλλά θα κρατήσουμε αυστηρά τη σειρά του βιβλίου. Και στην περίπτωση αυτή **στα πλαίσια της μελέτης μας** δεν θα διδαχθεί και εδώ η **παράγραφος 2.9 Υποατομικά σωματίδια – ιόντα** και ό, τι είναι σχετικό με αυτή την ύλη. Έτσι **δεν θα διδαχθεί** από την παράγραφο 2.10 το κομμάτι **χημικοί τύποι ιόντων και ιοντικών ενώσεων** (σελίδα 69) και από το **στάση για εμπέδωση** σελ. 69, η ερώτηση 3. **Αυτά μπορείτε να τα διδάξετε έπειτα από τη διεξαγωγή του τεστ και του διαγωνίσματος της μελέτης μας.**

- Είμαστε στη διάθεσή σας για οποιαδήποτε απορία ή σχόλιό σας.
- Σας ευχαριστούμε πολύ για τη συνεργασία σας και την προσφορά σας στην εργασία μας.

Γεώργιος Τσαπαρλής και **Γιαννούλα Πανταζή**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

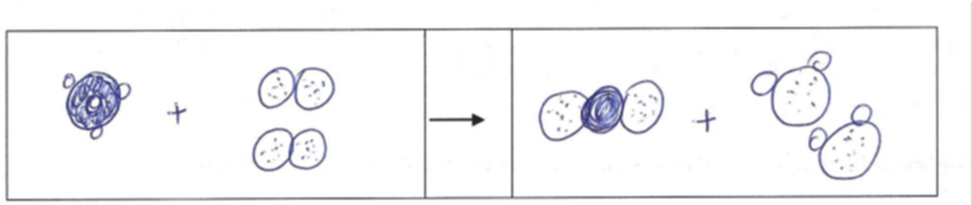
Η ΣΥΝΤΑΞΗ ΤΟΥ ΤΕΣΤ ΚΑΙ ΤΟΥ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ ΤΟ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ Η ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΟΥ

6.1 ΤΟ ΤΕΣΤ ΚΑΙ ΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

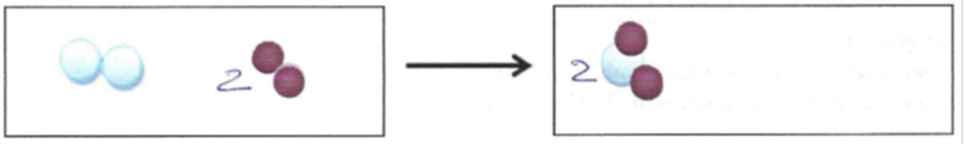
Σε πρώτη φάση συντάχθηκε ένα αρχικό τεστ (σε δύο μορφές όπως αναφέραμε στο κεφάλαιο 5, ενότητα 5.5) με δύο χημικές αντιδράσεις, μία συμβολική και ισοσταθμισμένη για να μετατραπεί σε υπομικροσκοπική και μία υπομικροσκοπική και ισοσταθμισμένη για να μετατραπεί σε συμβολική. Τα προσομοιώματα των ατόμων και των μορίων που μετείχαν σε αυτές δίδονταν ονομαστικά χωρίς σύμβολα. Χρησιμοποιήθηκαν και χημικοί τύποι ενώσεων που δεν αναφέρονταν στην ύλη του βιβλίου (OF_2). Σκοπός μας ήταν να σκεφθούν πριν απαντήσουν και όχι να γνωρίζουν εκ των προτέρων την απάντηση. Δεν μας ενδιέφερε η σειρά των στοιχείων στο μόριο μιας ένωσης αλλά μόνο οι δείκτες και οι συντελεστές. Τα τεστ δόθηκαν σε δύο έμπειρους εκπαιδευτικούς που θα μετείχαν στη δοκιμαστική μόνο έρευνα για να τα σχολιάσουν και να προτείνουν βελτιώσεις. Βελτιώσεις δεν προτάθηκαν. Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και στο διαγώνισμα. Η κάθε μορφή του διαγωνίσματος αποτελούνταν από έξι θέματα. Βελτιώσεις και πάλι δεν προτάθηκαν. Η μόνη αντίρρηση που είχαν δύο εκπαιδευτικοί που μετείχαν στην κανονική έρευνα ήταν για το θέμα του διαγωνίσματος που διαπραγματεύονταν τον σχηματισμό του νερού από οξυγόνο και υδρογόνο σε κατάλληλες συνθήκες γιατί ήταν εκτός ύλης σύμφωνα με τις οδηγίες διδασκαλίας του υπουργείου παιδείας. Η αντίρρησή τους παρακάμφτηκε όταν τους είπαμε να μην ληφθεί υπόψη στη βαθμολογία του διαγωνίσματος αλλά θα μπορούσε να συμπεριληφθεί στο διαγώνισμα ως ερώτηση κρίσεως.

6.2 ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

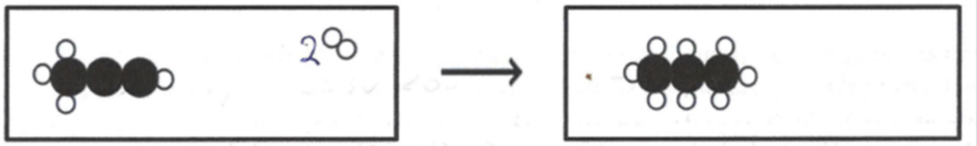
Στη συνέχεια, το τεστ και το διαγώνισμα δόθηκε σε οκτώ άριστους μαθητές και μαθήτριες[1] της γ΄ τάξης γυμνασίου και σε οκτώ άριστους μαθητές της α΄ τάξης λυκείου για να απαντηθούν. Αυτό έγινε, γιατί αυτοί οι μαθητές είχαν ήδη διδαχθεί την σχετική ύλη και θέλαμε να διαπιστώσουμε αν υπήρχε πλήρης κατανόηση των θεμάτων. Διαπιστώσαμε ότι στο θέμα που έπρεπε να αναπαρασταθεί η αντίδραση με προσομοιώματα μερικοί χρησιμοποίησαν το σύμβολο + μεταξύ των αντιδρώντων και των προϊόντων της αντίδρασης και επίσης, αντί να χρησιμοποιήσουν προσομοιώματα χρησιμοποίησαν τα σύμβολα των μορίων τους, παρόλο που δεν τους δίδονταν με συμβολισμό (βλέπε εικόνες 6.1 και 6.4). Επίσης, αντί να ισοσταθμίσουν την αντίδραση με προσομοιώματα χρησιμοποίησαν αριθμούς (βλέπε εικόνες 6.2 και 6.3). Στη συνέχεια, βελτιώθηκε η διατύπωση του συγκεκριμένου θέματος του τεστ και του διαγωνίσματος αντικαθιστώντας τις λέξεις «*να συμπληρώσεις*» με τις λέξεις «*να ζωγραφίσεις*». Έτσι, το τεστ και το διαγώνισμα πήραν την τελική τους μορφή. Γενικό παράρτημα 1 και 2.



Εικόνα: 6.1 Χρησιμοποιούν το σύμβολο + μεταξύ προϊόντων και αντιδρώντων στην αναπαράσταση μιας χημικής αντίδρασης με προσομοιώματα (τεστ).

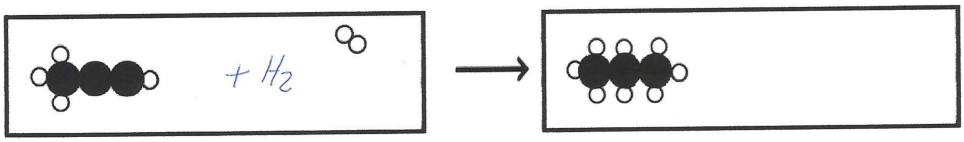


Εικόνα: 6.2 Χρησιμοποιούν αριθμούς για να ισοσταθμίσουν μια χημική αντίδραση με προσομοιώματα (διαγώνισμα).



Εικόνα: 6.3 Χρησιμοποιούν αριθμούς για να ισοσταθμίσουν μια χημική αντίδραση με προσομοιώματα (διαγώνισμα).

[1] *Στο εξής, όπου χρησιμοποιείται η λέξη «μαθητές», εννοούνται μαθητές και μαθήτριες.*



Εικόνα: 6.4 Χρησιμοποιούν το σύμβολο του μορίου του υδρογόνου και το σύμβολο + στην ισοστάθμιση μιας χημικής αντίδρασης με προσομοιώματα (διαγώνισμα).

6.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

Θέμα 1^{ο}, 1^{η} μορφή

Ερώτηση 1α:

Στην ερώτηση αυτή οι μαθητές δεν απαντούν ολοκληρωμένα. Υπάρχουν, ωστόσο, δύο μαθητές που χρησιμοποιούν και γνώσεις από την ύλη της α΄ λυκείου και αναφέρουν ότι τα μόρια των αντιδρώντων πρέπει να συγκρουστούν κατάλληλα, δηλαδή να έχουν την κατάλληλη ταχύτητα και ένα ορισμένο προσανατολισμό για να είναι αποτελεσματική η σύγκρουση, ώστε να οδηγήσει στη δημιουργία προϊόντων. Το αποτέλεσμα αυτής της σύγκρουσης είναι ότι «σπάνε» οι αρχικοί δεσμοί (των αντιδρώντων) και δημιουργούνται νέοι (των προϊόντων) και επίσης ότι μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό των συγκρούσεων των αντιδρώντων είναι αποτελεσματικές.

Ερώτηση 1β: *Στην ερώτηση αυτή όλοι μαθητές απαντούν σωστά.*

Θέμα 1^{ο}, 2^{η} μορφή

Ερώτηση 1α: *Οι μαθητές δεν απαντούν ολοκληρωμένα.*

Ερώτηση 1β: *Στην ερώτηση αυτή όλοι μαθητές απαντούν σωστά.*

Θέμα 2^{ο}, 1^{η} και 2^{η} μορφή

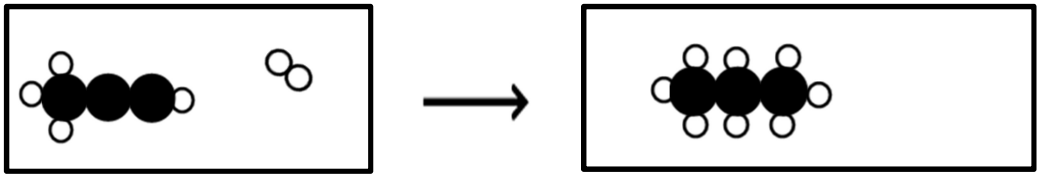
Στο θέμα αυτό όλοι οι μαθητές απαντούν σωστά με αναλογίες και αναφέρονται και στην ποσότητα του στοιχείου που θα περισσέψει.

Θέμα 3^{ο}, 1η και 2η μορφή

Οι απαντήσεις που αφορούν τον χαρακτηρισμό του περιεχομένου των δοχείων είναι σωστά απαντημένες από όλους τους μαθητές. Η αιτιολόγηση όμως δεν είναι πλήρης.

Θέμα 4^{ο}, 1^{η} μορφή

Αέριο προπίνιο αντιδρά χημικά με αέριο υδρογόνο σε κατάλληλες συνθήκες, οπότε σχηματίζεται ένα μόνο προϊόν το αέριο προπάνιο.



Προσομοίωμα του μορίου του αντιδρώντος προπινίου:



Προσομοίωμα του ατόμου του άνθρακα:

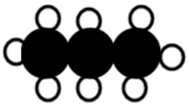
Προσομοίωμα του ατόμου του υδρογόνου:

Προσομοίωμα του μορίου του αντιδρώντος υδρογόνου



Προσομοίωμα του ατόμου του υδρογόνου:

Προσομοίωμα του μορίου του προϊόντος προπανίου:



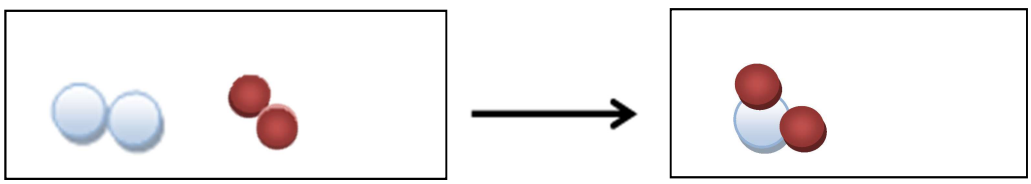
Προσομοίωμα του ατόμου του άνθρακα:

Προσομοίωμα του ατόμου του υδρογόνου:

Να αναπαραστήσεις την αντίδραση αυτή σε μικροσκοπικό επίπεδο με τη χρήση προσομοιωμάτων. Δηλαδή να ***συμπληρώσεις*** *(αντικαταστάθηκε στη συνέχεια με το να* ***ζωγραφίσεις)*** μέσα στα κουτάκια τον αριθμό των απαιτούμενων μορίων για κάθε αντιδρών και για το προϊόν ώστε ο αριθμός και το είδος των ατόμων να παραμένουν σταθερά στην αριστερή και στη δεξιά πλευρά του βέλους.

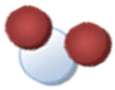
Θέμα 4ο, 2η μορφή

Σε κατάλληλες συνθήκες, το αέριο άζωτο μπορεί να αντιδράσει χημικά με αέριο οξυγόνο και από τη χημική αυτή αντίδραση να παραχθεί το αέριο διοξείδιο του αζώτου. Να αναπαραστήσεις την αντίδραση αυτή σε μικροσκοπικό επίπεδο με τη χρήση προσομοιωμάτων. Δηλαδή να ***συμπληρώσεις*** *(αντικαταστάθηκε στη συνέχεια με το να* ***ζωγραφίσεις)*** μέσα στα κουτάκια τον αριθμό των απαιτούμενων μορίων για κάθε αντιδρών και για το προϊόν, ώστε ο αριθμός και το είδος των ατόμων να παραμένουν σταθερά στην αριστερή και στη δεξιά πλευρά του βέλους.



Προσομοίωμα του μορίου του αντιδρώντος αζώτου: 

Προσομοίωμα του μορίου του αντιδρώντος οξυγόνου: 

Προσομοίωμα του μορίου του προϊόντος διοξειδίου του αζώτου: 

Προσομοίωμα του ατόμου του αζώτου: 

Προσομοίωμα του ατόμου του οξυγόνου: 

Προσομοίωμα του ατόμου του αζώτου: 

Προσομοίωμα του ατόμου του οξυγόνου: 

Οι απαντήσεις στο θέμα 4 και στις δύο μορφές του σχολιάστηκαν στο παρόν κεφάλαιο στην ενότητα 5.2.

Θέμα 5ο, 1η μορφή

Στις ερωτήσεις α. και β., όλοι οι μαθητές απαντούν σωστά.

Θέμα 5ο, 2η μορφή

Στην ερώτηση α. όλοι οι μαθητές απαντούν σωστά, ενώ στην ερώτηση β. τρεις μαθητές της γ΄ τάξης γυμνασίου απαντούν ελλιπώς.

Θέμα 6ο, 1η και 2η μορφή

Στο θέμα 6 και στις δύο μορφές του οι μαθητές απαντούν σωστά, ωστόσο τρεις μαθητές της γ΄γυμνασίου δεν προσδιορίζουν με δείκτες τη φυσική κατάσταση των αντιδρώντων και των προϊόντων της αντίδρασης.

6.4 ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΟΥ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΧΗΜΑΤΟΣ

Αρχικά αναγνώστηκαν από την ερευνήτρια όλα τα γραπτά και καταγράφηκαν όλες οι διαφορετικές απαντήσεις των μαθητών. Στη συνέχεια, οι απαντήσεις των μαθητών ταξινομήθηκαν σε ομάδες, αξιολογήθηκαν από την ερευνήτρια και τέθηκε από αυτή αναλυτικότερη βαθμολογία. Η βαθμολογία της συζητήθηκε με τον επιβλέποντα καθηγητή και δόθηκε το τελικό αναλυτικότερο βαθμολογικό σχήμα (βλέπε Γενικό παράρτημα 1). Όπως όμως αναφέραμε, το τεστ και το διαγώνισμα διορθώθηκε και από τους εκπαιδευτικούς. Έτσι, έγινε έλεγχος των μέσων όρων των βαθμών της ερευνήτριας ανά τμήμα σχολείου με τους βαθμούς των εκπαιδευτικών, για τη βαθμολογία των οποίων λάβαμε γνώση. Υπήρχε σχεδόν απόλυτη ταύτιση των βαθμολογιών της ερευνήτριας και των εκπαιδευτικών στο τεστ, ενώ στη βαθμολογία των διαγωνισμάτων οι βαθμοί των εκπαιδευτικών ήταν μεγαλύτεροι κατά μέσο όρο

από αυτούς της ερευνήτριας κατά 1,65 μονάδες περίπου, ποσοστό 8,25%. Οι μέσοι όροι είναι με κλίμακα το είκοσι. Στη συνέχεια, επελέγησαν τυχαία είκοσι τεστ και είκοσι διαγωνίσματα από τα δέκα γυμνάσια της έρευνας (μαθητές Β΄ τάξης Γυμνασίου) και βαθμολογήθηκαν από τρίτο έμπειρο εκπαιδευτικό (φυσικό) σύμφωνα με το αναλυτικότερο βαθμολογικό σχήμα στο οποίο είχαμε καταλήξει (κλίμακα με βάση το εξήντα και έγινε αναγωγή στην εικοσαβάθμια κλίμακα).

6.4.1 Συσχέτιση βαθμολογίας ερευνήτριας – εκπαιδευτικών

Προκειμένου να διαπιστώσουμε αν οι βαθμολογίες της ερευνήτριας και των εκπαιδευτικών σχετίζονται γραμμικά, δηλαδή να ελέγξουμε την ύπαρξη γραμμικής σχέσης μεταξύ δύο ποσοτικών μεταβλητών, χρησιμοποιούμε συνήθως τον παραμετρικό συντελεστή συσχέτισης του **Pearson, r.** Θα πρέπει όμως και οι δύο μεταβλητές να προέρχονται από κανονική κατανομή και να έχουν επιλεγεί τυχαία. Στην περίπτωση που δεν ισχύει η προϋπόθεση της κανονικότητας και των δύο μεταβλητών ο έλεγχος γίνεται με τον αντίστοιχο μη παραμετρικό συντελεστή συσχέτισης **Spearman, r_s.**

Για να προβούμε, όμως, σε μια στατιστική ανάλυση πρέπει να εξετάσουμε αν πληρούνται κάποιες προϋποθέσεις:

1. *αν το δείγμα μας είναι τυχαίο,*
2. *αν το ποσοστό των ακραίων τιμών στις διαθέσιμες δειγματικές παρατηρήσεις μας ξεπερνά ή όχι το 10% αυτών,*
3. *αν ο πληθυσμός από τον οποίο λαμβάνεται το τυχαίο δείγμα περιγράφεται ικανοποιητικά ή όχι από την κανονική κατανομή.*

Ανάλογα με τα αποτελέσματα των παραπάνω ελέγχων προβαίνουμε σε παραμετρικό ή σε μη παραμετρικό έλεγχο.

Η πρώτη προϋπόθεση *θεωρούμε* ότι ισχύει από τον τρόπο επιλογής του δείγματος. Θα ελέγξουμε αν ισχύουν οι άλλες δύο.

Οι ακραίες τιμές είναι περισσότερες του 10% και το πρόβλημα δεν διορθώνεται ούτε με μετασχηματισμό log ούτε με χ^2. Θα ελέγξουμε και την κανονικότητα με το **Tests of Normality (**Kolmogorov-Smirnov, Shapiro-Wilk).

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΙ	,381	6	,007	,787	6	**,045**

a. Lilliefors Significance Correction

Παρατηρούμε ότι και στα δύο τεστ για τον έλεγχο της κανονικότητας η p-τιμή είναι p = 0,007<0,05 στο τεστ Kolmogorov-Smirnov και στο Shapiro-Wilk επίσης είναι p = 0,045<0,05. ***Άρα, η κατανομή δεν είναι κανονική,*** οπότε δεν εξετάζουμε τι συμβαίνει με τη βαθμολογία της ερευνήτριας, απλά θα προβούμε σε μη παραμετρικό έλεγχο υπολογίζοντας το συντελεστή συσχέτισης **Spearman, r_s.**

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ΕΡΕΥΝΗΤΡΙΑ	7,09	2,59	6
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΙ	8,74	2,51	6

Ο πίνακας Descriptive Statistics μας πληροφορεί ότι ο μέσος όρος των βαθμών στα διαγωνίσματα της ερευνήτριας είναι 7,09 ενώ των εκπαιδευτικών είναι 8,74. Δηλαδή διαφέρουν κατά 1,65 μονάδες όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

Correlations

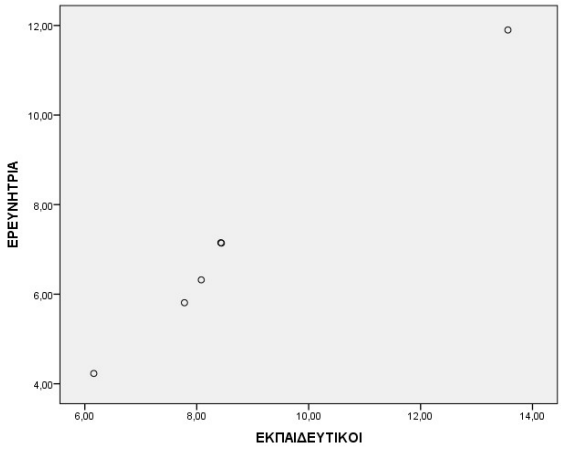
			ΕΡΕΥΝΗΤΡΙΑ	ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΙ
Spearman's rho	ΕΡΕΥΝΗΤΡΙΑ	Correlation Coefficient	1,000	,943**
		Sig. (2-tailed)	.	,005
		N	6	6
	ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΙ	Correlation Coefficient	,943**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,005	.
		N	6	6

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Ο συντελεστής συσχέτισης **Spearman, r_s,** είναι r_s=0,943 γεγονός που καταδεικνύει θετική γραμμική συσχέτιση. Αυτό σημαίνει ότι οι βαθμολογίες της ερευνήτριας και των εκπαιδευτικών έχουν συσχέτιση μεγάλου βαθμού καθώς η τιμή του r_s βρίσκεται πολύ κοντά στη μονάδα και στατιστικά είναι πολύ σημαντική, στο επίπεδο του 1% (p-τιμή=0,005). Το ισχυρό επίπεδο σημαντικότητας μπορούμε να το

δούμε και στους πίνακες του SPSS, καθόσον εμφανίζονται δύο αστεράκια στο κάτω μέρος του πίνακα. «**. *Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)».*

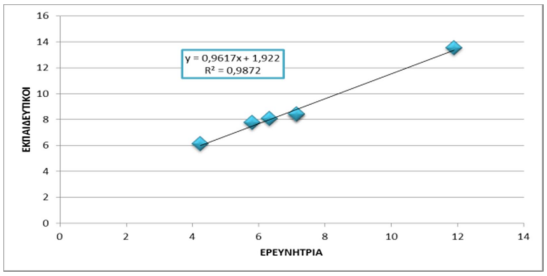
Εξετάσαμε και το γράφημα διασποράς για να ερευνήσουμε αν υπάρχουν ενδείξεις μη γραμμικής σχέσης ή έντονα αποκλίνουσες τιμές, διότι αν η συσχέτιση είναι καμπυλόγραμμη, οι συντελεστές Pearson και Spearman μπορεί να είναι παραπλανητικοί.



Η διασπορά των σημείων είναι μικρή, το οποίο δείχνει υψηλή συσχέτιση. Είναι σχεδόν ευθεία γραμμή, ένδειξη ότι υπάρχει γραμμική συσχέτιση. Η ευθεία πηγαίνει από κάτω αριστερά προς τα πάνω δεξιά που σημαίνει ότι υπάρχει θετική συσχέτιση. Άρα υψηλή θετική συσχέτιση ως προς τη βαθμολογία.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται ο μέσος όρος της βαθμολογίας της ερευνήτριας και των εκπαιδευτικών και η γραφική παράσταση στο excel.

ΕΡΕΥΝΗΤΡΙΑ	ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΙ
5,81	7,78
7,14	8,44
6,32	8,08
4,23	6,16
11,9	13,56
7,15	8,43



Παρακάτω παρατίθενται πίνακες με το συνολικό πλήθος των μαθητών που έλαβε μέρος στο τεστ και στο διαγώνισμα των δύο μορφών ανάλογα με τη σειρά διδασκαλίας που ακολουθήθηκε (βλέπε πίνακες 6.1 και 6.3). Επίσης, παρατίθενται πίνακες με το σύνολο των μαθητών ανά σχολείο που έλαβε μέρος στο τεστ και στο

διαγώνισμα των δύο μορφών ανάλογα με τη σειρά διδασκαλίας που ακολουθήθηκε (βλέπε πίνακες 6.2 και 6.4). «**Ελέγχου**» ορίστηκε το τμήμα που ακολούθησε τη σειρά του αναλυτικού προγράμματος σπουδών όπως αυτό ορίστηκε από το Ι.Ε.Π. και «**Πειραματικό**» αυτό που ακολούθησε τη σειρά διδασκαλίας που προτείναμε.

Πίνακες για το τεστ και για το διαγώνισμα

Πίνακας 6.1: Σύνολο μαθητών στο τμήμα ελέγχου και στο πειραματικό ανά μορφή του τεστ.

ΣΥΝΟΛΟ ΣΧΟΛΕΙΩΝ	ΜΑΘΗΤΕΣ	ΤΜΗΜΑ	Ν	ΤΕΣΤ ΜΟΡΦΗΣ 1	ΤΕΣΤ ΜΟΡΦΗΣ 2
	331	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	180	96	84
		ΕΛΕΓΧΟΥ	151	69	82
		ΣΥΝΟΛΟ	331	165	166

Πίνακας 6.2: Σύνολο μαθητών ανά σχολείο στο τμήμα ελέγχου και στο πειραματικό ανά μορφή του τεστ.

ΣΧΟΛΕΙΑ	Ν	ΤΜΗΜΑ	Ν	ΤΕΣΤ ΜΟΡΦΗΣ 1	ΤΕΣΤ ΜΟΡΦΗΣ 2
ΣΧΟΛΕΙΟ 1	37	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	19	10	9
		ΕΛΕΓΧΟΥ	18	7	11
		ΣΥΝΟΛΟ	37	17	20
ΣΧΟΛΕΙΟ 4	47	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	22	12	10
		ΕΛΕΓΧΟΥ	25	12	13
		ΣΥΝΟΛΟ	47	24	23
ΣΧΟΛΕΙΟ 5	76	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	51	26	25
		ΕΛΕΓΧΟΥ	25	12	13
		ΣΥΝΟΛΟ	76	38	38
ΣΧΟΛΕΙΟ 6	45	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	21	15	6
		ΕΛΕΓΧΟΥ	24	9	15
		ΣΥΝΟΛΟ	45	24	21
ΣΧΟΛΕΙΟ 7	35	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	18	9	9
		ΕΛΕΓΧΟΥ	17	8	9
		ΣΥΝΟΛΟ	35	17	18
ΣΧΟΛΕΙΟ 9	45	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	23	11	12
		ΕΛΕΓΧΟΥ	22	10	12
		ΣΥΝΟΛΟ	45	21	24
ΣΧΟΛΕΙΟ 10	46	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	26	13	13
		ΕΛΕΓΧΟΥ	20	11	9
		ΣΥΝΟΛΟ	46	24	22

Πίνακας 6.3: Σύνολο μαθητών στο τμήμα ελέγχου και στο πειραματικό ανά μορφή του διαγωνίσματος.

ΣΥΝΟΛΟ ΣΧΟΛΕΙΩΝ	ΜΑΘΗΤΕΣ	ΤΜΗΜΑ	Ν	ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΜΟΡΦΗΣ 1	ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΜΟΡΦΗΣ 2
	398	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	228	112	116
		ΕΛΕΓΧΟΥ	170	86	84
		ΣΥΝΟΛΟ	398	198	200

Πίνακας 6.4: Σύνολο μαθητών ανά σχολείο στο τμήμα ελέγχου και στο πειραματικό ανά μορφή του διαγωνίσματος.

ΣΧΟΛΕΙΑ	Ν	ΤΜΗΜΑ	Ν	ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΜΟΡΦΗΣ 1	ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΜΟΡΦΗΣ 2
ΣΧΟΛΕΙΟ 1	37	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	19	10	9
		ΕΛΕΓΧΟΥ	18	10	8
		ΣΥΝΟΛΟ	37	20	17
ΣΧΟΛΕΙΟ 2	67	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	45	22	23
		ΕΛΕΓΧΟΥ	22	11	11
		ΣΥΝΟΛΟ	67	33	34
ΣΧΟΛΕΙΟ 3	36	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	18	8	10
		ΕΛΕΓΧΟΥ	18	9	9
		ΣΥΝΟΛΟ	36	17	19
ΣΧΟΛΕΙΟ 4	52	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	26	13	13
		ΕΛΕΓΧΟΥ	26	14	12
		ΣΥΝΟΛΟ	52	27	25
ΣΧΟΛΕΙΟ 5	78	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	49	24	25
		ΕΛΕΓΧΟΥ	29	13	16
		ΣΥΝΟΛΟ	78	37	41
ΣΧΟΛΕΙΟ 7	45	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	28	14	14
		ΕΛΕΓΧΟΥ	17	7	10
		ΣΥΝΟΛΟ	45	21	24
ΣΧΟΛΕΙΟ 8	39	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	20	10	10
		ΕΛΕΓΧΟΥ	19	11	8
		ΣΥΝΟΛΟ	39	21	18
ΣΧΟΛΕΙΟ 10	44	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	23	11	12
		ΕΛΕΓΧΟΥ	21	11	10
		ΣΥΝΟΛΟ	44	22	22

6.5 ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΩΝ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ

Για την ανάλυση των ερωτηματολογίων είναι απαραίτητη η εκτίμηση της αξιοπιστίας τους. Η πρόκληση σε κάθε ερωτηματολόγιο είναι να τεθούν ερωτήσεις που να διαφέρουν αρκετά αλλά να μετρούν τις διαφορετικές όψεις του ίδιου χαρακτηριστικού και να εξακολουθούν να συνδέονται με το ίδιο χαρακτηριστικό. Για να διαπιστώσουμε αν οι διαφορετικές ερωτήσεις μετρούν το ίδιο χαρακτηριστικό αλλά και για να εντοπίσουμε τις ερωτήσεις που είναι προβληματικές χρησιμοποιούμε τους δείκτες αξιοπιστίας. Με τον όρο αξιοπιστία του ερωτηματολογίου εννοούμε τον βαθμό στον οποίο αποφεύγονται τα τυχαία σφάλματα σε αυτό. Ο πιο σημαντικός δείκτης αξιοπιστίας είναι ο Cronbach's Alpha, ένας αριθμός που μας λέει πόσο καλά ένα σύνολο ερωτήσεων μετρά ένα χαρακτηριστικό. Οι τιμές του κυμαίνονται από 0 έως 1 και το υπολογίσαμε από το πρόγραμμα SPSS. Για τιμές των συντελεστών αξιοπιστίας μεγαλύτερες του 0,70 σημαίνει ότι το ερωτηματολόγιο είναι ικανοποιητικά αξιόπιστο. Εκτός από τον συντελεστή αξιοπιστίας του Cronbach's Alpha χρησιμοποιείται και ο συντελεστής διχοτομικής αξιοπιστίας (split-half coefficient).

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: *Στις αναλύσεις που ακολουθούν για μεν το τεστ έχουμε αφαιρέσει από το δείγμα των μαθητών το Σχολείο 9 (N=45), για δε το διαγώνισμα έχουμε αφαιρέσει το Σχολείο 3 (N=36) για λόγους που εξηγούνται στο κεφάλαιο 5 και 6 (για το τεστ) και στο κεφάλαιο 5 και 7 (για το διαγώνισμα).*

6.5.1 Αξιοπιστία ερωτηματολογίου του τεστ

Στο τεστ απάντησαν 331-45=286 μαθητές της β΄ γυμνασίου.

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	286	100,0
	Excluded[a]	0	,0
	Total	286	100,0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
,712	4

Από τον παραπάνω πίνακα Reliability Statistics έχουμε ότι ο συντελεστής του Cronbach είναι ικανοποιητικός (α=0,712>0,70) και συμπεριλαμβάνονται όλες οι ερωτήσεις N=4. Αυτό σημαίνει ότι οι 4 ερωτήσεις του ερωτηματολογίου συνθέτουν ικανοποιητικά μια κλίμακα.

6.5.2 Αξιοπιστία ερωτηματολογίου του διαγωνίσματος

Στο διαγώνισμα απάντησαν 398-36=362 μαθητές της β΄ γυμνασίου.

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	362	100,0
	Excluded[a]	0	,0
	Total	362	100,0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Θα υπολογίσουμε το συντελεστή Cronbach's Alpha για τα έξι θέματα και εν συνεχεία θα τον υπολογίσουμε για τις επί μέρους ερωτήσεις των θεμάτων.

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
,709	6

Από τον παραπάνω πίνακα Reliability Statistics έχουμε ότι ο συντελεστής του Cronbach είναι ικανοποιητικός (α=0,709>0,70) και συμπεριλαμβάνονται όλα τα θέματα του διαγωνίσματος (N=6). Αυτό σημαίνει ότι τα έξι θέματα του διαγωνίσματος συνθέτουν ικανοποιητικά μια κλίμακα.

Επίσης, από τον παρακάτω πίνακα Reliability Statistics ο οποίος αναφέρεται στις ερωτήσεις των θεμάτων (N=16), η τιμή του Cronbach's Alpha είναι α=0,718>0,70 άρα ικανοποιητική. Αυτό σημαίνει ότι οι δεκαέξι ερωτήσεις του διαγωνίσματος συνθέτουν ικανοποιητικά μια κλίμακα και το διαγώνισμα είναι αξιόπιστο.

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
,718	16

Για να ελέγξουμε τη συνεισφορά των θεμάτων στην αξιοπιστία του διαγωνίσματος από το SPSS παίρνουμε τον παρακάτω πίνακα ο οποίος μας δείχνει την τιμή του Cronbach's Alpha στις περιπτώσεις που θα αφαιρέσουμε ένα θέμα κάθε φορά.

Item-Total Statistics

ΒΑΘΜΟΣ	Scale Mean if Item Deleted ***(άριστα το 60)***	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Squared Multiple Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
ΘΕΜΑ 1	17,95	122,975	,509	,280	,655
ΘΕΜΑ 2	18,84	112,223	,473	,252	,659
ΘΕΜΑ 3	18,80	124,848	,530	,295	,653
ΘΕΜΑ 4	15,21	103,087	,411	,175	,697
ΘΕΜΑ 5	18,89	131,811	,421	,206	,680
ΘΕΜΑ 6	17,10	114,460	,422	,180	,677

Από την τελευταία στήλη του παραπάνω πίνακα διαπιστώνουμε ότι όποιο από τα έξι θέματα και αν αφαιρέσουμε ο συντελεστής άλφα μειώνεται, δηλαδή γίνεται μικρότερος από το 0,709. Αυτό σημαίνει ότι κανένα από τα έξι θέματα δεν αυξάνει τον συντελεστή άλφα αν αφαιρεθεί, άρα όλα τα θέματα συνιστούν μια αξιόπιστη κλίμακα. Σημαντικές, επίσης, είναι οι τιμές στην στήλη Corrected Item-Total Correlation. Σε αυτή τη στήλη αν υπάρχουν τιμές με αρνητικό πρόσημο σημαίνει ότι θέλουν αντιστροφή καθώς είναι αντίθετα διατυπωμένες σε σχέση με αυτό που προσπαθεί να μετρήσει η κλίμακα (Α. Μπατσίδης, σελ. 6, Σημειώσεις -Ανάλυση Αξιοπιστίας στο SPSS). Στην περίπτωσή μας δεν υπάρχουν αρνητικές τιμές, οπότε κανένα θέμα δεν αποκλείεται από την κλίμακα της έρευνας.

Τέλος, θα εξετάσουμε τη συνεισφορά των ερωτήσεων των θεμάτων του διαγωνίσματος. Από τη στήλη Cronbach’s Alpha if item deleted του παρακάτω πίνακα Item-Total Statistics, μας δίνονται οι τιμές του συντελεστή Cronbach όταν διαγράφεται μία ερώτηση κάθε φορά.

Από την ανάγνωση του πίνακα διαπιστώνουμε ότι δύο ερωτήσεις (3α και 3ε) αυξάνουν κατά αμελητέα ποσότητα (0,001) τον συντελεστή του Cronbach ενώ το θέμα 4, το οποίο αναφέρεται σε ισοστάθμιση αντίδρασης με προσομοιώματα, προκαλεί με την αφαίρεσή του λίγο μεγαλύτερη αύξηση (0,017), που και αυτή είναι ουσιαστικά αμελητέα αν την συνδυάσουμε με το γεγονός ότι στην προηγούμενη ανάλυση (με τα 6 θέματα) δεν υπήρχε πρόβλημα με το θέμα 4.

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted (άριστα το 60)	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Squared Multiple Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
ΘΕΜΑ 1α	19,07	130,570	,464	,329	,685
ΘΕΜΑ 1β	19,90	147,476	,452	,287	,701
ΘΕΜΑ 2α	20,45	149,590	,341	,297	,707
ΘΕΜΑ 2β	19,45	116,567	,520	,467	,676
ΘΕΜΑ 3α	20,95	157,270	**,263**	,393	**,719**
ΘΕΜΑ 3β	20,55	145,534	,490	,480	,697
ΘΕΜΑ 3γ	20,91	156,873	,370	,288	,718
ΘΕΜΑ 3δ	20,67	147,583	,508	,422	,700
ΘΕΜΑ 3ε	20,95	157,418	**,233**	,323	**,719**
ΘΕΜΑ 3ζ	20,56	147,735	,432	,480	,702
ΘΕΜΑ 4	15,05	100,700	,417	,211	**,735**
ΘΕΜΑ 5α	20,43	154,349	,429	,618	,713
ΘΕΜΑ 5β	20,52	154,399	,373	,587	,713
ΘΕΜΑ 5γ	20,17	137,562	,317	,151	,705
ΘΕΜΑ 6α	19,3039	143,620	,463	,483	,696
ΘΕΜΑ 6β	18,97	125,012	,456	,508	,686

Συμπερασματικά, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι και από την άποψη των ερωτήσεων των θεμάτων δεν έχουμε πρόβλημα αξιοπιστίας. Σε περίπτωση που αφαιρέσουμε και τις δύο ερωτήσεις 3α και 3ε ο δείκτης αξιοπιστίας γίνεται 0,720 αύξηση κατά 0,002. Οι ερωτήσεις 3α και 3ε αναφέρονται σε επιλογή εικόνων (επιλογή δοχείου που περιέχει χημική ένωση ή χημικό στοιχείο).

6.6 ΕΛΕΓΧΟΣ ΙΣΟΔΥΝΑΜΙΑΣ ΤΩΝ ΔΥΟ ΜΟΡΦΩΝ ΤΟΥ ΤΕΣΤ.

Οι δύο μορφές του τεστ απαντήθηκαν από 331-45=286 (εξαιρούμε το σχολείο 9) μαθητές της β΄ τάξης γυμνασίου.

ΜΟΡΦΗ ΤΕΣΤ

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Μορφή 1	144	50,35	50,35	50,35
	Μορφή 2	142	49,65	49,65	100,0
	Total	286	100,0	100,0	

Αρχικά, θέλουμε να διαπιστώσουμε αν οι δύο μορφές του τεστ που δόθηκαν είναι ισοδύναμες. Για να προβούμε στη στατιστική ανάλυση πρέπει να εξετάσουμε αν πληρούνται κάποιες προϋποθέσεις:

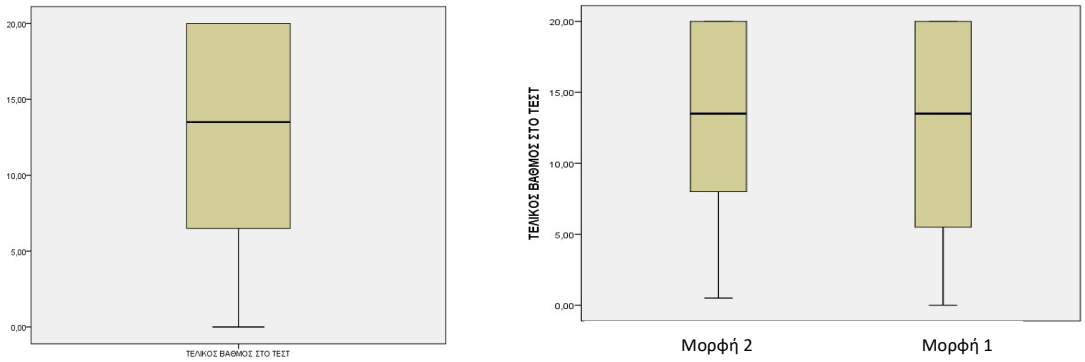
1. *αν το δείγμα μας είναι τυχαίο,*
2. *αν το ποσοστό των ακραίων τιμών στις διαθέσιμες δειγματικές παρατηρήσεις μας ξεπερνά ή όχι το 10% αυτών,*
3. *αν ο πληθυσμός από τον οποίο λαμβάνεται το τυχαίο δείγμα περιγράφεται ικανοποιητικά ή όχι από την κανονική κατανομή.*

Ανάλογα με τα αποτελέσματα των παραπάνω ελέγχων προβαίνουμε σε παραμετρικό ή σε μη παραμετρικό έλεγχο. Η πρώτη προϋπόθεση θεωρούμε ότι ισχύει από τον τρόπο επιλογής του δείγματος. Θα ελέγξουμε αν ισχύουν οι άλλες δύο.

6.6.1 Έλεγχος ακραίων τιμών και κανονικότητας των μέσων όρων στη βαθμολογία του τεστ

Έλεγχος ακραίων τιμών για το τεστ

Θα εξετάσουμε αν στις δειγματικές παρατηρήσεις της επίδοσης στο τεστ των 286 μαθητών της β΄ γυμνασίου υπάρχουν ακραίες τιμές με τα θηκογράμματα και αν αυτές προέρχονται από κανονική κατανομή με το ***Tests of Normality*** των ***Kolmogorov-Smirnov Shapiro-Wilk***.



Παρατηρούμε από τα θηκογράμματα ότι δεν υπάρχουν ακραίες τιμές ούτε στις δειγματικές παρατηρήσεις της τελικής βαθμολογίας του τεστ ούτε και στις δειγματικές παρατηρήσεις των δύο μορφών των τεστ.

Έλεγχος κανονικότητας για το τεστ. N=286

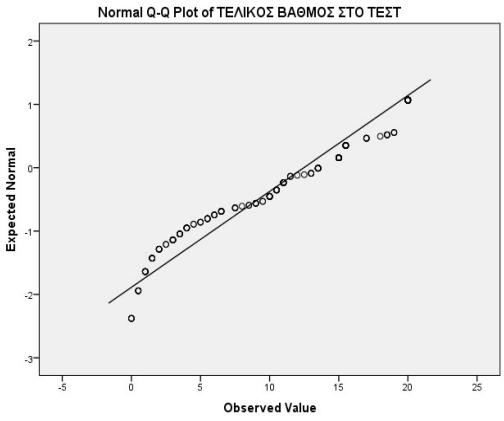
Tests of Normality

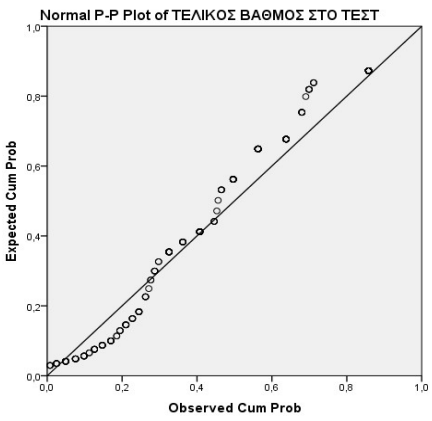
	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	,156	286	,000	,892	286	,000

Lilliefors Significance Correction

Παρατηρούμε ότι για τον έλεγχο της κανονικότητας των 286 μαθητών της β΄ γυμνασίου η p-τιμή είναι p<0,001<0,05 στο τεστ Kolmogorov-Smirnov και Shapiro-Wilk. ***Άρα, η κατανομή δεν είναι κανονική.***

Ο έλεγχος της κανονικότητας του δείγματος μπορεί να γίνει και γραφικά με τα διαγράμματα Normal Q-Q plot και Normal P-P Plot. Σε μια ιδανική κατάσταση για την κανονικότητα όλα τα κυκλάκια θα πρέπει να βρίσκονται πάνω στη διχοτόμο των αξόνων. Αυτό όμως είναι σχεδόν απίθανο, οπότε μας ενδιαφέρει τα κυκλάκια να βρίσκονται πολύ κοντά στη διχοτόμο των αξόνων. Σε μια τέτοια περίπτωση μπορούμε να πούμε ότι το δείγμα ακολουθεί προσεγγιστικά την κανονική κατανομή.





Συμπεραίνουμε πάλι ότι η κατανομή δεν είναι κανονική.

Έλεγχος κανονικότητας για τις δειγματικές παρατηρήσεις των δύο μορφών του τεστ.

Από τον παρακάτω πίνακα, Tests of Normality, παρατηρούμε ότι για τον έλεγχο της κανονικότητας τόσο των 144 δειγματικών παρατηρήσεων για στο τεστ της μορφής 1 όσο και των 142 δειγματικών παρατηρήσεων για στο τεστ της μορφής 2 η

p-τιμή είναι p<0,001<0,05 στο τεστ Kolmogorov-Smirnov και Shapiro-Wilk. ***Άρα, η κατανομή των δειγματικών παρατηρήσεων των δύο μορφών του τεστ δεν είναι κανονική.***

Tests of Normality

	ΜΟΡΦΗ ΤΕΣΤ	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	ΜΟΡΦΗ 1	,157	144	**,000**	,889	144	,000
	ΜΟΡΦΗ 2	,177	142	**,000**	,891	142	,000

a. Lilliefors Significance Correction

Σύμφωνα με το Κεντρικό Οριακό Θεώρημα, το άθροισμα μεγάλου αριθμού ανεξάρτητων μεταβλητών ακολουθεί κατά προσέγγιση κανονική κατανομή, ανεξαρτήτως από το ποια κατανομή ακολουθούν οι παρατηρήσεις. Δηλαδή το Κεντρικό Οριακό Θεώρημα συνδέει την κανονική κατανομή με οποιαδήποτε άλλη κατανομή (αφού δεν προϋποθέτει να ακολουθούν οι παρατηρήσεις την κανονική κατανομή), αρκεί το πλήθος των παρατηρήσεων να είναι μεγάλο, συνήθως μεγαλύτερο από 30. Στην περίπτωσή μας το πλήθος των παρατηρήσεων είναι μεγαλύτερο από το 30, άρα μπορούμε να προβούμε σε παραμετρικό έλεγχο.

6.6.2 Έλεγχος ισοδυναμίας των δυο μορφών του τεστ με t-test

Θα εφαρμόσουμε έλεγχο t-test για να ερευνήσουμε αν οι μέσοι όροι της τελικής βαθμολογίας στις δύο μορφές των τεστ διαφέρουν.

Group Statistics

	ΜΟΡΦΗ ΤΕΣΤ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	ΜΟΡΦΗ 1	144	11,97	6,86794	,57233
	ΜΟΡΦΗ 2	142	12,98	6,31414	,52987

Ο πίνακας ***Group Statistics*** μας πληροφορεί ότι 144 μαθητές απάντησαν στο τεστ της μορφής 1 και 142 μαθητές απάντησαν στο τεστ της μορφής 2. Ο δειγματικός μέσος όρος των βαθμών για τους 144 μαθητές στο τεστ μορφής 1 είναι 11,97 και για τους 142 μαθητές που απάντησαν στο τεστ της μορφής 2 είναι 12,98. Παρατηρούμε ότι υπάρχει μια μικρή διαφορά. Στον πίνακα δίδονται επιπλέον οι τυπικές αποκλίσεις και το τυπικό σφάλμα της μέσης τιμής της βαθμολογίας ως προς τη μορφή του τεστ (τεστ 1και τεστ 2).

Στον επόμενο πίνακα ***Independent Samples Test*** υλοποιείται ο έλεγχος της υπόθεσης ότι δεν διαφέρουν οι δύο μορφές των τεστ.

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΑ ΤΕΣΤ	Equal variances assumed	2,438	,120	1,294	284	,197	1,01012	,78041	-,52600	2,54624
	Equal variances not assumed			1,295	282,620	,196	1,01012	,77995	-,52513	2,54537

Η υπόθεση της ισότητας των πληθυσμιακών διακυμάνσεων των τελικών βαθμολογιών των τεστ δεν απορρίπτεται, (τεστ του Levene, τιμή του F στατιστικού τεστ =2,438, p-τιμή=0,120>0,05).

Η μέση βαθμολογία στις δύο μορφές του τεστ δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικώς (τιμή t =1,294, df=284, p τιμή =0,197>0,05). Τέλος, ένα διάστημα εμπιστοσύνης 95% για τη διαφορά της μέσης τιμής της βαθμολογίας μεταξύ του τεστ 1 και του τεστ 2, είναι το «-0,526 έως +2,54624». ***Άρα, οι δύο μορφές του τεστ είναι ισοδύναμες.***

6.7 ΕΛΕΓΧΟΣ ΙΣΟΔΥΝΑΜΙΑΣ ΤΩΝ ΔΥΟ ΜΟΡΦΩΝ ΤΟΥ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ.

Για να εξετάσουμε την ισοδυναμία των διαγωνισμάτων θα ελέγξουμε αν υπάρχουν ακραίες τιμές στην τελική βαθμολογία του διαγωνίσματος συνολικά, καθώς επίσης και στις δύο μορφές του χωριστά. Επίσης, θα ελέγξουμε αν οι δειγματικές τιμές ακολουθούν την κανονική κατανομή.

6.7.1 Έλεγχος ακραίων τιμών και κανονικότητας των δυο μορφών του διαγωνίσματος.

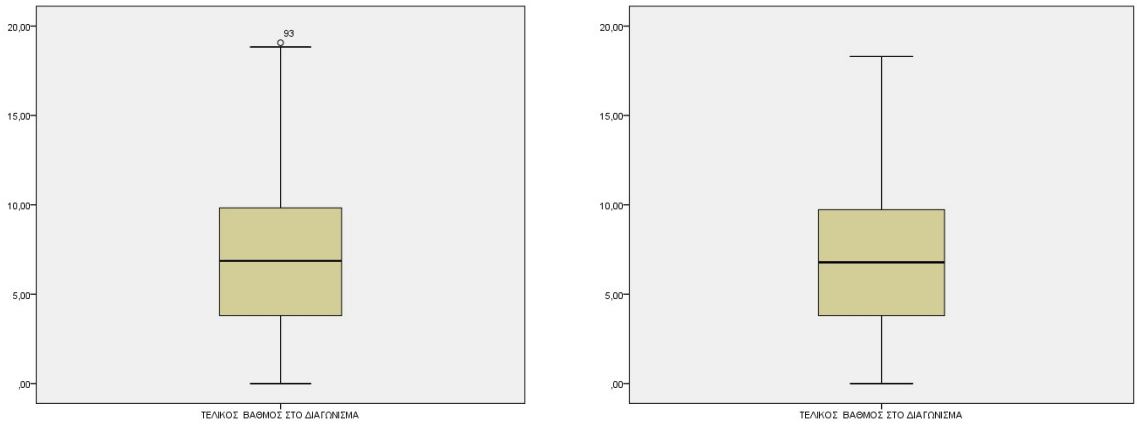
Οι δύο μορφές του διαγωνίσματος απαντήθηκαν από 398-36=362 (εξαιρούμε το σχολείο 3) μαθητές της β΄ τάξης γυμνασίου.

ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

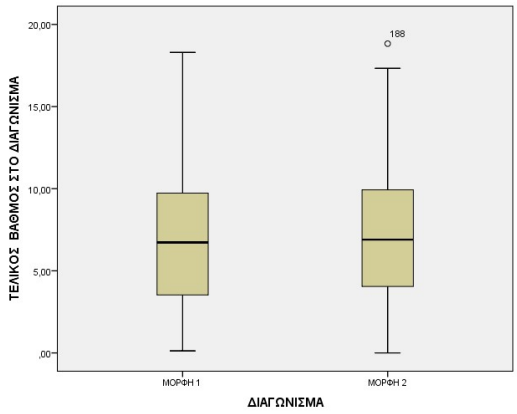
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΜΟΡΦΗ 1	181	50,0	50,0	50,0
	ΜΟΡΦΗ 2	181	50,0	50,0	100,0
	Total	362	100,0	100,0	

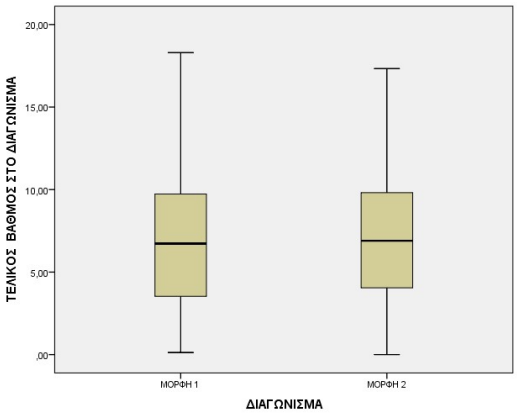
Ο παραπάνω πίνακας μας πληροφορεί ότι 181 μαθητές απάντησαν στο διαγώνισμα της μορφής 1 και άλλοι τόσοι στο διαγώνισμα της μορφής 2. Θα εξετάσουμε με τα θηκογράμματα αν στις δειγματικές παρατηρήσεις της επίδοσης των 362 μαθητών της β΄ γυμνασίου στο διαγώνισμα υπάρχουν ακραίες τιμές και αν αυτές προέρχονται από κανονική κατανομή με το ***Tests of Normality*** των ***Kolmogorov-Smirnov Shapiro-Wilk,*** *τόσο για το διαγώνισμα όσο και για τις δύο μορφές του διαγωνίσματος*.

Από τα θηκογράμματα παρατηρούμε ότι υπάρχει μία ακραία τιμή στις (362) δειγματικές παρατηρήσεις της τελικής βαθμολογίας του διαγωνίσματος, το νούμερο 93, οπότε την αφαιρούμε.



Στις δειγματικές παρατηρήσεις των δύο μορφών του (N_1=181 και N_2=180) παρατηρούμε ότι υπάρχει μία ακραία τιμή (στις 180 δειγματικές παρατηρήσεις της δεύτερης μορφής του διαγωνίσματος), το νούμερο 188, οπότε την αφαιρούμε.





Έλεγχος κανονικότητας για το διαγώνισμα

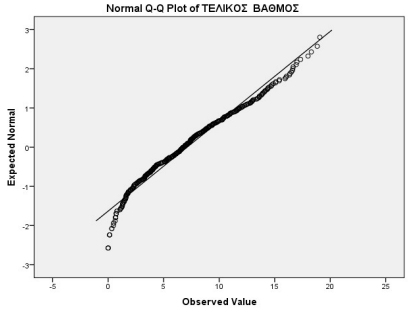
Tests of Normality

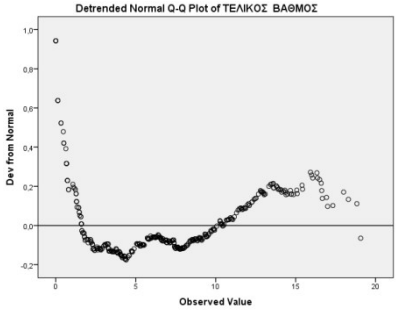
	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	,052	360	**,019**	,974	360	,000

a. Lilliefors Significance Correction

Παρατηρούμε ότι για τον έλεγχο της κανονικότητας των 360 δειγματικών παρατηρήσεων (362-2=360), η p-τιμή=0,019<0,05 στο τεστ Kolmogorov-Smirnov και p-τιμή<0,001<0,05 στο τεστ Shapiro-Wilk. ***Άρα, η κατανομή στο συνολικό δείγμα δεν είναι κανονική.***

Ο έλεγχος της κανονικότητας του δείγματος, όπως αναφέραμε παραπάνω, μπορεί να γίνει και γραφικά με τα διαγράμματα Normal Q-Q plot και Detrended Normal Q-Q Plot. Σε μια ιδανική κατάσταση για την κανονικότητα, όλα τα κυκλάκια στο διάγαμμα Normal Q-Q plot θα πρέπει να βρίσκονται πάνω στη διχοτόμο των αξόνων. Σε μια τέτοια περίπτωση μπορούμε να πούμε ότι το δείγμα ακολουθεί προσεγγιστικά την κανονική κατανομή. Από τα διαγράμματα συμπεραίνουμε ότι η κατανομή δεν είναι κανονική.





Έλεγχος κανονικότητας για τις δύο μορφές του διαγωνίσματος

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΜΟΡΦΗ 1	,064	181	**,067**	,967	181	,000
	ΜΟΡΦΗ 2	,047	179	**,200***	,978	179	,006

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Από τον έλεγχο κανονικότητας για τις δειγματικές τιμές των δύο μορφών του διαγωνίσματος παρατηρούμε ότι για τους 181 μαθητές που απάντησαν στην 1η μορφή του διαγωνίσματος, η p-τιμή =0,067>0,05 στο τεστ Kolmogorov-Smirnov και στο Shapiro-Wilk p-τιμή <0,001<0,05. Το ίδιο συμβαίνει και με τους 179 μαθητές που απάντησαν την 2η μορφή του διαγωνίσματος. Η p-τιμή=0,20>0,05 στο τεστ Kolmogorov-Smirnov ενώ στο Shapiro-Wilk p-τιμή =0,006<0,05. Επειδή το δείγμα μας είναι μεγαλύτερο από πενήντα (N>50), ***θα μπορούμε να πούμε ότι η κατανομή είναι κανονική*** κοιτάζοντας το τεστ Kolmogorov-Smirnov**.** Όμως το τεστ Shapiro-Wilk είναι ισχυρότερο ***άρα, δεν μπορούμε να ισχυριστούμε ότι η κατανομή είναι κανονική.***

6.7.2 Έλεγχος ισοδυναμίας των δυο μορφών του διαγωνίσματος με t-test

Θα εφαρμόσουμε έλεγχο t-test για να ερευνήσουμε αν οι μέσοι όροι της τελικής βαθμολογίας στις δύο μορφές των διαγωνισμάτων διαφέρουν. Θα προβούμε σε παραμετρικό έλεγχο κάνοντας και χρήση του Κεντρικού Οριακού Θεωρήματος.

Group Statistics

	ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΜΟΡΦΗ 1	181	6,97	4,25457	,31624
	ΜΟΡΦΗ 2	179	7,12	4,04018	,30198

Ο πίνακας ***Group Statistics*** μας πληροφορεί ότι 181 μαθητές απάντησαν στο διαγώνισμα της μορφής 1 και 179 μαθητές απάντησαν στο διαγώνισμα της μορφής 2. Ο δειγματικός μέσος όρος των βαθμών για τους 181 μαθητές στο διαγώνισμα μορφής 1 είναι 6,97 και για τους 179 μαθητές που απάντησαν στο διαγώνισμα της μορφής 2 είναι 7,12. Παρατηρούμε ότι υπάρχει μια πολύ μικρή διαφορά. Στον πίνακα δίδονται

επιπλέον οι τυπικές αποκλίσεις και το τυπικό σφάλμα της μέσης τιμής της βαθμολογίας ως προς τη μορφή του διαγωνίσματος (μορφή 1και μορφή 2).

Στον παρακάτω πίνακα ***Independent Samples Test*** υλοποιείται ο έλεγχος της υπόθεσης ότι δεν διαφέρουν οι δύο μορφές των τεστ. Η υπόθεση της ισότητας των πληθυσμιακών διακυμάνσεων των τελικών βαθμολογιών των τεστ δεν απορρίπτεται, (τεστ του Levene, τιμή του F στατιστικού τεστ =0,342, p-τιμή=0,559>0,05).

Η μέση βαθμολογία στις δύο μορφές του διαγωνίσματος δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικώς (τιμή t = -0,346, df=358, p-τιμή =0,730>0,05). Τέλος, ένα διάστημα εμπιστοσύνης 95% για τη διαφορά της μέσης τιμής της βαθμολογίας μεταξύ του διαγωνίσματος της μορφής 1 και της μορφής 2, είναι το «-1,01148 έως +0,70887». ***Άρα, οι δύο μορφές του διαγωνίσματος είναι ισοδύναμες.***

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΑ ΤΕΣΤ	Equal variances assumed	,342	,559	-,346	358	,730	-,15130	,43739	-1,01148	,70887
	Equal variances not assumed			-,346	357,413	,730	-,15130	,43726	-1,01123	,70863

6.8 ΙΣΟΔΥΝΑΜΙΑ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ

Για την έρευνά μας πολύ σημαντικό είναι να ελέγξουμε αν τα τμήματα των σχολείων που οι μαθητές τους έλαβαν μέρος στο τεστ και το διαγώνισμα είναι ισοδύναμα. Οι εκπαιδευτικοί που έλαβαν μέρος στην έρευνά μας, μας διαβεβαίωσαν ότι τα τμήματα είναι ισοδύναμα εκτός από τα τμήματα του σχολείου 9 το οποίο εξαιρούμε από την έρευνά μας. Στα σχολεία που έλαβαν μέρος στην έρευνα με τρία τμήματα, τους ζητήσαμε, αν δεν είναι ισοδύναμα, το μεσαίο σε επίδοση τμήμα να ακολουθήσει την σειρά διδασκαλίας που προτείνονταν από το Υπουργείο Παιδείας και στα άλλα δύο

να ακολουθηθεί η σειρά που προτείναμε εμείς. Για να τεκμηριώσουμε ότι τα τμήματα ήταν ισοδύναμα σε επίδοση ζητήσαμε από τους εκπαιδευτικούς να μας στείλουν και την γραπτή επίδοση των μαθητών στις προαγωγικές εξετάσεις του Ιουνίου στο μάθημα της χημείας. Από τα σχολεία που μας έστειλαν τη βαθμολογία των μαθητών τους, εξαιρέσαμε τους μαθητές που δεν έλαβαν μέρος στην έρευνα (το τεστ και το διαγώνισμα ήταν επώνυμα και υπήρχαν μαθητές που απουσίαζαν τη συγκεκριμένη ημέρα που πραγματοποιήθηκε το τεστ και το διαγώνισμα). Πριν όμως προχωρήσουμε στον έλεγχο της ισοδυναμίας των τμημάτων των σχολείων που έλαβαν μέρος στην έρευνα θα αναφερθούμε στο σχολείο 9.

Εξαίρεση του σχολείου 9:

Την γραπτή βαθμολογία των μαθητών στις εξετάσεις Ιουνίου που μας στάλθηκε από τον υπεύθυνο εκπαιδευτικό θα την εξετάσουμε ως προς τις ακραίες τιμές και την κανονικότητα. Ο παρακάτω πίνακας μας πληροφορεί ότι το σχολείο 9, είχε 2 τμήματα στη β΄ τάξη γυμνασίου τα οποία ορίσαμε ως ελέγχου το ένα και ως πειραματικό το άλλο. Το ελέγχου αποτελούνταν από 22 μαθητές και το πειραματικό από 23.

Σχολείο 9

Σχολείο 9		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΕΛΕΓΧΟΥ	22	48,9	48,9	48,9
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	23	51,1	51,1	100,0
	Total	45	100,0	100,0	

Report

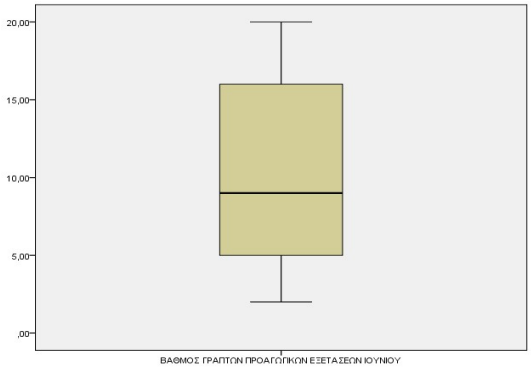
ΒΑΘΜΟΣ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΧΟΛΕΙΟΥ 9

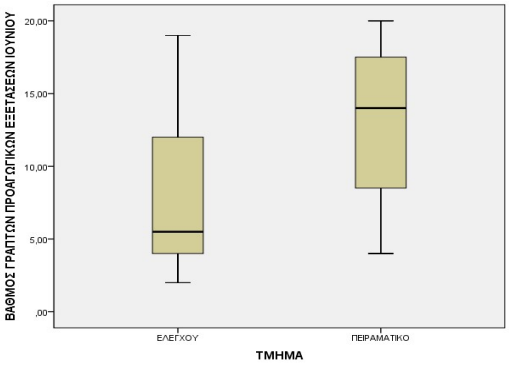
ΤΜΗΜΑ	Mean	N	Std. Deviation
ΕΛΕΓΧΟΥ	8,50	22	5,47
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	12,96	23	5,04
Total	10,78	45	5,66

Ο μέσος όρος των βαθμών των προαγωγικών εξετάσεων των μαθητών στο τμήμα ελέγχου είναι 8,50/20 και στο πειραματικό τμήμα 12,96/20.

Θα ελέγξουμε αν υπάρχουν ακραίες τιμές στις γραπτές επιδόσεις (προαγωγικές Ιουνίου) των μαθητών και αν αυτές προέρχονται από κανονική κατανομή τόσο στο σύνολο των μαθητών όσο και στο κάθε τμήμα χωριστά με τη διαδικασία explore του

SPSS. Από το παρακάτω θηκόγραμμα παρατηρούμε ότι στο σύνολο των βαθμολογιών δεν υπάρχουν ακραίες τιμές αλλά ούτε και σε κάθε τμήμα χωριστά.





Από τον παρακάτω πίνακα για τον έλεγχο της κανονικότητας, για τους 45 μαθητές του σχολείου 9 προκύπτει ότι η γραπτή βαθμολογία τους δεν προέρχεται από κανονική κατανομή, p-τιμή=0,040<0,05 στο τεστ Kolmogorov-Smirnov και p-τιμή= 0,002<0,05 στο τεστ Shapiro-Wilk, N=45.

Tests of Normality

Σχολείο 9	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ	,134	45	,040	,910	45	,002

a. Lilliefors Significance Correction

Tests of Normality

Σχολείο 9	ΤΜΗΜΑ	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ	ΕΛΕΓΧΟΥ	,239	22	,002	,835	22	,002
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	,137	23	,200*	,933	23	,127

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Από τον παραπάνω πίνακα, Tests of Normality, για τον έλεγχο της κανονικότητας ανά τμήμα, προκύπτει ότι η βαθμολογία στο πειραματικό τμήμα προέρχεται από κανονική κατανομή, p-τιμή=0,200>0,05 στο τεστ Kolmogorov-Smirnov και p-τιμή=0,127>0,05 στο τεστ Shapiro-Wilk (N=22), ενώ στο τμήμα ελέγχου η p-

τιμή=0,002<0,05 στο τεστ Kolmogorov-Smirnov και p-τιμή=0,002<0,05 στο τεστ Shapiro-Wilk (N=22) άρα οι βαθμοί δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή.

Ο παραμετρικός έλεγχος θα γίνει καταχρηστικά, γιατί οι βαθμοί των προαγωγικών εξετάσεων του Ιουνίου δεν προέρχονται από κανονική κατανομή και το δείγμα είναι μικρό.

Independent Samples Test

Σχολείο 9		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ΒΑΘΜΟΣ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ	Equal variances assumed	,039	,845	-2,845	43	,007	-4,45652	1,56647	-7,61561	-1,29743
	Equal variances not assumed			-2,840	42,325	,007	-4,45652	1,56936	-7,62289	-1,29015

Η υπόθεση της ισότητας των πληθυσμιακών διακυμάνσεων των γραπτών επιδόσεων των μαθητών στο μάθημα της χημείας κατά τις προαγωγικές εξετάσεις Ιουνίου στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα δεν απορρίπτεται (τεστ του Levene, τιμή του F στατιστικού τεστ = 0,039, p-τιμή=0,845>0,05). Η μέση επίδοση των μαθητών διαφέρει στατιστικά σημαντικώς (τιμή t στατιστικό =-2,845, df=43, p-τιμή = 0,007<0,05) στο τμήμα ελέγχου και στο πειραματικό τμήμα με το πειραματικό να εμφανίζει καλύτερη επίδοση από το τμήμα ελέγχου. ($Μ.Ο._{\text{τμημάτος ελέγχου}}$=8,50 και $Μ.Ο._{\text{πειραματικού τμημάτος}}$=12,96). ***Άρα, τα τμήματα δεν είναι ισοδύναμα.***

Στη συνέχεια, εφαρμόζουμε και τον μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test, επειδή το δείγμα δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή.

Μη παραμετρικός έλεγχος:

Ranks

Σχολείο 9	ΤΜΗΜΑ	N	Mean Rank	Sum of Ranks
ΒΑΘΜΟΣ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ	ΕΛΕΓΧΟΥ	22	17,48	384,50
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	23	28,28	650,50
	Total	45		

Test Statistics[a]

Σχολείο 9			ΒΑΘΜΟΣ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ
Mann-Whitney U			131,500
Wilcoxon W			384,500
Z			-2,771
Asymp. Sig. (2-tailed)			,006
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,005[b]
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,003
		Upper Bound	,007
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,002[b]
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,001
		Upper Bound	,004

a. Grouping Variable: ΤΜΗΜΑ

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 299883525.

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The medians of ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ are the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Median Test	,052	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ is the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,006	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Η υπολογισμένη τιμή U για το Mann-Whitney U Test είναι 131,50. Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στη διάμεσο των βαθμών των γραπτών εξετάσεων του Ιουνίου στο τμήμα ελέγχου και στο πειραματικό p-τιμή=0,052>0,05, ενώ η τιμή του επιπέδου σημαντικότητας (Sig. (2-tailed), δίπλευρος έλεγχος) είναι p-

τιμή=0,006<0,05 που σημαίνει ότι ***υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδοση των μαθητών στο τμήμα ελέγχου και στο πειραματικό τμήμα στις γραπτές εξετάσεις του Ιουνίου στο μάθημα της χημείας. Άρα, τα τμήματα δεν είναι ισοδύναμα, γι' αυτό τα εξαιρέσαμε και από την έρευνά μας.***

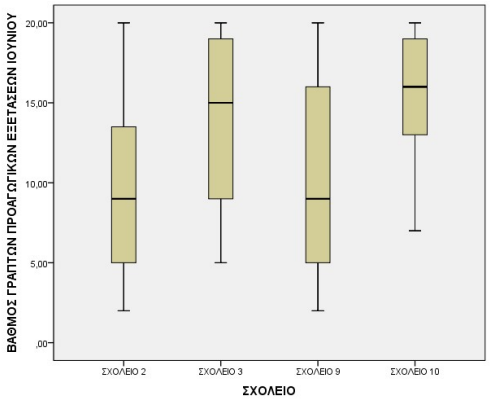
Ισοδυναμία τμημάτων στα υπόλοιπα σχολεία:

Θα εξετάσουμε αν τα τμήματα ελέγχου είναι ισοδύναμα με τα πειραματικά τμήματα από την επίδοση των μαθητών στις γραπτές προαγωγικές εξετάσεις του Ιουνίου στο μάθημα της χημείας. Ο έλεγχος θα γίνει χωριστά ανά σχολείο και στο σύνολο των σχολείων που μας έστειλαν τις βαθμολογίες των γραπτών των μαθητών.

Report

ΒΑΘΜΟΣ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ

ΣΧΟΛΕΙΟ	Mean	N	Std. Deviation
ΣΧΟΛΕΙΟ 2	9,54	67	5,29
ΣΧΟΛΕΙΟ 3	14,06	36	5,12
ΣΧΟΛΕΙΟ 10	15,23	44	4,14
Total	12,35	147	5,55



ΣΧΟΛΕΙΟ 2

Από το σχολείο 2 έλαβαν μέρος στην έρευνα τρία τμήματα, σύνολο μαθητών 67 όπως φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα.

Case Processing Summary

Σχολείο 2	Cases					
	Included		Excluded		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
ΒΑΘΜΟΣ * ΤΜΗΜΑ	67	100,0%	0	0,0%	67	100,0%

Το τμήμα ελέγχου αποτελούνταν από 22 μαθητές, ενώ τα πειραματικά τμήματα αποτελούνταν από 45 μαθητές (βλέπε παρακάτω πίνακα).

Case Processing Summary

Σχολείο 2	ΤΜΗΜΑ	Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
ΒΑΘΜΟΣ ΙΟΥΝΙΟΥ	ΕΛΕΓΧΟΥ	22	100,0%	0	0,0%	22	100,0%
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	45	100,0%	0	0,0%	45	100,0%

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται ο μέσος όρος της επίδοσης των μαθητών στις γραπτές εξετάσεις του Ιουνίου για το τμήμα ελέγχου (Μ.Ο.=10,18 και Ν=22) και για τα πειραματικά τμήματα (Μ.Ο.=9,22 και Ν=45). Ο μέσος όρος της επίδοσης των μαθητών της τάξης είναι Μ.Ο.=9,54 στους 67 μαθητές.

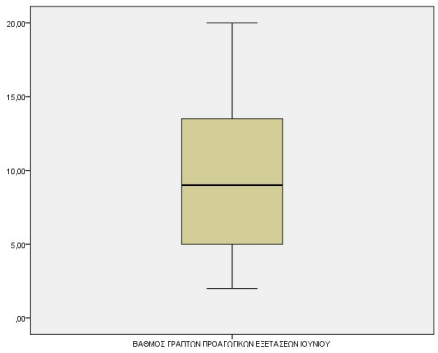
Report

ΓΡΑΠΤΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ ΣΤΙΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΙΟΥΝΙΟΥΣΧΟΛΕΙΟ 2

ΤΜΗΜΑ	Mean	N	Std. Deviation
ΕΛΕΓΧΟΥ	10,18	22	5,18823
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	9,22	45	5,37202
Total	9,54	67	5,29244

Θα εξετάσουμε αν έχουμε ακραίες τιμές στον πληθυσμό (Ν=67) και αν αυτές ακολουθούν την κανονική κατανομή.

Από το παρακάτω θηκόγραμμα προκύπτει ότι δεν υπάρχουν ακραίες τιμές.



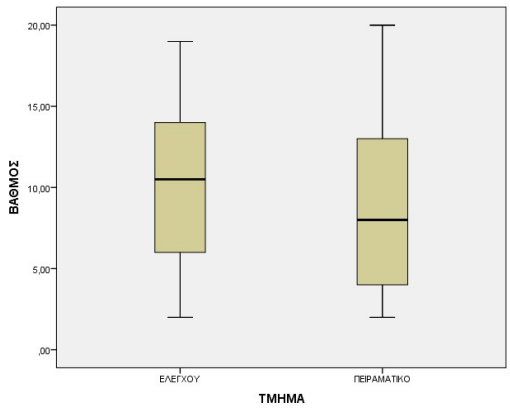
Από το τεστ κανονικότητας (βλέπε παρακάτω πίνακα) στο τεστ Shapiro-Wilk p-τιμή=0,007<0,05 και στο Kolmogorov-Smirnov p-τιμή=0,058>0,05. Άρα, δεν μπορούμε να ισχυριστούμε ότι η κατανομή είναι κανονική.

Tests of Normality

Σχολείο 2	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ	,106	67	,058	,947	67	,007

a. Lilliefors Significance Correction

Θα επαναλάβουμε τη διαδικασία χωριστά για το τμήμα ελέγχου και για τα πειραματικά τμήματα. Από το παρακάτω διάγραμμα θηκογραμμάτων παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν ακραίες τιμές στις γραπτές επιδόσεις των μαθητών κατά τις προαγωγικές εξετάσεις του Ιουνίου ούτε στο τμήμα ελέγχου ούτε στα πειραματικά τμήματα.



Από το τεστ κανονικότητας (βλέπε παρακάτω πίνακα) οι γραπτές επιδόσεις των μαθητών των πειραματικών τμημάτων δεν προέρχονται από κανονική κατανομή. Στο τεστ Shapiro-Wilk p-τιμή=0,013<0,05 και στο Kolmogorov-Smirnov p-τιμή=0,028<0,05. Επομένως, θα εξετάσουμε την ισοδυναμία των τμημάτων μη παραμετρικά.

Tests of Normality

Σχολείο 2	ΤΜΗΜΑ	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΒΑΘΜΟΣ	ΕΛΕΓΧΟΥ	,133	22	,200*	,956	22	,412
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	,140	45	,028	,934	45	,013

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Μη παραμετρικός έλεγχος

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The medians of ΒΑΘΜΟΣ are the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Median Test	,730	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of ΒΑΘΜΟΣ is the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,418	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

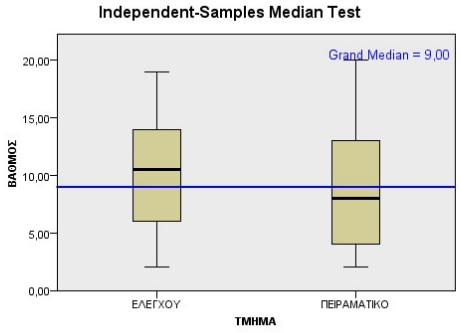
Από την p-τιμή του στατιστικού τεστ του Mann-Whitney U για ανεξάρτητα δείγματα συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των μαθητών (p-τιμή=0,418>0,05) ούτε υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη διάμεσο της επίδοσης των τμημάτων (p-τιμή=0,730>0,05). Επιπλέον από τον πίνακα που ακολουθεί (και αποκτήθηκε μέσω της διαδικασίας Analyze Descriptive Statistics Explore) προκύπτει ότι η πληθυσμιακή διάμεσος της επίδοσης και η μέση τιμή είναι κοντά τόσο για το τμήμα ελέγχου όσο και για τα πειραματικά τμήματα.

Descriptives

Σχολείο 2	ΤΜΗΜΑ			Statistic	Std. Error
ΒΑΘΜΟΣ	ΕΛΕΓΧΟΥ	Mean		**10,1818**	1,10613
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	7,8815	
			Upper Bound	12,4822	
		5% Trimmed Mean		10,1465	
		Median		**10,5000**	
		Variance		26,918	
		Std. Deviation		5,18823	
		Minimum		2,00	
		Maximum		19,00	
		Range		17,00	
		Interquartile Range		8,25	
		Skewness		,037	,491
		Kurtosis		-1,000	,953
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	Mean		**9,2222**	,80081
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	7,6083	
			Upper Bound	10,8362	

	5% Trimmed Mean	9,0309	
	Median	**8,0000**	
	Variance	28,859	
	Std. Deviation	5,37202	
	Minimum	2,00	
	Maximum	20,00	
	Range	18,00	
	Interquartile Range	9,00	
	Skewness	,446	,354
	Kurtosis	-,840	,695

Τμήμα ελέγχου: μέση τιμή=10,18 και διάμεσος=10,5. Πειραματικά τμήματα: μέση τιμή=9,22 και διάμεσος=8,00. Τα αποτελέσματα γενικεύονται στις μέσες τιμές καθώς είναι συμμετρικά όπως προκύπτει από το παρακάτω διάγραμμα. Άρα, τα τμήματα είναι ισοδύναμα.



Total N		67
Median		9,000
Test Statistic		,367
Degrees of Freedom		1
Asymptotic Sig. (2-sided test)		,545
Yates's Continuity Correction	Chi-Square	,119
	Degrees of Freedom	1
	Asymptotic Sig. (2-sided test)	,730

1. Multiple comparisons are not performed because the overall test does not show significant differences across samples.

ΣΧΟΛΕΙΟ 3

Από το σχολείο 3 έλαβαν μέρος στην έρευνα δύο τμήματα, σύνολο μαθητών 36 όπως φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα.

Case Processing Summary

Σχολείο 3	Cases					
	Included		Excluded		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ * ΤΜΗΜΑ	36	100,0%	0	0,0%	36	100,0%

Το τμήμα ελέγχου αποτελούνταν από 18 μαθητές όπως και το πειραματικό τμήμα αποτελούνταν πάλι από 18 μαθητές (βλέπε παρακάτω πίνακα).

Case Processing Summary

Σχολείο 3		Cases					
		Valid		Missing		Total	
	ΤΜΗΜΑ	N	Percent	N	Percent	N	Percent
ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ	ΕΛΕΓΧΟΥ	18	100,0%	0	0,0%	18	100,0%
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	18	100,0%	0	0,0%	18	100,0%

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται ο μέσος όρος της επίδοσης των μαθητών στις γραπτές εξετάσεις του Ιουνίου για το τμήμα ελέγχου (Μ.Ο.=13,44/20 και Ν=18) και για τα πειραματικά τμήματα (Μ.Ο.=14,67/20 και Ν=18). Ο μέσος όρος της επίδοσης των μαθητών της τάξης είναι Μ.Ο.=14,06/20 στους 36 μαθητές.

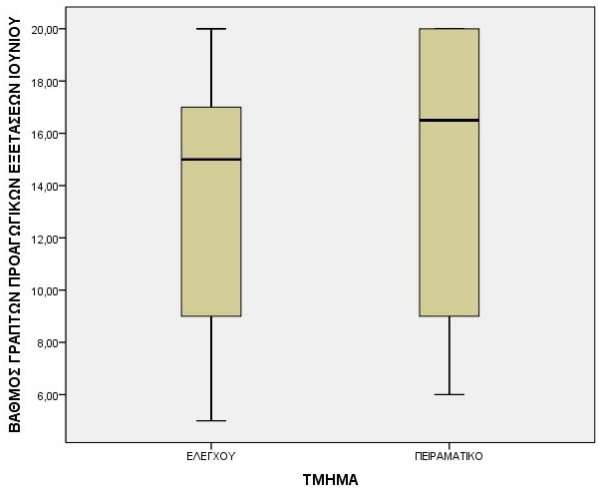
Report

ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ	Mean	N	Std. Deviation
ΕΛΕΓΧΟΥ	13,44	18	4,87759
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	14,67	18	5,42326
Total	14,06	36	5,12107

Θα εξετάσουμε αν έχουμε ακραίες τιμές στον πληθυσμό (Ν=36) ανά τμήμα ελέγχου (Ν=18) και πειραματικό (Ν=18) και αν αυτές ακολουθούν την κανονική κατανομή.

Από το παρακάτω θηκόγραμμα προκύπτει ότι δεν υπάρχουν ακραίες τιμές.



Από το τεστ κανονικότητας (βλέπε παρακάτω πίνακα) οι γραπτές επιδόσεις των μαθητών του πειραματικού τμήματος δεν προέρχονται από κανονική κατανομή. Στο τεστ Shapiro-Wilk p-τιμή=0,005<0,05 και στο Kolmogorov-Smirnov p-τιμή=0,011<0,05. Επομένως, θα εξετάσουμε την ισοδυναμία των τμημάτων μη παραμετρικά.

Tests of Normality

Σχολείο 3	ΤΜΗΜΑ	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ	ΕΛΕΓΧΟΥ	,181	18	,124	,913	18	,098
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	,232	18	,011	,833	18	,005

a. Lilliefors Significance Correction

Μη παραμετρικός έλεγχος.

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The medians of ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ are the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Median Test	,504	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ is the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,339[1]	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

[1] Exact significance is displayed for this test.

Από την p-τιμή του στατιστικού τεστ του Mann-Whitney U για ανεξάρτητα δείγματα συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των μαθητών (p-τιμή=0,339>0,05) ούτε υπάρχουν στατιστικά σημαντικές

διαφορές στη διάμεσο της επίδοσης των τμημάτων (p-τιμή=0,504>0,05). Άρα, τα τμήματα είναι ισοδύναμα.

ΣΧΟΛΕΙΟ 10

Από το σχολείο 10 έλαβαν μέρος στην έρευνα δύο τμήματα, σύνολο μαθητών 44 όπως φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα.

Case Processing Summary

Σχολείο 10	Cases					
	Included		Excluded		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ * ΤΜΗΜΑ	44	100,0%	0	0,0%	44	100,0%

Το τμήμα ελέγχου αποτελούνταν από 21 μαθητές, ενώ το πειραματικό τμήμα αποτελούνταν από 23 μαθητές (βλέπε παρακάτω πίνακα).

Case Processing Summary

Σχολείο 10	ΤΜΗΜΑ	Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ	ΕΛΕΓΧΟΥ	21	100,0%	0	0,0%	21	100,0%
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	23	100,0%	0	0,0%	23	100,0%

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται ο μέσος όρος της επίδοσης των μαθητών στις γραπτές εξετάσεις του Ιουνίου για το τμήμα ελέγχου (Μ.Ο.=15,62 και Ν=21) και για το πειραματικό τμήμα (Μ.Ο.=14,87 και Ν=23). Ο μέσος όρος της επίδοσης των μαθητών της τάξης είναι Μ.Ο.=15,23 στους 44 μαθητές.

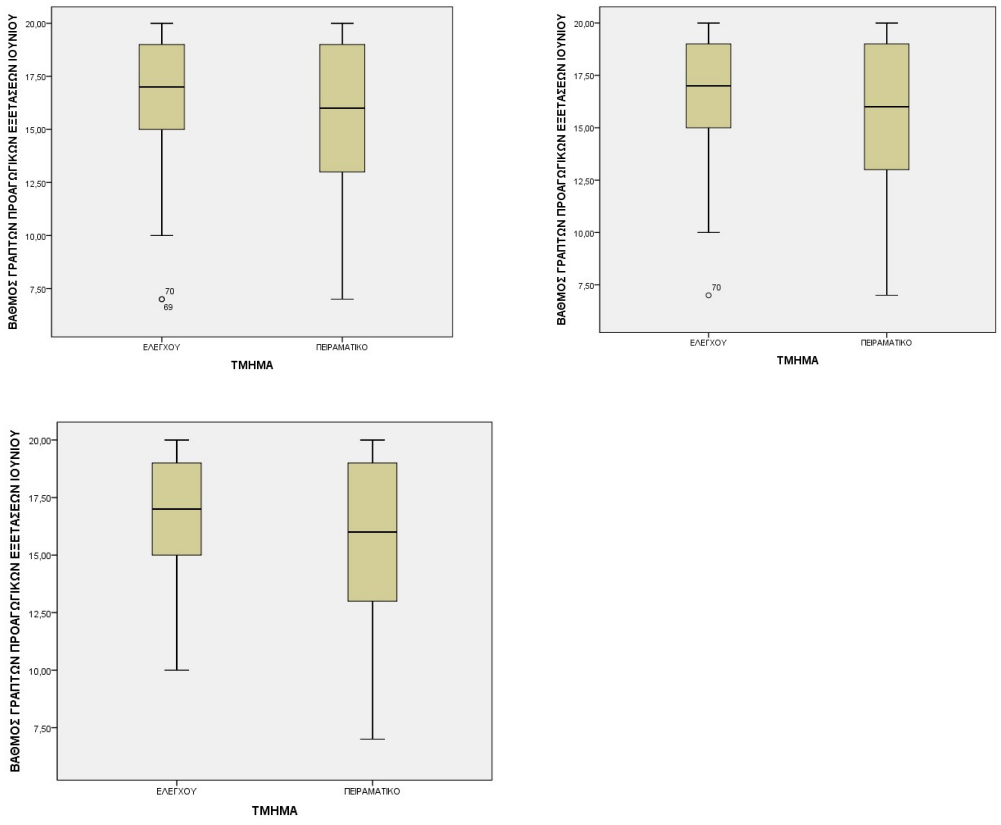
Report

ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ	Mean	N	Std. Deviation
ΕΛΕΓΧΟΥ	15,62	21	3,84026
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	14,87	23	4,45487
Total	15,23	44	4,14203

Θα εξετάσουμε αν έχουμε ακραίες τιμές στον πληθυσμό (N=44) ανά τμήμα ελέγχου (N=21) και πειραματικό (N=23) και αν αυτές ακολουθούν την κανονική κατανομή.

Από το παρακάτω διάγραμμα θηκογραμμάτων προκύπτει ότι υπάρχουν δύο ακραίες τιμές τις οποίες και θα εξαιρέσουμε.



Από το τεστ κανονικότητας (βλέπε παρακάτω πίνακα) οι γραπτές επιδόσεις των μαθητών του πειραματικού τμήματος δεν προέρχονται από κανονική κατανομή.

Tests of Normality

Σχολείο 10	ΤΜΗΜΑ	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ	ΕΛΕΓΧΟΥ	,149	19	,200*	,909	19	,072
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	,150	23	,194	,894	23	,019

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Στο τεστ Shapiro-Wilk p-τιμή=0,019<0,05 και στο Kolmogorov-Smirnov p-τιμή=0,194>0,05 αλλά το πλήθος των παρατηρήσεων είναι μικρότερο από 50.

Επομένως, θα εξετάσουμε την ισοδυναμία των τμημάτων μη παραμετρικά αφού επαναφέρουμε τις ακραίες τιμές.

Μη παραμετρικός έλεγχος

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The medians of ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ are the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Median Test	,563	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ is the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,741	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Από την p-τιμή του στατιστικού τεστ Mann-Whitney U για ανεξάρτητα δείγματα συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των μαθητών (p-τιμή=0,741>0,05) ούτε υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη διάμεσο της επίδοσης των τμημάτων (p-τιμή=0,563>0,05). Άρα, τα τμήματα είναι ισοδύναμα.

ΣΥΝΟΛΟ ΣΧΟΛΕΙΩΝ

Θα εξετάσουμε τώρα αν τα τμήματα ελέγχου και τα πειραματικά τμήματα είναι ισοδύναμα στο σύνολο των σχολείων που μας έστειλαν την επίδοση των μαθητών τους από τις γραπτές προαγωγικές εξετάσεις του Ιουνίου έχοντας εξαιρέσει το σχολείο 9.

Ο παρακάτω πίνακας μας πληροφορεί ότι στα τμήματα ελέγχου υπάρχουν 61 μαθητές ενώ στα πειραματικά τμήματα 86. Ο μέσος όρος των τμημάτων ελέγχου είναι Μ.Ο.=12,72 και των πειραματικών είναι Μ.Ο.=11,87.

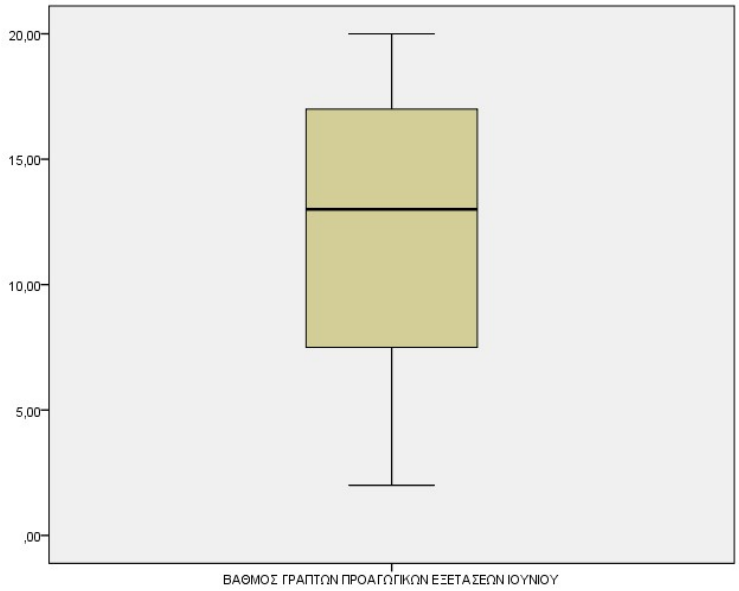
Report

ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ	Mean	N	Std. Deviation
ΕΛΕΓΧΟΥ	12,72	61	5,04688
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	11,87	86	5,81033
Total	12,22	147	5,50441

Θα εξετάσουμε αν υπάρχουν ακραίες τιμές και αν οι παρατηρήσεις ακολουθούν την κανονική κατανομή τόσο στο σύνολο όσο και ανά τμήμα (ελέγχου και πειραματικό).

Από το παρακάτω θηκόγραμμα προκύπτει ότι δεν έχουμε ακραίες τιμές στο σύνολο των παρατηρήσεων.



Από το τεστ κανονικότητας (βλέπε παρακάτω πίνακα) οι γραπτές επιδόσεις των μαθητών δεν προέρχονται από κανονική κατανομή. Στο τεστ Shapiro-Wilk p-τιμή<0,001<0,05 και στο Kolmogorov-Smirnov p-τιμή=0,001<0,05 για N=147.

Tests of Normality

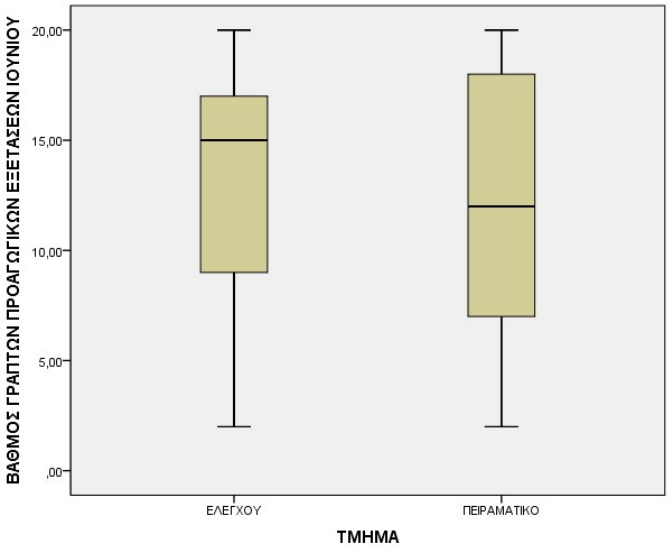
	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ	,101	147	,001	,940	147	,000

a. Lilliefors Significance Correction

Θα εξετάσουμε αν υπάρχουν ακραίες τιμές και αν οι παρατηρήσεις ακολουθούν την κανονική κατανομή ανά τμήμα (ελέγχου και πειραματικό).

Από το παρακάτω διάγραμμα θηκογραμμάτων προκύπτει ότι δεν έχουμε ακραίες τιμές ούτε στους μαθητές των τμημάτων ελέγχου ούτε σε αυτούς των πειραματικών

τμημάτων για τις γραπτές επιδόσεις τους στο μάθημα της χημείας κατά τις προαγωγικές εξετάσεις του Ιουνίου..



Από το τεστ κανονικότητας (βλέπε παρακάτω πίνακα) οι γραπτές επιδόσεις των μαθητών δεν προέρχονται από κανονική κατανομή. Για τους μαθητές των τμημάτων ελέγχου στο τεστ Shapiro-Wilk η p-τιμή είναι p-τιμή=0,004<0,05 και στο Kolmogorov-Smirnov p-τιμή=0,002<0,05 (N=61). Το ίδιο συμβαίνει και για τους μαθητές των πειραματικών τμημάτων. Στο τεστ Shapiro-Wilk η p-τιμή είναι p-τιμή<0,001<0,05 και στο Kolmogorov-Smirnov p-τιμή=0,012<0,05 (N=86).

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	ΤΜΗΜΑ	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ	ΕΛΕΓΧΟΥ	,150	61	,002	,939	61	,004
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	,110	86	,012	,929	86	,000

a. Lilliefors Significance Correction

Επειδή οι δειγματικές παρατηρήσεις μας είναι περισσότερες από 30 θα εξετάσουμε παραμετρικά αν τα τμήματα ελέγχου και τα πειραματικά είναι ισοδύναμα (N=147).

Ο παρακάτω πίνακας μας πληροφορεί ότι 61 μαθητές ανήκαν σε τμήματα ελέγχου και 86 σε πειραματικά τμήματα. Ο μέσος όρος των τμημάτων ελέγχου είναι Μ.Ο.=12,72 και των πειραματικών είναι Μ.Ο.=11,87.

Group Statistics

	ΤΜΗΜΑ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ	ΕΛΕΓΧΟΥ	61	12,72	5,04688	,64619
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	86	11,87	5,81033	,62654

Από τον παρακάτω πίνακα Independent Samples Test για ανεξάρτητα δείγματα προκύπτει ότι η υπόθεση της ισότητας των πληθυσμιακών διακυμάνσεων των γραπτών επιδόσεων των μαθητών στο μάθημα της χημείας κατά τις προαγωγικές εξετάσεις Ιουνίου στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα δεν απορρίπτεται (τεστ του Levene, τιμή του F στατιστικού τεστ = 2,164, p-τιμή=0,143>0,05). Η επίδοση των μαθητών δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικώς (τιμή t στατιστικό = 0,921, df=145, p-τιμή = 0,358>0,05) στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα στο μάθημα της χημείας στις γραπτές εξετάσεις του Ιουνίου. ***Άρα, τα τμήματα είναι ισοδύναμα*** και μάλιστα τα πειραματικά εμφανίζουν ***μικρότερη*** επίδοση από τα τμήματα ελέγχου. ($Μ.Ο._{\text{τμημάτος ελέγχου}}$=12,72 και $Μ.Ο._{\text{πειραματικού τμημάτος}}$=11,87).

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ΒΑΘΜΟΣ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ	Equal variances assumed	2,164	,143	,921	145	,358	,84922	,92189	-,97287	2,67130
	Equal variances not assumed			,944	139,077	,347	,84922	,90006	-,93036	2,62880

Στη συνέχεια, εφαρμόζουμε και τον μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test, επειδή το δείγμα δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή.

Μη παραμετρικός έλεγχος:

Δεν υπήρχαν ακραίες τιμές, οπότε N=147.

Ο παρακάτω πίνακας μας πληροφορεί ότι 61 μαθητές ανήκαν στα τμήματα ελέγχου και 86 στα πειραματικά.

Ranks

	ΤΜΗΜΑ	N	Mean Rank	Sum of Ranks
ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ	ΕΛΕΓΧΟΥ	61	77,11	4704,00
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	86	71,79	6174,00
	Total	147		

Από τον παρακάτω πίνακα Test Statistics η υπολογισμένη τιμή U για το Mann-Whitney U Test είναι 2433,00 ενώ η τιμή του επιπέδου σημαντικότητας (Sig. (2-tailed), δίπλευρος έλεγχος) είναι p-τιμή=0,454>0,05 που σημαίνει ότι ***δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδοση των μαθητών στις γραπτές εξετάσεις του Ιουνίου στο μάθημα της χημείας. Άρα, τα τμήματα είναι ισοδύναμα.***

Test Statistics[a]

			ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ
Mann-Whitney U			2433,000
Wilcoxon W			6174,000
Z			-,748
Asymp. Sig. (2-tailed)			,454
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,454[b]
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,441
		Upper Bound	,466
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,221[b]
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,211
		Upper Bound	,232

a. Grouping Variable: ΤΜΗΜΑ

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

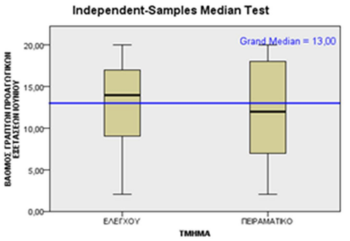
Για να εξετάσουμε αν γενικεύεται η ισοδυναμία των μέσων τιμών των τμημάτων ελέγχου με τα πειραματικά τμήματα θα εξετάσουμε και τη διάμεσο της επίδοσης των μαθητών.

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The medians of ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ are the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Median Test	,114	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ is the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,454	Retain the null hypothesis.

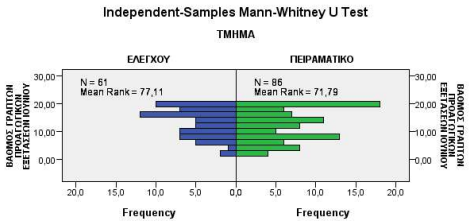
Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη διάμεσο της επίδοσης των μαθητών των πειραματικών τμημάτων και των τμημάτων ελέγχου (p-τιμή=0,114>0,05) για επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Total N		147
Median		13,000
Test Statistic		3,051
Degrees of Freedom		1
Asymptotic Sig. (2-sided test)		,081
Yates's Continuity Correction	Chi-Square	2,493
	Degrees of Freedom	1
	Asymptotic Sig. (2-sided test)	,114

1. Multiple comparisons are not performed because the overall test does not show significant differences across samples.



Total N	147
Mann-Whitney U	2.433,000
Wilcoxon W	6.174,000
Test Statistic	2.433,000
Standard Error	253,846
Standardized Test Statistic	-,748
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,454

Για να μπορούν να γενικευτούν τα αποτελέσματα για τη μέση τιμή της επίδοσης θα πρέπει η δειγματική μέση τιμή και η αντίστοιχη διάμεσος να είναι αρκετά κοντά.

Από τον πίνακα που ακολουθεί (και αποκτήθηκε μέσω της διαδικασίας Analyze Descriptive Statistics Explore) προκύπτει ότι η πληθυσμιακή διάμεσος της επίδοσης και η μέση τιμή είναι αρκετά κοντά για το τμήμα ελέγχου (12,72 - 14,00). Το ίδιο συμβαίνει για τα πειραματικά τμήματα(11,87 - 12,00). ***Άρα, τα τμήματα είναι ισοδύναμα.***

Descriptives

	ΤΜΗΜΑ			Statistic	Std. Error
ΒΑΘΜΟΣ ΓΡΑΠΤΩΝ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΙΟΥΝΙΟΥ	ΕΛΕΓΧΟΥ	Mean		**12,7213**	,64619
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	11,4287	
			Upper Bound	14,0139	
		5% Trimmed Mean		12,9107	
		Median		**14,0000**	
		Variance		25,471	
		Std. Deviation		5,04688	
		Minimum		2,00	
		Maximum		20,00	
		Range		18,00	
		Interquartile Range		8,50	
		Skewness		-,393	,306
		Kurtosis		-,949	,604
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	Mean		**11,8721**	,62654
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	10,6264	
			Upper Bound	13,1178	
		5% Trimmed Mean		11,9651	
		Median		**12,0000**	
		Variance		33,760	
		Std. Deviation		5,81033	
		Minimum		2,00	
		Maximum		20,00	
		Range		18,00	
		Interquartile Range		11,00	
		Skewness		-,059	,260
		Kurtosis		-1,285	,514

Επομένως, τόσο από τον παραμετρικό όσο και από τον μη παραμετρικό έλεγχο, καταλήξαμε στο ότι τα τμήματα είναι ισοδύναμα.

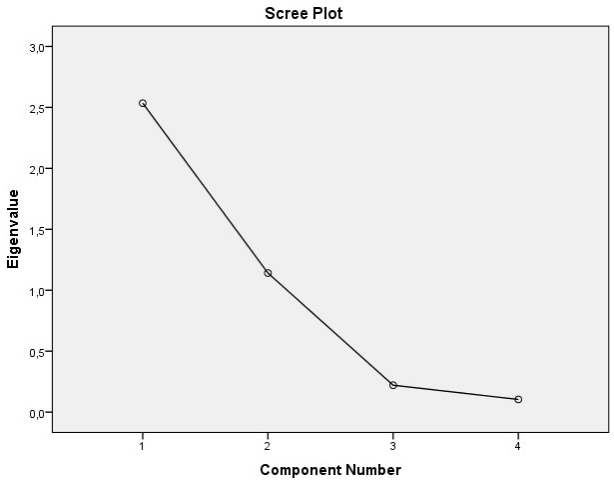
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΟ ΤΕΣΤ

ΜΕΡΟΣ Α: ΓΕΝΙΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ

7.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΤΕΣΤ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ PCA (PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS)

Τα δεδομένα υποβλήθηκαν σε επεξεργασία με Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (PCA, *PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS*) για να μειώσουμε τον αριθμό των μεταβλητών (4) και για να ανιχνεύσουμε τη δομή στις σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών. Οι συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών και των παραγόντων ονομάζονται επίσης και φορτίσεις παράγοντος. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν δύο κριτήρια που αφορούν τον αριθμό των παραγόντων που πρέπει να διατηρούνται. Σύμφωνα με το κριτήριο Kaiser (Kaiser, 1958), θα πρέπει να κρατήσουμε μόνο τους παράγοντες με ιδιοτιμές μεγαλύτερες από 1. Σύμφωνα με το κριτήριο ***scree plot***, που προτάθηκε από τον Catell (Catell, 1966) και είναι μια γραφική μέθοδος, χρησιμοποιούμε τη γραφική παράσταση των ιδιοτιμών των παραγόντων (βλέπε παρακάτω σχήμα) και στοχεύουμε στο να βρεθεί η περιοχή που έχουμε ομαλή μείωση των ιδιοτιμών προς τα δεξιά.



Επιπλέον, χρησιμοποιείται η μέθοδος περιστροφή Varimax, η οποία οδηγεί σε ένα μοτίβο φορτίσεων για κάθε παράγοντα που είναι όσο το δυνατόν διαφορετικές οδηγώντας στην ευκολότερη ερμηνεία τους.

Η PCA είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος που αναζητεί το γραμμικό συνδυασμό των μεταβλητών, έτσι ώστε να επεξηγείται από όλους τους παράγοντες η μέγιστη μεταβλητότητα αυτών. Για τη συγκεκριμένη μέθοδο δεν απαιτείται καμία παραδοχή για τη μορφή της κατανομής των δειγματικών παρατηρήσεων των δεδομένων. Για να μπορέσουμε να εξετάσουμε αν σε έναν πίνακα δεδομένων υπάρχουν ομάδες ομοειδών δεδομένων (clusters) θα πρέπει να ελαττώσουμε τις διαστάσεις του πίνακα σε δύο ή σε τρεις. Για να το κάνουμε αυτό παρατηρούμε αν τα σημεία της κάθε περιοχής σχηματίζουν μια ξεχωριστή ομάδα (**cluster**) ή αν τα σημεία δύο ή περισσότερων περιοχών σχηματίζουν μαζί μια άλλη ομάδα και βγάζουμε συμπεράσματα. Αν στο διάγραμμα των αποτελεσμάτων δεν ξεχωρίσουν ομάδες δοκιμάζουμε διαφορετικές μεθόδους περιστροφής.

Ο παρακάτω πίνακας συμμετοχικότητας της PCA δείχνει την καταλληλότητα για τα δεδομένα μας. Η τιμή του συντελεστή Kaiser-Meyer-Olkin μας δείχνει ότι το μέτρο επάρκειας της δειγματοληψίας είναι ίσο με 0,583>0,50. Άρα, το δείγμα είναι επαρκές. Το κριτήριο Bartlett's, που αξιολογεί το κατά πόσο οι συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών επιτρέπουν την εφαρμογή της ανάλυσης παραγόντων, είναι p<0,001<0,50 και το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι ότι τα δεδομένα κρίνονται κατάλληλα για διεξαγωγή παραγοντικής ανάλυσης και επιτρέπεται η εφαρμογή της.

Συμμετοχικότητα: KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,583
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	767,821
	df	6
	Sig.	,000

Όπως φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα που δίνει τις ιδιοτιμές και την επί τοις εκατό εξηγούμενη διακύμανση, οι δύο πρώτες συνιστώσες έχουν τιμές 2,535 και 1,141 και εξηγούν περίπου το 92% της συνολικής αρχικής πληροφορίας.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	**2,535**	63,363	63,363	2,535	63,363	63,363	1,901	47,519	47,519
2	**1,141**	28,527	91,890	1,141	28,527	91,890	1,775	44,371	91,890
3	,221	5,515	97,405						
4	,104	2,595	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Από τις 4 συνιστώσες επιλέγονται οι δύο πρώτες (λ>1). Από τον περιεστραμένο πίνακα συνιστωσών συμπεραίνουμε ότι η πρώτη κύρια συνιστώσα φορτίζει στο θέμα 2, ενώ η δεύτερη κύρια συνιστώσα φορτίζει στο θέμα 1 και αυτό είναι εύλογο (ουσιαστικά πρόκειται περί ταυτολογίας). Από την άλλη, προκύπτει ότι τα θέματα 1 και 2 εξετάζουν διαφορετικές πλευρές του θέματος.

Rotated Component Matrix[a]

	Component	
	1	2
ΘΕΜΑ 2 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ	**,959**	,171
ΘΕΜΑ 2 ΤΥΠΟΙ	**,951**	,201
ΘΕΜΑ 1 ΤΥΠΟΙ	,122	**,940**
ΘΕΜΑ 1 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ	,248	**,907**

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 3 iterations.

7.2 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ ΓΙΑ ΤΟ ΘΕΜΑ 1 ΚΑΙ ΘΕΜΑ 2

Στο «θέμα 1» δίδεται στους μαθητές μια ισοσταθμισμένη χημική αντίδραση σε συμβολικό επίπεδο και ζητείται να χρησιμοποιήσουν προσομοιώματα για να την αναπαραστήσουν σε υπομικροσκοπικό επίπεδο. Αντιστρόφως, στο «θέμα 2» τους δίδεται με προσομοιώματα μια ισοσταθμισμένη χημική αντίδραση σε υπομικροσκοπικό επίπεδο και ζητείται να την αναπαραστήσουν σε συμβολικό επίπεδο.

Για να απαντήσουμε στο ερώτημα αν οι μαθητές μπορούν να μεταβαίνουν από το συμβολικό επίπεδο στο υπομικροσκοπικό ευκολότερα από ό,τι από το

υπομικροσκοπικό στο συμβολικό ή αντίστροφα, θα συγκρίνουμε τις επιδόσεις των μαθητών του κάθε γυμνασίου χωριστά για το θέμα 1 και για το θέμα 2 ανεξάρτητα από τη διδακτική παρέμβαση. Κάθε θέμα βαθμολογείται με άριστα το 10. Πριν, όμως, αρχίσουμε τη στατιστική ανάλυση θα πρέπει να θυμίσουμε ότι το σχολείο 1 είναι αγροτικό, τα 4 και 5 πειραματικά, το 6 ιδιωτικό, το 7 νησιωτικό και το 10 αστικό. Έχουμε εξαιρέσει το σχολείο 9.

Παραθέτουμε πίνακες του πλήθους των μαθητών (Ν), των μέσων όρων (Μ.Ο.) της επίδοσης και της τυπικής απόκλισης (Τ.Α.) για τα θέματα 1 και 2 του τεστ, καθώς επίσης και τη συνολική τους επίδοση στο τεστ (θέμα 1 και θέμα 2 μαζί) ανά σχολείο και συνολικά. (βλέπε πίνακα 7.2.1).

Πίνακας 7.2.1. Πλήθος μαθητών, Μέσοι όροι και Τυπικές αποκλίσεις ανά θέμα και συνολικά στο τεστ

ΣΧΟΛΕΙΑ	ΤΕΣΤ						ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΤΕΣΤ			
	ΘΕΜΑ 1			ΘΕΜΑ 2			ΘΕΜΑ 1 ΚΑΙ ΘΕΜΑ 2			
	N	Μ.Ο. (10)	Τ.Α.	N	Μ.Ο. (10)	Τ.Α.	N	Μ.Ο. (20)	Τ.Α.	Μ.Ο. (100)
1	37	6,36	4,12	37	2,97	3,99	37	9,34	6,74	46,69
4	47	8,43	2,64	47	8,29	2,67	47	16,71	4,34	83,56
5	76	6,84	3,95	76	4,66	4,21	76	11,51	6,72	57,53
6	45	8,42	3,15	45	8,08	3,37	45	16,50	4,60	82,50
7	35	5,41	4,16	35	5,01	3,94	35	10,43	7,26	52,14
10	46	5,75	3,29	46	4,13	3,74	46	9,88	5,48	49,40
Σ	286	**6,94**	3,73	286	**5,53**	4,16	286	**12,47**	6,61	62,35

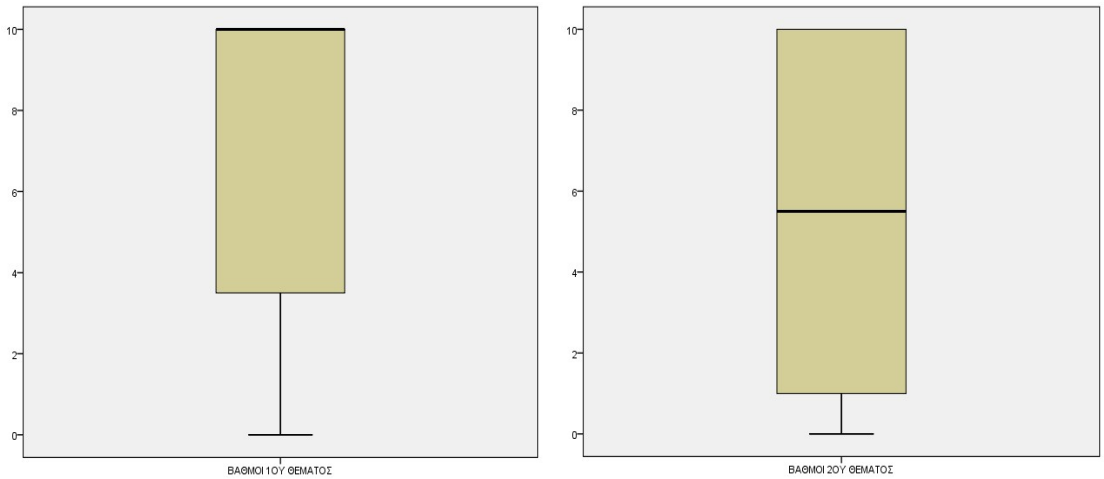
Από τη μελέτη του πίνακα 7.2.1 καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι οι μέσοι όροι των επιδόσεων των μαθητών στο θέμα 1 είναι μεγαλύτεροι από τους μέσους όρους των επιδόσεων στο θέμα 2, το οποίο σημαίνει ***ότι με μεγαλύτερη ευκολία οι μαθητές μεταβαίνουν από το συμβολικό επίπεδο στο υπομικροσκοπικό επίπεδο.*** Από τις τυπικές αποκλίσεις, τα σχολεία 4 και 6 φαίνεται να εμφανίζουν μεγαλύτερη ομοιογένεια. Το σχολείο 4 είναι πειραματικό και το 6 είναι ιδιωτικό.

Από τον τελικό βαθμό επίδοσης στο τεστ διαπιστώνουμε ότι τα σχολεία με το μεγαλύτερο μέσο όρο στην επίδοση των μαθητών (σύνολο μαθητών 92) είναι το 4 και το 6, με μέσους όρους αντίστοιχα 16,71 και 16,50 στην εικοσαβάθμια κλίμακα και 83,56 και 82,50 στην εκατονταβάθμια κλίμακα. Οι μαθητές των σχολείων 1, 5, 7 και 10 (σύνολο μαθητών 194) εμφανίζουν μια μέση επίδοση (9,34/20, 11,51/20, 10,43/20 και 9,88/20 αντίστοιχα και 46,69/100, 57,53/100, 52,14/100 και 49,40/100). Εδώ θα

πρέπει να αναφέρουμε ότι το σχολείο 5 είναι πειραματικό. Από τα έξι σχολεία, μόνο οι μαθητές των τεσσάρων (4, 5, 6 και 7, σύνολο μαθητών 203) εμφανίζουν μέση επίδοση πάνω από τη βάση, ενώ των άλλων δύο (1 και 10, σύνολο μαθητών 83) πολύ κοντά στη βάση. Θα πρέπει, επίσης, να παρατηρήσουμε ότι οι μαθητές των σχολείων 1 και 5 με μεγαλύτερη δυσκολία από τους μαθητές των άλλων σχολείων καταφέρνουν να μετατρέψουν σε συμβολικό επίπεδο μια χημική εξίσωση που τους δίδεται σε υπομικροσκοπικό επίπεδο. Στο σύνολο των μαθητών (286) ο μέσος όρος για το θέμα 1 είναι 6,94/10, ενώ για το θέμα 2 είναι 5,53/10. Η συνολική επίδοση των μαθητών και στα δύο θέματα του τεστ είναι 12,47 με άριστα το είκοσι και 62,35 με άριστα το 100.

Θα εξετάσουμε αν στις δειγματικές παρατηρήσεις της επίδοσης στο 1ο και στο 2ο θέμα υπάρχουν ακραίες τιμές και αν αυτές προέρχονται από κανονική κατανομή.

Από τα παρακάτω θηκογράμματα προκύπτει ότι δεν έχουμε ακραίες τιμές.



Θα εξετάσουμε την κανονικότητα των δειγματικών παρατηρήσεων.

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	,332	286	,000	,757	286	,000
ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	,274	286	,000	,796	286	,000

a. Lilliefors Significance Correction

Παρατηρούμε ότι οι δειγματικές παρατηρήσεις για την επίδοση των μαθητών στο θέμα 1 και στο θέμα 2 δεν προέρχονται από κανονική κατανομή. Τόσο στο τεστ Kolmogorov-Smirnov όσο και στο Shapiro-Wilk η p-τιμή είναι p-τιμή<0,001<0,05.

Θα εξετάσουμε τώρα τους συντελεστές συσχέτισης Pearson (παραμετρικό τεστ) κάνοντας χρήση του Κεντρικού Οριακού Θεωρήματος (N=286) και Spearman (μη παραμετρικό τεστ) για τους βαθμούς επίδοσης των μαθητών στο πρώτο και το δεύτερο θέμα.

Όπως φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα, ο r του Pearson είναι ίσος με +0,398, γεγονός που καταδεικνύει θετική γραμμική συσχέτιση. Αυτό σημαίνει ότι μικροί βαθμοί στο θέμα 1 αντιστοιχούν σε μικρούς βαθμούς στο θέμα 2 και αντίστροφα. Το r δεν είναι πολύ κοντά στο ένα, δηλαδή δεν έχουμε συσχέτιση υψηλού βαθμού. Ωστόσο, είναι πολύ σημαντική στατιστικά, στο επίπεδο του 1 % (p-τιμή=0,001).

Correlations

		ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ
ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	Pearson Correlation	1	,398**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	286	286
ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	Pearson Correlation	,398**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	286	286

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Όπως φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα, ο r_s του Spearman είναι ίσος με +0,378, γεγονός που καταδεικνύει θετική γραμμική συσχέτιση. Αυτό σημαίνει ότι μικροί βαθμοί στο θέμα 1 αντιστοιχούν σε μικρούς βαθμούς στο θέμα 2 και αντίστροφα. Το r_s δεν είναι πολύ κοντά στο ένα, δηλαδή δεν έχουμε συσχέτιση υψηλού βαθμού. Ωστόσο, είναι πολύ σημαντική στατιστικά, στο επίπεδο του 1 % (p-τιμή=0,001)

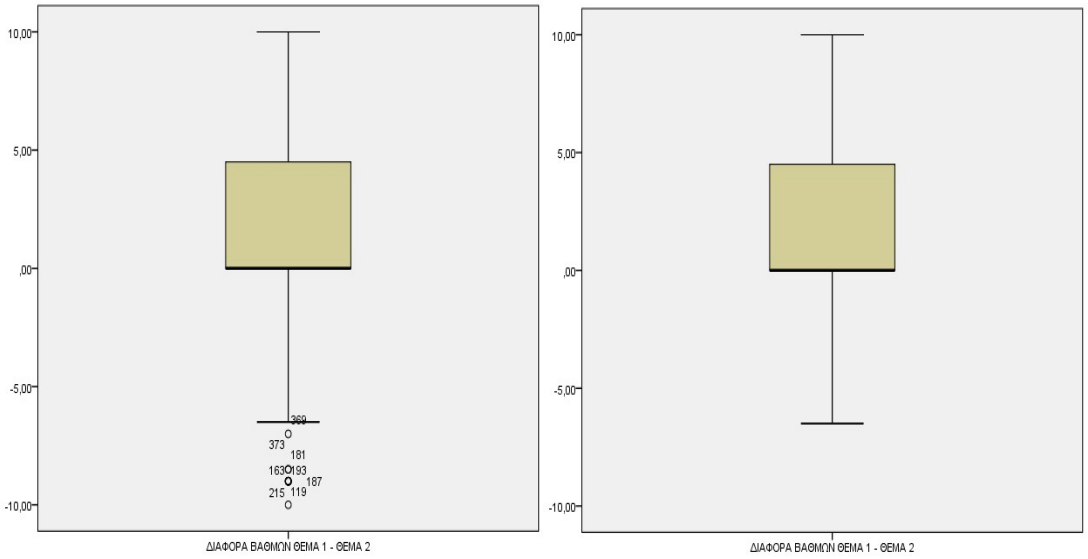
Correlations

			ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ
Spearman's rho	ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	Correlation Coefficient	1,000	,378**
		Sig. (2-tailed)	.	,000
		N	286	286
	ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	Correlation Coefficient	,378**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	.
		N	286	286

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Επειδή οι ίδιοι μαθητές απαντούν και στα δύο θέματα, γίνεται κατανοητό ότι έχουμε δύο εξαρτημένα δείγματα, γι' αυτό θα κάνουμε ζευγαρωτό τεστ και θα ελέγξουμε αν τα αποτελέσματα γενικεύονται. Αρχικά σχηματίσαμε στο SPSS μια στήλη με τις διαφορές των βαθμών στα δύο θέματα (Βαθμός 1^{ου} θέματος – Βαθμός 2^{ου} θέματος), την οποία ονομάσαμε ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΘΜΩΝ ΘΕΜΑ 1- ΘΕΜΑ 2. Θα ελέγξουμε αν υπάρχουν ακραίες τιμές στη στήλη αυτή και αν αυτές ακολουθούν την κανονική κατανομή.

Παρατηρούμε ότι υπάρχουν 11 ακραίες τιμές που αντιστοιχούν στους αύξοντες αριθμούς 215, 119, 187, 162, 163, 58, 120, 193, 373, 181, και 369 τις οποίες εξαιρούμε μία-μία από την πιο απομακρυσμένη. Το σύνολο των ακραίων τιμών είναι μικρότερο του 10% (286*10%=28,6>11).



Από τον παρακάτω πίνακα κανονικότητας, παρατηρούμε ότι οι διαφορές δεν προέρχονται από κανονική κατανομή. Τόσο στο τεστ Kolmogorov-Smirnov όσο και στο τεστ Shapiro-Wilk η p-τιμή είναι: p-τιμή<0,001<0,05.

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΘΜΩΝ ΘΕΜΑ 1 - ΘΕΜΑ 2	,213	275	,000	,925	275	,000

a. Lilliefors Significance Correction

Θα ελέγξουμε παραμετρικά με t-test κάνοντας χρήση του Κεντρικού Οριακού Θεωρήματος, όπου η p-τιμή του ελέγχου και το διάστημα εμπιστοσύνης θα είναι προσεγγιστικά.

Από τον παρακάτω πίνακα, Paired Samples Statistics, φαίνεται ότι ο μέσος όρος για το θέμα 1 είναι 7,17/10, ενώ για το θέμα 2 είναι 5,35/10.

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	7,17	275	3,62	,22
	ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	5,35	275	4,15	,25

Από τον παρακάτω πίνακα, Paired Samples Correlations, ο συντελεστής συσχέτισης είναι 0,500, θετική συσχέτιση και στατιστικά σημαντική p-τιμή<0,001<0,05.

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ & ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	275	,500	,000

Τα πιο σημαντικά αποτελέσματα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα **Paired Samples Test** που προκύπτει ότι η μέση διαφορά της επίδοσης μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου θέματος είναι 1,82/10, με μεγαλύτερη επίδοση στο 1^{ο} θέμα, ενώ η τυπική απόκλιση των διαφορών και το τυπικό σφάλμα για τη μέση τιμή είναι 3,91 και 0,24 αντίστοιχα.

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ - ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	1,82	3,91	,24	1,35	2,28	7,705	274	,000

Από την p-τιμή του ελέγχου συμπεραίνουμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδοση των μαθητών στο $1^ο$ και στο $2^ο$ θέμα, με τους μαθητές να ανταποκρίνονται καλύτερα στο $1^ο$ θέμα, δηλαδή, με μεγαλύτερη ευκολία οι μαθητές μεταβαίνουν από το συμβολικό επίπεδο στο υπομικροσκοπικό επίπεδο.

Μη παραμετρικός έλεγχος

Επαναφέρω τις ακραίες τιμές (N=286) και εφαρμόζω το τεστ Wilcoxon για εξαρτημένα δείγματα.

Από την p-τιμή του στατιστικού τεστ του Wilcoxon (βλέπε παρακάτω πίνακα), συμπεραίνουμε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των μαθητών στο πρώτο και στο δεύτερο θέμα (p-τιμή<0,001<0,05).

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The median of differences between ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ and ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ equals 0.	Related-Samples Sign Test	,000	Reject the null hypothesis.
2	The median of differences between ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ and ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ equals 0.	Related-Samples Wilcoxon Signed Rank Test	,000	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Επιπλέον, από τον πίνακα που ακολουθεί και αποκτήθηκε μέσω της διαδικασίας Analyze →Descriptive Statistics →Explore, προκύπτει ότι η πληθυσμιακή διάμεσος της επίδοσης στο θέμα 1 είναι στατιστικά σημαντικώς μεγαλύτερη και τα αποτελέσματα δεν μπορούν να γενικευθούν στις μέσες τιμές.

Descriptives

			Statistic	Std. Error
ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	Mean		7,1691	,21826
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	6,7394	
		Upper Bound	7,5988	
	5% Trimmed Mean		7,4086	
	Median		10,0000	
	Variance		13,100	
	Std. Deviation		3,61939	
	Minimum		,00	
	Maximum		10,00	
	Range		10,00	
	Interquartile Range		6,00	
	Skewness		-,779	,147
	Kurtosis		-,988	,293
ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	Mean		5,3527	,25013
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	4,8603	
		Upper Bound	5,8451	
	5% Trimmed Mean		5,3919	
	Median		5,0000	
	Variance		17,205	
	Std. Deviation		4,14794	
	Minimum		,00	
	Maximum		10,00	
	Range		10,00	
	Interquartile Range		9,00	
	Skewness		-,021	,147
	Kurtosis		-1,690	,293

Στη συνέχεια, θα προβούμε στην ομαδοποίηση των σχολείων και θα εξετάσουμε τα επιμέρους ερωτήματα των θεμάτων των δύο μορφών του τεστ.

7.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΑΝΑ ΣΧΟΛΕΙΟ

Η σύγκριση της μέσης επίδοσης των μαθητών ανά σχολείο θα βασιστεί σε ανάλυση διακύμανσης κατά ένα παράγοντα (σχολείο) One-way Anova (παραμετρική ανάλυση πολλαπλών συγκρίσεων) για ανεξάρτητα δείγματα και στη μη παραμετρική ανάλυση διακύμανσης των Kruskal-Wallis, η οποία αποτελεί τη γενίκευση του ελέγχου των Mann-Whitney-Wilcoxon για τρία ή περισσότερα δείγματα.

Ο παρακάτω πίνακας μας δίνει το πλήθος των μαθητών, τη μέση επίδοση, και την τυπική απόκλιση ανά σχολείο.

Descriptives

ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ΣΧΟΛΕΙΟ 1	37	9,34	6,74	1,11	7,10	11,56	,00	20,00
ΣΧΟΛΕΙΟ 4	47	16,71	4,34	,63	15,44	17,99	3,00	20,00
ΣΧΟΛΕΙΟ 5	76	11,51	6,72	,77	9,97	13,04	,00	20,00
ΣΧΟΛΕΙΟ 6	45	16,50	4,60	,69	15,12	17,88	3,00	20,00
ΣΧΟΛΕΙΟ 7	35	10,43	7,26	1,22	7,94	12,92	,00	20,00
ΣΧΟΛΕΙΟ 10	46	9,86	5,50	,81	8,23	11,49	,50	20,00
Total	286	12,47	6,61	,39	11,70	13,24	,00	20,00

Θα εξετάσουμε αν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στη μέση επίδοση των μαθητών στο τεστ ανάλογα με το σχολείο στο οποίο φοιτούν. Στη συνέχεια, θα ομαδοποιήσουμε τα σχολεία ανάλογα με την επίδοση των μαθητών τους.

Έλεγχος One-way Anova (Tukey και Tamhane).

Για να διαπιστώσουμε σε ποια σχολεία διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους οι επιδόσεις των μαθητών, θα αποφανθούμε χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα των πολλαπλών συγκρίσεων με τη μέθοδο του Tukey και Tamhane. Επιπρόσθετα, από τον πίνακα Homogeneous Subsets, μέσω της μεθόδου του Tukey, θα πάρουμε τις «πιθανές» ομογενείς ομάδες σχολείων.

Από τον παρακάτω πίνακα Test of Homogeneity of Variances, μας δίδεται η p-τιμή του στατιστικού τεστ του Levene για τον έλεγχο της υπόθεσης των ίσων διακυμάνσεων. Συμπεραίνουμε ότι η υπόθεση της ισότητας των διακυμάνσεων απορρίπτεται (p-τιμή<0,001<0,05).

Test of Homogeneity of Variances

ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
6,127	5	280	,000

Αφού η υπόθεση της ισότητας των πληθυσμιακών διακυμάνσεων απορρίπτεται, p-τιμή<0,001<0,05, χρησιμοποιούμε το στατιστικό τεστ του Welch με επίπεδο σημαντικότητας 5%. Από τον παρακάτω πίνακα Robust Tests of Equality of Means, προκύπτει ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέση επίδοση των μαθητών των έξι σχολείων (τεστ Welch p-τιμή<0,001<0,05).

Robust Tests of Equality of Means

ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ

	Statistic[a]	df1	df2	Sig.
Welch	18,022	5	118,860	,000
Brown-Forsythe	13,886	5	213,895	,000

a. Asymptotically F distributed.

Προβαίνουμε σε πολλαπλές συγκρίσεις και θα στηριχθούμε στα αποτελέσματα της μεθόδου Tamhane με επίπεδο σημαντικότητας 5%, γιατί έχει απορριφθεί η υπόθεση της ισότητας των πληθυσμιακών διακυμάνσεων.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ

	(I) ΣΧΟΛΕΙΟ	(J) ΣΧΟΛΕΙΟ	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tamhane	ΣΧΟΛΕΙΟ 1	ΣΧΟΛΕΙΟ 4	-7,37493*	1,27668	,000	-11,2716	-3,4782
		ΣΧΟΛΕΙΟ 5	-2,16874	1,34987	,833	-6,2579	1,9204
		ΣΧΟΛΕΙΟ 6	-7,16216*	1,30296	,000	-11,1310	-3,1933
		ΣΧΟΛΕΙΟ 7	-1,09073	1,65341	1,000	-6,1054	3,9239
		ΣΧΟΛΕΙΟ 10	-,52086	1,37284	1,000	-4,6842	3,6425
	ΣΧΟΛΕΙΟ 4	ΣΧΟΛΕΙΟ 1	7,37493*	1,27668	,000	3,4782	11,2716
		ΣΧΟΛΕΙΟ 5	5,20619*	,99778	,000	2,2259	8,1865
		ΣΧΟΛΕΙΟ 6	,21277	,93333	1,000	-2,5951	3,0206
		ΣΧΟΛΕΙΟ 7	6,28419*	1,38100	,000	2,0460	10,5224
		ΣΧΟΛΕΙΟ 10	6,85407*	1,02864	,000	3,7560	9,9521
	ΣΧΟΛΕΙΟ 5	ΣΧΟΛΕΙΟ 1	2,16874	1,34987	,833	-1,9204	6,2579
		ΣΧΟΛΕΙΟ 4	-5,20619*	,99778	,000	-8,1865	-2,2259
		ΣΧΟΛΕΙΟ 6	-4,99342*	1,03119	,000	-8,0758	-1,9111
		ΣΧΟΛΕΙΟ 7	1,07801	1,44894	1,000	-3,3346	5,4906
		ΣΧΟΛΕΙΟ 10	1,64788	1,11819	,902	-1,6990	4,9947
	ΣΧΟΛΕΙΟ 6	ΣΧΟΛΕΙΟ 1	7,16216*	1,30296	,000	3,1933	11,1310
		ΣΧΟΛΕΙΟ 4	-,21277	,93333	1,000	-3,0206	2,5951
		ΣΧΟΛΕΙΟ 5	4,99342*	1,03119	,000	1,9111	8,0758
		ΣΧΟΛΕΙΟ 7	6,07143*	1,40534	,001	1,7684	10,3745
		ΣΧΟΛΕΙΟ 10	6,64130*	1,06108	,000	3,4469	9,8357
	ΣΧΟΛΕΙΟ 7	ΣΧΟΛΕΙΟ 1	1,09073	1,65341	1,000	-3,9239	6,1054
		ΣΧΟΛΕΙΟ 4	-6,28419*	1,38100	,000	-10,5224	-2,0460
		ΣΧΟΛΕΙΟ 5	-1,07801	1,44894	1,000	-5,4906	3,3346
		ΣΧΟΛΕΙΟ 6	-6,07143*	1,40534	,001	-10,3745	-1,7684
		ΣΧΟΛΕΙΟ 10	,56988	1,47036	1,000	-3,9093	5,0491
	ΣΧΟΛΕΙΟ 10	ΣΧΟΛΕΙΟ 1	,52086	1,37284	1,000	-3,6425	4,6842
		ΣΧΟΛΕΙΟ 4	-6,85407*	1,02864	,000	-9,9521	-3,7560
		ΣΧΟΛΕΙΟ 5	-1,64788	1,11819	,902	-4,9947	1,6990
		ΣΧΟΛΕΙΟ 6	-6,64130*	1,06108	,000	-9,8357	-3,4469
		ΣΧΟΛΕΙΟ 7	-,56988	1,47036	1,000	-5,0491	3,9093

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Από την ανάγνωση του πίνακα πολλαπλών συγκρίσεων με το τεστ Tamhane παρατηρούμε ότι η ομαδοποίηση μπορεί να γίνει ως εξής:

1. *Σχετικά υψηλή μέση βαθμολογία τα σχολεία: 4 και 6 (Tamhane: η p τιμή των σχολείων 4 και 6 μεταξύ τους ανά δύο είναι p τιμή=1 και η p τιμή των σχολείων 4 και 6 με τα άλλα σχολεία ανά δύο είναι p τιμή=0,001<0,05). Σύνολο μαθητών 92.*
2. *Χαμηλή μέση βαθμολογία τα σχολεία: 1,5,7 και 10 (Tamhane: η p-τιμή≈1 μεταξύ τους ανά δύο και η p-τιμή των σχολείων 1,5,7,10 με τα άλλα σχολεία ανά δύο είναι p-τιμή=0,001<0,05). Σύνολο μαθητών 194.*

Τα ίδια αποτελέσματα προκύπτουν και από τον παρακάτω πίνακα Homogeneous Subsets και παρουσιάζονται και σε γραφική παράσταση.

Homogeneous Subsets

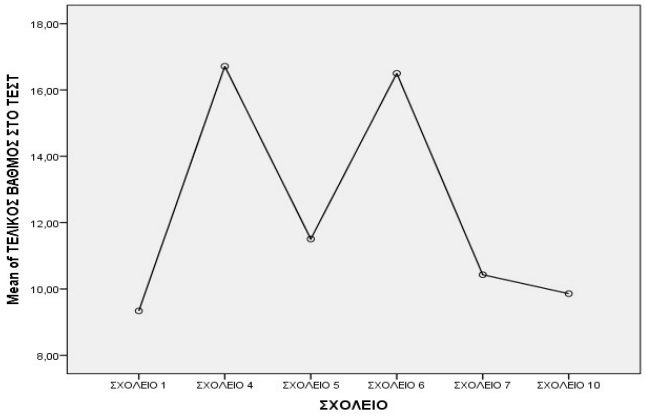
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ

			Subset for alpha = 0.05	
	ΣΧΟΛΕΙΟ	N	1	2
Tukey HSD[a,b]	ΣΧΟΛΕΙΟ 1	37	9,3378	
	ΣΧΟΛΕΙΟ 10	46	9,8587	
	ΣΧΟΛΕΙΟ 7	35	10,4286	
	ΣΧΟΛΕΙΟ 5	76	11,5066	
	ΣΧΟΛΕΙΟ 6	45		16,5000
	ΣΧΟΛΕΙΟ 4	47		16,7128
	Sig.		,520	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 44,778.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.



Στη συνέχεια, θα εφαρμόσουμε και μη παραμετρικό έλεγχο, τον έλεγχο *Kruskal-Wallis. Από τον έλεγχο αυτό, όπως φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα, προκύπτουν τα ίδια αποτελέσματα.*

Kruskal-Wallis

Ranks

	ΣΧΟΛΕΙΟ	N	Mean Rank
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	ΣΧΟΛΕΙΟ 1	37	105,05
	ΣΧΟΛΕΙΟ 4	47	196,16
	ΣΧΟΛΕΙΟ 5	76	131,60
	ΣΧΟΛΕΙΟ 6	45	195,38
	ΣΧΟΛΕΙΟ 7	35	119,34
	ΣΧΟΛΕΙΟ 10	46	107,91
	Total	286	

Test Statistics[a,b]

			ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ
Chi-Square			59,270
df			5
Asymp. Sig.			,000
Monte Carlo Sig.	Sig.		,000[c]
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

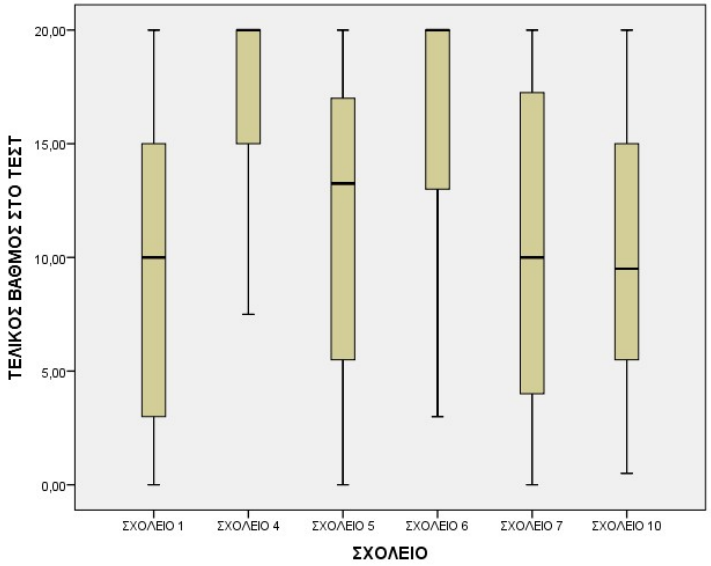
a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: ΣΧΟΛΕΙΟ

c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

Τα επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας για τον έλεγχο των Kruskal-Wallis είναι ίσα με μηδέν (Asymp. Sig.<0,001). Επομένως, η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται, άρα οι διάμεσοι των μέσων όρων των επιδόσεων της τελικής βαθμολογίας των τεστ που απάντησαν οι μαθητές διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους ανάλογα με το σχολείο που φοιτούν (α=5%).

Τα σχολεία 4 και 6 εμφανίζουν Mean Rank 196,16 και 195,38 αντίστοιχα, ενώ οι Mean Rank των σχολείων 1,5,7 και 10 είναι παραπλήσιες (105,05-131,60-119,34-107,91) με εύρος 26,55.



Ο παρακάτω πίνακας μας δείχνει το πλήθος των μαθητών και το ποσοστό τους στις ομάδες σχολείων που δημιουργήθηκαν.

ΟΜΑΔΕΣ ΣΧΟΛΕΙΩΝ

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
valid	**Ομάδα 1:** *Χαμηλής μέσης βαθμολογίας*	194	67,83	67,83	67,83
	Ομάδα 2: *Σχετικά υψηλής μέσης βαθμολογίας*	92	32,17	32,17	100,0
	Total	286	100,0	100,0	

Από τον παρακάτω πίνακα προκύπτουν η μέση τιμή, το πλήθος και η τυπική απόκλιση για τις δύο ομάδες σχολείων.

Report

ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ

ΟΜΑΔΕΣ ΣΧΟΛΕΙΩΝ	Mean	N	Std. Deviation
Ομάδα 1: *Χαμηλής μέσης βαθμολογίας*	10,51	194	6,56
Ομάδα 2: *Σχετικά υψηλής μέσης βαθμολογίας*	16,61	92	4,45
Total	12,47	286	6,61

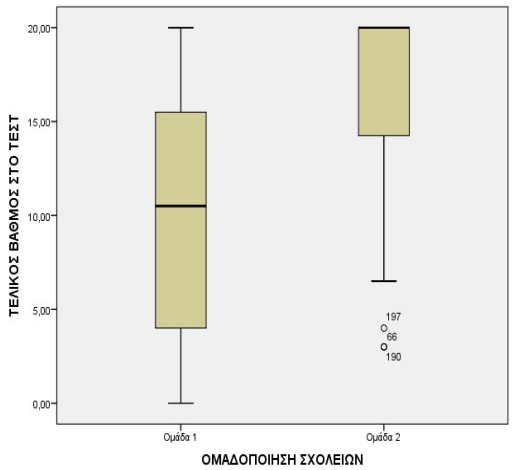
ΜΕΡΟΣ Β: ΕΙΔΙΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ

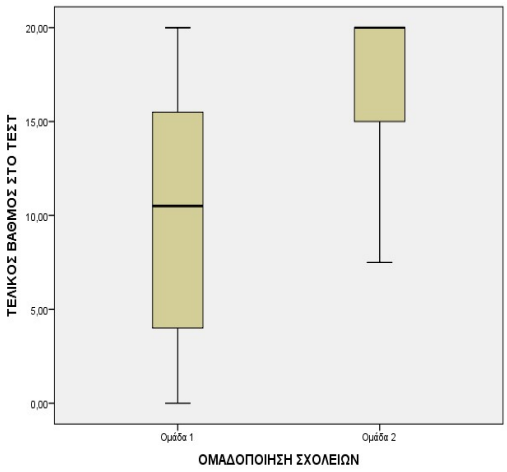
7.4 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ ΓΙΑ ΤΟ ΘΕΜΑ 1 ΚΑΙ 2 ΣΤΑ ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΣΧΟΛΕΙΑ

Θα εξετάσουμε την επίδοση των μαθητών των ομαδοποιημένων σχολείων στο θέμα 1 και στο θέμα 2. Στον παρακάτω πίνακα (Group Statistics σελίδα 156) δίδονται το πλήθος των μαθητών, ο μέσος όρος η τυπική απόκλιση και το τυπικό σφάλμα, χωριστά για το θέμα 1 και το θέμα 2, σύμφωνα με την ομαδοποίηση των σχολείων. Η ομάδα 1 αναφέρεται στα σχολεία με χαμηλή μέση επίδοση και η ομάδα 2 στα σχολεία με σχετικά υψηλή μέση επίδοση.

Πριν όμως προχωρήσουμε σε οποιαδήποτε στατιστική ανάλυση θα ελέγξουμε αν στις δειγματικές παρατηρήσεις των ομαδοποιημένων σχολείων για την επίδοση των μαθητών στο τεστ υπάρχουν ακραίες τιμές και αν αυτές προέρχονται από κανονική κατανομή χωριστά για την κάθε ομάδα σχολείων.

Από το παρακάτω διάγραμμα θηκογραμμάτων παρατηρούμε ότι υπάρχουν ακραίες τιμές μόνο στην ομάδα 2 (με αριθμούς 66, 190, 197, 47) τις οποίες και αφαιρούμε. Το πλήθος τους είναι τέσσερις άρα, ποσοστό μικρότερο από το 10% (92*10%=9,2>4).





Από τον παρακάτω πίνακα κανονικότητας, Tests of Normality, παρατηρούμε ότι οι δειγματικές παρατηρήσεις δεν προέρχονται από κανονική κατανομή. Η p-τιμή τόσο στο τεστ Kolmogorov-Smirnov όσο και στο Shapiro-Wilk είναι p-τιμή<0,001<0,05 και ο μετασχηματισμός λογαρίθμου (ή άλλοι μετασχηματισμοί) δεν διορθώνει το πρόβλημα. Μπορούμε όμως να προβούμε σε παραμετρικούς ελέγχους κάνοντας

χρήση του Κεντρικού Οριακού Θεωρήματος καθόσον οι παρατηρήσεις είναι περισσότερες από 30.

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΣΧΟΛΕΙΩΝ	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	Ομάδα 1: *Χαμηλή μέση επίδοση*	,104	194	,000	,924	194	,000
	Ομάδα 2: *Σχετικά υψηλή μέση επίδοση*	,339	88	,000	,763	88	,000

a. Lilliefors Significance Correction

Ο παρακάτω πίνακας Group Statistics μας δίνει στοιχεία για το πλήθος των μαθητών, τη μέση τιμή της επίδοσης, την τυπική απόκλιση και το τυπικό σφάλμα της μέσης τιμής.

Group Statistics

Αποτελέσματα σύμφωνα με την ομαδοποίηση των σχολείων* (Ομάδα 1, χαμηλής μέσης βαθμολογίας, Ομάδα 2, σχετικά υψηλής μέσης βαθμολογίας)

	ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΣΧΟΛΕΙΩΝ	N*	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ΒΑΘΜΟΙ 1^{ΟΥ} ΘΕΜΑΤΟΣ	Ομάδα 1: *Χαμηλή μέση επίδοση*	194	6,23	3,89	,28
	Ομάδα 2: *Σχετικά υψηλή μέση επίδοση*	88	8,69	2,64	,28
ΒΑΘΜΟΙ 2^{ΟΥ} ΘΕΜΑΤΟΣ	Ομάδα 1: *Χαμηλή μέση επίδοση*	194	4,27	4,05	,29
	Ομάδα 2: *Σχετικά υψηλή μέση επίδοση*	88	8,48	2,69	,29

Παρατηρούμε ότι στα σχολεία χαμηλής μέσης επίδοσης, ομάδα 1, ο μέσος όρος της βαθμολογίας στο 1^{ο} θέμα ($Μ.Ο._1$=6,23) είναι υψηλότερος από τον μέσο όρο της βαθμολογίας στο 2^{ο} θέμα ($Μ.Ο._2$=4,27). Αντίθετα, στα σχολεία σχετικά υψηλής μέσης επίδοσης, ομάδα 2, δεν υπάρχει διαφορά στους μέσους όρους ($Μ.Ο._1$=8,69 και $Μ.Ο._2$=8,48 αντίστοιχα). *Αυτό σημαίνει ότι* ***οι μαθητές της ομάδας 1 με μεγαλύτερη ευκολία μεταβαίνουν από το συμβολικό επίπεδο στο υπομικροσκοπικό επίπεδο, ενώ οι μαθητές της ομάδας 2 ανταποκρίνονται το ίδιο σε οποιαδήποτε μετάβαση είτε από το συμβολικό στο υπομικροσκοπικό επίπεδο είτε αντίστροφα.***

Από τον παρακάτω πίνακα ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ φαίνεται ότι ο μέσος όρος της επίδοσης των μαθητών της ομάδας 1 είναι 10,51 με άριστα το είκοσι και της ομάδας 2 είναι 17,18 επίσης με άριστα το είκοσι. Από τις τυπικές αποκλίσεις συμπεραίνουμε ότι οι μαθητές της ομάδας 2 εμφανίζουν μεγαλύτερη ομοιογένεια (Τυπική Απόκλιση 3,62 έναντι 6,56).

Report

ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ

ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΣΧΟΛΕΙΩΝ	Mean	N	Std. Deviation
Ομάδα 1: *Χαμηλή μέση επίδοση*	10,51	194	6,56
Ομάδα 2: *Σχετικά υψηλή μέση επίδοση*	17,18	88	3,62
Total	12,59	282	6,58

Θα εξετάσουμε τους συντελεστές συσχέτισης Pearson (παραμετρικό τεστ) και Spearman (μη παραμετρικό τεστ) για τους βαθμούς επίδοσης των μαθητών στο πρώτο και το δεύτερο θέμα ανά ομάδα.

Συντελεστές συσχέτισης Pearson και Spearman για την ομάδα 1: Χαμηλή μέση επίδοση

Correlations

Ομάδα 1: : Χαμηλή μέση επίδοση		ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ
ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	Pearson Correlation	1	,370**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	194	194
ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	Pearson Correlation	,370**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	194	194

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Ο r είναι ίσος με +0,370 γεγονός που καταδεικνύει αρχικά θετική γραμμική συσχέτιση. Το r δεν είναι πολύ κοντά στο ένα, δηλαδή δεν έχουμε γραμμική συσχέτιση υψηλού βαθμού μεταξύ των θεμάτων 1 και 2 στην ομάδα 1. Τέλος, από την p-τιμή<0,001<0,05 συμπεραίνουμε ότι η γραμμική συσχέτιση στο επίπεδο του 1% είναι στατιστικά πολύ σημαντική**.**

Correlations

Ομάδα 1: : Χαμηλή μέση επίδοση			ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ
Spearman's rho	ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	Correlation Coefficient	1,000	,349**
		Sig. (2-tailed)	.	,000
		N	194	194
	ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	Correlation Coefficient	,349**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	.
		N	194	194

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Ο r_s είναι ίσος με +0,349, γεγονός που καταδεικνύει αρχικά θετική γραμμική συσχέτιση. Το r_s δεν είναι πολύ κοντά στο ένα, δηλαδή δεν έχουμε συσχέτιση υψηλού βαθμού. Τέλος, από την p-τιμή<0,001<0,05 συμπεραίνουμε ότι η γραμμική συσχέτιση στο επίπεδο του 1% είναι στατιστικά πολύ σημαντική.

Συντελεστές συσχέτισης Pearson και Spearman για την ομάδα 2: Σχετικά υψηλή μέση επίδοση

Correlations

Ομάδα 2: Σχετικά υψηλής μέσης επίδοσης		ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ
ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	Pearson Correlation	1	-,079
	Sig. (2-tailed)		,466
	N	88	88
ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	Pearson Correlation	-,079	1
	Sig. (2-tailed)	,466	
	N	88	88

Ο r είναι ίσος με -0,079, γεγονός που καταδεικνύει αρνητική γραμμική συσχέτιση. Αυτό σημαίνει ότι μικροί βαθμοί της ομάδας 1 στο θέμα 1 αντιστοιχούν σε μεγάλους βαθμούς στο θέμα 2 και αντίστροφα. Το r είναι πολύ κοντά στο μηδέν, δηλαδή δεν έχουμε συσχέτιση υψηλού βαθμού και είναι ασήμαντη στατιστικά στο επίπεδο του 1% (p-τιμή=0,466>0,05).

Για να υπολογίσουμε το συντελεστή Spearman επαναφέρουμε τις ακραίες τιμές, δηλαδή το πλήθος των δειγματικών παρατηρήσεων είναι 92.

Correlations

Ομάδα 2: Σχετικά υψηλής μέσης επίδοσης			ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ
Spearman's rho	ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	Correlation Coefficient	1,000	,101
		Sig. (2-tailed)	.	,339
		N	92	92
	ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	Correlation Coefficient	,101	1,000
		Sig. (2-tailed)	,339	.
		N	92	92

Ο r_s είναι ίσος με +0,101, γεγονός που καταδεικνύει θετική γραμμική συσχέτιση. Αυτό σημαίνει ότι μικροί βαθμοί της ομάδας 1 στο θέμα 1 αντιστοιχούν σε μικρούς βαθμούς στο θέμα 2 και αντίστροφα. Το r_s είναι πολύ κοντά στο μηδέν, δηλαδή δεν έχουμε συσχέτιση υψηλού βαθμού και είναι ασήμαντη στατιστικά, στο επίπεδο του 1% (p-τιμή=0,339>0,05). ***Άρα, για την ομάδα 2: Σχετικά υψηλής μέσης επίδοσης δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο θεμάτων. Οι μαθητές ανταποκρίνονται το ίδιο και στα δύο θέματα.***

Στη συνέχεια θα εφαρμόσω ζευγαρωτό τεστ χωριστά για τις δύο ομάδες.

Από τον παρακάτω πίνακα Case Processing Summary προκύπτει ότι μετά την αφαίρεση των ακραίων τιμών στις διαφορές της επίδοσης των μαθητών (μένουν 275 μαθητές) στα δύο θέματα, στην ομάδα 1 έχουμε 189 μαθητές και στην ομάδα 2 υπάρχουν 86 μαθητές, σύνολο 275 μαθητές (βλέπε παράγραφο 7.2 σελίδα 145).

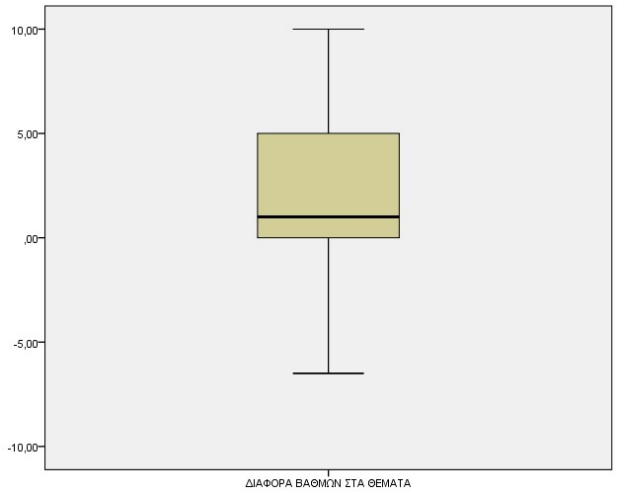
Case Processing Summary

	ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΣΧΟΛΕΙΩΝ	Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΘΜΩΝ ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ	Ομάδα 1	189	100,0%	0	0,0%	189	100,0%
	Ομάδα 2	86	100,0%	0	0,0%	86	100,0%

Θα εξετάσουμε την κάθε ομάδα χωριστά για ακραίες τιμές και κανονικότητα για την διαφορά των επιδόσεων στα δύο θέματα.

Ομάδα 1: Αποτελέσματα από το ζευγαρωτό τεστ για την ομάδα 1 (χαμηλής μέσης επίδοσης)

Από το παρακάτω θηκόγραμμα παρατηρούμε ότι ακραίες τιμές δεν υπάρχουν για τη διαφορά της επίδοσης στα δύο θέματα (βαθμός στο θέμα 1 - βαθμός στο θέμα 2) για την ομάδα 1 (χαμηλής μέσης επίδοσης).



Από το τεστ κανονικότητας προκύπτει ότι οι διαφορές δεν προέρχονται από κανονική κατανομή.

Tests of Normality

Ομάδα 1	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΘΜΩΝ ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ	,155	189	,000	,947	189	,000

a. Lilliefors Significance Correction

Από τον πίνακα Paired Samples Statistics έχουμε ότι ο μέσος όρος της επίδοσης των 189 μαθητών (χαμηλής μέσης επίδοσης) στο πρώτο θέμα είναι 6,36/10 με τυπική απόκλιση 3,85 και τυπικό σφάλμα για τη μέση τιμή 0,28. Οι αντίστοιχες τιμές για το δεύτερο θέμα είναι 4,12 -3,99 και 0,29 αντίστοιχα. Παρατηρούμε δηλαδή μία μέση μείωση κατά 2,24/10 στην επίδοση των μαθητών. Θα εξεταστεί στη συνέχεια αν αυτή είναι στατιστικά σημαντική.

Paired Samples Statistics

Ομάδα 1		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	6,36	189	3,85	,28
	ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	4,12	189	3,99	,29

Στον πίνακα Paired Samples Correlations που ακολουθεί έχουμε ότι η επίδοση των μαθητών είναι συσχετισμένη θετικά και στατιστικά σημαντική p-τιμή<0,001<0,05.

Paired Samples Correlations

Ομάδα 1		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ & ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	189	,439	,000

Από τον πίνακα Paired Samples Test προκύπτει ότι η μέση ελάττωση της επίδοσης στο δεύτερο θέμα είναι 2,24 ενώ η τυπική απόκλιση των διαφορών και το τυπικό σφάλμα για τη μέση τιμή είναι 4,15 και 0,30 αντίστοιχα. Επιπλέον μας δίνεται το 95% διάστημα εμπιστοσύνης για τη μέση διαφορά, καθώς και η τιμή του t τεστ για τον έλεγχο ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέση επίδοση των μαθητών μεταξύ του $1^{ου}$ και του $2^{ου}$ θέματος.

Από την p-τιμή του ελέγχου συμπεραίνουμε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέση επίδοση των μαθητών στα δύο θέματα και αφού η μέση διαφορά είναι 2,24/10 καταλαβαίνουμε ότι οι μαθητές ανταποκρίθηκαν καλύτερα στο πρώτο θέμα και αυτό είναι στατιστικά πολύ σημαντικό p-τιμή<0,001<0,05.

Paired Samples Test

Ομάδα 1		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ - ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	2,24	4,15	,30	1,65	2,84	7,429	188	,000

Μη παραμετρικός έλεγχος

Από την p-τιμή του στατιστικού τεστ του Wilcoxon (βλέπε παρακάτω πίνακα) συμπεραίνουμε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση στα θέματα 1 και 2 (p-τιμή<0,001<0,05) σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5%.

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The median of differences between ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ and ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ equals 0.	Related-Samples Sign Test	,000	Reject the null hypothesis.
2	The median of differences between ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ and ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ equals 0.	Related-Samples Wilcoxon Signed Rank Test	,000	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Επιπλέον από τον πίνακα που ακολουθεί (και αποκτήθηκε μέσω της διαδικασίας Analyze Descriptive Statistics Explore) προκύπτει ότι η πληθυσμιακή διάμεσος της επίδοσης στα δύο θέματα είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη και τα αποτελέσματα γενικεύονται στις μέσες τιμές.

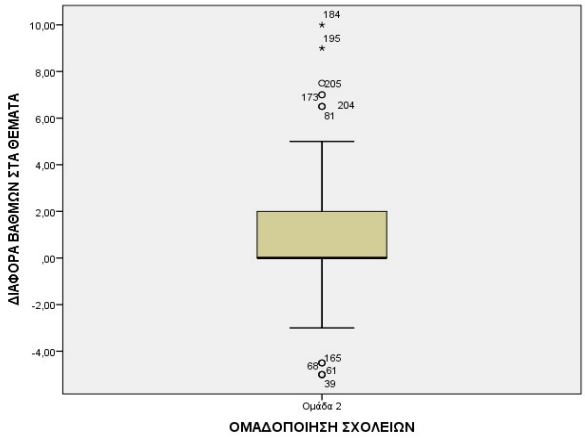
Descriptives

Ομάδα 1	ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΣΧΟΛΕΙΩΝ			Statistic	Std. Error
ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	Ομάδα 1	Mean		**6,2345**	,27915
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	5,6840	
			Upper Bound	6,7851	
		5% Trimmed Mean		6,3717	
		Median		**6,5000**	
		Variance		15,117	
		Std. Deviation		3,88806	
		Minimum		,00	
		Maximum		10,00	
		Range		10,00	
		Interquartile Range		7,00	
		Skewness		-,335	,175
		Kurtosis		-1,538	,347
ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	Ομάδα 1	Mean		**4,2732**	,29042
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	3,7004	
			Upper Bound	4,8460	

	5% Trimmed Mean	4,1924	
	Median	**3,5000**	
	Variance	16,363	
	Std. Deviation	4,04510	
	Minimum	,00	
	Maximum	10,00	
	Range	10,00	
	Interquartile Range	9,50	
	Skewness	,423	,175
	Kurtosis	-1,476	,347

Ομάδα2: Αποτελέσματα από το ζευγαρωτό τεστ για την ομάδα 2 (σχετικά υψηλής μέσης επίδοσης).

Στην ομάδα 2, σχετικά υψηλής μέσης επίδοσης, έχουμε 86 μαθητές. Από το παρακάτω θηκόγραμμα παρατηρούμε ότι υπάρχουν ακραίες τιμές για τη διαφορά της επίδοσης στα δύο θέματα (βαθμός στο θέμα 1 - βαθμός στο θέμα 2) σε ποσοστό μεγαλύτερο του 10% και το πρόβλημα δεν διορθώνεται με μετασχηματισμό.



Άρα θα προβούμε σε μη παραμετρική ανάλυση επαναφέροντας όλες τις διαφορές που αφαιρέσαμε ως ακραίες τιμές (N=92).

Από τον πίνακα Paired Samples Statistics έχουμε ότι ο μέσος όρος της επίδοσης των 92 μαθητών στο πρώτο θέμα είναι 8,42/10 με τυπική απόκλιση 2,88 και τυπικό σφάλμα για τη μέση τιμή 0,30. Οι αντίστοιχες τιμές για το δεύτερο θέμα είναι 8,18 – 3,02 και 0,31 αντίστοιχα. Παρατηρούμε δηλαδή μία μέση μείωση κατά 0,24/10 στην

επίδοση των μαθητών. Θα εξεταστεί στη συνέχεια αν αυτή είναι στατιστικά σημαντική.

Paired Samples Statistics

Ομάδα 2		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	8,42	92	2,88	,30
	ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	8,18	92	3,02	,31

Από την p-τιμή του στατιστικού τεστ του Wilcoxon (βλέπε παρακάτω πίνακα) συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση στα θέματα 1 και 2 (p-τιμή=0,490>0,05) σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5%.

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The median of differences between ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ and ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ equals 0.	Related-Samples Sign Test	,542	Retain the null hypothesis.
2	The median of differences between ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ and ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ equals 0.	Related-Samples Wilcoxon Signed Rank Test	,490	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι: η ομάδα 1 (χαμηλής μέσης επίδοσης) ανταποκρίθηκε καλύτερα στη μετάβαση από το συμβολικό επίπεδο στο υπομικροσκοπικό επίπεδο παρά στην αντίθετη διαδικασία, ενώ οι μαθητές της ομάδας 2 (σχετικά υψηλής μέσης επίδοσης) ανταποκρίθηκαν το ίδιο σε οποιαδήποτε μετάβαση.

Επιπλέον από τον πίνακα που ακολουθεί (και αποκτήθηκε μέσω της διαδικασίας Analyze Descriptive Statistics Explore) προκύπτει ότι οι πληθυσμιακές διάμεσοι της επίδοσης των μαθητών στα δύο θέματα είναι ίσες.

Descriptives

	ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΣΧΟΛΕΙΩΝ			Statistic	Std. Error
ΒΑΘΜΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	Ομάδα 2	Mean		8,4239	,30069
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	7,8266	
			Upper Bound	9,0212	
		5% Trimmed Mean		8,7488	
		Median		10,0000	
		Variance		8,318	
		Std. Deviation		2,88415	
		Minimum		1,00	
		Maximum		10,00	
		Range		9,00	
		Skewness		-1,603	,251
		Kurtosis		1,139	,498
ΒΑΘΜΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	Ομάδα 2	Mean		8,1848	,31484
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	7,5594	
			Upper Bound	8,8102	
		5% Trimmed Mean		8,5193	
		Median		10,0000	
		Variance		9,119	
		Std. Deviation		3,01982	
		Minimum		,00	
		Maximum		10,00	
		Range		10,00	
		Skewness		-1,354	,251
		Kurtosis		,488	,498

Έρευνα για τους μικρούς συντελεστές συσχέτισης

Από τους συντελεστές συσχέτισης για την επίδοση στο θέμα 1 και στο θέμα 2 διαπιστώσαμε για την ομάδα 2, σχετικά υψηλής μέσης επίδοσης, πολύ μικρή θετική συσχέτιση (0,101) στον Spearman και αρνητική (-0,079) στον Pearson. Για να διαπιστώσουμε πού οφείλεται το γεγονός της πολύ μικρής συσχέτισης, εξετάσαμε χωριστά το κάθε σχολείο ως προς την επίδοση στο 1^{ο} και στο 2^{ο} θέμα, αλλά και ως προς τις επιμέρους ερωτήσεις του κάθε θέματος.

Συντελεστής συσχέτισης ανά θέμα

Ο r του σχολείου 4 για το θέμα 1 και το θέμα 2 είναι ίσος με 0,337 και p=0,020<0,05 και η συσχέτιση είναι γραμμική και στατιστικά σημαντική στο επίπεδο του 5%.

Ο r του σχολείου 6 για το θέμα 1 και το θέμα 2 είναι ίσος με -0,007, αρνητική γραμμική συσχέτιση και p=0,961>0,05 στατιστικά μη σημαντική.

Συντελεστής συσχέτισης ανά πρώτη ερώτηση των θεμάτων 1 και 2 (τύποι)

Ο r του σχολείου 4 για την πρώτη ερώτηση του θέματος 1 και του θέματος 2, που αναφέρεται στους τύπους, είναι ίσος με 0,396 και p=0,006<0,05. Άρα, η συσχέτιση είναι γραμμική και στατιστικά σημαντική στο επίπεδο του 1%.

Ο r του σχολείου 6, για την πρώτη ερώτηση του θέματος 1 και του θέματος 2, που αναφέρεται στους τύπους, είναι ίσος με -0,211, αρνητική γραμμική συσχέτιση και p=0,163>0,05 και άρα στατιστικά μη σημαντική.

Συντελεστής συσχέτισης ανά δεύτερη ερώτηση των θεμάτων 1 και 2 (ισοστάθμιση)

Ο r του σχολείου 4 για τη δεύτερη ερώτηση του θέματος 1 και του θέματος 2, που αναφέρεται στην ισοστάθμιση, είναι ίσος με 0,317 και p=0,030<0,05. Άρα, η συσχέτιση είναι γραμμική και στατιστικά σημαντική στο επίπεδο του 5%.

Ο r του σχολείου 6 για την δεύτερη ερώτηση του θέματος 1 και του θέματος 2, που αναφέρεται στην ισοστάθμιση, είναι ίσος με 0,044, θετική γραμμική συσχέτιση και p=0,775>0,05. Άρα, στατιστικώς μη σημαντική.

Ο μικρός βαθμός συσχέτισης της επίδοσης των μαθητών μεταξύ των θεμάτων 1 και 2 ιδιαίτερα του σχολείου 6 (ιδιωτικό) μπορεί να οφείλεται σε μη συγκέντρωση των μαθητών κατά την διάρκεια του τεστ, σε απροσεξία, σε αδιαφορία ή σε άλλη αιτία.

7.5 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ 3 ΚΑΙ 4 ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΤΥΠΩΝ ΣΤΑ ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΣΧΟΛΕΙΑ

Θεωρούμε ότι πρέπει να εξετάσουμε την ευκολία με την οποία οι μαθητές απεικονίζουν σωστά τους τύπους των χημικών ενώσεων στην υπομικροσκοπική τους μορφή, όταν τους δίδεται η χημική ένωση με σύμβολα ή αν ανταποκρίνονται καλύτερα στην αντίστροφη διαδικασία.

Για να απαντήσουμε στο ερώτημα, θα συγκρίνουμε τις επιδόσεις των μαθητών των δύο ομάδων χωριστά για την πρώτη ερώτηση και των δύο θεμάτων, οι οποίες αναφέρονται σε αναγραφή τύπων για κάθε μορφή του τεστ, ανεξάρτητα από τη

διδακτική παρέμβαση. Στην πρώτη ερώτηση του θέματος 1, οι τύποι των ουσιών δίδονται συμβολικά και ζητείται από τους μαθητές να τους μετατρέψουν σε υπομικροσκοπικούς, ενώ συμβαίνει το αντίθετο στην πρώτη ερώτηση του θέματος 2.

Η κάθε ερώτηση βαθμολογείται με άριστα το 3. Παραθέτουμε πίνακες των μέσων όρων (Μ.Ο.) της επίδοσης, της τυπικής απόκλισης (Τ.Α.) και του πλήθους των μαθητών (N), χωριστά για κάθε πρώτη ερώτηση του θέματος 1 και 2 για την κάθε ομάδα σχολείων. (βλέπε πίνακα 7.5.1).

Πίνακας 7.5.1 **Group Statistics**

	ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΣΧΟΛΕΙΩΝ	N	Mean	Std. Deviation
ΤΥΠΟΙ 1ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	Ομάδα 1: *Χαμηλή μέση επίδοση*	194	2,10	1,08
	Ομάδα 2: *Σχετικά υψηλή μέση επίδοση*	92	2,62	0,76
ΤΥΠΟΙ 2ΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	Ομάδα 1: *Χαμηλή μέση επίδοση*	194	1,48	1,08
	Ομάδα 2: *Σχετικά υψηλή μέση επίδοση*	92	2,61	0,81

Παρατηρούμε ότι οι μέσοι όροι των επιδόσεων των μαθητών της ομάδας 1 που απάντησαν στο τεστ στην ερώτηση 1 του θέματος 1 είναι μεγαλύτεροι από τους μέσους όρους των επιδόσεων στην ερώτηση 1 του θέματος 2, το οποίο σημαίνει ότι οι μαθητές της 1ης ομάδας ανταποκρίνονται καλύτερα στην πρώτη ερώτηση του πρώτου θέματος (Μ.Ο. $1^{ης}_{θέμα1}$=2,10/3 και Μ.Ο. $1^{ης}_{θέμα2}$=1,48/3). Δηλαδή, ***με μεγαλύτερη ευκολία μεταβαίνουν οι μαθητές από το συμβολικό επίπεδο στο υπομικροσκοπικό επίπεδο.***

Για την ομάδα 2 οι μέσοι όροι είναι ίσοι (Μ.Ο. $1^{ης}_{θέμα1}$ =2,62/3 και Μ.Ο. $1^{ης}_{θέμα2}$=2,61/3). Άρα, οι μαθητές ανταποκρίνονται με τον ίδιο τρόπο.

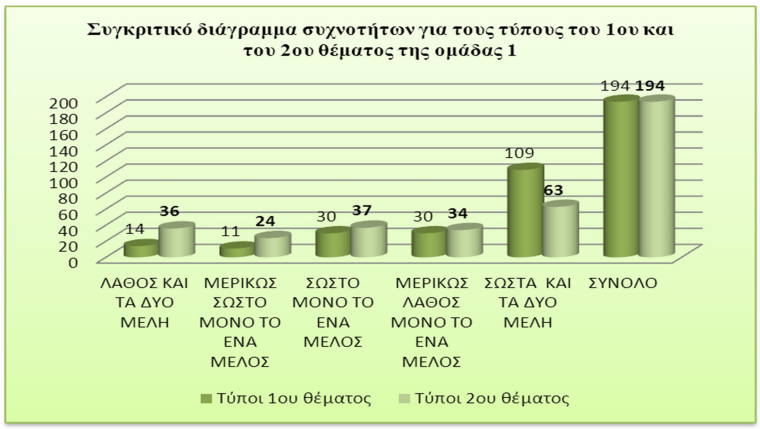
Από τον πίνακα συχνοτήτων της πρώτης ομάδας για τους τύπους που δίδεται παρακάτω (βλέπε Πίνακα 7.5.2.), 109 μαθητές έγραψαν σωστά τους τύπους των μορίων της χημικής αντίδρασης και στα δύο μέλη με προσομοιώματα, ποσοστό 56,2%, ενώ 63 μαθητές έγραψαν σωστά τους τύπους των μορίων της χημικής αντίδρασης και στα δύο μέλη με σύμβολα, ποσοστό 32,5%.

Πίνακας 7.5.2. Συχνότητες, Σχετικές και Αθροιστικές συχνότητες (%) για τους τύπους της ομάδας 1

	ΤΥΠΟΙ ΘΕΜΑΤΟΣ 1			ΤΥΠΟΙ ΘΕΜΑΤΟΣ 2		
	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ
ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΑ ΚΑΙ ΤΑ ΔΥΟ ΜΕΛΗ	14	7,2	7,2	36	18,6	18,6
ΜΕΡΙΚΩΣ ΣΩΣΤΟ ΜΟΝΟ ΤΟ ΕΝΑ ΜΕΛΟΣ	11	5,7	12,9	24	12,4	30,9
ΣΩΣΤΟ ΜΟΝΟ ΤΟ ΕΝΑ ΜΕΛΟΣ	30	15,5	28,4	37	19,1	50,0
ΜΕΡΙΚΩΣ ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΟ ΜΟΝΟ ΤΟ ΕΝΑ ΜΕΛΟΣ	30	15,5	43,8	34	17,5	67,5
ΣΩΣΤΑ ΚΑΙ ΤΑ ΔΥΟ ΜΕΛΗ	109	56,2	100,0	63*	32,5	100,0
ΣΥΝΟΛΟ	194	100,0		194	100,0	

*Από τους 63 μαθητές που έγραψαν σωστά τους τύπους της χημικής αντίδρασης και στα δύο μέλη της πρώτης ερώτησης του δεύτερου θέματος, ένας μαθητής άλλαξε το χρώμα αλλά όχι το μέγεθος των ατόμων στα προσομοιώματα των μορίων.

Με λανθασμένους τους τύπους και στα δύο μέλη του πρώτου ερωτήματος του θέματος 1, απαντούν 14 μαθητές, ποσοστό 7,2% ενώ λανθασμένους τους τύπους και στα δύο μέλη του δεύτερου θέματος γράφουν 36 μαθητές ποσοστό 18,6% της πρώτης ομάδας.



Θα εξετάσουμε τους συντελεστές συσχέτισης Pearson και Spearman για την μετατροπή τύπων στην ομάδα 1.

Οι δειγματικές παρατηρήσεις για την ομάδα 1 δεν παρουσιάζουν ακραίες τιμές, αλλά δεν προέρχονται από κανονική κατανομή. Θα κάνω εφαρμογή του Κεντρικού

Οριακού Θεωρήματος για το συντελεστή Pearson και θα εξετάσω και τον μη παραμετρικό συντελεστή Spearman.

Correlations

Ομάδα 1		ΘΕΜΑ 1 ΤΥΠΟΙ	ΘΕΜΑ 2 ΤΥΠΟΙ
ΘΕΜΑ 1 ΤΥΠΟΙ	Pearson Correlation	1	,300**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	194	194
ΘΕΜΑ 2 ΤΥΠΟΙ	Pearson Correlation	,300**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	194	194

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Ο r είναι ίσος με +0,300, γεγονός που καταδεικνύει θετική γραμμική συσχέτιση. Αυτό σημαίνει ότι μικροί βαθμοί της ομάδας 1 στο θέμα 1 αντιστοιχούν σε μικρούς βαθμούς στο θέμα 2 και αντίστροφα. Το r δεν είναι πολύ κοντά στο ένα, δηλαδή δεν έχουμε συσχέτιση υψηλού βαθμού. Ωστόσο, είναι πολύ σημαντική στατιστικά, στο επίπεδο του 1 % (p-τιμή< 0,001).

Correlations

ΟΜΑΔΑ 1			ΘΕΜΑ 1 ΤΥΠΟΙ	ΘΕΜΑ 2 ΤΥΠΟΙ
Spearman's rho	ΘΕΜΑ 1 ΤΥΠΟΙ	Correlation Coefficient	1,000	,278**
		Sig. (2-tailed)	.	,000
		N	194	194
	ΘΕΜΑ 2 ΤΥΠΟΙ	Correlation Coefficient	,278**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	.
		N	194	194

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Ο r_s είναι ίσος με +0,278, γεγονός που καταδεικνύει θετική γραμμική συσχέτιση. Αυτό σημαίνει ότι μικροί βαθμοί της ομάδας 1 στο θέμα 1 αντιστοιχούν σε μικρούς βαθμούς στο θέμα 2 και αντίστροφα. Το r_s δεν είναι πολύ κοντά στο ένα, δηλαδή δεν έχουμε συσχέτιση υψηλού βαθμού. Ωστόσο, είναι πολύ σημαντική στατιστικά, στο επίπεδο του 1 % (p-τιμή< 0,001).

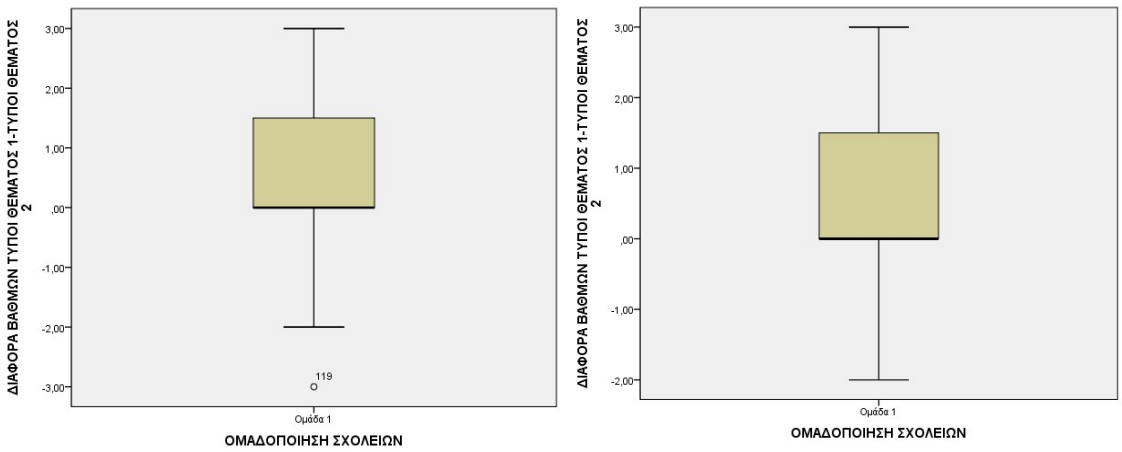
Πριν προβούμε σε στατιστική ανάλυση με ***ζευγαρωτό τεστ*** θα ελέγξουμε για ακραίες τιμές και κανονικότητα τις διαφορές των επιδόσεων των μαθητών για τη μετατροπή των τύπων χωριστά για την κάθε ομάδα.

Case Processing Summary

	ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΣΧΟΛΕΙΩΝ	Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΘΜΩΝ ΣΤΟΥΣ ΤΥΠΟΥΣ	Ομάδα 1	194	100,0%	0	0,0%	194	100,0%
	Ομάδα 2	92	100,0%	0	0,0%	92	100,0%

Ακραίες τιμές για την διαφορά της επίδοσης στη μετατροπή τύπων ανά ομάδα σχολείων

Παρατηρούμε ότι υπάρχει μία ακραία τιμή με αύξοντα αριθμό 119 στην ομάδα 1 την οποία και την αφαιρούμε. Στην ομάδα 2 όμως έχουμε πολλές ακραίες τιμές και θα προβούμε σε μη παραμετρική ανάλυση γιατί δεν λύνεται το πρόβλημα με μετασχηματισμό.



Από τον παρακάτω πίνακα κανονικότητας προκύπτει ότι οι δειγματικές παρατηρήσεις των διαφορών των επιδόσεων των μαθητών για τη μετατροπή των τύπων δεν προέρχονται από κανονική κατανομή. Τόσο στο τεστ Kolmogorov-Smirnov όσο και στο Shapiro-Wilk η p τιμή είναι, p-τιμή<0,001<0,05.

Tests of Normality

	ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΣΧΟΛΕΙΩΝ	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΘΜΩΝ ΣΤΟΥΣ ΤΥΠΟΥΣ	Ομάδα 1	,199	193	,000	,942	193	,000
	Ομάδα 2	,341	92	,000	,797	92	,000

a. Lilliefors Significance Correction

Για την ομάδα 1 μπορούμε να προβούμε σε παραμετρικό έλεγχο κάνοντας χρήση του Κεντρικού Οριακού Θεωρήματος, αλλά τα αποτελέσματα θα είναι προσεγγιστικά, για δε την ομάδα 2 θα προβούμε σε μη παραμετρικό τεστ.

Αποτελέσματα από το ζευγαρωτό τεστ για την ομάδα 1:

Από τον πίνακα Paired Samples Statistics έχουμε ότι ο μέσος όρος της επίδοσης των 193 μαθητών (εξαιρέσαμε μία ακραία τιμή) για τους τύπους στο πρώτο θέμα είναι 2,11/3 με τυπική απόκλιση 1,07 και τυπικό σφάλμα για τη μέση τιμή 0,08. Οι αντίστοιχες τιμές για τους τύπους στο δεύτερο θέμα είναι 1,48 – 1,14 και 0,08 αντίστοιχα. Παρατηρούμε δηλαδή μία μέση μείωση κατά 0,63/3 στην επίδοση των μαθητών. Θα εξεταστεί στη συνέχεια αν αυτή είναι στατιστικά σημαντική.

Paired Samples Statistics

Ομάδα 1		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ΘΕΜΑ 1 ΤΥΠΟΙ	2,11	193	1,07	,08
	ΘΕΜΑ 2 ΤΥΠΟΙ	1,48	193	1,14	,08

Στον πίνακα Paired Samples Correlations που ακολουθεί έχουμε ότι η επίδοση των μαθητών είναι θετικά συσχετισμένη αλλά μικρή (0,300) και στατιστικά σημαντική p-τιμή<0,001<0,05.

Paired Samples Correlations

Ομάδα 1		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ΘΕΜΑ 1 ΤΥΠΟΙ & ΘΕΜΑ 2 ΤΥΠΟΙ	193	,300	,000

Από τον παρακάτω πίνακα Paired Samples Test προκύπτει ότι η μέση ελάττωση της επίδοσης για τους τύπους στο δεύτερο θέμα είναι 0,63 ενώ η τυπική απόκλιση των διαφορών και το τυπικό σφάλμα για τη μέση τιμή είναι 1,31 και 0,09 αντίστοιχα.

Επιπλέον μας δίνεται το 95% διάστημα εμπιστοσύνης για τη μέση διαφορά, καθώς και η τιμή του t τεστ για τον έλεγχο ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέση επίδοση των μαθητών μεταξύ για τους τύπους του 1ου και του 2ου θέματος.

Από την p-τιμή του ελέγχου συμπεραίνουμε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέση επίδοση των μαθητών για τους τύπους στα δύο θέματα. Αφού η μέση διαφορά είναι 0,63/3, καταλαβαίνουμε ότι ***οι μαθητές χαμηλής μέσης επίδοσης απεικονίζουν με μεγαλύτερη ευκολία σωστά τους τύπους των χημικών ενώσεων στην υπομικροσκοπική τους μορφή όταν τους δίδεται η χημική ένωση με σύμβολα παρά στην αντίστροφη διαδικασία.***

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	ΘΕΜΑ 1 ΤΥΠΟΙ - ΘΕΜΑ 2 ΤΥΠΟΙ	,63	1,31	,09	,38883	,88060	6,716	192	,000

Μη παραμετρικά

Από την p-τιμή του στατιστικού τεστ του Wilcoxon (βλέπε παρακάτω πίνακα) συμπεραίνουμε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των μαθητών για τη μετατροπή των τύπων (p-τιμή<0,001<0,05) σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5%.

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The median of differences between ΘΕΜΑ 1 ΤΥΠΟΙ and ΘΕΜΑ 2 ΤΥΠΟΙ equals 0.	Related-Samples Sign Test	,000	Reject the null hypothesis.
2	The median of differences between ΘΕΜΑ 1 ΤΥΠΟΙ and ΘΕΜΑ 2 ΤΥΠΟΙ equals 0.	Related-Samples Wilcoxon Signed Rank Test	,000	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Επιπλέον από τον πίνακα που ακολουθεί (και αποκτήθηκε μέσω της διαδικασίας Analyze Descriptive Statistics Explore) προκύπτει ότι η πληθυσμιακή διάμεσος της

επίδοσης στα δύο θέματα διαφέρει στατιστικά σημαντικά και τα αποτελέσματα γενικεύονται και στις μέσες τιμές. Άρα οι μαθητές ανταποκρίθηκαν καλύτερα στη μετατροπή των τύπων από τη συμβολική στην υπομικροσκοπική τους μορφή.

Descriptives

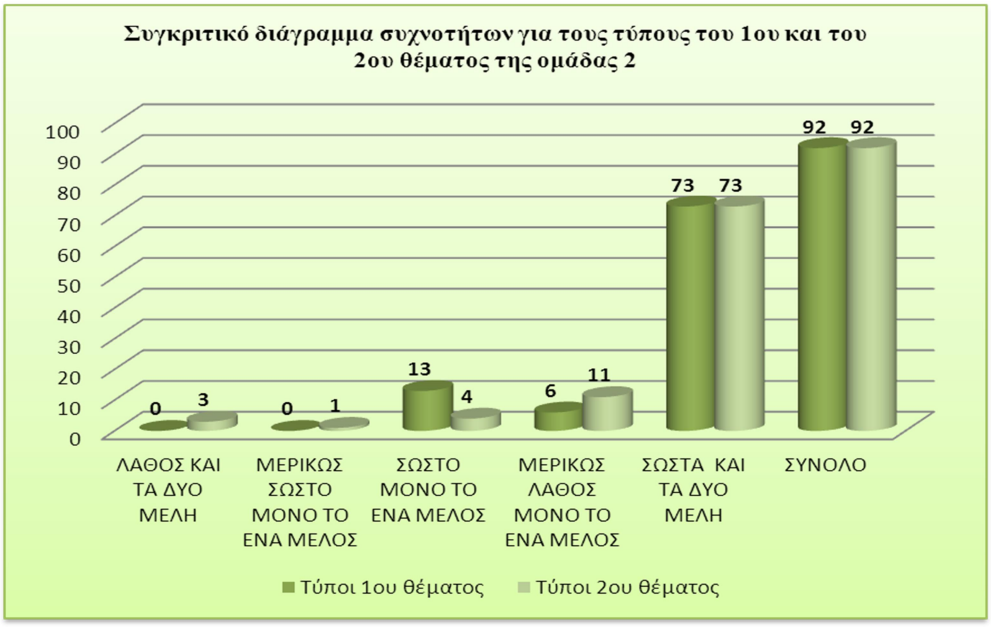
Ομάδα 1			Statistic	Std. Error
ΘΕΜΑ 1 ΤΥΠΟΙ	Mean		2,1005	,07757
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	1,9475	
		Upper Bound	2,2535	
	5% Trimmed Mean		2,1672	
	Median		3,0000	
	Variance		1,167	
	Std. Deviation		1,08042	
	Minimum		,00	
	Maximum		3,00	
	Range		3,00	
	Interquartile Range		2,00	
	Skewness		-,589	,175
	Kurtosis		-1,227	,347
ΘΕΜΑ 2 ΤΥΠΟΙ	Mean		1,4845	,08236
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	1,3221	
		Upper Bound	1,6470	
	5% Trimmed Mean		1,4828	
	Median		1,2500	
	Variance		1,316	
	Std. Deviation		1,14709	
	Minimum		,00	
	Maximum		3,00	
	Range		3,00	
	Interquartile Range		2,50	
	Skewness		,246	,175
	Kurtosis		-1,422	,347

Τώρα θα αναφερθούμε στην ομάδα 2

Από τον πίνακα συχνοτήτων της δεύτερης ομάδας για τους τύπους που δίδεται παρακάτω (βλέπε Πίνακα 7.5.3.), 73 μαθητές έγραψαν σωστά τους τύπους των μορίων της χημικής αντίδρασης και στα δύο μέλη με προσομοιώματα, ποσοστό 79,3%, και 73 μαθητές επίσης έγραψαν σωστά τους τύπους των μορίων της χημικής αντίδρασης και στα δύο μέλη με σύμβολα, ποσοστό 79,3%. Κανένας μαθητής δεν απαντά λανθασμένα τους τύπους και στα δύο μέλη του πρώτου ερωτήματος του θέματος 1, ενώ λανθασμένα γράφουν τους τύπους και στα δύο μέλη του δεύτερου θέματος μόνο 3 μαθητές της δεύτερης ομάδας, ποσοστό 3,3%.

Πίνακας 7.5.3. Συχνότητες, Σχετικές και Αθροιστικές συχνότητες (%) για τους τύπους της ομάδας 2

	ΤΥΠΟΙ ΘΕΜΑΤΟΣ 1			ΤΥΠΟΙ ΘΕΜΑΤΟΣ 2		
	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ
ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΑ ΚΑΙ ΤΑ ΔΥΟ ΜΕΛΗ	0	0%	0%	3	3,3%	3,3%
ΜΕΡΙΚΩΣ ΣΩΣΤΟ ΜΟΝΟ ΤΟ ΕΝΑ ΜΕΛΟΣ	0	0%	0%	1	1,1%	4,3%
ΣΩΣΤΟ ΜΟΝΟ ΤΟ ΕΝΑ ΜΕΛΟΣ	13	14,1%	14,1%	4	4,3%	8,7%
ΜΕΡΙΚΩΣ ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΟ ΜΟΝΟ ΤΟ ΕΝΑ ΜΕΛΟΣ	6	6,5%	20,7%	11	12,0%	20,7%
ΣΩΣΤΑ ΚΑΙ ΤΑ ΔΥΟ ΜΕΛΗ	73	79,3%	100,0%	73	79,3%	100,0%
ΣΥΝΟΛΟ	92	100,0%		92	100,0%	



Θα εξετάσουμε το συντελεστή συσχέτισης Spearman για την ομάδα 2, μη παραμετρικά γιατί το πρόβλημα των ακραίων τιμών δεν διορθώνεται με μετασχηματισμό.

Correlations

Ομάδα 2			ΘΕΜΑ 1 ΤΥΠΟΙ	ΘΕΜΑ 2 ΤΥΠΟΙ
Spearman's rho	ΘΕΜΑ 1 ΤΥΠΟΙ	Correlation Coefficient	1,000	,067
		Sig. (2-tailed)	.	,524
		N	92	92
	ΘΕΜΑ 2 ΤΥΠΟΙ	Correlation Coefficient	,067	1,000
		Sig. (2-tailed)	,524	.
		N	92	92

Ο r_s είναι ίσος με +0,067, πολύ κοντά στο μηδέν, γεγονός που καταδεικνύει ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική γραμμική συσχέτιση στο επίπεδο του 1% ή στο 5%, γιατί η p-τιμή από τον δίπλευρο έλεγχο είναι p =0,524>0,05, ωστόσο υπάρχει γραμμική συσχέτιση γιατί ο $r_s \neq 0$.

Αποτελέσματα από το ζευγαρωτό τεστ για την ομάδα 2:

Από τον πίνακα Paired Samples Statistics έχουμε ότι ο μέσος όρος της επίδοσης των 92 μαθητών για τους τύπους στο πρώτο θέμα είναι 2,62/3 με τυπική απόκλιση 0,76 και τυπικό σφάλμα για τη μέση τιμή 0,08. Οι αντίστοιχες τιμές για τους τύπους στο δεύτερο θέμα είναι 2,61/3 – 0,81 και 0,08 αντίστοιχα. Παρατηρούμε δηλαδή μία μέση μείωση κατά 0,01/3 στην επίδοση των μαθητών.

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ΘΕΜΑ 1 ΤΥΠΟΙ	2,62	92	,76	,08
	ΘΕΜΑ 2 ΤΥΠΟΙ	2,61	92	,81	,08

Θα προβούμε σε μη παραμετρικό έλεγχο λόγω της μη επίλυσης του προβλήματος των ακραίων τιμών.

Από την p-τιμή του στατιστικού τεστ του Wilcoxon (βλέπε παρακάτω πίνακα) συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των μαθητών για τη μετατροπή των τύπων (p-τιμή>0,977>0,05) σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5%.

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The median of differences between ΘΕΜΑ 1 ΤΥΠΟΙ and ΘΕΜΑ 2 ΤΥΠΟΙ equals 0.	Related-Samples Sign Test	,860	Retain the null hypothesis.
2	The median of differences between ΘΕΜΑ 1 ΤΥΠΟΙ and ΘΕΜΑ 2 ΤΥΠΟΙ equals 0.	Related-Samples Wilcoxon Signed Rank Test	,977	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι: η ομάδα 1 (χαμηλής μέσης επίδοσης) ανταποκρίθηκε καλύτερα στη σωστή απεικόνιση των τύπων των χημικών ενώσεων κατά τη μετάβαση από το συμβολικό επίπεδο στο υπομικροσκοπικό επίπεδο παρά στην αντίθετη διαδικασία, ενώ οι μαθητές της ομάδας 2 (σχετικά υψηλής μέσης επίδοσης) ανταποκρίθηκαν το ίδιο σε οποιαδήποτε μετάβαση.

7.6 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ 5 ΓΙΑ ΤΗΝ ΙΣΟΣΤΑΘΜΙΣΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΣΤΑ ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΣΧΟΛΕΙΑ

Θα εξετάσουμε αν οι μαθητές μπορούν να ισοσταθμίσουν μια χημική αντίδραση είτε αυτή τους δίδεται σε συμβολικό είτε σε υπομικροσκοπικό επίπεδο. Στην ερώτηση 2 του θέματος 1 πρέπει να ισοσταθμίσουν μια χημική αντίδραση σε υπομικροσκοπικό επίπεδο (τους δίδονταν ισοσταθμισμένη η χημική αντίδραση συμβολικά). Αντίθετα, στην αντίστοιχη ερώτηση του δεύτερου θέματος τους δίδεται ισοσταθμισμένη η χημική αντίδραση υπομικροσκοπικά και πρέπει να ισοσταθμίσουν την συμβολική αντίδραση στην οποία μετέτρεψαν την υπομικροσκοπική που τους δίδονταν.

Πίνακας 7.6.1 **Group Statistics**

	ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΣΧΟΛΕΙΩΝ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ΘΕΜΑ 1 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ	Ομάδα 1	194	4,14	2,99391	,21495
	Ομάδα 2	92	5,80	2,31687	,24155
ΘΕΜΑ 2 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ	Ομάδα 1	194	2,78	2,99349	,21492
	Ομάδα 2	92	5,58	2,33574	,24352

Η κάθε ερώτηση βαθμολογείται με άριστα το 7. Παραθέτουμε πίνακες των μέσων όρων (Μ.Ο.) της επίδοσης, της τυπικής απόκλισης (Τ.Α.) και του πλήθους των

μαθητών (N), χωριστά για κάθε δεύτερη ερώτηση του θέματος 1 και 2 για την κάθε ομάδα σχολείων. (βλέπε πίνακα 7.6.1).

Παρατηρούμε ότι οι μέσοι όροι των επιδόσεων των μαθητών της ομάδας 1 που απάντησαν στο τεστ στην ερώτηση 2 του θέματος 1 είναι μεγαλύτεροι από τους μέσους όρους των επιδόσεων στην ερώτηση 2 του θέματος 2, (Μ.Ο. $2^{ης}_{θέμα1}$=4,14/7 και Μ.Ο. $2^{ης}_{θέμα2}$ =2,78/7). Για την ομάδα 2 οι μέσοι όροι είναι ίσοι (Μ.Ο. $2^{ης}_{θέμα1}$=5,80/7 και Μ.Ο. $2^{ης}_{θέμα2}$ =5,58/7). Για να ελέγξουμε, όμως, πώς οι μαθητές ανταποκρίνονται στην ισοστάθμιση θα πρέπει τα μόρια των ουσιών στις αντιδράσεις να είναι σωστά γραμμένα.

Από τον πίνακα συχνοτήτων για την ισοστάθμιση που δίδεται παρακάτω (βλέπε Πίνακα 7.6.2.), 158 μαθητές ισοστάθμισαν σωστά τα προσομοιώματα των στοιχείων της χημικής αντίδρασης και στα δύο μέλη, ποσοστό 55,24%, ενώ 122 μαθητές ισοστάθμισαν σωστά τα στοιχεία της χημικής αντίδρασης και στα δύο μέλη με σύμβολα, ποσοστό 42,66%.

Πίνακας 7.6.2. Συχνότητες, Σχετικές και Αθροιστικές συχνότητες (%) για την ισοστάθμιση

	ΙΣΟΣΤΑΘΜΙΣΗ ΘΕΜΑΤΟΣ 1			ΙΣΟΣΤΑΘΜΙΣΗ ΘΕΜΑΤΟΣ 2		
	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ
ΚΑΝΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	59	20,63	20,63%	93	32,52	32,52
ΤΟ ΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	39	13,64	34,27%	42	14,69	47,20
ΤΑ ΔΥΟ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	30	10,49	44,76%	29	10,14	57,34
ΤΑ ΤΡΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	158**	55,24	100,00%	122***	42,66	100,00
ΣΥΝΟΛΟ	286	100,00		286	100,00	

**Από τους 158 μαθητές που ισοστάθμισαν σωστά τα προσομοιώματα των στοιχείων της χημικής αντίδρασης και στα δύο μέλη, τέσσερις μαθητές/τριες της ομάδας 1 έβαλαν το σύμβολο + ανάμεσα από τα προσομοιώματα των μορίων των αντιδρώντων και των προϊόντων της αντίδρασης.

*** Από τους 122 μαθητές που ισοστάθμισαν σωστά τα στοιχεία της χημικής αντίδρασης και στα δύο μέλη, τρεις μαθητές της ομάδας 1 δεν έβαλαν το σύμβολο + ανάμεσα από τους χημικούς τύπους των μορίων των αντιδρώντων και των προϊόντων της αντίδρασης.

Όπως φαίνεται από τους παρακάτω πίνακες, από τους 182 μαθητές, που έγραψαν σωστά τους τύπους του πρώτου θέματος, μόνο οι 158 ισοστάθμισαν την αντίδραση σωστά (ποσοστό 55,24% επί του συνόλου των 286 μαθητών). Τους τύπους του δεύτερου θέματος έγραψαν σωστά 136 μαθητές και ισοστάθμισαν σωστά την αντίδραση μόνο 122 (ποσοστό 42,66% επί του συνόλου των 286 μαθητών). Οι μαθητές που απάντησαν σωστά και στα δύο θέματα ταυτόχρονα (τύπους και συντελεστές) ήταν 84 (ποσοστό 29,37% επί του συνόλου των 286 μαθητών). Δηλαδή το 18,04% των μαθητών της ομάδας 1 (σύνολο μαθητών 194) και το 53,26% των μαθητών της ομάδας 2 (σύνολο μαθητών 92).

Το ποσοστό των μαθητών της ομάδας 1 που απαντά σωστά στο 1ο θέμα είναι 46,91% και αυτών που απαντούν σωστά στο 2ο θέμα είναι 29,38%. Άρα, με μεγαλύτερη ευκολία διαπραγματεύονται το 1ο θέμα.

Το ποσοστό των μαθητών της ομάδας 2 που απαντά σωστά στο 1ο θέμα είναι 72,83% και αυτών που απαντούν σωστά στο 2ο θέμα είναι 70,65%. Άρα, με την ίδια ευκολία διαπραγματεύονται και τα δύο θέματα.

ΣΩΣΤΑ ΣΕ ΑΠΟΛΥΤΕΣ ΤΙΜΕΣ	**ΜΑΘΗΤΕΣ**	**ΟΜΑΔΑ 1**	**ΟΜΑΔΑ 2**
Τύποι 1ου θέματος	182	109	73
Τύποι και Συντελεστές 1ου θέματος	158	91	67
Τύποι 2ου θέματος	136	63	73
Τύποι και Συντελεστές 2ου θέματος	122	57	65
Τύποι και Συντελεστές 1ου και 2ου θέματος	84	35	49
Σύνολο μαθητών	286	194	92

ΣΩΣΤΑ ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΑ	**ΜΑΘΗΤΕΣ**	**ΟΜΑΔΑ 1**	**ΟΜΑΔΑ 2**
Τύποι 1ου θέματος	63,64%	56,19%	79,35%
Τύποι και Συντελεστές 1ου θέματος	55,24%	46,91%	72,83%
Τύποι 2ου θέματος	47,55%	32,47%	79,35%
Τύποι και Συντελεστές 2ου θέματος	42,66%	29,38%	70,65%
Τύποι και Συντελεστές 1ου και 2ου θέματος	29,37%	18,04%	53,26%

ΜΕΡΟΣ Γ: ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

7.7 ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΔΟΣΗ - ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ: ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΕΙΓΜΑ

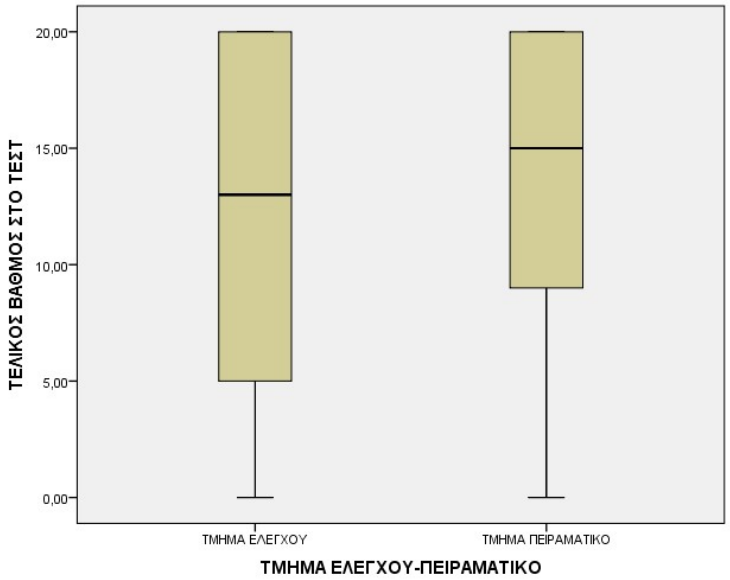
Για να ελέγξουμε την επίδραση της σειράς διδασκαλίας στην επίδοση των μαθητών θα προβούμε σε παραμετρικό έλεγχο t τεστ και σε μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test. Θα εξετάσουμε την διαφοροποίηση της επίδοσης των μαθητών στο τμήμα ελέγχου και στο πειραματικό τμήμα. Στα τμήματα ελέγχου το σύνολο των μαθητών ήταν 129 και στα πειραματικά τμήματα το σύνολο των μαθητών ήταν 157. Σύνολο μαθητών 286.

Group Statistics για τις ομάδες 1 και 2 (Σύνολο μαθητών)

Β΄ ΤΑΞΗ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ	ΤΜΗΜΑ: ΕΛΕΓΧΟΥ – ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	129	11,83	6,79	,60
	ΤΜΗΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	157	13,00	6,42	,51

Αρχικά, θα ελέγξουμε αν υπάρχουν ακραίες τιμές στις δειγματικές παρατηρήσεις και αν αυτές ακολουθούν την κανονική κατανομή τόσο στα τμήματα ελέγχου όσο και στα πειραματικά τμήματα.

Από το παρακάτω διάγραμμα θηκογραμμάτων παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν ακραίες τιμές.



Θα εξετάσουμε αν οι δειγματικές παρατηρήσεις προέρχονται από κανονική κατανομή.

Tests of Normality

	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	,157	129	,000	,891	129	,000
	ΤΜΗΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	,155	157	,000	,888	157	,000

a. Lilliefors Significance Correction

Όπως μας πληροφορεί ο παραπάνω πίνακας Tests of Normality, οι δειγματικές μας παρατηρήσεις δεν προέρχονται από κανονική κατανομή (και στο τεστ Kolmogorov-Smirnov και στο Shapiro-Wilk p-τιμή<0,001).

Θα προβούμε σε παραμετρικό έλεγχο κάνοντας χρήση του Κεντρικού Οριακού Θεωρήματος, γιατί το πλήθος των παρατηρήσεων είναι μεγαλύτερο από 30 αλλά τα ευρήματα θα είναι προσεγγιστικά.

Independent Samples Test

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	Equal variances assumed	,691	,407	-1,490	284	,137	-1,16736	,78341	-2,70939	,37467
	Equal variances not assumed			-1,482	266,96	,140	-1,16736	,78771	-2,71828	,38357

Η υπόθεση της ισότητας των πληθυσμιακών διακυμάνσεων των τελικών βαθμολογιών στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα δεν απορρίπτεται (τεστ του Levene, τιμή του F στατιστικού τεστ = 0,691, p-τιμή=0,407>0,05).

Η επίδοση των μαθητών δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικώς (τιμή t στατιστικό=-1,490, df=284, p-τιμή = 0,137>0,05) στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα. Τέλος, ένα διάστημα εμπιστοσύνης 95% για τη διαφορά της μέσης τιμής της βαθμολογίας μεταξύ του τμήματος ελέγχου και του πειραματικού τμήματος, είναι το -2,70939 και -0,37467. Άρα, από τον παραμετρικό έλεγχο Independent Samples Test ***προκύπτει ότι τόσο τα πειραματικά τμήματα όσο και τα τμήματα ελέγχου ανταποκρίθηκαν το ίδιο, με*** $M.O._{πειραματικών}$***=13,00/20 και*** $M.O._{ελέγχου}$***=11,83/20.***

Στη συνέχεια, εφαρμόζουμε και τον μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test, επειδή το δείγμα μας δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή στους 286 μαθητές, για να εξετάσουμε αν υπάρχει διαφορά στην επίδοση των μαθητών ανάλογα με τη σειρά που πραγματοποιήθηκε η διδασκαλία.

Έλεγχος Mann-Whitney U Test

Test Statistics[a]

ΣΕΙΡΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΣΤΗ Β΄ ΤΑΞΗ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ			ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ
Mann-Whitney U			9173,000
Wilcoxon W			17558,000
Z			-1,387
Asymp. Sig. (2-tailed)			,165
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,160[b]
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,150
		Upper Bound	,169
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,080[b]
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,073
		Upper Bound	,087

a. Grouping Variable: ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

Η υπολογισμένη τιμή U για το Mann-Whitney U Test είναι 9173,00 ενώ η τιμή του επιπέδου σημαντικότητας (Sig. (2-tailed), δίπλευρος έλεγχος) είναι p-τιμή=0,165>0,05 που σημαίνει ότι ***δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στη διάμεσο της επίδοσης των μαθητών ανάλογα με τη σειρά διδασκαλίας που ακολουθήθηκε.*** Θα εξετάσουμε αν αυτό γενικεύεται και στις μέσες τιμές.

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The medians of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ are the same across categories of ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ.	Independent-Samples Median Test	,083	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ is the same across categories of ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,165	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Descriptives

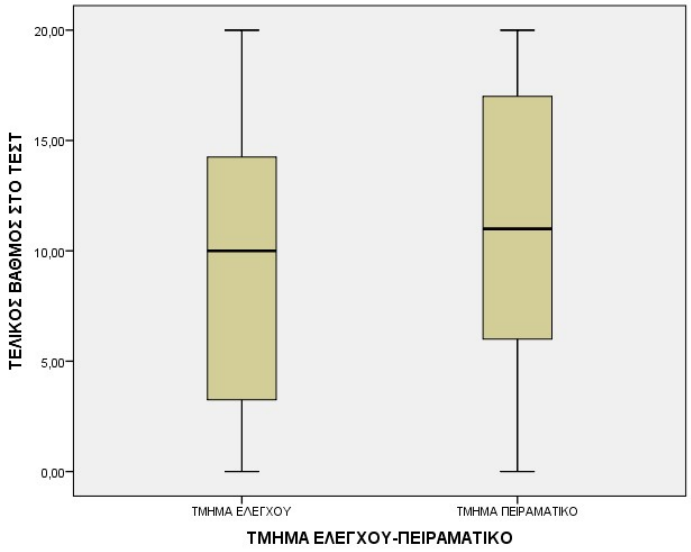
	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ			Statistic	Std. Error
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	Mean		11,8295	,59805
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	10,6461	
			Upper Bound	13,0128	
		5% Trimmed Mean		11,9987	
		Median		13,0000	
		Variance		46,139	
		Std. Deviation		6,79254	
		Minimum		,00	
		Maximum		20,00	
		Range		20,00	
		Interquartile Range		15,25	
		Skewness		-,249	,213
		Kurtosis		-1,312	,423
	ΤΜΗΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	Mean		12,9968	,51267
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	11,9841	
			Upper Bound	14,0095	
		5% Trimmed Mean		13,3061	
		Median		15,0000	
		Variance		41,264	
		Std. Deviation		6,42374	
		Minimum		,00	
		Maximum		20,00	
		Range		20,00	
		Interquartile Range		11,25	
		Skewness		-,513	,194
		Kurtosis		-,951	,385

7.8 ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΑΝΑ ΟΜΑΔΑ ΣΧΟΛΕΙΩΝ

Θα εξετάσουμε την επίδραση διδασκαλίας στην ομάδα 1 (χαμηλής μέσης επίδοσης, N=194) και στην ομάδα 2 (σχετικά υψηλής μέσης επίδοσης, N=92) με t-test ή θα εφαρμόσουμε μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test για ανεξάρτητα δείγματα, ανάλογα με τα αποτελέσματα των ακραίων τιμών και της κανονικότητας.

7.8.1 1Η ΟΜΑΔΑ ΣΧΟΛΕΙΩΝ (Χαμηλή μέση επίδοση)

Ακραίες τιμές δεν υπάρχουν για την επίδοση των μαθητών στο τεστ ούτε στο τμήμα ελέγχου ούτε στο πειραματικό τμήμα. Σύνολο μαθητών 194 (80+114 αντίστοιχα).



Από τον πίνακα κανονικότητας συμπεραίνουμε ότι οι δειγματικές παρατηρήσεις δεν προέρχονται από κανονική κατανομή.

Tests of Normality

1η Ομάδα σχολείων	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	,141	80	,000	,916	80	,000
	ΤΜΗΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	,130	114	,000	,921	114	,000

a. Lilliefors Significance Correction

Ο παρακάτω πίνακας Group Statistics μας πληροφορεί ότι στο τμήμα ελέγχου το πλήθος μαθητών είναι 80, η μέση τιμή της επίδοσης στο τεστ είναι 9,22/20, η τυπική απόκλιση είναι 6,43 και το τυπικό σφάλμα στη μέση τιμή είναι 0,72. Για το πειραματικό τμήμα έχουμε αντίστοιχα τις τιμές: 114 – 11,41 – 6,53 και 0,62.

Group Statistics

ΟΜΑΔΑ 1 ΧΑΜΗΛΗΣ ΜΕΣΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	80	9,22	6,43	,72
	ΤΜΗΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	114	11,41	6,53	,62

Κάνοντας χρήση του κεντρικού οριακού θεωρήματος θα ελέγξω με t-test αν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στις επιδόσεις των μαθητών.

Independent Samples Test

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΣΤΗΝ **ΟΜΑΔΑ 1,** ΧΑΜΗΛΗΣ ΜΕΣΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	Equal variances assumed	,012	,914	-2,317	192	,022	-2,19353	,94682	-4,06104	-,32602
	Equal variances not assumed			-2,323	171,790	,021	-2,19353	,94429	-4,05744	-,32963

Η υπόθεση της ισότητας των πληθυσμιακών διακυμάνσεων των τελικών βαθμολογιών στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα δεν απορρίπτεται (τεστ του Levene, τιμή του F στατιστικού τεστ = 0,012, p-τιμή=0,914>0,05). ***Η επίδοση των μαθητών διαφέρει στατιστικά σημαντικώς*** (τιμή t στατιστικό = -2,317, df=192, p-τιμή = 0,022<0,05) στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα, με ***τα πειραματικά να εμφανίζουν καλύτερη επίδοση από τα τμήματα ελέγχου.*** ($Μ.Ο._{τμημάτων\ ελέγχου}$=9,22 και $Μ.Ο._{πειραματικών\ τμημάτων}$=11,41). Τέλος, ένα διάστημα εμπιστοσύνης 95% για τη διαφορά της μέσης τιμής της βαθμολογίας μεταξύ του τμήματος ελέγχου και του πειραματικού τμήματος, είναι το - 4,06104 και

-0,32602. Άρα, από τον παραμετρικό έλεγχο Independent Samples Test ***προκύπτει ότι τα πειραματικά τμήματα ανταποκρίθηκαν καλύτερα από τα τμήματα ελέγχου.***

Στη συνέχεια, εφαρμόζουμε και τον μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test, επειδή το δείγμα δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή στους 194 μαθητές, για να εξετάσουμε αν υπάρχει διαφορά στην επίδοση των μαθητών ανάλογα με τη σειρά που πραγματοποιήθηκε η διδασκαλία.

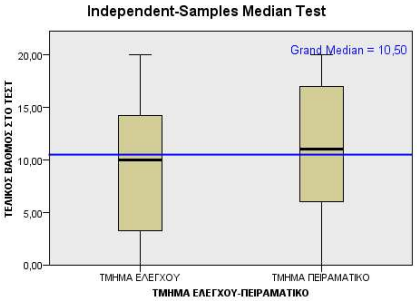
Έλεγχος Mann-Whitney U Test

Η υπολογισμένη τιμή του επιπέδου σημαντικότητας (Sig. (2-tailed), δίπλευρος έλεγχος) για το Mann-Whitney U Test είναι p-τιμή=0,028<0,05. Αυτό σημαίνει ότι ***υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στη διάμεσο της επίδοσης των μαθητών χαμηλής μέσης επίδοσης, ανάλογα με τη σειρά διδασκαλίας που ακολουθήθηκε.***

Hypothesis Test Summary

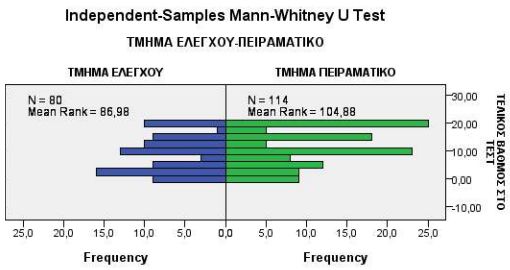
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The medians of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ are the same across categories of ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ.	Independent-Samples Median Test	,435	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ is the same across categories of ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,028	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.



Total N		194
Median		10,500
Test Statistic		,858
Degrees of Freedom		1
Asymptotic Sig. (2-sided test)		,354
Yates's Continuity Correction	Chi-Square	,609
	Degrees of Freedom	1
	Asymptotic Sig. (2-sided test)	,435

1. Multiple comparisons are not performed because the overall test does not show significant differences across samples.



Total N	194
Mann-Whitney U	5.401,500
Wilcoxon W	11.956,500
Test Statistic	5.401,500
Standard Error	383,767
Standardized Test Statistic	2,193
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,028

Θα εξετάσουμε αν η στατιστικά σημαντική διαφορά που υπάρχει στη διάμεσο της επίδοσης των μαθητών ανάλογα με τη σειρά διδασκαλίας που ακολουθήθηκε γενικεύεται και στις μέσες τιμές.

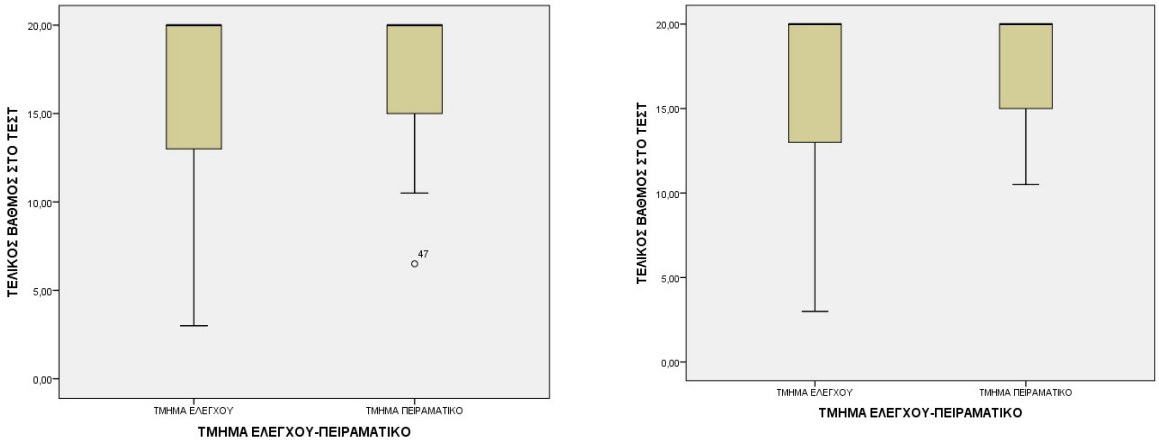
Από τον πίνακα που ακολουθεί (και αποκτήθηκε μέσω της διαδικασίας Analyze Descriptive Statistics Explore) προκύπτει ότι η πληθυσμιακή διάμεσος της επίδοσης των μαθητών των τμημάτων ελέγχου και των πειραματικών είναι πολύ κοντά στις αντίστοιχες μέσες τιμές. Άρα, τα αποτελέσματα γενικεύονται και στις μέσες επιδόσεις των μαθητών.

Descriptives

	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ			Statistic	Std. Error
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	Mean		9,2188	,71930
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	7,7870	
			Upper Bound	10,6505	
		5% Trimmed Mean		9,1111	
		Median		10,0000	
		Variance		41,391	
		Std. Deviation		6,43362	
		Minimum		,00	
		Maximum		20,00	
		Range		20,00	
		Interquartile Range		11,50	
		Skewness		,228	,269
		Kurtosis		-1,234	,532
	ΤΜΗΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	Mean		11,4123	,61179
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	10,2002	
			Upper Bound	12,6244	
		5% Trimmed Mean		11,5560	
		Median		11,0000	
		Variance		42,669	
		Std. Deviation		6,53217	
		Minimum		,00	
		Maximum		20,00	
		Range		20,00	
		Interquartile Range		11,00	
		Skewness		-,187	,226
		Kurtosis		-1,195	,449

7.8.2 2Η ΟΜΑΔΑ ΣΧΟΛΕΙΩΝ (Σχετικά υψηλής μέσης επίδοσης)

Θα εξετάσουμε την επίδραση διδασκαλίας στην ομάδα 2 (σχετικά υψηλής μέσης επίδοσης). Σύνολο μαθητών 92. Θα ελέγξουμε αρχικά για ακραίες τιμές. Παρατηρούμε ότι υπάρχει μία ακραία τιμή (αύξων αριθμός 47) στο πειραματικό τμήμα την οποία και θα εξαιρέσουμε. Σύνολο μαθητών 91.



Από τον παρακάτω πίνακα κανονικότητας παρατηρούμε ότι οι δειγματικές παρατηρήσεις δεν προέρχονται από κανονική κατανομή

Tests of Normality

2η ομάδα σχολείων	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	,293	49	,000	,780	49	,000
	ΤΜΗΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	,350	42	,000	,745	42	,000

a. Lilliefors Significance Correction

Ο παρακάτω πίνακας Group Statistics μας πληροφορεί ότι 49 μαθητές ανήκαν στο τμήμα ελέγχου και 42 στο πειραματικό τμήμα. Ο μέσος όρος επίδοσης στα τμήματα ελέγχου είναι 16,09 και στα πειραματικά τμήματα 17,45 με τα πειραματικά τμήματα να εμφανίζουν λίγο μεγαλύτερη ομοιογένεια (τυπική απόκλιση στα τμήματα ελέγχου 5,00 και στα πειραματικά τμήματα 3,33). Το τυπικό σφάλμα για τη μέση τιμή στα τμήματα ελέγχου και τα πειραματικά είναι αντίστοιχα 0,71 και 0,51.

Group Statistics

	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	49	16,09	5,00	,71
	ΤΜΗΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	42	17,45	3,33	,51

Από τον παρακάτω πίνακα Independent Samples Test συμπεραίνουμε ότι η υπόθεση της ισότητας των πληθυσμιακών διακυμάνσεων των τελικών βαθμολογιών στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα απορρίπτεται (τεστ του Levene, τιμή του F στατιστικού τεστ = 7,222, p-τιμή=0,009<0,05).

Independent Samples Test

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΣΤΗΝ **ΟΜΑΔΑ 2,** ΣΧΕΤΙΚΑ ΥΨΗΛΗΣ ΜΕΣΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	***Equal variances assumed***	7,222	,009	-1,501	89	,137	-1,36054	,90644	-3,16161	,44052
	Equal variances not assumed			-1,547	84,098	,126	-1,36054	,87957	-3,10964	,38855

Η επίδοση των μαθητών δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικώς (τιμή t στατιστικό = -1,501, df=84,098, p-τιμή=0,126>0,05) στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα, με ***τα πειραματικά να εμφανίζουν ελάχιστα μεγαλύτερη επίδοση από τα τμήματα ελέγχου*** ($M.O._{\text{τμημάτων ελέγχου}}$=16,09 και $M.O._{\text{πειραματικών τμημάτων}}$=17,45). Άρα, από τον παραμετρικό έλεγχο Independent Samples Test ***προκύπτει ότι τα πειραματικά τμήματα ανταποκρίθηκαν το ίδιο με τα τμήματα ελέγχου.***

Στη συνέχεια, εφαρμόζουμε και τον μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test, επειδή το δείγμα δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή στους 92 μαθητές (αφού εφαρμόζουμε μη παραμετρικό έλεγχο επαναφέρουμε τις ακραίες τιμές).

Mann-Whitney U Test

Ranks

ΟΜΑΔΑ 2 ΣΧΕΤΙΚΑ ΥΨΗΛΗΣ ΜΕΣΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ	ΤΜΗΜΑ: ΕΛΕΓΧΟΥ - ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	N	Mean Rank	Sum of Ranks
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	49	44,19	2165,50
	ΤΜΗΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	43	49,13	2112,50
	Total	92		

Test Statistics[a]

ΣΕΙΡΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ **ΟΜΑΔΑ 2** ΣΧΕΤΙΚΑ ΥΨΗΛΗΣ ΜΕΣΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ			ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ
Mann-Whitney U			940,500
Wilcoxon W			2165,500
Z			-,961
Asymp. Sig. (2-tailed)			,337
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,340[b]
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,328
		Upper Bound	,352
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,167[b]
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,157
		Upper Bound	,176

a. Grouping Variable: ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

Η υπολογισμένη τιμή U για το Mann-Whitney U Test είναι 940,50 ενώ η τιμή του επιπέδου σημαντικότητας (Sig. (2-tailed), δίπλευρος έλεγχος) είναι p-τιμή=0,337>0,05 που σημαίνει ότι ***δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδοση των μαθητών σχετικά υψηλής μέσης επίδοσης ανάλογα με τη σειρά διδασκαλίας που ακολουθήθηκε.***

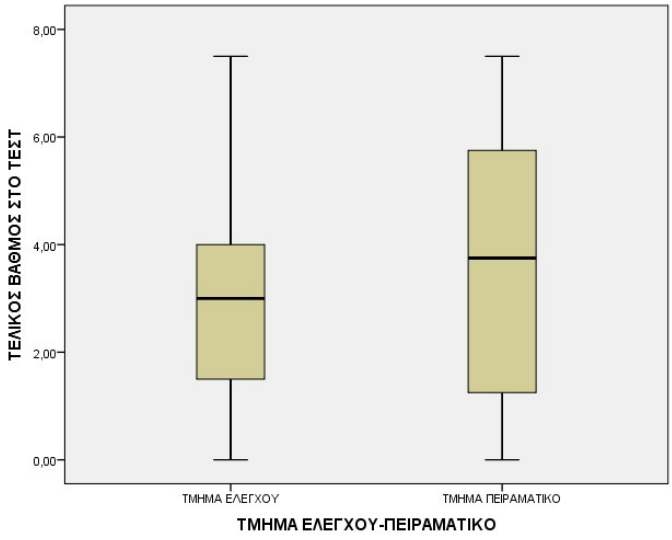
7.9 ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ

Για να δούμε περαιτέρω ποιοι μαθητές ωφελούνται από τη διαφορετική σειρά διδασκαλίας θα πάρουμε το δείγμα όλων των σχολείων εκτός του σχολείου 9 (286 μαθητές) και θα το χωρίσουμε σε τέσσερις ομάδες ανάλογα με την επίδοσή τους στο τεστ (άριστα το είκοσι). Θα εξετάσουμε για ακραίες τιμές και κανονικότητα και ανάλογα θα εφαρμόσουμε παραμετρικό έλεγχο t-test ή μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test.

Ομάδα Χ.Ε.: 0,0≤Μ.Ο.<8,	σύνολο μαθητών:77	Χαμηλής επίδοσης
Ομάδα Μ.Ε.: 8≤Μ.Ο.<13,	σύνολο μαθητών:54	Μέτριας επίδοσης
Ομάδα Κ.Ε.: 13≤Μ.Ο.<16,	σύνολο μαθητών:61	Καλής επίδοσης
Ομάδα Υ.Ε.: 16≤Μ.Ο.≤20,	σύνολο μαθητών:94	Υψηλής επίδοσης

7.9.1 Ομάδα Χ.Ε.: Χαμηλή επίδοση (0,0≤Μ.Ο.<8). Σύνολο μαθητών: 77.

Από το παρακάτω διάγραμμα θηκογραμμάτων προκύπτει ότι ακραίες τιμές δεν υπάρχουν ούτε για το τμήμα ελέγχου ούτε για το πειραματικό τμήμα.



Από τον παρακάτω πίνακα κανονικότητας προκύπτει ότι για το πειραματικό τμήμα οι δειγματικές παρατηρήσεις δεν προέρχονται από κανονική κατανομή. Η p–τιμή στο τεστ Shapiro-Wilk είναι: p–τιμή=0,004<0,05.

Tests of Normality

0,0≤Μ.Ο.<8	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	,100	40	,200*	,960	40	,170
	ΤΜΗΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	,191	37	,002	,906	37	,004

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Ο παρακάτω πίνακας Group Statistics μας πληροφορεί για το πλήθος των μαθητών, τη μέση τιμή, την τυπική απόκλιση και το τυπικό σφάλμα της μέσης τιμής.

Group Statistics

ΟΜΑΔΑ Χ.Ε.	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	40	3,10	1,90	,30
	ΤΜΗΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	37	3,55	2,51	,41

Από τον παρακάτω πίνακα Independent Samples Test προκύπτει ότι η υπόθεση της ισότητας των πληθυσμιακών διακυμάνσεων των τελικών βαθμολογιών στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα απορρίπτεται (τεστ του Levene, τιμή του F στατιστικού τεστ = 9,505, p-τιμή=0,003<0,05).

Independent Samples Test

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΣΤΗΝ **ΟΜΑΔΑ Χ.Ε.**		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	Equal variances assumed	9,505	,003	-,897	75	,372	-,45405	,50593	-1,46192	,55381
	Equal variances not assumed			-,888	66,765	,378	-,45405	,51146	-1,47500	,56689

Η επίδοση των μαθητών δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικώς (τιμή t στατιστικό =-0,888, df=66,765, p-τιμή = 0,378>0,05) στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα με ***τα πειραματικά να εμφανίζουν σχεδόν την ίδια επίδοση με τα τμήματα ελέγχου.*** ($M.O._{τμημάτων\ ελέγχου}$=3,10 και $M.O._{πειραματικών\ τμημάτων}$=3,55). Άρα, από τον παραμετρικό έλεγχο Independent Samples Test ***προκύπτει ότι τα πειραματικά τμήματα ανταποκρίθηκαν το ίδιο με τα τμήματα ελέγχου.***

Στη συνέχεια, εφαρμόζουμε και τον μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test, επειδή το δείγμα δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή στους 77 μαθητές.

Mann-Whitney U Test

Ranks

ΟΜΑΔΑ Χ.Ε.	ΤΜΗΜΑ: ΕΛΕΓΧΟΥ - ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	N	Mean Rank	Sum of Ranks
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	40	37,15	1486,00
	ΤΜΗΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	37	41,00	1517,00
	Total	77		

Test Statistics[a]

ΣΕΙΡΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ **ΟΜΑΔΑ Χ.Ε**			ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ
Mann-Whitney U			666,000
Wilcoxon W			1486,000
Z			-,757
Asymp. Sig. (2-tailed)			,449
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,456[b]
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,444
		Upper Bound	,469
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,231[b]
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,220
		Upper Bound	,242

a. Grouping Variable: ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

Η υπολογισμένη τιμή U για το Mann-Whitney U Test είναι 666,00 ενώ η τιμή του επιπέδου σημαντικότητας (Sig. (2-tailed), δίπλευρος έλεγχος) είναι p-

τιμή=0,449>0,05, που σημαίνει ότι ***δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδοση των μαθητών χαμηλής επίδοσης ανάλογα με τη σειρά διδασκαλίας που ακολουθήθηκε.***

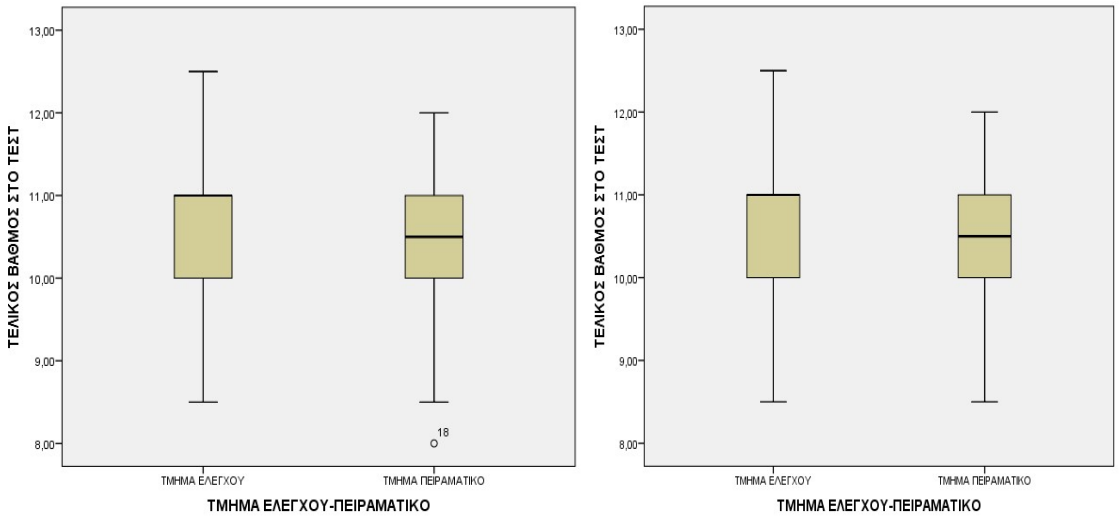
Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The medians of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ are the same across categories of ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ.	Independent-Samples Median Test	,572	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ is the same across categories of ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,449	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

7.9.2 Ομάδα Μ.Ε.: Μέτρια επίδοση (8≤Μ.Ο.<13). Σύνολο μαθητών: 54.

Από το παρακάτω διάγραμμα θηκογραμμάτων προκύπτει ότι υπάρχει μια ακραία τιμή για το πειραματικό τμήμα με αύξοντα αριθμό 18 την οποία και αφαιρούμε. Σύνολο μαθητών 53.



Από τον παρακάτω πίνακα κανονικότητας προκύπτει ότι για το τμήμα ελέγχου οι δειγματικές παρατηρήσεις δεν προέρχονται από κανονική κατανομή. Η p–τιμή στο τεστ Shapiro-Wilk είναι: p–τιμή=0,023<0,05.

Tests of Normality

	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	,246	22	,001	,894	22	,023
	ΤΜΗΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	,167	31	,027	,947	31	,131

a. Lilliefors Significance Correction

Ο παρακάτω πίνακας Group Statistics μας πληροφορεί για το πλήθος των μαθητών, τη μέση τιμή, την τυπική απόκλιση και το τυπικό σφάλμα της μέσης τιμής.

Group Statistics

ΟΜΑΔΑ Μ.Ε.	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	22	10,52	,90603	,19317
	ΤΜΗΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	31	10,31	,88673	,15675

Από τον παρακάτω πίνακα Independent Samples Test προκύπτει ότι η υπόθεση της ισότητας των πληθυσμιακών διακυμάνσεων των τελικών βαθμολογιών στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα δεν απορρίπτεται (τεστ του Levene, τιμή του F στατιστικού τεστ =0,205, p-τιμή=0,653>0,05).

Independent Samples Test

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΣΤΗΝ **ΟΜΑΔΑ Μ.Ε.**		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	Equal variances assumed	,205	,653	,578	51	,566	,13563	,23452	-,33518	,60644
	Equal variances not assumed			,565	41,454	,575	,13563	,23997	-,34884	,62010

Η επίδοση των μαθητών δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικώς (τιμή t στατιστικό =0,578, df=51, p-τιμή=0,566>0,05) στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα. ($M.O._{τμημάτων\ ελέγχου}$=10,52 και $M.O._{πειραματικών\ τμημάτων}$=10,31). Άρα, από τον παραμετρικό έλεγχο Independent Samples Test ***προκύπτει ότι τα πειραματικά τμήματα ανταποκρίθηκαν το ίδιο με τα τμήματα ελέγχου.***

Στη συνέχεια, εφαρμόζουμε και τον μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test, επειδή το δείγμα δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή στους 54 μαθητές.

Mann-Whitney U Test

Ranks

ΟΜΑΔΑ Μ.Ε.	ΤΜΗΜΑ: ΕΛΕΓΧΟΥ - ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	N	Mean Rank	Sum of Ranks
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	22	29,77	655,00
	ΤΜΗΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	32	25,94	830,00
	Total	54		

Test Statistics[a]

ΣΕΙΡΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ **ΟΜΑΔΑ Μ.Ε.**			ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ
Mann-Whitney U			302,000
Wilcoxon W			830,000
Z			-,910
Asymp. Sig. (2-tailed)			,363
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,376[b]
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,363
		Upper Bound	,388
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,197[b]
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,187
		Upper Bound	,207

a. Grouping Variable: ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

Η υπολογισμένη τιμή U για το Mann-Whitney U Test είναι 302,00 ενώ η τιμή του επιπέδου σημαντικότητας (Sig. (2-tailed), δίπλευρος έλεγχος) είναι p-τιμή=0,363>0,05 που σημαίνει ότι ***δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδοση των μαθητών μέσης επίδοσης ανάλογα με τη σειρά διδασκαλίας που ακολουθήθηκε.***

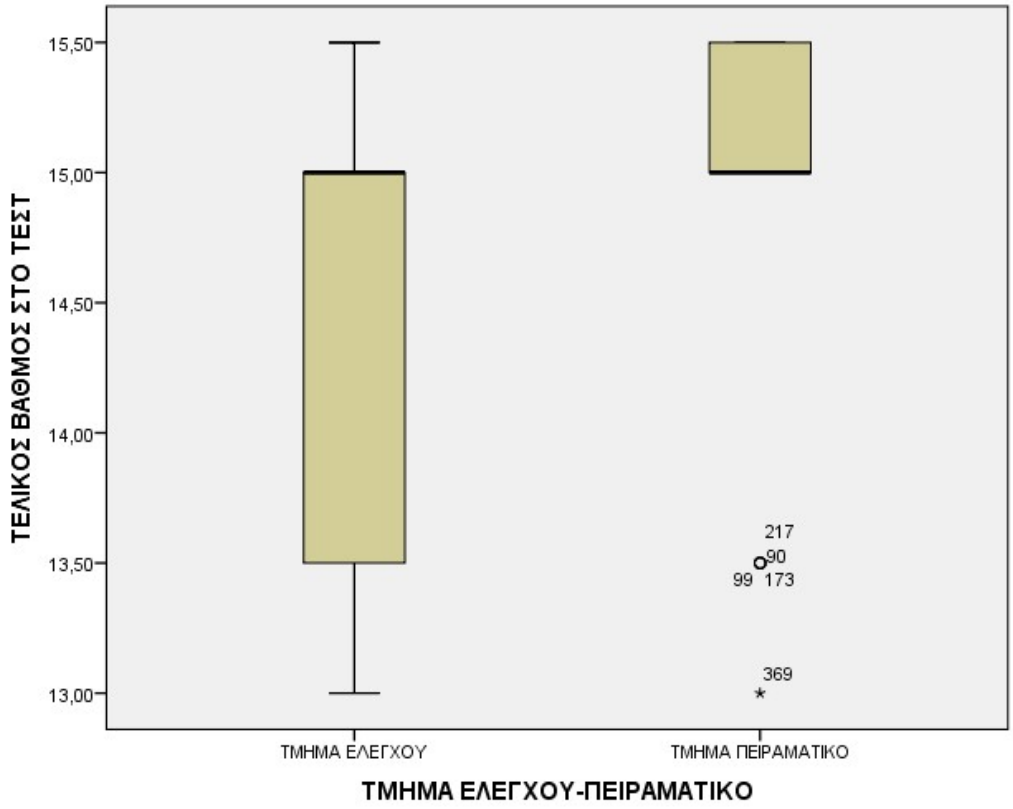
Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The medians of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ are the same across categories of ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ.	Independent-Samples Median Test	,337	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ is the same across categories of ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,363	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

7.9.3 Ομάδα Κ.Ε.: Καλή επίδοση (13≤Μ.Ο.<16). Σύνολο μαθητών: 61.

Από το παρακάτω διάγραμμα θηκογραμμάτων προκύπτει ότι έχουμε ακραίες τιμές σε ποσοστό μεγαλύτερο του 10% και το πρόβλημα δε διορθώνεται με μετασχηματισμό.



Ο παρακάτω πίνακας Group Statistics μας πληροφορεί για το πλήθος των μαθητών, τη μέση τιμή, την τυπική απόκλιση και το τυπικό σφάλμα της μέσης τιμής.

Group Statistics

ΟΜΑΔΑ Μ.Ε.	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	29	14,36	,92	,17
	ΤΜΗΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	32	14,97	,73	,13

Θα εφαρμόζουμε τον μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test, για ανεξάρτητα δείγματα (61 μαθητές καλής επίδοσης).

Mann-Whitney U Test

Ranks

ΟΜΑΔΑ Κ.Ε.	ΤΜΗΜΑ: ΕΛΕΓΧΟΥ - ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	N	Mean Rank	Sum of Ranks
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	29	24,76	718,00
	ΤΜΗΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	32	36,66	1173,00
	Total	61		

Test Statistics[a]

ΣΕΙΡΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ **ΟΜΑΔΑ Κ.Ε.**			ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ
Mann-Whitney U			283,000
Wilcoxon W			718,000
Z			-2,760
Asymp. Sig. (2-tailed)			**,006**
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		**,006[b]**
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,004
		Upper Bound	,008
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		**,003[b]**
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,002
		Upper Bound	,004

a. Grouping Variable: ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

Η υπολογισμένη τιμή U για το Mann-Whitney U Test είναι 283,00 ενώ η τιμή του επιπέδου σημαντικότητας (Sig. (2-tailed), δίπλευρος έλεγχος) είναι p-τιμή=0,006<0,05, που σημαίνει ότι ***υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδοση των μαθητών καλής επίδοσης ανάλογα με τη σειρά διδασκαλίας που ακολουθήθηκε,*** με ***τα πειραματικά να εμφανίζουν καλύτερη επίδοση από τα τμήματα ελέγχου. Θα εξετάσουμε αν τα αποτελέσματα γενικεύονται για τους μέσους όρους.***

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The medians of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ are the same across categories of ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ.	Independent-Samples Median Test	,050	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ is the same across categories of ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,006	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Από τον παρακάτω πίνακα που αποκτήθηκε μέσω της διαδικασίας Analyze Descriptive Statistics Explore) προκύπτει ότι η πληθυσμιακή διάμεσος της επίδοσης των μαθητών των τμημάτων ελέγχου και των πειραματικών είναι πολύ κοντά στις αντίστοιχες μέσες τιμές. Άρα, τα αποτελέσματα γενικεύονται και στις μέσες επιδόσεις των μαθητών.

Descriptives

	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ			Statistic	Std. Error
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	Mean		14,3621	,17174
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	14,0103	
			Upper Bound	14,7139	
		5% Trimmed Mean		14,3745	
		Median		15,0000	
		Variance		,855	
		Std. Deviation		,92482	
		Minimum		13,00	
		Maximum		15,50	
		Range		2,50	
		Interquartile Range		1,50	
		Skewness		-,183	,434
		Kurtosis		-1,774	,845

ΤΜΗΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	Mean		14,9688	,12885
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	14,7060	
		Upper Bound	15,2315	
	5% Trimmed Mean		15,0382	
	Median		15,0000	
	Variance		,531	
	Std. Deviation		,72887	
	Minimum		13,00	
	Maximum		15,50	
	Range		2,50	
	Interquartile Range		,50	
	Skewness		-1,618	,414
	Kurtosis		1,508	,809

7.9.4 Ομάδα Υ.Ε.: Υψηλή επίδοση (16≤Μ.Ο.≤20). Σύνολο μαθητών: 94.

Ο παρακάτω πίνακας Group Statistics μας πληροφορεί για το πλήθος των μαθητών, τη μέση τιμή, την τυπική απόκλιση και το τυπικό σφάλμα της μέσης τιμής.

Group Statistics

ΟΜΑΔΑ Υ.Ε.	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	38	19,84	,58	,09
	ΤΜΗΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	56	19,64	,85	,11

Από τον έλεγχο των ακραίων τιμών προέκυψε ότι έχουμε ακραίες τιμές σε ποσοστό μεγαλύτερο του 10% και το πρόβλημα δεν διορθώνεται με μετασχηματισμό. Άρα θα εφαρμόζουμε τον μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test στις 94 δειγματικές παρατηρήσεις.

Mann-Whitney U Test

Ranks

ΟΜΑΔΑ Υ.Ε.	ΤΜΗΜΑ: ΕΛΕΓΧΟΥ - ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	N	Mean Rank	Sum of Ranks
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ	ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	38	50,26	1910,00
	ΤΜΗΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	56	45,63	2555,00
	Total	94		

Test Statistics[a]

ΣΕΙΡΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ **ΟΜΑΔΑ Υ.Ε.**			ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ
Mann-Whitney U			959,000
Wilcoxon W			2555,000
Z			-1,348
Asymp. Sig. (2-tailed)			,178
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,193[b]
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,183
		Upper Bound	,204
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,106[b]
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,098
		Upper Bound	,114

a. Grouping Variable: ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

Η υπολογισμένη τιμή U για το Mann-Whitney U Test είναι 959,00 ενώ η τιμή του επιπέδου σημαντικότητας (Sig. (2-tailed), δίπλευρος έλεγχος) είναι p-τιμή=0,178>0,05, που σημαίνει ότι ***δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδοση των μαθητών υψηλής επίδοσης ανάλογα με τη σειρά διδασκαλίας που ακολουθήθηκε.***

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΤΕΣΤ is the same across categories of ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,178	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ: ΓΕΝΙΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ

8.1. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΑΝΑ ΣΧΟΛΕΙΟ

Θα συγκρίνουμε τις επιδόσεις των μαθητών του κάθε γυμνασίου χωριστά για τα έξι θέματα ανεξάρτητα από τη διδακτική παρέμβαση. Κάθε θέμα βαθμολογείται με άριστα το 10. Πριν όμως αρχίσουμε τη στατιστική ανάλυση θα πρέπει να θυμίσουμε ότι τα σχολεία 1, 2 και 3 είναι ημιαστικά, τα 4 και 5 πειραματικά (αστικά), το 7 νησιωτικό και τα 8 και 10 αστικά. Όλα τα σχολεία είναι δημόσια.

Παραθέτουμε πίνακες του πλήθους των μαθητών (Ν), των μέσων όρων (Μ.Ο.) της επίδοσης και της τυπικής απόκλισης (Τ.Α.) για τη συνολική τους επίδοση στο διαγώνισμα (θέμα 1 έως και θέμα 6 μαζί) και χωριστά τα θέματα 1 έως 6 του διαγωνίσματος, ανά σχολείο και συνολικά. (βλέπε πίνακα 8.1). Πλήθος μαθητών 398.

Από τη μελέτη του πίνακα 8.1 καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ο μέσος όρος των επιδόσεων των μαθητών στο θέμα 4 είναι μεγαλύτερος από τους μέσους όρους όλων των άλλων θεμάτων, το οποίο σημαίνει ότι οι μαθητές με ευκολία ανταποκρίθηκαν στην ισοστάθμιση αντίδρασης με προσομοιώματα. Απόκλιση παρατηρείται μόνο στο σχολείο 2, το οποίο ανταποκρίνεται καλύτερα στο θέμα 6 (γραφή και ισοστάθμιση αντίδρασης στη συμβολική της μορφή). Εδώ πρέπει να αναφέρουμε ότι στα σχολεία 2 και 8 δεν προηγήθηκε το τεστ λόγω έλλειψης χρόνου, οπότε οι μαθητές δεν ωφελήθηκαν από αυτό. Ωστόσο, το σχολείο 8 παρουσιάζει παρόμοια συμπεριφορά στην επίδοση με τα άλλα σχολεία.

Πίνακας 8.1 Πλήθος μαθητών, Μέσοι όροι και Τυπικές αποκλίσεις ανά θέμα και συνολικά στο διαγώνισμα

ΣΧΟΛΕΙΟ		ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ	ΘΕΜΑ 1 ΒΑΘΜΟΣ	ΘΕΜΑ 2 ΒΑΘΜΟΣ	ΘΕΜΑ 3 ΒΑΘΜΟΣ	ΘΕΜΑ 4 ΒΑΘΜΟΣ	ΘΕΜΑ 5 ΒΑΘΜΟΣ	ΘΕΜΑ 6 ΒΑΘΜΟΣ
ΣΧΟΛΕΙΟ 1	Mean	6,20	1,42	1,20	1,04	8,05	1,76	5,08
	N	37	37	37	37	37	37	37
	Std. Deviation	3,00	1,75	1,52	,70	3,64	1,49	4,04
ΣΧΟΛΕΙΟ 2	Mean	6,47	2,97	2,37	2,47	4,42	2,21	4,99
	N	67	67	67	67	67	67	67
	Std. Deviation	4,70	2,67	3,69	2,42	4,79	2,46	3,99
ΣΧΟΛΕΙΟ 3	Mean	7,16	3,38	3,61	2,34	5,44	2,69	4,00
	N	36	36	36	36	36	36	36
	Std. Deviation	5,61	2,84	4,38	2,51	4,75	2,80	4,00
ΣΧΟΛΕΙΟ 4	Mean	8,24	4,58	2,56	3,20	6,62	2,50	5,28
	N	52	52	52	52	52	52	52
	Std. Deviation	4,25	2,64	3,49	2,76	4,31	2,41	3,77
ΣΧΟΛΕΙΟ 5	Mean	9,26	5,38	3,77	3,38	8,00	3,22	4,01
	N	78	78	78	78	78	78	78
	Std. Deviation	4,00	2,25	4,17	3,00	3,65	2,66	3,31
ΣΧΟΛΕΙΟ 7	Mean	5,28	2,567	2,09	1,25	4,49	2,32	3,27
	N	45	45	45	45	45	45	45
	Std. Deviation	4,27	2,73	3,32	1,64	4,65	2,68	3,84
ΣΧΟΛΕΙΟ 8	Mean	5,97	2,01	3,87	2,37	4,92	1,56	3,18
	N	39	39	39	39	39	39	39
	Std. Deviation	3,90	2,23	4,46	1,79	4,76	1,52	2,95
ΣΧΟΛΕΙΟ 10	Mean	6,61	3,01	,80	3,23	6,09	3,02	3,69
	N	44	44	44	44	44	44	44
	Std. Deviation	3,18	1,90	1,00	2,58	4,11	2,44	3,16
Total	Mean	7,12	3,41	2,62	2,54	6,08	2,49	4,24
	N	398	398	398	398	398	398	398
	Std. Deviation	4,36	2,72	3,66	2,51	4,52	2,44	3,69

Στα θέματα 2, 3 και 5 ο μέσος όρος των επιδόσεων των μαθητών είναι περίπου ίδιος (2,62 – 2,54 – 2,49). Τα θέματα αυτά ζητούν από τους μαθητές να εξηγήσουν τις απαντήσεις τους για τις επιλογές τους: σχηματισμός νερού, επιλογή δοχείου που περιέχει μόρια στοιχείων ή μόρια στοιχείου ή μόρια χημικής ένωσης, οξείδωση του σιδήρου και καύση του άνθρακα. Ειδικότερα στα θέματα 2 και 5 (σχηματισμός νερού και αύξηση της μάζας κομματιού σιδήρου όταν αυτός οξειδώνεται ή ελάττωση της μάζας του άνθρακα όταν αυτός καίγεται στο περιβάλλον), στα οποία απαιτείται εξήγηση, η απόδοσή τους ανά σχολείο είναι παρόμοια. Εξαίρεση αποτελούν τα σχολεία 8 και 10, στα οποία οι επιδόσεις των μαθητών στα δύο θέματα διαφέρουν πολύ. Ο μέσος όρος της επίδοσης των μαθητών του σχολείου 10 για το θέμα του σχηματισμού του νερού είναι 0,80/10 ενώ για το θέμα της μεταβολής της μάζας 3,02/10. Ο μέσος όρος της επίδοσης των μαθητών του σχολείου 8 για το θέμα του σχηματισμού του νερού είναι 3,87/10 ενώ για το θέμα της μεταβολής της μάζας 1,56/10.

Το θέμα 1 αναφέρεται στους ορισμούς της χημικής αντίδρασης, της ενδόθερμης και εξώθερμης αντίδρασης. Η μέση επίδοση των μαθητών των σχολείων είναι 3,41/10 με τους μαθητές του σχολείου 1 να παρουσιάζουν την ελάχιστη επίδοση (1,42/10) και τους μαθητές του σχολείου 5 να παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη επίδοση (5,38/10). Αυτό μπορεί να σημαίνει ότι οι μαθητές δεν παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον για το μάθημα της χημείας, αφού δεν καταβάλλουν προσπάθεια να κατανοήσουν ούτε τους ορισμούς.

Το θέμα 6 αναφέρεται στην αναπαράσταση μιας χημικής αντίδρασης με χημική εξίσωση και την ισοστάθμισή της. Η χημική αντίδραση περιγράφεται λεκτικά, ενώ τα προϊόντα και τα αντιδρώντα δίδονται συμβολικά και με τη φυσική τους κατάσταση. Η μέση επίδοση των μαθητών είναι 4,24/10. Οι μαθητές του σχολείου 4 παρουσιάζουν την μέγιστη επίδοση (5,28/10), ενώ οι μαθητές του σχολείου 8 την ελάχιστη επίδοση (3,18/10).

Από τις τυπικές αποκλίσεις τα σχολεία 1 και 10 (3,00 και 3,18 αντίστοιχα), φαίνεται να εμφανίζουν μεγαλύτερη ομοιογένεια (βλέπε πίνακα 8.1). Το σχολείο 1 είναι σε ημιαστική περιοχή (αγροτικό) και το 10 είναι σε αστική περιοχή. Εξάλλου, το σχολείο 3 (ημιαστική περιοχή, αγροτικό) εμφανίζει τη μεγαλύτερη τυπική απόκλιση ίση με 5,61 ενώ η μέση τυπική απόκλιση για όλα τα σχολεία είναι 4,36.

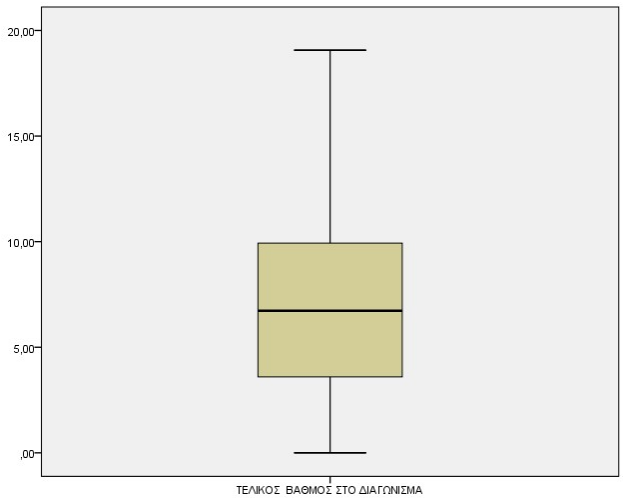
Από τον τελικό βαθμό επίδοσης στο διαγώνισμα διαπιστώνουμε ότι τα σχολεία με το μεγαλύτερο μέσο όρο στην επίδοση των μαθητών (σύνολο μαθητών 130) είναι το 4 και το 5, με μέσους όρους αντίστοιχα 8,24 και 9,26 στην εικοσαβάθμια κλίμακα και 41,20 και 46,30 στην εκατονταβάθμια κλίμακα. Οι μαθητές των σχολείων 1, 2, 3, 7, 8 και 10 (σύνολο μαθητών 268) εμφανίζουν μια μέση επίδοση (6,20, 6,47, 7,16, 5,28, 5,97 και 6,61 αντίστοιχα με άριστα το είκοσι και 31,00, 32,35, 35,80, 26,40, 29,85 και 33,05 με άριστα το 100). Εδώ θα πρέπει να αναφέρουμε ότι τα σχολεία 4 και 5 είναι πειραματικά σε αστικές περιοχές, πρωτεύουσες νομών. *Κανένα από τα οκτώ σχολεία δεν εμφανίζει μέση επίδοση πάνω από τη βάση. Μόνο τα σχολεία 4 και 5 εμφανίζουν επίδοση κοντά στη βάση.*

Για να μπορέσουμε, όμως, να προβούμε σε κάποια στατιστική ανάλυση θα πρέπει να εξετάσουμε αν πληρούνται κάποιες προϋποθέσεις:

1. Αν το δείγμα μας είναι τυχαίο
2. Αν το ποσοστό των ακραίων τιμών στις διαθέσιμες δειγματικές παρατηρήσεις ξεπερνά ή όχι το 10% αυτών
3. Αν ο πληθυσμός από τον οποίο λαμβάνεται το τυχαίο δείγμα περιγράφεται ικανοποιητικά ή όχι από την κανονική κατανομή

Θεωρούμε ότι η πρώτη προϋπόθεση ισχύει.

Όπως φαίνεται από το παρακάτω θηκόγραμμα, ακραίες τιμές στο σύνολο του δείγματος δεν υπάρχουν.



Από το παρακάτω τεστ κανονικότητας για το σύνολο του δείγματος προκύπτει ότι η κατανομή των δειγματικών παρατηρήσεων των μέσων όρων της επίδοσης των μαθητών όλων των σχολείων δεν είναι κανονική.

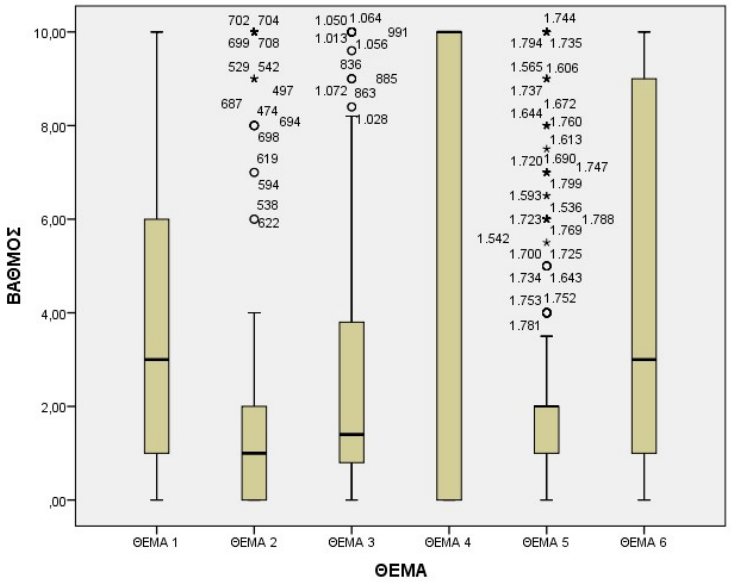
Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	,063	398	,001	,969	398	,000

a. Lilliefors Significance Correction

Η τιμή του επιπέδου σημαντικότητας που υπολογίστηκε από το Kolmogorov-Smirnov test είναι p-τιμή=0,001<0,05 και η τιμή του επιπέδου σημαντικότητας από το Shapiro-Wilk τεστ είναι p-τιμή<0,001<0,05.

Θα εξετάσουμε αν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στη μέση επίδοση των μαθητών ανάλογα με το θέμα στο οποίο απαντούν. Στη συνέχεια, θα εξετάσουμε σε ποια θέματα η μέση βαθμολογία δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές.



Από τα θηκογράμματα παρατηρούμε ότι ειδικά στο θέμα 5 υπάρχουν πολλές ακραίες τιμές. Το Stem and Leaf Plot μας δίνει 67 ακραίες τιμές, άρα ποσοστό μεγαλύτερο του 10% και ο μετασχηματισμός λογαρίθμου δεν λύνει το πρόβλημα. Άρα, θα προβούμε σε μη παραμετρικό έλεγχο και θα εξετάσουμε τους συντελεστές συσχέτισης Spearman (μη παραμετρικό τεστ) για τους βαθμούς επίδοσης των

μαθητών στα έξι θέματα. Κάθε θέμα βαθμολογείται με άριστα το δέκα. (βλέπε τον παρακάτω πίνακα).

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ΘΕΜΑ 1 ΒΑΘΜΟΙ	3,41	2,72	398
ΘΕΜΑ 2 ΒΑΘΜΟΙ	2,62	3,66	398
ΘΕΜΑ 3 ΒΑΘΜΟΙ	2,54	2,51	398
ΘΕΜΑ 4 ΒΑΘΜΟΙ	6,08	4,52	398
ΘΕΜΑ 5 ΒΑΘΜΟΙ	2,49	2,44	398
ΘΕΜΑ 6 ΒΑΘΜΟΙ	4,24	3,69	398

Correlations *Συντελεστής συσχέτισης Spearman για την επίδοση μεταξύ των θεμάτων*

			ΘΕΜΑ 1	ΘΕΜΑ 2	ΘΕΜΑ 3	ΘΕΜΑ 4	ΘΕΜΑ 5	ΘΕΜΑ 6
Spearman's rho	ΘΕΜΑ 1	Correlation Coefficient	1,000	,380**	,423**	,327**	**,462****	,392**
		Sig. (2-tailed)	.	,000	,000	,000	,000	,000
		N	398	398	398	398	398	398
	ΘΕΜΑ 2	Correlation Coefficient	,380**	1,000	,365**	,349**	,266**	,354**
		Sig. (2-tailed)	,000	.	,000	,000	,000	,000
		N	398	398	398	398	398	398
	ΘΕΜΑ 3	Correlation Coefficient	,423**	,365**	1,000	,343**	,366**	,377**
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	.	,000	,000	,000
		N	398	398	398	398	398	398
	ΘΕΜΑ 4	Correlation Coefficient	,327**	,349**	,343**	1,000	**,247****	,351**
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	.	,000	,000
		N	398	398	398	398	398	398
	ΘΕΜΑ 5	Correlation Coefficient	**,462****	,266**	,366**	**,247****	1,000	,339**
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	.	,000
		N	398	398	398	398	398	398
	ΘΕΜΑ 6	Correlation Coefficient	,392**	,354**	,377**	,351**	,339**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	.
		N	398	398	398	398	398	398

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Ο r_s παίρνει θετικές τιμές μεταξύ +0,247 και +0,462 (+0,247<r<+0,462), γεγονός που καταδεικνύει θετική γραμμική συσχέτιση. Αυτό σημαίνει ότι μικροί βαθμοί σε κάποιο θέμα αντιστοιχούν σε μικρούς βαθμούς σε κάποιο άλλο θέμα και αντίστροφα.

Ο r_s δεν είναι πολύ κοντά στο ένα, δηλαδή δεν έχουμε συσχέτιση υψηλού βαθμού. Ωστόσο, είναι πολύ σημαντική στατιστικά, στο επίπεδο του 1 % γιατί η p-τιμή=0,001 (με δύο αστεράκια όλοι οι συντελεστές), με το θέμα 1 και 5 να εμφανίζουν τον μεγαλύτερο συντελεστή συσχέτισης (+0,462), και το θέμα 4 και 5 τον μικρότερο συντελεστή συσχέτισης (+0,247).

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι συντελεστές συσχέτισης Spearman του τελικού βαθμού του διαγωνίσματος με το βαθμό του κάθε θέματος.

Συντελεστές συσχέτισης Pearson και Spearman για την επίδοση μεταξύ των θεμάτων και του διαγωνίσματος

		ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΘΕΜΑ 1	ΘΕΜΑ 2	ΘΕΜΑ 3	ΘΕΜΑ 4	ΘΕΜΑ 5	ΘΕΜΑ 6
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	**Spearman's rho Correlation**	1,000	,691**	,643**	,629**	,737**	,552**	,692**
	Sig. (2-tailed)	.	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	398	398	398	398	398	398	398

Ο συντελεστής Spearman παίρνει θετικές τιμές, γεγονός που καταδεικνύει θετική γραμμική συσχέτιση. Είναι κοντά στο ένα (μεγαλύτεροι από 0,5), δηλαδή έχουμε συσχέτιση υψηλού βαθμού. Η συσχέτιση είναι σημαντική στατιστικά, στο επίπεδο του 1 % γιατί η p-τιμή=0,001 (με δύο αστεράκια όλοι οι συντελεστές).

8.1.1 Εξαίρεση του σχολείου 3

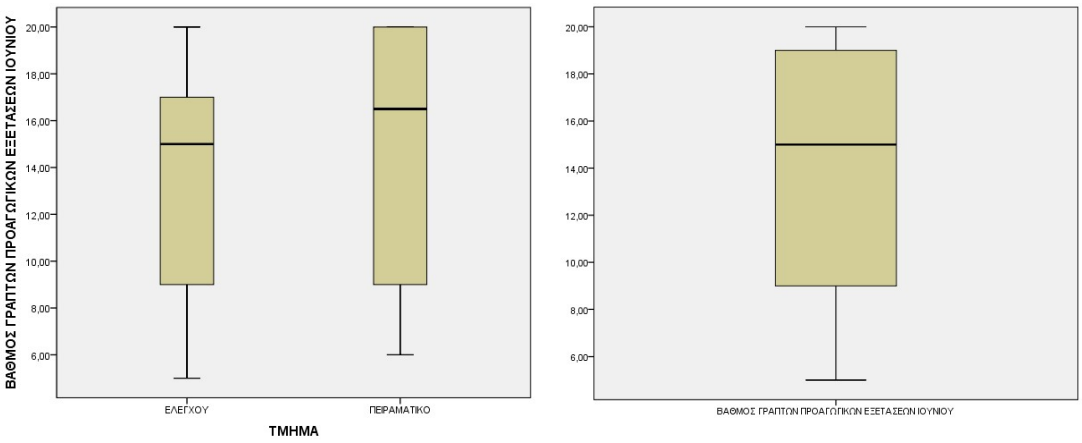
Από τον πίνακα 8.1, παρατηρούμε ότι η μέση επίδοση των μαθητών του σχολείου 3 στο διαγώνισμα της έρευνας είναι 7,16, παραπλήσια με την μέση επίδοση των μαθητών όλων των σχολείων (7,12). Επίσης, τόσο το τμήμα ελέγχου όσο και το πειραματικό τμήμα είναι ισοδύναμα. Το επιβεβαίωσαν οι εκπαιδευτικοί που δίδασκαν το μάθημα της χημείας και προκύπτει και από την επίδοση των μαθητών στις γραπτές εξετάσεις του Ιουνίου, με την στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήσαμε με το Mann-Whitney U test (μη παραμετρική ανάλυση για ανεξάρτητα δείγματα) (βλέπε κεφάλαιο 6, σελ. 127). Επειδή η κατανομή δεν είναι κανονική, αλλά N=36>30, θα το ερευνήσω και με t-test για ανεξάρτητα δείγματα (παραμετρική ανάλυση), αλλά τα αποτελέσματα θα είναι προσεγγιστικά.

T-Test

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Γραπτά Ιουνίου	Equal variances assumed	,627	,434	-,711	34	,482	-1,22222	1,71922	-4,71609	2,27164
	Equal variances not assumed			-,711	33,625	,482	-1,22222	1,71922	-4,71752	2,27308

Η υπόθεση της ισότητας των πληθυσμιακών διακυμάνσεων των τελικών βαθμολογιών στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα δεν απορρίπτεται (τεστ του Levene, τιμή του F στατιστικού τεστ = 0,627, p-τιμή=0,434>0,05). ***Η επίδοση των μαθητών δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικώς*** (τιμή t στατιστικό =-0,711, df=34, p-τιμή = 0,482>0,05) στο τμήμα ελέγχου και στο πειραματικό τμήμα. ($Μ.Ο._{τμημάτος\ ελέγχου}$=13,44 και $Μ.Ο._{πειραματικού\ τμημάτος}$=14,67). Άρα, από τον παραμετρικό έλεγχο Independent Samples Test ***προκύπτει ότι τα τμήματα του σχολείου 3 είναι ισοδύναμα.***



Ωστόσο, οι μαθητές των τμημάτων διδάχθηκαν τις ενότητες που μας ενδιαφέρουν για την έρευνά μας από διαφορετικούς εκπαιδευτικούς και με διαφορετικό τρόπο. Η εκπαιδευτικός που δίδασκε στο πειραματικό τμήμα εξασκούσε τους μαθητές της στο εργαστήριο και χρησιμοποιούσε για το μάθημά της και το διαδραστικό πίνακα. Στο τμήμα ελέγχου δεν πραγματοποιήθηκε η διδασκαλία με τον ίδιο τρόπο. Από τον έλεγχο στην επίδοση του διαγωνίσματος της έρευνάς μας βρέθηκε ότι το πειραματικό τμήμα ανταποκρίθηκε καλύτερα από το τμήμα ελέγχου, με μεγάλη διαφορά στους μέσους όρους των τμημάτων. (βλέπε τον παρακάτω πίνακα: βαθμός στο διαγώνισμα της έρευνας).

ΣΧΟΛΕΙΟ 3 Report

ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

ΤΜΗΜΑ	Mean	N	Std. Deviation
ΕΛΕΓΧΟΥ	2,55	18	1,55
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	11,76	18	4,18
Total	7,16	36	5,61

Ως εκ τούτου αποφασίσαμε να εξαιρέσουμε το σχολείο 3 από την έρευνά μας. (Περισσότερα για το σχολείο 3 στο Παράρτημα 8.1).

8.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΑ ΕΞΙ ΘΕΜΑΤΑ

Μετά την εξαίρεση του σχολείου 3 το πλήθος των δειγματικών παρατηρήσεων είναι 362 (398-36=362). Θέλουμε να ελέγξουμε αν υπάρχει και στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στη μέση επίδοση όλων των μαθητών στα έξι θέματα. Πρόκειται για έλεγχο της μορφής H_0:$\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu_5=\mu_6$, με εξαρτημένα δείγματα. Λόγω της φύσης των δεδομένων (βαθμοί: 0-10) και καθώς δεν πληρούνται οι προϋποθέσεις εφαρμογής των μεθόδων της παραμετρικής στατιστικής θα διενεργηθεί αρχικά ο μη παραμετρικός έλεγχος του Friedman.

Πριν προχωρήσουμε στην στατιστική ανάλυση παραθέτουμε πίνακα με περιγραφικά μέτρα (Μέση τιμή, πλήθος, τυπική απόκλιση και διάμεσο) για τα έξι θέματα.

Report

	ΘΕΜΑ 1 ΒΑΘΜΟΣ	ΘΕΜΑ 2 ΒΑΘΜΟΣ	ΘΕΜΑ 3 ΒΑΘΜΟΣ	ΘΕΜΑ 4 ΒΑΘΜΟΣ	ΘΕΜΑ 5 ΒΑΘΜΟΣ	ΘΕΜΑ 6 ΒΑΘΜΟΣ
Mean	3,4116	2,5193	2,5547	6,1436	2,4669	4,2610
N	362	362	362	362	362	362
Std. Deviation	2,70895	3,57831	2,50926	4,49824	2,40878	3,66086
Median	3,0000	1,0000	1,4000	10,0000	2,0000	3,0000

Από τον έλεγχο του Friedman συμπεραίνουμε ότι η υπόθεση της ισότητας των μέσων τιμών απορρίπτεται (p-τιμή<0,001<0,05).

Ranks

	Mean Rank
ΘΕΜΑ 1 ΒΑΘΜΟΙ	3,52
ΘΕΜΑ 2 ΒΑΘΜΟΙ	2,77
ΘΕΜΑ 3 ΒΑΘΜΟΙ	3,22
ΘΕΜΑ 4 ΒΑΘΜΟΙ	4,50
ΘΕΜΑ 5 ΒΑΘΜΟΙ	3,17
ΘΕΜΑ 6 ΒΑΘΜΟΙ	3,82

Test Statistics[a]

N	362
Chi-Square	204,250
df	5
Asymp. Sig.	,000

a. Friedman Test

Στη συνέχεια, θέλοντας να εξετάσουμε που υπάρχουν πραγματικά στατιστικά σημαντικές διαφορές προβήκαμε σε συγκρίσεις των θεμάτων ανά δύο χρησιμοποιώντας το τεστ του Wilcoxon. Το πλήθος των ανά δύο συγκρίσεων είναι 15 $\binom{6}{2}$=(6!/2!*4!)=15. Στην περίπτωσή μας, που απορρίπτεται η ισότητα με το τεστ Friedman, προβαίνουμε σε δεκαπέντε συγκρίσεις με το τεστ του Wilcoxon. Πρέπει, όμως, να κάνουμε τη διόρθωση Bonferroni για να βρούμε ποιο είναι τότε το επίπεδο σημαντικότητας. Η νέα, p΄-τιμή (αντί 0,05) είναι ίση με το πηλίκο του 0,05 προς το πλήθος των συγκρίσεων. Η p΄-τιμή γίνεται: (0,05/15)=0,003. Παρακάτω παρατίθεται ο πίνακας Test Statistics που αποκτήθηκε μέσω της διαδικασίας Analyze →Nonparametric Test→Legacy Dialog→Two-Related-Samples Test→Wilcoxon.

Test Statistics[a]

ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟΣ ΒΑΘΜΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
ΘΕΜΑ 2 - ΘΕΜΑ 1	-4,972[b]	0,000
ΘΕΜΑ 3 - ΘΕΜΑ 1	-5,008[b]	0,000
ΘΕΜΑ 4 - ΘΕΜΑ 1	-10,203[c]	0,000
ΘΕΜΑ 5 - ΘΕΜΑ 1	-5,727[b]	0,000
ΘΕΜΑ 6 - ΘΕΜΑ 1	-4,015[c]	0,000
ΘΕΜΑ 3 - ΘΕΜΑ 2	-2,348[c]	0,019
ΘΕΜΑ 4 - ΘΕΜΑ 2	-11,058[c]	0,000
ΘΕΜΑ 5 - ΘΕΜΑ 2	-1,915[c]	0,056
ΘΕΜΑ 6 - ΘΕΜΑ 2	-7,289[c]	0,000
ΘΕΜΑ 4 - ΘΕΜΑ 3	-11,798[c]	0,000
ΘΕΜΑ 5 - ΘΕΜΑ 3	-,979[b]	0,328
ΘΕΜΑ 6 - ΘΕΜΑ 3	-7,470[c]	0,000
ΘΕΜΑ 5 - ΘΕΜΑ 4	-11,789[b]	0,000
ΘΕΜΑ 6 - ΘΕΜΑ 4	-6,842[b]	0,000
ΘΕΜΑ 6 - ΘΕΜΑ 5	-7,634[c]	0,000

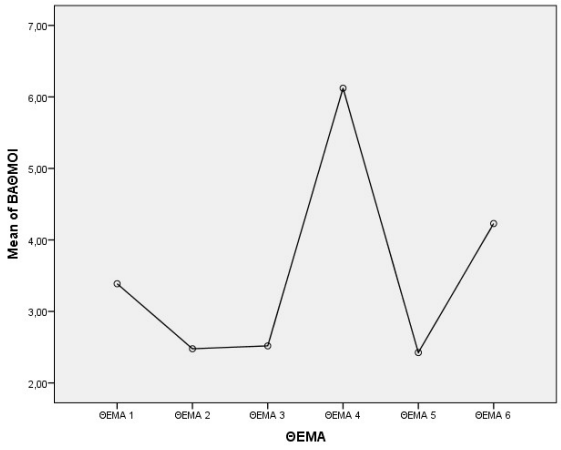
a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

c. Based on negative ranks.

Η p-τιμή για τα θέματα 5 και 3 είναι p-τιμή$_{5,3}$=0,328>0,003 που σημαίνει ότι οι μέσες τιμές δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά. Το ίδιο συμβαίνει με τα θέματα 5 κα 2 (p-τιμή$_{5,2}$=0,056>0,003), καθώς επίσης και με τα θέματα 3 και 2 (p-τιμή$_{3,2}$=0,019>0,003). Δηλαδή, καταλήγουμε στο συμπέρασμα, ότι σε θέματα κρίσεως οι μαθητές δυσκολεύονται πολύ στο να δώσουν μια σωστή απάντηση είτε πρόκειται για εύκολη απάντηση βασισμένη σε ορισμούς είτε πρόκειται για πιο πολύπλοκη διαδικασία σκέψης.

Παρακάτω παρατίθεται το γράφημα των μέσων τιμών της επίδοσης όλων των μαθητών σε κάθε θέμα χωριστά.

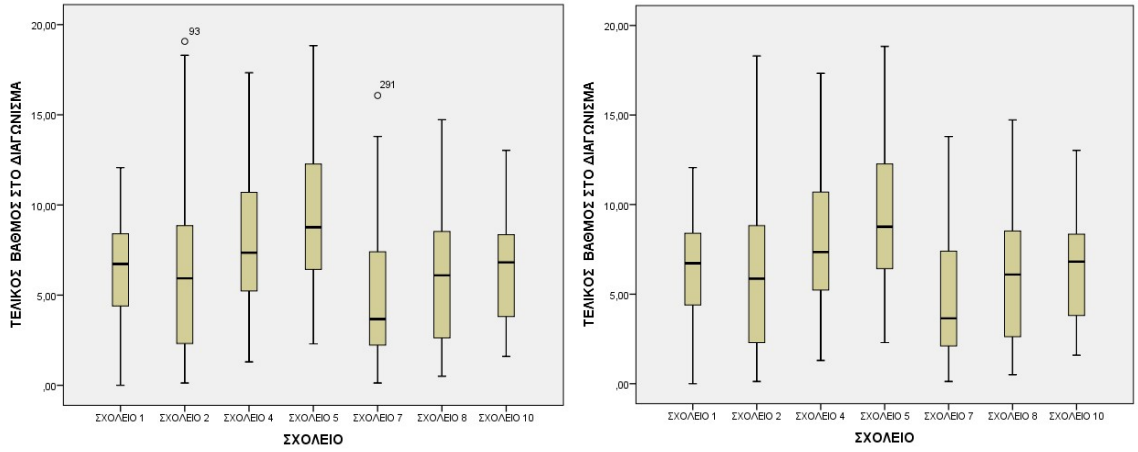


8.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΜΕΣΗ ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΤΟΥΣ

Πριν προβούμε σε σύγκριση των σχολείων θα εξετάσουμε αν οι μέσοι όροι των δειγματικών παρατηρήσεων για κάθε σχολείο ακολουθούν την κανονική κατανομή και αν υπάρχουν ακραίες τιμές για να τις εξαιρέσουμε.

Θα εξετάσουμε πρώτα αν υπάρχουν ακραίες τιμές των δειγματικών παρατηρήσεων της επίδοσης των μαθητών των 7 σχολείων για να τις εξαιρέσουμε και μετά την κανονικότητα.

Παρατηρούμε ότι υπάρχουν δύο ακραίες τιμές με αύξοντα αριθμό 93 για το σχολείο 2 και με αύξοντα αριθμό 291 για το σχολείο 7, τις οποίες και θα εξαιρέσουμε.



Άρα, αφού εξαιρέσαμε τις ακραίες τιμές, το δείγμα μας πλέον είναι: 362-2=360 δειγματικές παρατηρήσεις. Θα ελέγξουμε την κανονικότητα των δειγματικών παρατηρήσεων για τους μέσους όρους επίδοσης ανά σχολείο.

Από τον παρακάτω πίνακα Tests of Normality διαπιστώνουμε ότι οι δειγματικές παρατηρήσεις του σχολείου 7 δεν μπορούμε να πούμε ότι ακολουθούν κανονική κατανομή: p-τιμή και στα δύο τεστ είναι μικρότερη του 0,05. Για το σχολείο 2 στο τεστ Kolmogorov-Smirnov είναι p-τιμή=0,054>0,05, N=66>50, άρα η κατανομή μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι κανονική και στο τεστ Shapiro-Wilk είναι p-τιμή=0,003<0,05. Επειδή το στατιστικό τεστ Shapiro-Wilk, το οποίο και είναι προτιμότερο να εμπιστευόμαστε, μας δίνει p-τιμή=0,003, θεωρούμε ότι η κατανομή δεν είναι κανονική. Στα υπόλοιπα σχολεία οι κατανομές είναι κανονικές.

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	ΣΧΟΛΕΙΟ	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΣΧΟΛΕΙΟ 1	,084	37	,200*	,979	37	,697
	ΣΧΟΛΕΙΟ 2	,108	66	,054	,938	66	,003
	ΣΧΟΛΕΙΟ 4	,099	52	,200*	,960	52	,076
	ΣΧΟΛΕΙΟ 5	,071	78	,200*	,978	78	,202
	ΣΧΟΛΕΙΟ 7	,161	44	,006	,902	44	,001
	ΣΧΟΛΕΙΟ 8	,087	39	,200*	,953	39	,101
	ΣΧΟΛΕΙΟ 10	,106	44	,200*	,952	44	,064

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Η ομαδοποίηση των επτά σχολείων, ως προς την επίδοση των μαθητών, θα βασιστεί σε ανάλυση διακύμανσης κατά ένα παράγοντα (σχολείο) One-way Anova (παραμετρική ανάλυση πολλαπλών συγκρίσεων) για ανεξάρτητα δείγματα και στη μη παραμετρική ανάλυση διακύμανσης των Kruskal-Wallis, η οποία αποτελεί τη γενίκευση του ελέγχου των Mann-Whitney-Wilcoxon για τρία ή περισσότερα δείγματα.

Για να ομαδοποιήσουμε τα σχολεία (σύνολο σχολείων 7 και σύνολο μαθητών 360, έχουμε εξαιρέσει τις ακραίες τιμές), θα πρέπει να εξετάσουμε αρχικά αν η επίδοση των μαθητών των σχολείων εξαρτάται από το σχολείο στο οποίο φοιτούν και αν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοσή τους στο διαγώνισμα. Ο έλεγχος θα γίνει με *One-way Anova.*

Descriptives

ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ΣΧΟΛΕΙΟ 1	37	6,1976	2,99747	,49278	5,1982	7,1970	,00	12,07
ΣΧΟΛΕΙΟ 2	66	6,2806	4,47038	,55027	5,1816	7,3796	,13	18,30
ΣΧΟΛΕΙΟ 4	52	8,2425	4,24989	,58935	7,0593	9,4257	1,30	17,33
ΣΧΟΛΕΙΟ 5	78	9,2551	4,00181	,45312	8,3529	10,1574	2,30	18,83
ΣΧΟΛΕΙΟ 7	44	5,0311	3,98860	,60130	3,8185	6,2438	,13	13,80
ΣΧΟΛΕΙΟ 8	39	5,9723	3,89518	,62373	4,7096	7,2350	,50	14,73
ΣΧΟΛΕΙΟ 10	44	6,6148	3,17606	,47881	5,6492	7,5804	1,60	13,03
Total	360	7,0547	4,16352	,21944	6,6231	7,4862	,00	18,83

Ο παραπάνω πίνακας μας δίνει τους μέσους όρους, το πλήθος μαθητών και τις τυπικές αποκλίσεις στο διαγώνισμα ανά σχολείο και συνολικά, όπως έχουν διαμορφωθεί από την εξαίρεση του σχολείου 3 και τις ακραίες τιμές. Σύνολο μαθητών 360.

Για να διαπιστώσουμε ποια σχολεία διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους, θα αποφανθούμε χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα των πολλαπλών συγκρίσεων με τη μέθοδο του Tukey και Tamhane. Επιπρόσθετα, από τον πίνακα Homogeneous Subsets μέσω της μεθόδου του Tukey, θα πάρουμε τις «πιθανές» ομογενείς ομάδες σχολείων.

Από τον παρακάτω πίνακα Test of Homogeneity of Variances προκύπτει η p-τιμή του στατιστικού τεστ του Levene για τον έλεγχο της υπόθεσης των ίσων διακυμάνσεων. Συμπεραίνουμε ότι η υπόθεση της ισότητας των διακυμάνσεων δεν απορρίπτεται (p-τιμή=0,063>0,05).

Test of Homogeneity of Variances

ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,018	6	353	,063

Στον παρακάτω πίνακα ANOVA δίδεται η p-τιμή του F στατιστικού τεστ και προκύπτει ότι η υπόθεση της ισότητας των μέσων όρων απορρίπτεται (p-τιμή<0,001).

ANOVA

ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	752,142	6	125,357	8,088	,000
Within Groups	5471,081	353	15,499		
Total	6223,224	359			

Άρα, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στη μέση επίδοση των μαθητών ανάλογα με το σχολείο στο οποίο φοιτούν. Για να διαπιστώσουμε ποια σχολεία διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους, θα χρησιμοποιήσουμε τα αποτελέσματα των πολλαπλών συγκρίσεων με τη μέθοδο του Tukey, που ισχύει όταν η υπόθεση της ισότητας των διακυμάνσεων δεν απορρίπτεται.

Έλεγχος One-way Anova (Tukey) για την ομαδοποίηση των σχολείων.

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
	(I) ΣΧΟΛΕΙΟ	(J) ΣΧΟΛΕΙΟ				Lower Bound	Upper Bound
Tukey	ΣΧΟΛΕΙΟ 1	ΣΧΟΛΕΙΟ 2	-,08304	,80277	1,000	-2,4637	2,2976
		ΣΧΟΛΕΙΟ 4	-2,04493	,84070	,188	-4,5380	,4481
		ΣΧΟΛΕΙΟ 5	-2,93321*	,78190	,004	-5,2519	-,6145
		ΣΧΟΛΕΙΟ 7	1,16643	,87189	,834	-1,4192	3,7520
		ΣΧΟΛΕΙΟ 8	,22526	,89706	1,000	-2,4350	2,8855
		ΣΧΟΛΕΙΟ 10	-,41721	,87189	,999	-3,0028	2,1684
	ΣΧΟΛΕΙΟ 2	ΣΧΟΛΕΙΟ 1	,08304	,80277	1,000	-2,2976	2,4637
		ΣΧΟΛΕΙΟ 4	-1,96189	,72479	,100	-4,1113	,1875
		ΣΧΟΛΕΙΟ 5	-2,85017*	,65569	,000	-4,7946	-,9057
		ΣΧΟΛΕΙΟ 7	1,24947	,76076	,655	-1,0065	3,5055
		ΣΧΟΛΕΙΟ 8	,30830	,78947	1,000	-2,0329	2,6495
		ΣΧΟΛΕΙΟ 10	-,33417	,76076	,999	-2,5902	1,9218
	ΣΧΟΛΕΙΟ 4	ΣΧΟΛΕΙΟ 1	2,04493	,84070	,188	-,4481	4,5380
		ΣΧΟΛΕΙΟ 2	1,96189	,72479	,100	-,1875	4,1113
		ΣΧΟΛΕΙΟ 5	-,88828	,70161	,867	-2,9689	1,1923
		ΣΧΟΛΕΙΟ 7	3,21136*	,80067	,001	,8370	5,5857
		ΣΧΟΛΕΙΟ 8	2,27019	,82801	,091	-,1852	4,7256
		ΣΧΟΛΕΙΟ 10	1,62773	,80067	,396	-,7467	4,0021
	ΣΧΟΛΕΙΟ 5	ΣΧΟΛΕΙΟ 1	2,93321*	,78190	,004	,6145	5,2519
		ΣΧΟΛΕΙΟ 2	2,85017*	,65569	,000	,9057	4,7946
		ΣΧΟΛΕΙΟ 4	,88828	,70161	,867	-1,1923	2,9689
		ΣΧΟΛΕΙΟ 7	4,09964*	,73870	,000	1,9090	6,2902
		ΣΧΟΛΕΙΟ 8	3,15847*	,76824	,001	,8803	5,4367
		ΣΧΟΛΕΙΟ 10	2,51601*	,73870	,013	,3254	4,7066
	ΣΧΟΛΕΙΟ 7	ΣΧΟΛΕΙΟ 1	-1,16643	,87189	,834	-3,7520	1,4192
		ΣΧΟΛΕΙΟ 2	-1,24947	,76076	,655	-3,5055	1,0065
		ΣΧΟΛΕΙΟ 4	-3,21136*	,80067	,001	-5,5857	-,8370
		ΣΧΟΛΕΙΟ 5	-4,09964*	,73870	,000	-6,2902	-1,9090
		ΣΧΟΛΕΙΟ 8	-,94117	,85966	,929	-3,4905	1,6081
		ΣΧΟΛΕΙΟ 10	-1,58364	,83337	,481	-4,0550	,8877

	ΣΧΟΛΕΙΟ 8	ΣΧΟΛΕΙΟ 1	-,22526	,89706	1,000	-2,8855	2,4350
		ΣΧΟΛΕΙΟ 2	-,30830	,78947	1,000	-2,6495	2,0329
		ΣΧΟΛΕΙΟ 4	-2,27019	,82801	,091	-4,7256	,1852
		ΣΧΟΛΕΙΟ 5	-3,15847*	,76824	,001	-5,4367	-,8803
		ΣΧΟΛΕΙΟ 7	,94117	,85966	,929	-1,6081	3,4905
		ΣΧΟΛΕΙΟ 10	-,64247	,85966	,989	-3,1918	1,9068
	ΣΧΟΛΕΙΟ 10	ΣΧΟΛΕΙΟ 1	,41721	,87189	,999	-2,1684	3,0028
		ΣΧΟΛΕΙΟ 2	,33417	,76076	,999	-1,9218	2,5902
		ΣΧΟΛΕΙΟ 4	-1,62773	,80067	,396	-4,0021	,7467
		ΣΧΟΛΕΙΟ 5	-2,51601*	,73870	,013	-4,7066	-,3254
		ΣΧΟΛΕΙΟ 7	1,58364	,83337	,481	-,8877	4,0550
		ΣΧΟΛΕΙΟ 8	,64247	,85966	,989	-1,9068	3,1918

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Από την ανάγνωση του πίνακα πολλαπλών συγκρίσεων με το κριτήριο Tukey παρατηρούμε ότι η ομαδοποίηση είναι δύσκολο να γίνει.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα ομογενή υποσύνολα του δείγματος, σύμφωνα με το κριτήριο Tukey HSD και Ryan-Einot-Gabriel-Welsch F.

ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

Ομογενή υποσύνολα του δείγματος σύμφωνα με το κριτήριο Tukey HSD

			Subset for alpha = 0.05		
	ΣΧΟΛΕΙΟ	N	1	2	3
Tukey HSD[a,b]	ΣΧΟΛΕΙΟ 7	44	5,0311		
	ΣΧΟΛΕΙΟ 8	39	5,9723	5,9723	
	ΣΧΟΛΕΙΟ 1	37	6,1976	6,1976	
	ΣΧΟΛΕΙΟ 2	66	6,2806	6,2806	
	ΣΧΟΛΕΙΟ 10	44	6,6148	6,6148	
	ΣΧΟΛΕΙΟ 4	52		8,2425	8,2425
	ΣΧΟΛΕΙΟ 5	78			9,2551
	Sig.		,433	,072	,869

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 48,168.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Ομογενή υποσύνολα του δείγματος σύμφωνα με το κριτήριο Ryan-Einot-Gabriel-Welsch F					
Ryan-Einot-Gabriel-Welsch F	ΣΧΟΛΕΙΟ 7	44	5,0311		
	ΣΧΟΛΕΙΟ 8	39	5,9723		
	ΣΧΟΛΕΙΟ 1	37	6,1976		
	ΣΧΟΛΕΙΟ 2	66	6,2806		
	ΣΧΟΛΕΙΟ 10	44	6,6148	6,6148	
	ΣΧΟΛΕΙΟ 4	52		8,2425	8,2425
	ΣΧΟΛΕΙΟ 5	77			9,1308
	Sig.		,489	,142	,555

Παρατηρούμε ότι τα σχολεία 4 και 10 βρίσκονται σε δύο ομάδες το καθένα σύμφωνα, με το κριτήριο Ryan-Einot-Gabriel-Welsch F.

Στη συνέχεια, θα εφαρμόσουμε και μη παραμετρικό έλεγχο, τον έλεγχο *Kruskal-Wallis,* αφού επαναφέρουμε τις ακραίες τιμές. Από τον έλεγχο αυτό, όπως φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα, προκύπτουν τα ίδια αποτελέσματα.

Ranks

	ΣΧΟΛΕΙΟ	N	Mean Rank
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΣΧΟΛΕΙΟ 1	37	165,01
	ΣΧΟΛΕΙΟ 2	67	162,12
	ΣΧΟΛΕΙΟ 4	52	207,73
	ΣΧΟΛΕΙΟ 5	78	234,26
	ΣΧΟΛΕΙΟ 7	45	132,22
	ΣΧΟΛΕΙΟ 8	39	153,47
	ΣΧΟΛΕΙΟ 10	44	175,39
	Total	362	

Test Statistics[a,b]

	ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ
Chi-Square	39,304
df	6
Asymp. Sig.	,000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: ΣΧΟΛΕΙΟ

Τα επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας για τον έλεγχο των Kruskal-Wallis είναι ίσα με μηδέν (Asymp. Sig.<0,001). Επομένως, η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται. Άρα οι **διάμεσοι** των μέσων όρων των επιδόσεων της τελικής βαθμολογίας των διαγωνισμάτων, που απάντησαν, οι μαθητές διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους ανάλογα με το σχολείο που φοιτούν (α=5%).

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The medians of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ are the same across categories of ΣΧΟΛΕΙΟ.	Independent-Samples Median Test	,000	Reject the null hypothesis.
2	The distribution of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ is the same across categories of ΣΧΟΛΕΙΟ.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,000	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Τα σχολεία 4 και 5 εμφανίζουν Mean Rank 207,73 και 234,26 αντίστοιχα, το σχολείο 7 έχει τη μικρότερη τιμή ίση με 132,22, ενώ οι Mean Rank των σχολείων 1, 2, 8 και 10 είναι παραπλήσιες με εύρος 21,92.

Αποφασίσαμε, λοιπόν, να χωρίσουμε τα σχολεία σε αυτά που έχουν επίδοση μεγαλύτερη του μέσου όρου της επίδοσης του συνολικού δείγματος και σε αυτά που η επίδοσή τους είναι μικρότερη.

Τα σχολεία ομαδοποιήθηκαν σε δύο κατηγορίες (βλέπε παρακάτω πίνακα):

Ομάδα 1: τα σχολεία 1, 2, 7, 8 και 10. Σύνολο μαθητών: 232

Ομάδα 2: τα σχολεία 4 και 5 (Πειραματικά). Σύνολο μαθητών: 130

ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΣΧΟΛΕΙΩΝ

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
valid	**Ομάδα 1:** *τα σχολεία 1,2,7,8,10*	232	64,09	64,09	64,09
	Ομάδα 2: *τα σχολεία 4,5*	130	35,91	35,91	100,0
	Total	362	100,0	100,0	

Στον παρακάτω πίνακα για τα ομαδοποιημένα σχολεία φαίνονται οι μέσοι όροι της επίδοσης των μαθητών με άριστα το είκοσι, το πλήθος των μαθητών και οι τυπικές αποκλίσεις ανά ομάδα σχολείων.

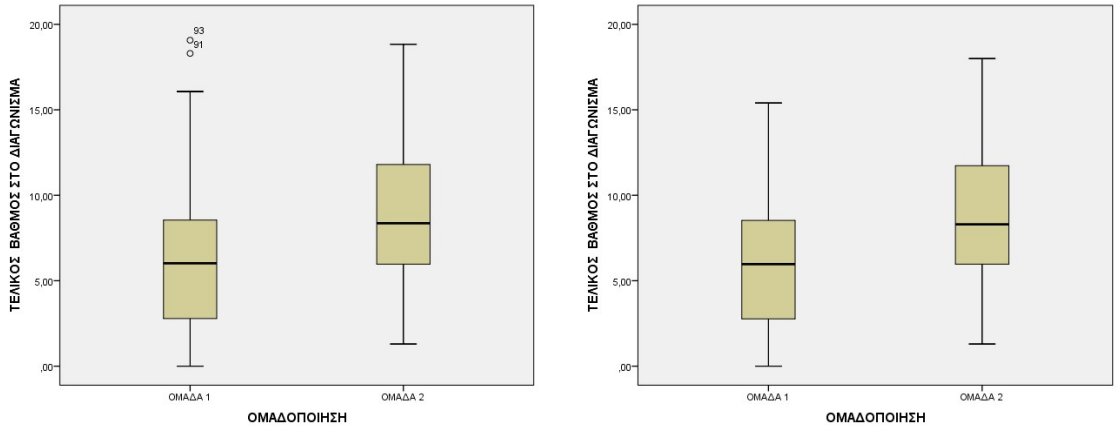
Report

ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ	Mean	N	Std. Deviation	Median
ΟΜΑΔΑ 1	6,14	232	3,97	6,02
ΟΜΑΔΑ 2	8,85	130	4,12	8,37
Total	7,11	362	4,23	6,87

Οι τυπικές αποκλίσεις των δύο άνισων σε πλήθος ομάδων 1 και 2 είναι περίπου ίσες (3,97 και 4,12). Στη συνέχεια, ελέγχουμε για ακραίες τιμές τα ομαδοποιημένα σχολεία.

Ακραίες τιμές για τα ομαδοποιημένα σχολεία



Αφού εξαιρέσαμε τις ακραίες τιμές από τα ομαδοποιημένα σχολεία, ελέγχουμε αν οι μέσοι όροι των δειγματικών παρατηρήσεων ακολουθούν την κανονική κατανομή.

Από το παρακάτω τεστ κανονικότητας για τα ομαδοποιημένα σχολεία, διαπιστώνουμε ότι οι δειγματικές παρατηρήσεις των μέσων όρων της ομάδας 1 δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή, στο τεστ Kolmogorov-Smirnov η p-τιμή είναι η p-τιμή=0,004<0,05 και στο τεστ Shapiro-Wilk η p-τιμή είναι η p-τιμή<0,001<0,5.

Tests of Normality ΣΤΑ ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΣΧΟΛΕΙΑ

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
	ΟΜΑΔΑ 1	,074	230	,004	,965	230	,000
	ΟΜΑΔΑ 2	,078	130	,053	,979	130	,040

a. Lilliefors Significance Correction

Για την ομάδα 2, η p-τιμή στο τεστ Kolmogorov-Smirnov είναι p-τιμή=0,053>0,05 για N=130>50 (άρα οι δειγματικές παρατηρήσεις ακολουθούν την κανονική κατανομή) και στο τεστ Shapiro-Wilk η p-τιμή είναι η p-τιμή<0,040<0,5.
Η μέση τιμή της επίδοσης των μαθητών από τις δειγματικές παρατηρήσεις που απέμειναν (360) διαμορφώνεται στο 7,05.

Report

ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ	Mean	N	Std. Deviation	Median
ΟΜΑΔΑ 1	6,03	230	3,81	5,97
ΟΜΑΔΑ 2	8,85	130	4,12	8,37
Total	7,05	360	4,15	6,78

8.4 Η ΕΠΙΔΟΣΗ ΑΝΑ ΘΕΜΑ ΣΤΑ ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΣΧΟΛΕΙΑ

Θα εξετάσουμε την επίδοση των μαθητών των ομαδοποιημένων σχολείων στο διαγώνισμα και ανά θέμα του διαγωνίσματος. Στον παρακάτω πίνακα δίδονται το πλήθος των μαθητών, ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση χωριστά για το διαγώνισμα και για κάθε θέμα. Η ομάδα 1 αναφέρεται στα σχολεία 1, 2, 7, 8 και 10 και η ομάδα 2 στα σχολεία 4 και 5.

N=230, έχοντας εξαιρέσει το σχολείο 3 και τις ακραίες τιμές από το διαγώνισμα

ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ		ΔΙΑΓΩ-ΝΙΣΜΑ	ΘΕΜΑ 1	ΘΕΜΑ 2	ΘΕΜΑ 3	ΘΕΜΑ 4	ΘΕΜΑ 5	ΘΕΜΑ 6
ΟΜΑΔΑ 1	Mean	6,03	2,44	2,02	2,08	5,37	2,14	4,07
	N	230	230	230	230	230	230	230
	Std. Deviation	3,81	2,35	3,22	2,09	4,62	2,16	3,70
ΟΜΑΔΑ 2	Mean	8,85	5,06	3,28	3,31	7,45	2,93	4,52
	N	130	130	130	130	130	130	130
	Std. Deviation	4,12	2,44	3,94	2,90	3,97	2,58	3,54
Total	Mean	7,05	3,39	2,48	2,52	6,12	2,43	4,23
	N	360	360	360	360	360	360	360
	Std. Deviation	4,15	2,69	3,54	2,48	4,50	2,35	3,65

Παρατηρούμε ότι στα σχολεία της ομάδας 1, οι μέσοι όροι της βαθμολογίας στο 2ο, 3ο και 5ο θέμα είναι περίπου ίσοι (Μ.Ο.$_2$=2,02, Μ.Ο.$_3$=2,08 και Μ.Ο.$_5$=2,14). Το ίδιο συμβαίνει και στα σχολεία της ομάδας 2, αλλά με λίγο υψηλότερους μέσους όρους (Μ.Ο.$_2$=3,28, Μ.Ο.$_3$=3,31 και Μ.Ο.$_5$=2,93). Στο θέμα 4 και οι δύο ομάδες παρουσιάζουν την μεγαλύτερη επίδοση ο μέσος όρος της 1ης ομάδας στο 4ο θέμα είναι Μ.Ο.$_4$=5,37 και της 2ης ομάδας είναι Μ.Ο.$_4$=7,45. Στο θέμα 6 έχουν περίπου την ίδια επίδοση ο μέσος όρος της 1ης ομάδας στο 6ο θέμα είναι Μ.Ο.$_6$=4,07 και της 2ης ομάδας είναι Μ.Ο.$_6$=4,52). Αντίθετα, στο πρώτο θέμα που αναφέρεται σε ορισμούς η επίδοση της 2ης ομάδας είναι Μ.Ο.$_1$=5,06 και παρουσιάζει αρκετά μεγάλη διαφορά από την επίδοση της ομάδας 1 που ο μέσος όρος είναι Μ.Ο.$_1$=2,44. *Αυτό μπορεί να σημαίνει ότι* ***οι μαθητές της ομάδας 2 με μεγαλύτερη ευκολία ανταποκρίνονται στη διατύπωση των ορισμών από τους μαθητές της ομάδας 1.***

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται, επίσης, ότι ο μέσος όρος της επίδοσης των μαθητών της ομάδας 1 στο διαγώνισμα είναι 6,03 με άριστα το είκοσι και της ομάδας 2 είναι 8,85 επίσης με άριστα το είκοσι. Από τις τυπικές αποκλίσεις συμπεραίνουμε ότι οι μαθητές της ομάδας 1 εμφανίζουν μεγαλύτερη ομοιογένεια (Τυπική Απόκλιση 3,81 έναντι 4,12). Σε γενικές γραμμές, όμως, και οι δύο ομάδες και στα 6 θέματα παρουσιάζουν περίπου τις ίδιες τυπικές αποκλίσεις.

Εξετάσαμε ακόμη τους συντελεστές συσχέτισης Spearman (μη παραμετρικό τεστ) για τους βαθμούς επίδοσης των μαθητών στα έξι θέματα ανά ομάδα γιατί δεν πληρούνταν οι προϋποθέσεις για παραμετρική συσχέτιση (Pearson).

Συντελεστές συσχέτισης για την ομάδα 1

Συντελεστής συσχέτισης Spearman για την ομάδα 1 **Correlations**

			ΘΕΜΑ 1	ΘΕΜΑ 2	ΘΕΜΑ 3	ΘΕΜΑ 4	ΘΕΜΑ 5	ΘΕΜΑ 6	ΔΙΑΓΩ-ΝΙΣΜΑ
Spearman's rho	ΘΕΜΑ 1	Correlation Coefficient	1,000	,263**	,347**	,232**	,464**	,385**	,621**
		Sig. (2-tailed)	.	,000	,000	,000	,000	,000	,000
		N	232	232	232	232	232	232	232
	ΘΕΜΑ 2	Correlation Coefficient	,263**	1,000	,298**	,248**	,232**	,277**	,526**
		Sig. (2-tailed)	,000	.	,000	,000	,000	,000	,000
		N	232	232	232	232	232	232	232

ΘΕΜΑ 3	Correlation Coefficient	,347**	,298**	1,000	,313**	,362**	,365**	,593**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	.	,000	,000	,000	,000
	N	232	232	232	232	232	232	232
ΘΕΜΑ 4	Correlation Coefficient	,232**	,248**	,313**	1,000	,277**	,347**	,728**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	.	,000	,000	,000
	N	232	232	232	232	232	232	232
ΘΕΜΑ 5	Correlation Coefficient	,464**	,232**	,362**	,277**	1,000	,371**	,573**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	.	,000	,000
	N	232	232	232	232	232	232	232
ΘΕΜΑ 6	Correlation Coefficient	,385**	,277**	,365**	,347**	,371**	1,000	,714**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	.	,000
	N	232	232	232	232	232	232	232
ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	Correlation Coefficient	,621**	,526**	,593**	,728**	,573**	,714**	1,000
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	.
	N	232	232	232	232	232	232	232

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Οι τιμές του r_s είναι θετικές, γεγονός που καταδεικνύει θετική γραμμική συσχέτιση. Το r_s δεν είναι πολύ κοντά στο ένα, δηλαδή δεν έχουμε συσχέτιση υψηλού βαθμού. Ωστόσο, είναι πολύ σημαντική στατιστικά, στο επίπεδο του 1 % (p-τιμή< 0,001).

Συντελεστές συσχέτισης για την ομάδα 2

Από τον παρακάτω πίνακα προκύπτει ότι οι τιμές του r_s είναι θετικές, γεγονός που καταδεικνύει θετική γραμμική συσχέτιση. Το r_s δεν είναι πολύ κοντά στο ένα, δηλαδή δεν έχουμε συσχέτιση υψηλού βαθμού. Ωστόσο, είναι πολύ σημαντική στατιστικά, στο επίπεδο του 1 % (για p-τιμές< 0,005) και στο επίπεδο του 5% (p-τιμή= 0,022) μεταξύ των θεμάτων 5 και 6.

Τέλος, από τις τιμές p, με p-τιμή=0,057>0,05 μεταξύ των θεμάτων 4 και 6 και p-τιμή=0,255>0,05 μεταξύ των θεμάτων 4 και 5, συμπεραίνουμε ότι η γραμμική συσχέτιση στο επίπεδο του 1% ή στο 5% δεν είναι στατιστικά σημαντική, *ωστόσο υπάρχει γραμμική συσχέτιση, γιατί ο* $r_s \neq 0$.

Συντελεστής συσχέτισης Spearman για την ομάδα 2 **Correlations**

			ΘΕΜΑ 1	ΘΕΜΑ 2	ΘΕΜΑ 3	ΘΕΜΑ 4	ΘΕΜΑ 5	ΘΕΜΑ 6	ΔΙΑΓΩ-ΝΙΣΜΑ
Spearman's rho	ΘΕΜΑ 1	Correlation Coefficient	1,000	,363**	,372**	,246**	,314**	,276**	,609**
		Sig. (2-tailed)	.	,000	,000	,005	,000	,001	,000
		N	130	130	130	130	130	130	130
	ΘΕΜΑ 2	Correlation Coefficient	,363**	1,000	,389**	,323**	,285**	,280**	,718**
		Sig. (2-tailed)	,000	.	,000	,000	,001	,001	,000
		N	130	130	130	130	130	130	130
	ΘΕΜΑ 3	Correlation Coefficient	,372**	,389**	1,000	,311**	,294**	,330**	,648**
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	.	,000	,001	,000	,000
		N	130	130	130	130	130	130	130
	ΘΕΜΑ 4	Correlation Coefficient	,246**	,323**	,311**	1,000	,101	,168	,644**
		Sig. (2-tailed)	,005	,000	,000	.	,255	,057	,000
		N	130	130	130	130	130	130	130
	ΘΕΜΑ 5	Correlation Coefficient	,314**	,285**	,294**	,101	1,000	,200*	,464**
		Sig. (2-tailed)	,000	,001	,001	,255	.	,022	,000
		N	130	130	130	130	130	130	130
	ΘΕΜΑ 6	Correlation Coefficient	,276**	,280**	,330**	,168	,200*	1,000	,584**
		Sig. (2-tailed)	,001	,001	,000	,057	,022	.	,000
		N	130	130	130	130	130	130	130
	ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	Correlation Coefficient	,609**	,718**	,648**	,644**	,464**	,584**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	.
		N	130	130	130	130	130	130	130

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Για να διαπιστώσουμε πού οφείλεται το γεγονός αυτό, εξετάσαμε χωριστά το κάθε σχολείο ως προς την επίδοση στο 4ο, 5ο και στο 6ο θέμα αλλά και ως προς τις επιμέρους ερωτήσεις του κάθε θέματος (βλέπε Παράρτημα 8.2). Αρνητική συσχέτιση παρουσιάζουν τα σχολεία 5 και 8. Το σχολείο 5 είναι δημόσιο πειραματικό σχολείο

και παρουσιάζει αρνητικό συντελεστή συσχέτισης στις επιμέρους ερωτήσεις των θεμάτων 4 και 6. Το σχολείο 8 είναι δημόσιο σχολείο, σε αστική περιοχή, πρωτεύουσα νομού και παρουσιάζει αρνητικό συντελεστή συσχέτισης στις επιμέρους ερωτήσεις των θεμάτων 5 και 6. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε μη κατανόηση της έννοιας από τους μαθητές, σε απροσεξία, σε αδιαφορία, ή σε άλλη αιτία. Κανένα σχολείο δεν παρουσιάζει αρνητικούς συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των θεμάτων του διαγωνίσματος.

8.5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ PCA ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ

Τα δεδομένα υποβλήθηκαν σε επεξεργασία με Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (PCA, *PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS*) για να μειώσουμε τον αριθμό των μεταβλητών και για να ανιχνεύσουμε τη δομή στις σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών.

Ο παρακάτω πίνακας συμμετοχικότητας της PCA δείχνει την καταλληλότητα για τα δεδομένα μας. Η τιμή του συντελεστή Kaiser-Meyer-Olkin, που μας δείχνει το μέτρο επάρκειας της δειγματοληψίας, είναι ίση με 0,774>0,50. Άρα, το δείγμα είναι επαρκές. Εξάλλου, το κριτήριο Bartlett's, που αξιολογεί το κατά πόσο οι συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών επιτρέπουν την εφαρμογή της ανάλυσης παραγόντων, είναι p<0,001<0,50. Άρα προκύπτει ότι τα δεδομένα είναι κατάλληλα για διεξαγωγή παραγοντικής ανάλυσης και επιτρέπεται η εφαρμογή της.

KMO and Bartlett's Test

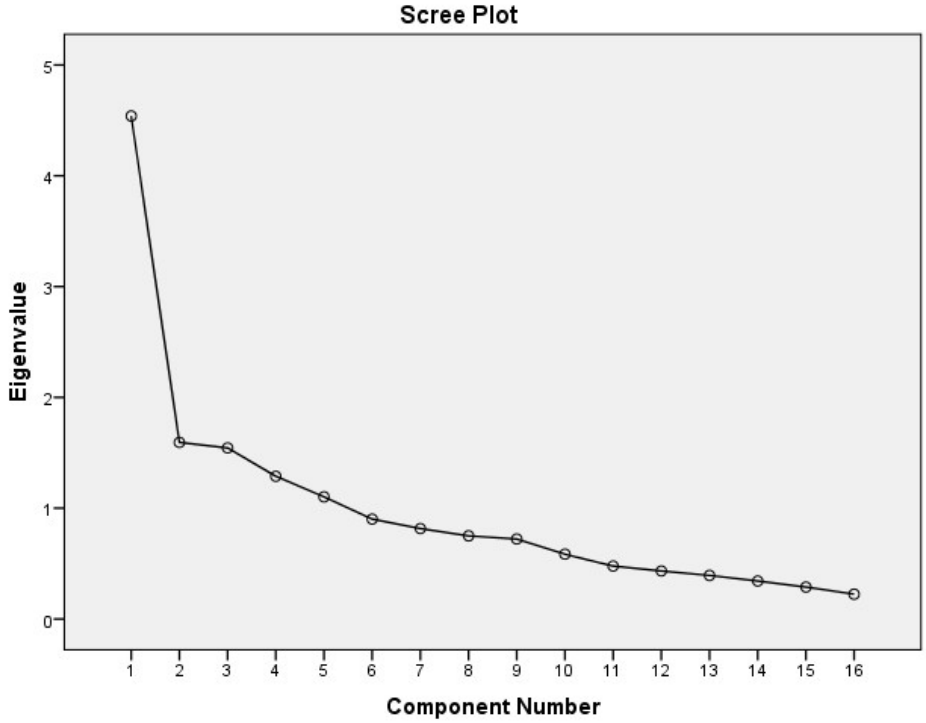
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,774
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	1779,784
	df	120
	Sig.	,000

Όπως φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα, που δίνει τις ιδιοτιμές και την επί τοις εκατό εξηγούμενη διακύμανση, οι πέντε πρώτες συνιστώσες έχουν τιμές μεγαλύτερες της μονάδας και εξηγούν περίπου το 63% της συνολικής αρχικής πληροφορίας.

Total Variance Explained 398

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4,539	28,370	28,370	4,539	28,370	28,370	2,325	14,531	14,531
2	1,594	9,960	38,330	1,594	9,960	38,330	2,306	14,414	28,945
3	1,544	9,650	47,980	1,544	9,650	47,980	1,888	11,799	40,744
4	1,288	8,051	56,031	1,288	8,051	56,031	1,776	11,099	51,844
5	1,102	6,890	62,921	1,102	6,890	62,921	1,772	11,077	62,921
6	,901	5,634	68,555						
7	,816	5,100	73,655						
8	,750	4,690	78,346						
9	,722	4,511	82,857						
10	,585	3,656	86,513						
11	,477	2,983	89,496						
12	,433	2,708	92,205						
13	,393	2,457	94,661						
14	,342	2,140	96,802						
15	,288	1,800	98,602						
16	,224	1,398	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.



Από τον περιεστραμμένο πίνακα συνιστωσών συμπεραίνουμε ότι η πρώτη κύρια συνιστώσα φορτίζει στις ερωτήσεις που αναφέρονται στη διατύπωση ορισμών, η δεύτερη κύρια συνιστώσα φορτίζει στις ερωτήσεις που αναφέρονται σε απλές εξηγήσεις βασισμένες στους ορισμούς, η τρίτη κύρια συνιστώσα φορτίζει στις ερωτήσεις που αναφέρονται σε επιλογές (π.χ. διάκριση στοιχείου από χημική ένωση) πάλι με βάση τους ορισμούς, η τέταρτη κύρια συνιστώσα φορτίζει στις ερωτήσεις για την γραφή και την ισοστάθμιση μιας αντίδρασης και η πέμπτη κύρια συνιστώσα φορτίζει στις ερωτήσεις κρίσεως για την εξήγηση φυσικών φαινομένων.

Rotated Component Matrix[a]

	Component				
	1	2	3	4	5
ΠΡΟΙΟΝΤΑ (ορισμός)	,872				
ΑΝΤΙΔΡΩΝΤΑ (ορισμός)	,865				
ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΝΔΟΘΕΡΜΗΣ - ΕΞΩΘΕΡΜΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ	,521				
ΟΡΙΣΜΟΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ	,514				,336
ΕΞΗΓΗΣΗ ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ ΧΗΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ		,842			
ΕΞΗΓΗΣΗ ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ Χ.Ε.		,801			
ΕΞΗΓΗΣΗ ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ ΜΕΙΓΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ		,735			
ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ (επιλογή)			,867		
ΧΗΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ (επιλογή)			,772		
ΜΕΙΓΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (επιλογή)			,575		
ΓΡΑΦΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ				,876	
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ				,861	
ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΝΕΡΟΥ					,859
ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ					,776
ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ					,376

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization. a. Rotation converged in 6 iterations.

Στη συνέχεια, εφαρμόσαμε την PCA ανάλυση επιλέγοντας τέσσερις και τρεις συνιστώσες.

PCA για τέσσερις κύριες συνιστώσες

Όπως φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα, οι τέσσερις πρώτες συνιστώσες εξηγούν περίπου το 56% της συνολικής αρχικής πληροφορίας.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4,539	28,370	28,370	4,539	28,370	28,370	2,550	15,936	15,936
2	1,594	9,960	38,330	1,594	9,960	38,330	2,417	15,106	31,042
3	1,544	9,650	47,980	1,544	9,650	47,980	2,061	12,883	43,925
4	1,288	8,051	56,031	1,288	8,051	56,031	1,937	12,106	56,031
5	1,102	6,890	62,921						
6	,901	5,634	68,555						
7	,816	5,100	73,655						
8	,750	4,690	78,346						
9	,722	4,511	82,857						
10	,585	3,656	86,513						
11	,477	2,983	89,496						
12	,433	2,708	92,205						
13	,393	2,457	94,661						
14	,342	2,140	96,802						
15	,288	1,800	98,602						
16	,224	1,398	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Από τον περιεστραμμένο πίνακα για τέσσερις συνιστώσες συμπεραίνουμε ότι η δεύτερη και πέμπτη συνιστώσα (του περιεστραμμένου πίνακα με πέντε συνιστώσες) που αναφέρονταν σε απλές εξηγήσεις βασισμένες στους ορισμούς και σε εξήγηση φυσικών φαινομένων, ενώνονται.

Δηλαδή, η πρώτη κύρια συνιστώσα φορτίζει στις ερωτήσεις που αναφέρονται σε εξηγήσεις. Η δεύτερη κύρια συνιστώσα φορτίζει στη διατύπωση ορισμών, η τρίτη κύρια συνιστώσα φορτίζει στις ερωτήσεις για την γραφή και την ισοστάθμιση μιας αντίδρασης και η τέταρτη κύρια συνιστώσα φορτίζει στις ερωτήσεις που αναφέρονται σε επιλογές με βάση τους ορισμούς.

Rotated Component Matrix[a]

	Component			
	1	2	3	4
ΕΞΗΓΗΣΗ ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ ΧΗΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	,775			
ΕΞΗΓΗΣΗ ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ Χ.Ε.	,761			
ΕΞΗΓΗΣΗ ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ ΜΕΙΓΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	,720			
ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ	,378		,323	
ΠΡΟΙΟΝΤΑ (ορισμός)		,840		
ΑΝΤΙΔΡΩΝΤΑ (ορισμός)		,822		
ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΝΔΟΘΕΡΜΗΣ - ΕΞΩΘΕΡΜΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ		,560		
ΟΡΙΣΜΟΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ	,390	,463		
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ		,319	,685	
ΓΡΑΦΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ		,348	,663	
ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΝΕΡΟΥ			,620	
ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ	,540		,587	
ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ (επιλογή)			,358	
ΧΗΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ (επιλογή)				,847
ΜΕΙΓΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (επιλογή)				,782

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 10 iterations.

PCA για τρεις κύριες συνιστώσες

Όπως φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα, οι τρεις πρώτες συνιστώσες εξηγούν περίπου το 48% της συνολικής αρχικής πληροφορίας.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4,539	28,370	28,370	4,539	28,370	28,370	2,866	17,911	17,911
2	1,594	9,960	38,330	1,594	9,960	38,330	2,595	16,216	34,127
3	1,544	9,650	47,980	1,544	9,650	47,980	2,216	13,853	47,980
4	1,288	8,051	56,031						
5	1,102	6,890	62,921						
6	,901	5,634	68,555						
7	,816	5,100	73,655						
8	,750	4,690	78,346						
9	,722	4,511	82,857						
10	,585	3,656	86,513						
11	,477	2,983	89,496						
12	,433	2,708	92,205						
13	,393	2,457	94,661						
14	,342	2,140	96,802						
15	,288	1,800	98,602						
16	,224	1,398	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Από τον περιεστραμμένο πίνακα συνιστωσών συμπεραίνουμε ότι η πρώτη κύρια συνιστώσα φορτίζει στις ερωτήσεις κρίσεως για την εξήγηση φυσικών φαινομένων. Η δεύτερη κύρια συνιστώσα φορτίζει στις ερωτήσεις που αναφέρονται στη διατύπωση ορισμών. Η τρίτη κύρια συνιστώσα φορτίζει στις ερωτήσεις που αναφέρονται σε επιλογές πάλι με βάση τους ορισμούς ή σε επιλογή συντελεστών για την ισοστάθμιση αντίδρασης.

Rotated Component Matrix[a]

	Component		
	1	2	3
ΕΞΗΓΗΣΗ ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ Χ.Ε.	,713		
ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ	,713		
ΕΞΗΓΗΣΗ ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ ΜΕΙΓΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	,695		
ΕΞΗΓΗΣΗ ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ ΧΗΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	,688		
ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΝΕΡΟΥ	,493		
ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ	,465		
ΠΡΟΙΟΝΤΑ (ορισμός)		,830	
ΑΝΤΙΔΡΩΝΤΑ (ορισμός)		,814	
ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΝΔΟΘΕΡΜΗΣ - ΕΞΩΘΕΡΜΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ		,591	
ΟΡΙΣΜΟΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ	,430	,509	
ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ (επιλογή)			,793
ΧΗΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ (επιλογή)			,744
ΜΕΙΓΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (επιλογή)			,574
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ		,386	,509
ΓΡΑΦΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ		,416	,445
ΘΕΜΑ 4 ΒΑΘΜΟΙ		,302	,341

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 5 iterations.

Από την εφαρμογή της PCA ανάλυσης που εφαρμόστηκε στο συνολικό δείγμα και στα ομαδοποιημένα σχολεία, ανεξάρτητα από το πλήθος των συνιστωσών που επιλέγαμε (πέντε, τέσσερις ή τρεις), οι τρεις από αυτές παρέμεναν σε όλες τις επιλογές ίδιες (διατύπωση ορισμών, επιλογές με βάση τους ορισμούς και εξηγήσεις σε ερωτήσεις κρίσεως).

8.6 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ PCA ΓΙΑ ΤΙΣ ΟΜΑΔΕΣ ΣΧΟΛΕΙΩΝ

Για τις ομάδες σχολείων τα αποτελέσματα είναι ίδια με αυτά του συνολικού δείγματος. Παραθέτουμε τα αποτελέσματα για τρεις συνιστώσες.

8.6.1 1η ομάδα σχολείων (N=232)

Ο παρακάτω πίνακας συμμετοχικότητας της PCA δείχνει την καταλληλότητα για τα δεδομένα μας. Η τιμή του συντελεστή Kaiser-Meyer-Olkin, που μας δείχνει το μέτρο επάρκειας της δειγματοληψίας, είναι ίση με 0,739>0,50. Άρα, το δείγμα είναι επαρκές. Το κριτήριο Bartlett's, που αξιολογεί το κατά πόσο οι συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών επιτρέπουν την εφαρμογή της ανάλυσης παραγόντων, είναι p<0,001<0,50. Άρα προκύπτει ότι τα δεδομένα είναι κατάλληλα για διεξαγωγή παραγοντικής ανάλυσης και επιτρέπεται η εφαρμογή της.

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,739
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	1101,098
	df	120
	Sig.	,000

Οι τρείς πρώτες συνιστώσες εξηγούν το 46,7% της συνολικής αρχικής πληροφορίας.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4,220	26,372	26,372	4,220	26,372	26,372	2,590	16,188	16,188
2	1,754	10,962	37,335	1,754	10,962	37,335	2,510	15,689	31,877
3	1,503	9,396	46,731	1,503	9,396	46,731	2,377	14,854	46,731
4	1,383	8,641	55,371						
5	1,091	6,818	62,190						
6	,965	6,030	68,220						
7	,841	5,254	73,474						
8	,739	4,620	78,094						
9	,671	4,194	82,287						
10	,629	3,930	86,217						

11	,540	3,377	89,594						
12	,467	2,920	92,514						
13	,416	2,597	95,111						
14	,308	1,926	97,037						
15	,279	1,745	98,782						
16	,195	1,218	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Από τον περιεστραμμένο πίνακα συνιστωσών συμπεραίνουμε ότι η πρώτη κύρια συνιστώσα φορτίζει στις ερωτήσεις κρίσεως για την εξήγηση φυσικών φαινομένων και την εξήγηση των επιλογών των μαθητών. Η δεύτερη κύρια συνιστώσα φορτίζει στις ερωτήσεις που αναφέρονται σε διατύπωση ορισμών. Η τρίτη κύρια συνιστώσα φορτίζει στις ερωτήσεις που αναφέρονται σε επιλογές.

Rotated Component Matrix[a]

	Component		
	1	2	3
ΕΞΗΓΗΣΗ ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ Χ.Ε.	,775		
ΕΞΗΓΗΣΗ ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ ΧΗΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	,750		
ΕΞΗΓΗΣΗ ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ ΜΕΙΓΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	,620		
ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ	,598		
ΟΡΙΣΜΟΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ	,437	,404	
ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ	,377		
ΠΡΟΙΟΝΤΑ (ορισμός)		,842	
ΑΝΤΙΔΡΩΝΤΑ (ορισμός)		,805	
ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΝΔΟΘΕΡΜΗΣ - ΕΞΩΘΕΡΜΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ	,400	,505	
ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ (επιλογή)			,754
ΧΗΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ (επιλογή)			,654
ΜΕΙΓΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (επιλογή)			,618
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ		,475	,571
ΘΕΜΑ 4 ΒΑΘΜΟΙ			,388
ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΝΕΡΟΥ			,369

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 5 iterations.

8.6.2 2η ομάδα σχολείων (N=130)

Ο παρακάτω πίνακας συμμετοχικότητας της PCA δείχνει την καταλληλότητα για τα δεδομένα μας. Η τιμή του συντελεστή Kaiser-Meyer-Olkin, που μας δείχνει το μέτρο επάρκειας της δειγματοληψίας, είναι ίση με 0,758>0,50. Άρα, το δείγμα είναι επαρκές. Το κριτήριο Bartlett's, που αξιολογεί το κατά πόσο οι συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών επιτρέπουν την εφαρμογή της ανάλυσης παραγόντων, είναι p<0,001<0,50. Άρα προκύπτει ότι τα δεδομένα είναι κατάλληλα για διεξαγωγή παραγοντικής ανάλυσης και επιτρέπεται η εφαρμογή της.

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,758
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	622,336
	df	120
	Sig.	,000

Όπως φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα, που δίνει τις ιδιοτιμές και την επί τοις εκατό εξηγούμενη διακύμανση, οι τρεις πρώτες συνιστώσες (έχουν τιμές μεγαλύτερες της μονάδας) εξηγούν περίπου το 47,63% της συνολικής αρχικής πληροφορίας.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4,361	27,256	27,256	4,361	27,256	27,256	3,436	21,477	21,477
2	1,733	10,831	38,087	1,733	10,831	38,087	2,177	13,605	35,082
3	1,526	9,536	47,624	1,526	9,536	47,624	2,007	12,542	47,624
4	1,317	8,234	55,858						
5	1,178	7,361	63,218						
6	,938	5,862	69,080						
7	,850	5,315	74,395						
8	,814	5,089	79,484						
9	,667	4,170	83,654						
10	,571	3,567	87,221						
11	,426	2,663	89,884						
12	,389	2,433	92,317						
13	,368	2,301	94,618						
14	,325	2,030	96,648						

15	,276	1,728	98,376						
16	,260	1,624	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Από τον περιεστραμμένο πίνακα συνιστωσών συμπεραίνουμε ότι η πρώτη κύρια συνιστώσα φορτίζει κατά κύριο λόγο στις ερωτήσεις κρίσεως για την εξήγηση φυσικών φαινομένων και στις αιτιολογήσεις των επιλογών τους. Η δεύτερη κύρια συνιστώσα φορτίζει στις ερωτήσεις που αναφέρονται σε διατύπωση ορισμών. Η τρίτη κύρια συνιστώσα φορτίζει στις ερωτήσεις που αναφέρονται σε επιλογές (διακρίσεις).

Rotated Component Matrix[a]

	Component		
	1	2	3
ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ	,784		
ΕΞΗΓΗΣΗ ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ ΜΕΙΓΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	,772		
ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΝΕΡΟΥ	,691		
ΕΞΗΓΗΣΗ ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ Χ.Ε.	,659		
ΕΞΗΓΗΣΗ ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ ΧΗΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	,639		
ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ	,502		
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ	,435		
ΓΡΑΦΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ	,412		
ΑΝΤΙΔΡΩΝΤΑ (ορισμός)		,800	
ΠΡΟΙΟΝΤΑ (ορισμός)		,787	
ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΝΔΟΘΕΡΜΗΣ - ΕΞΩΘΕΡΜΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ		,551	
ΟΡΙΣΜΟΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ	,361	,542	
ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ (επιλογή)			,844
ΧΗΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ (επιλογή)			,716
ΜΕΙΓΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (επιλογή)			,643

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 5 iterations.

Από την εφαρμογή της PCA ανάλυσης που εφαρμόστηκε στο συνολικό δείγμα και στα ομαδοποιημένα σχολεία, ανεξάρτητα από το πλήθος των συνιστωσών που επιλέγαμε (πέντε, τέσσερις ή τρεις), αυτές που παρέμεναν σε όλες τις επιλογές ίδιες είναι οι ακόλουθες:

1. *Η συνιστώσα που ερευνούσε τις απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις κρίσεως για την εξήγηση των χημικών αντιδράσεων (και φυσικών φαινομένων).*
2. *Η συνιστώσα που ερευνούσε τις απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις που αναφέρονταν σε διατύπωση ορισμών.*
3. *Η συνιστώσα που ερευνούσε τις απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις διάκρισης - επιλογής, οι οποίες έπρεπε να βασιστούν σε ορισμούς.*

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8.1: Η επίδραση του εργαστηρίου με φυσικά μοντέλα στο σχολείο 3

Όπως αναφέραμε στο κεφάλαιο 8, παράγραφος 8.1.1, οι μαθητές των τμημάτων διδάχθηκαν τις ενότητες που μας ενδιαφέρουν για την έρευνά μας από διαφορετικούς εκπαιδευτικούς και με διαφορετικό τρόπο. Οι μαθητές του πειραματικού τμήματος εξασκήθηκαν στο εργαστήριο με προσομοιώματα ατόμων και δημιούργησαν μόρια. Επίσης εξασκήθηκαν στη δημιουργία αναπαραστάσεων χημικών αντιδράσεων με προσομοιώματα μορίων και τέλος, χρησιμοποιήθηκε και ο διαδραστικός πίνακας στο μάθημά τους. Στο τμήμα ελέγχου δεν πραγματοποιήθηκε η διδασκαλία με τον ίδιο τρόπο. Όπως αναφέραμε, όμως, στο κεφάλαιο 5, από τον έλεγχο της επίδοσης στις γραπτές εξετάσεις του Ιουνίου, τα τμήματα ήταν ισοδύναμα. Θα εξετάσουμε την επίδραση του εργαστηρίου και των εποπτικών μέσων διδασκαλίας στην επίδοση των μαθητών.

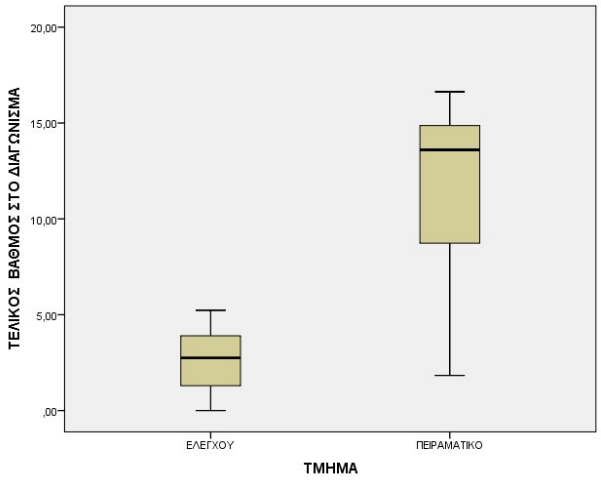
Ο παρακάτω πίνακας αναφέρεται στη μέση επίδοση των μαθητών, στο πλήθος και στην τυπική απόκλιση ανά τμήμα.

Report

ΣΧΟΛΕΙΟ 3: ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

ΤΜΗΜΑ	Mean	N	Std. Deviation
ΕΛΕΓΧΟΥ	2,55	18	1,55
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	11,76	18	4,18
Total	7,16	36	5,61

Από το παρακάτω διάγραμμα θηκογραμμάτων προκύπτει ότι ακραίες τιμές και στα δύο τμήματα δεν υπάρχουν.



Από τον παρακάτω πίνακα κανονικότητας προκύπτει ότι η υπόθεση της κανονικής κατανομής και για τους δύο πληθυσμούς δεν μπορεί να απορριφθεί (p-τιμή=0,099>0,05 για τους μαθητές των πειραματικών τμημάτων στο τεστ Shapiro-Wilk και p-τιμή=0,455>0,05 για τους μαθητές των τμημάτων ελέγχου). Άρα, θα εφαρμόσουμε παραμετρικό έλεγχο t-test.

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	ΤΜΗΜΑ	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	,186	18	,102	,952	18	**,455**
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	,226	18	,016	,914	18	**,099**

a. Lilliefors Significance Correction

Παραμετρικός έλεγχος t-test

Όπως προκύπτει από τον παρακάτω πίνακα Independent Samples Test, η υπόθεση της ισότητας των πληθυσμιακών διακυμάνσεων των δειγματικών παρατηρήσεων των τελικών βαθμολογιών στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα απορρίπτεται (τεστ του Levene, τιμή του F στατιστικού τεστ είναι ίση με 13,819 και p-τιμή=0,001<0,05). ***Η επίδοση των μαθητών διαφέρει στατιστικά σημαντικώς*** (τιμή t στατιστικό =-8,763, df=21,579, p-τιμή<0,001<0,05) στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα, με ***τα πειραματικά να εμφανίζουν μεγαλύτερη επίδοση από τα τμήματα ελέγχου.*** ($M.O._{\text{πειραματικού τμήματος}}$=11,76/20 και $M.O._{\text{τμήματος ελέγχου}}$=2,55/20). Άρα, από τον παραμετρικό έλεγχο Independent Samples Test ***προκύπτει ότι τα πειραματικά τμήματα ανταποκρίθηκαν καλύτερα από τα τμήματα ελέγχου.***

Μπορούμε λοιπόν να πούμε ότι η εξάσκηση των μαθητών στο εργαστήριο και τα εποπτικά μέσα διδασκαλίας έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην κατανόηση των εννοιών της χημείας από τους μαθητές του σχολείου 3. Επειδή το δείγμα είναι πολύ μικρό θα πρέπει να διεξαχθεί έρευνα για επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων.

Independent Samples Test

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΣΤΟ ΣΧΟΛΕΙΟ 3		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	Equal variances assumed	13,819	,001	-8,763	34	,000	-9,2078	1,05079	-11,34324	-7,0723
	Equal variances not assumed			-8,763	21,579	,000	-9,2078	1,05079	-11,38945	-7,0261

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8.2: Συντελεστές συσχέτισης

Συντελεστής συσχέτισης Spearman για την επίδοση των μαθητών του σχολείου 1 στα θέματα 4, 5 και 6.

Correlations

Σχολείο 1			ΘΕΜΑ 4 ΒΑΘΜΟΣ	ΘΕΜΑ 5 ΒΑΘΜΟΣ	ΘΕΜΑ 6 ΒΑΘΜΟΣ
Spearman's rho	ΘΕΜΑ 4 ΒΑΘΜΟΣ	Correlation Coefficient	1,000	,292	,221
		Sig. (2-tailed)	.	,079	,189
		N	37	37	37
	ΘΕΜΑ 5 ΒΑΘΜΟΣ	Correlation Coefficient	,292	1,000	,405*
		Sig. (2-tailed)	,079	.	,013
		N	37	37	37
	ΘΕΜΑ 6 ΒΑΘΜΟΣ	Correlation Coefficient	,221	,405*	1,000
		Sig. (2-tailed)	,189	,013	.
		N	37	37	37

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Συντελεστής συσχέτισης Spearman για την επίδοση των μαθητών του σχολείου 2 στα θέματα 4, 5 και 6.

Correlations

Σχολείο 2			ΘΕΜΑ 4 ΒΑΘΜΟΣ	ΘΕΜΑ 5 ΒΑΘΜΟΣ	ΘΕΜΑ 6 ΒΑΘΜΟΣ
Spearman's rho	ΘΕΜΑ 4 ΒΑΘΜΟΣ	Correlation Coefficient	1,000	,374**	,385**
		Sig. (2-tailed)	.	,002	,001
		N	67	67	67
	ΘΕΜΑ 5 ΒΑΘΜΟΣ	Correlation Coefficient	,374**	1,000	,497**
		Sig. (2-tailed)	,002	.	,000
		N	67	67	67
	ΘΕΜΑ 6 ΒΑΘΜΟΣ	Correlation Coefficient	,385**	,497**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,001	,000	.
		N	67	67	67

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Συντελεστής συσχέτισης Spearman για την επίδοση των μαθητών του σχολείου 4 στα θέματα 4, 5 και 6.

Correlations

Σχολείο 4			ΘΕΜΑ 4 ΒΑΘΜΟΣ	ΘΕΜΑ 5 ΒΑΘΜΟΣ	ΘΕΜΑ 6 ΒΑΘΜΟΣ
Spearman's rho	ΘΕΜΑ 4 ΒΑΘΜΟΣ	Correlation Coefficient	1,000	,131	,378**
		Sig. (2-tailed)	.	,356	,006
		N	52	52	52
	ΘΕΜΑ 5 ΒΑΘΜΟΣ	Correlation Coefficient	,131	1,000	,298*
		Sig. (2-tailed)	,356	.	,032
		N	52	52	52
	ΘΕΜΑ 6 ΒΑΘΜΟΣ	Correlation Coefficient	,378**	,298*	1,000
		Sig. (2-tailed)	,006	,032	.
		N	52	52	52

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Συντελεστής συσχέτισης Spearman για την επίδοση των μαθητών του σχολείου 5 στα θέματα 4, 5 και 6.

Correlations

Σχολείο 5			ΘΕΜΑ 4 ΒΑΘΜΟΣ	ΘΕΜΑ 5 ΒΑΘΜΟΣ	ΘΕΜΑ 6 ΒΑΘΜΟΣ
Spearman's rho	ΘΕΜΑ 4 ΒΑΘΜΟΣ	Correlation Coefficient	1,000	,024	,031
		Sig. (2-tailed)	.	,835	,790
		N	78	78	78
	ΘΕΜΑ 5 ΒΑΘΜΟΣ	Correlation Coefficient	,024	1,000	,215
		Sig. (2-tailed)	,835	.	,059
		N	78	78	78
	ΘΕΜΑ 6 ΒΑΘΜΟΣ	Correlation Coefficient	,031	,215	1,000
		Sig. (2-tailed)	,790	,059	.
		N	78	78	78

Συντελεστής συσχέτισης Spearman για την επίδοση των μαθητών του σχολείου 7 στα θέματα 4, 5 και 6.

Correlations

Σχολείο 7			ΘΕΜΑ 4 ΒΑΘΜΟΣ	ΘΕΜΑ 5 ΒΑΘΜΟΣ	ΘΕΜΑ 6 ΒΑΘΜΟΣ
Spearman's rho	ΘΕΜΑ 4 ΒΑΘΜΟΣ	Correlation Coefficient	1,000	,280	,425**
		Sig. (2-tailed)	.	,062	,004
		N	45	45	45
	ΘΕΜΑ 5 ΒΑΘΜΟΣ	Correlation Coefficient	,280	1,000	,356*
		Sig. (2-tailed)	,062	.	,016
		N	45	45	45
	ΘΕΜΑ 6 ΒΑΘΜΟΣ	Correlation Coefficient	,425**	,356*	1,000
		Sig. (2-tailed)	,004	,016	.
		N	45	45	45

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Συντελεστής συσχέτισης Spearman για την επίδοση των μαθητών του σχολείου 8 στα θέματα 4, 5 και 6.

Correlations

Σχολείο 8			ΘΕΜΑ 4 ΒΑΘΜΟΣ	ΘΕΜΑ 5 ΒΑΘΜΟΣ	ΘΕΜΑ 6 ΒΑΘΜΟΣ
Spearman's rho	ΘΕΜΑ 4 ΒΑΘΜΟΣ	Correlation Coefficient	1,000	,131	,357*
		Sig. (2-tailed)	.	,427	,026
		N	39	39	39
	ΘΕΜΑ 5 ΒΑΘΜΟΣ	Correlation Coefficient	,131	1,000	,082
		Sig. (2-tailed)	,427	.	,620
		N	39	39	39
	ΘΕΜΑ 6 ΒΑΘΜΟΣ	Correlation Coefficient	,357*	,082	1,000
		Sig. (2-tailed)	,026	,620	.
		N	39	39	39

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Συντελεστής συσχέτισης Spearman για την επίδοση των μαθητών του σχολείου 10 στα θέματα 4, 5 και 6.

Correlations

Σχολείο 10			ΘΕΜΑ 4 ΒΑΘΜΟΣ	ΘΕΜΑ 5 ΒΑΘΜΟΣ	ΘΕΜΑ 6 ΒΑΘΜΟΣ
Spearman's rho	ΘΕΜΑ 4 ΒΑΘΜΟΣ	Correlation Coefficient	1,000	,273	,147
		Sig. (2-tailed)	.	,073	,342
		N	44	44	44
	ΘΕΜΑ 5 ΒΑΘΜΟΣ	Correlation Coefficient	,273	1,000	,406**
		Sig. (2-tailed)	,073	.	,006
		N	44	44	44
	ΘΕΜΑ 6 ΒΑΘΜΟΣ	Correlation Coefficient	,147	,406**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,342	,006	.
		N	44	44	44

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Συντελεστής συσχέτισης Spearman για την επίδοση των μαθητών του σχολείου 8 στις ερωτήσεις των θεμάτων 5 και 6.

Παρατηρούμε ότι το σχολείο 8 παρουσιάζει αρνητικούς συντελεστές συσχέτισης

Correlations

Σχολείο 8			ΑΝΤΙΔΡΩΝΤΑ (ορισμός)	ΠΡΟΙΟΝΤΑ (ορισμός)	ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ	ΓΡΑΦΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ	ΣΥΝΤΕΛΕ-ΣΤΕΣ
Spearman's rho	ΑΝΤΙΔΡΩΝΤΑ (ορισμός)	Correlation Coefficient	1,000	,699**	,028	-,052	,068
		Sig. (2-tailed)	.	,000	,867	,751	,681
		N	39	39	39	39	39
	ΠΡΟΙΟΝΤΑ (ορισμός)	Correlation Coefficient	,699**	1,000	-,087	,041	,273
		Sig. (2-tailed)	,000	.	,600	,805	,092
		N	39	39	39	39	39
	ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ	Correlation Coefficient	,028	-,087	1,000	-,060	-,079
		Sig. (2-tailed)	,867	,600	.	,717	,634
		N	39	39	39	39	39
	ΓΡΑΦΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ	Correlation Coefficient	-,052	,041	-,060	1,000	,563**
		Sig. (2-tailed)	,751	,805	,717	.	,000
		N	39	39	39	39	39
	ΣΥΝΤΕΛΕ-ΣΤΕΣ	Correlation Coefficient	,068	,273	-,079	,563**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,681	,092	,634	,000	.
		N	39	39	39	39	39

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Συντελεστής συσχέτισης Spearman για την επίδοση των μαθητών του σχολείου 5 στις ερωτήσεις των θεμάτων 4 και 5.

Correlations

Σχολείο 5			ΑΝΤΙΔΡΩΝΤΑ (ορισμός)	ΠΡΟΙΟΝΤΑ (ορισμός)	ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ	ΓΡΑΦΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ	ΣΥΝΤΕΛΕ-ΣΤΕΣ
Spearman's rho	ΑΝΤΙΔΡΩΝΤΑ (ορισμός)	Correlation Coefficient	1,000	,476**	,074	,081	,287*
		Sig. (2-tailed)	.	,000	,519	,480	,011
		N	78	78	78	78	78
	ΠΡΟΙΟΝΤΑ (ορισμός)	Correlation Coefficient	,476**	1,000	,048	,087	,203
		Sig. (2-tailed)	,000	.	,677	,448	,075
		N	78	78	78	78	78
	ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ	Correlation Coefficient	,074	,048	1,000	,120	,107
		Sig. (2-tailed)	,519	,677	.	,296	,351
		N	78	78	78	78	78
	ΓΡΑΦΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ	Correlation Coefficient	,081	,087	,120	1,000	,661**
		Sig. (2-tailed)	,480	,448	,296	.	,000
		N	78	78	78	78	78
	ΣΥΝΤΕΛΕ-ΣΤΕΣ	Correlation Coefficient	,287*	,203	,107	,661**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,011	,075	,351	,000	.
		N	78	78	78	78	78

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Συντελεστής συσχέτισης Spearman για την επίδοση των μαθητών του σχολείου 5 στις ερωτήσεις των θεμάτων 4 και 6.

Το σχολείο 5 παρουσιάζει αρνητικούς συντελεστές συσχέτισης.

Correlations

Σχολείο 5			ΓΡΑΦΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ	ΙΣΟΣΤΑΘΜΙΣΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΜΕ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ
Spearman's rho	ΓΡΑΦΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ	Correlation Coefficient	1,000	,661**	-,105
		Sig. (2-tailed)	.	,000	,360
		N	78	78	78
	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ	Correlation Coefficient	,661**	1,000	,135
		Sig. (2-tailed)	,000	.	,238
		N	78	78	78
	ΙΣΟΣΤΑΘΜΙΣΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΜΕ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ	Correlation Coefficient	-,105	,135	1,000
		Sig. (2-tailed)	,360	,238	.
		N	78	78	78

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ: ΕΙΔΙΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ

9.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΡΙΩΝ ΣΥΝΙΣΤΩΣΩΝ (PCA)

Από την ανάλυση PCA, που πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα SPSS τόσο για τα σχολεία όσο και για τα ομαδοποιημένα σχολεία, βρέθηκε ότι έχουμε τρεις κύριες συνιστώσες, (βλέπε παράγραφο 8.5). Η μία ανιχνεύει την ικανότητα των μαθητών να διατυπώνουν ορισμούς, η άλλη ανιχνεύει την ικανότητά τους να επιλέγουν σωστά εφαρμόζοντας τους ορισμούς και η τρίτη ελέγχει αν οι μαθητές μπορούν να δώσουν σωστές εξηγήσεις-αιτιολογήσεις για κάποιο φαινόμενο. Και για τις τρεις συνιστώσες απαραίτητη είναι η κατανόηση των χημικών εννοιών.

Η συνιστώσα του διαγωνίσματος, που αφορά την ικανότητα διατύπωσης ορισμών για τις έννοιες της χημείας αναφέρεται σε ορισμούς, όπως χημική αντίδραση, αντιδρώντα, προϊόντα, εξώθερμη, ενδόθερμη αντίδραση. Ελέγχει αν έγιναν κατανοητοί ο $1^{ος}$, ο $2^{ος}$ και ο $3^{ος}$ στόχος της ενότητας 2.7 «*Χημική αντίδραση»* και ο $2^{ος}$ στόχος της ενότητας 2.11 «*Χημική εξίσωση*».

$1^{ος}$ στόχος: Να ορίζεις τη χημική αντίδραση και να αναφέρεις παραδείγματα χημικών αντιδράσεων.

$2^{ος}$ στόχος: Να διακρίνεις τα αντιδρώντα από τα προϊόντα μιας αντίδρασης.

$3^{ος}$ στόχος: Να χαρακτηρίζεις μια αντίδραση ως εξώθερμη ή ενδόθερμη.

$2^{ος}$ στόχος: Να αναγνωρίζεις τα αντιδρώντα και τα προϊόντα σε μια χημική εξίσωση.

Η δεύτερη συνιστώσα, η οποία ανιχνεύει την ικανότητα εφαρμογής των ορισμών (σωστής επιλογής μεταξύ εικόνων), αναφέρεται σε υπομικροσκοπικές αναπαραστάσεις: όπως του μορίου ενός στοιχείου, του μορίου μιας χημικής ένωσης

και του μείγματος μορίων δύο διαφορετικών στοιχείων. Οι έννοιες **χημικά στοιχεία** και **χημικές ενώσεις** (ορισμός) είναι γραμμένες με έντονους χαρακτήρες γραμμάτων. Ελέγχει αν έγιναν κατανοητοί ο 2ος, ο 3ος και ο 4ος στόχος της ενότητας 2.8 «*Άτομα και μόρια*».

2ος στόχος: Να ορίζεις το άτομο και το μόριο.

3ος στόχος: Να διακρίνεις τα μόρια των χημικών στοιχείων από τα μόρια των χημικών ενώσεων.

4ος στόχος: Να αναπαριστάνεις τα μόρια με τη χρήση προσομοιωμάτων.

Η τρίτη συνιστώσα εξετάζει αν οι μαθητές μπορούν να δώσουν σωστές εξηγήσεις-αιτιολογήσεις για κάποιο φαινόμενο. Αναφέρεται στον σχηματισμό του νερού από τα στοιχεία του όταν οι ποσότητες των στοιχείων δεν δίδονται σε στοιχειομετρικές αναλογίες, στην καύση του άνθρακα στο περιβάλλον και στην οξείδωση του σιδήρου στο περιβάλλον. Είναι ερωτήσεις κρίσεως, απαιτούν πλήρη κατανόηση των χημικών εννοιών και ελέγχουν αν έγιναν κατανοητοί ο 1ος, ο 2ος και ο 3ος στόχος της ενότητας 2.6 «*Διάσπαση του νερού – Χημικές ενώσεις και χημικά στοιχεία*» και τον 5ο στόχο της ενότητας 2.8

1ος στόχος: Να τεκμηριώνεις με πειραματικά δεδομένα ότι το νερό είναι σύνθετη ουσία και ότι έχει σταθερή σύσταση.

2ος στόχος: Να ορίζεις τα χημικά στοιχεία και να αναφέρεις παραδείγματα.

3ος στόχος: Να ορίζεις τις χημικές ενώσεις.

5ος στόχος: Να ερμηνεύεις μια χημική αντίδραση σε επίπεδο ατόμων και μορίων.

Στο ***Στάση για εμπέδωση της ενότητας 2.6*** βρίσκεται και η επόμενη άσκηση:

«Η χημική ένωση διοξείδιο του άνθρακα αποτελείται από οξυγόνο και άνθρακα με αναλογία μαζών:

$$\frac{\text{μάζα οξυγόνου}}{\text{μάζα άνθρακα}} = \frac{8}{3}$$

Πόσα g άνθρακα υπάρχουν σε μια ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα που περιέχει 96 g οξυγόνο; (Στόχοι 2ος και 3ος)»

9.1.1 ΠΡΩΤΗ ΚΥΡΙΑ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ (ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΟΡΙΣΜΩΝ)

9.1.1.1 Χημική αντίδραση

Ο ορισμός της χημικής αντίδρασης υπάρχει στο βιβλίο χημείας με πεζά γράμματα όχι έντονου χρωματισμού κάτω από έναν πίνακα που δείχνει δύο *μεταβολές* (διάσπαση του νερού και σκούριασμα του σιδήρου) στις οποίες δεν αλλάζουν μόνο οι φυσικές καταστάσεις των ουσιών, αλλά σχηματίζονται καινούριες ουσίες και πριν από το «Παράθυρο στο εργαστήριο: Η αντίδραση του μαγνησίου με το οξυγόνο». Η επικεφαλίδα της παραγράφου είναι: **Τι είναι η χημική αντίδραση;** (με έντονα μπλε γράμματα όπως ακριβώς είναι γραμμένο). Στον ορισμό της χημικής αντίδρασης, οι λέξεις «χημική αντίδραση» δεν είναι γραμμένες με έντονου χρωματισμού γράμματα.

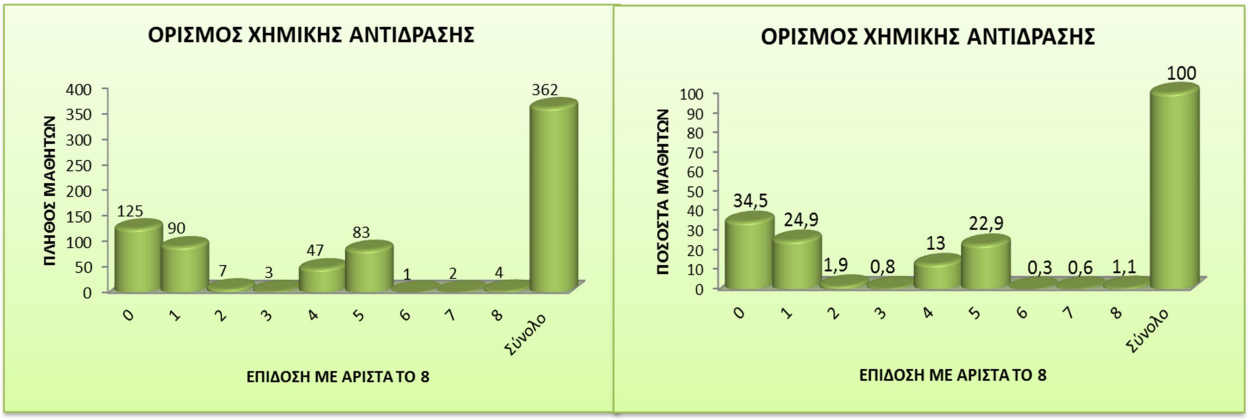
Ο παρακάτω πίνακας (πίνακας 9.1) μας δίνει τις συχνότητες, τις σχετικές συχνότητες και τις αθροιστικές συχνότητες στο σύνολο του δείγματος σε σχέση με την επίδοση των μαθητών για τον ορισμό της χημικής αντίδρασης.

Πίνακας 9.1: ΟΡΙΣΜΟΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ

Επίδοση με άριστα το 8		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	,00	125	34,5	34,5	34,5
	1,00	90	24,9	24,9	59,4
	2,00	7	1,9	1,9	61,3
	3,00	3	,8	,8	62,2
	4,00	47	13,0	13,0	75,1
	5,00	83	22,9	22,9	98,1
	6,00	1	,3	,3	98,3
	7,00	2	,6	,6	98,9
	8,00	4	1,1	1,1	100,0
	Total	362	100,0	100,0	

Όπως παρατηρούμε μόνο τέσσερις μαθητές έγραψαν πλήρως σωστά[1] τον ορισμό της χημικής αντίδρασης, ποσοστό 1,1%, ενώ 125 μαθητές τον απάντησαν εντελώς λάθος, ποσοστό 34,5%. Ένα ποσοστό 24,9% δίνει απαντήσεις, όπως π.χ. «*παράγονται προϊόντα*».

[1] Ενδεικτική απάντηση για το σωστό ορισμό της χημικής αντίδρασης: οι μεταβολές κατά τις οποίες από κάποιες αρχικές ουσίες (ή μόνο μία αρχική ουσία) προκύπτουν νέες ουσίες ή μία νέα ουσία με διαφορετικές ιδιότητες από τις αρχικές (ή αρχική)



Μόνο ένα ποσοστό 13% δίνει έναν σχεδόν αποδεκτό ορισμό για την έννοια της χημικής αντίδρασης, π.χ. «*παράγονται νέες ουσίες*» ή «*παράγεται νέα ουσία*». Ένα σημαντικό ποσοστό 22,9% απαντά ότι «*παράγονται χημικές ενώσεις με διαφορετικές ιδιότητες*», χωρίς να προσδιορίζει αν οι διαφορετικές ιδιότητες είναι μεταξύ των αρχικών ουσιών και αυτών που παράγονται. Επίσης, υπάρχουν και απαντήσεις των μαθητών που επηρεάζονται από την διδασκαλία του διδάσκοντα. Λόγου χάρη πολλοί μαθητές του σχολείου 2 αναφέρουν ότι κατά την χημική αντίδραση γίνεται «*αναδιάταξη ατόμων*» χωρίς περαιτέρω πληροφορίες, ενώ πολλοί μαθητές του σχολείου 10 αναφέρουν ότι κατά την χημική αντίδραση «*εκλύεται ή απορροφάται θερμότητα*» χωρίς να αναφέρονται στον ορισμό της χημικής αντίδρασης.

9.1.1.2 Ενδόθερμη – Εξώθερμη αντίδραση

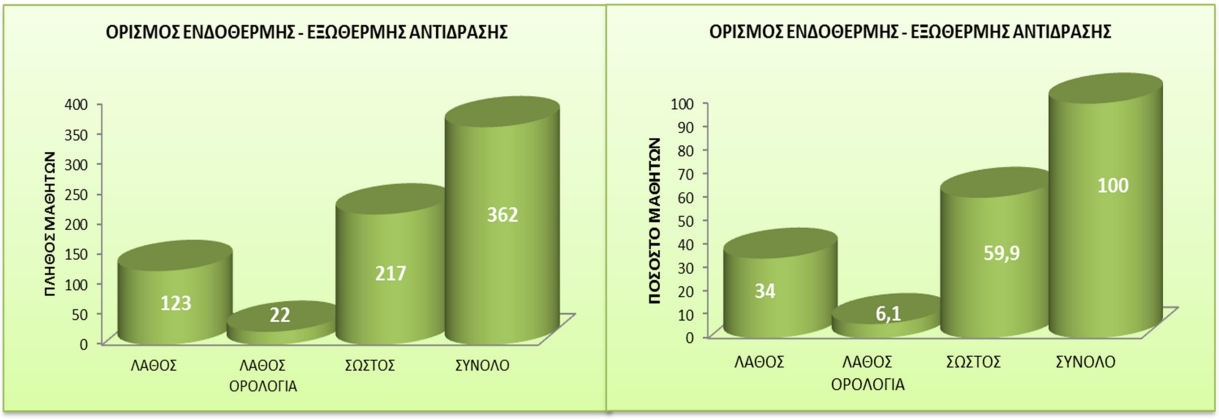
Ομοίως οι ορισμοί της ενδόθερμης και της εξώθερμης αντίδρασης είναι γραμμένοι με πεζά γράμματα όχι έντονου χρωματισμού κάτω από την επικεφαλίδα της παραγράφου: **Εξώθερμες και ενδόθερμες αντιδράσεις.** Σημαντικό είναι ότι στους ορισμούς οι λέξεις «**ενδόθερμη αντίδραση**» και «**εξώθερμη αντίδραση**» είναι γραμμένες με έντονα γράμματα.

Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 9.2) μας δίνει τις συχνότητες, τις σχετικές συχνότητες και τις αθροιστικές συχνότητες στο σύνολο του δείγματος σε σχέση με την επίδοση των μαθητών για τον ορισμό της ενδόθερμης και της εξώθερμης αντίδρασης.

Πίνακας 9.2: ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΝΔΟΘΕΡΜΗΣ - ΕΞΩΘΕΡΜΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ

Ορισμός (βαθμός)		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΛΑΘΟΣ (0)	123	34,0	34,0	34,0
	ΛΑΘΟΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑ (1,5)	22	6,1	6,1	40,1
	ΣΩΣΤΟΣ (2)	217	59,9	59,9	100,0
	ΣΥΝΟΛΟ	362	100,0	100,0	

Όπως παρατηρούμε, 123 μαθητές έγραψαν λανθασμένα τον ορισμό της ενδόθερμης (N=58 μαθητές, ποσοστό 16,20%) ή της εξώθερμης αντίδρασης (N=65 μαθητές, ποσοστό 18,16%). Το πιο συνηθισμένο λάθος ήταν ότι έγραφαν αντίθετα τους ορισμούς. Ποσοστό 6,07%, δηλαδή 22 μαθητές χρησιμοποιούν λανθασμένη ορολογία. Όπως «εδόθερμη», «εσόθερμη», «εσωθερμική» αντί για ενδόθερμη και «εξωθερμική» αντί για εξώθερμη. Ενώ 217 μαθητές απαντούν σωστά, ποσοστό 59,9%.



9.1.1.3 Αντιδρώντα – Προϊόντα χημικής αντίδρασης

Οι ορισμοί των αντιδρώντων και των προϊόντων μιας χημικής αντίδρασης στο βιβλίο χημείας είναι γραμμένοι με πεζά γράμματα όχι έντονου χρωματισμού κάτω από την επικεφαλίδα της παραγράφου: **«Τι είναι η χημική αντίδραση;»** και στους ορισμούς, οι λέξεις **αντιδρώντα** και **προϊόντα** είναι γραμμένες με έντονα γράμματα.

Οι παρακάτω πίνακες (Πίνακες 9.3 και 9.4) μας δίνουν τις συχνότητες, τις σχετικές συχνότητες και τις αθροιστικές συχνότητες στο σύνολο του δείγματος σε σχέση με την επίδοση των μαθητών για τους ορισμούς των εννοιών αντιδρώντα και προϊόντα.

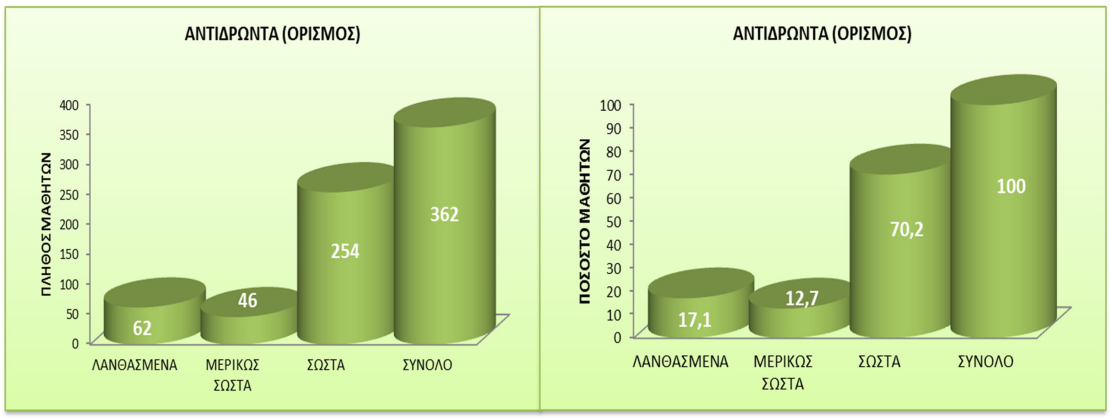
Πίνακας 9.3: ΑΝΤΙΔΡΩΝΤΑ (ορισμός)

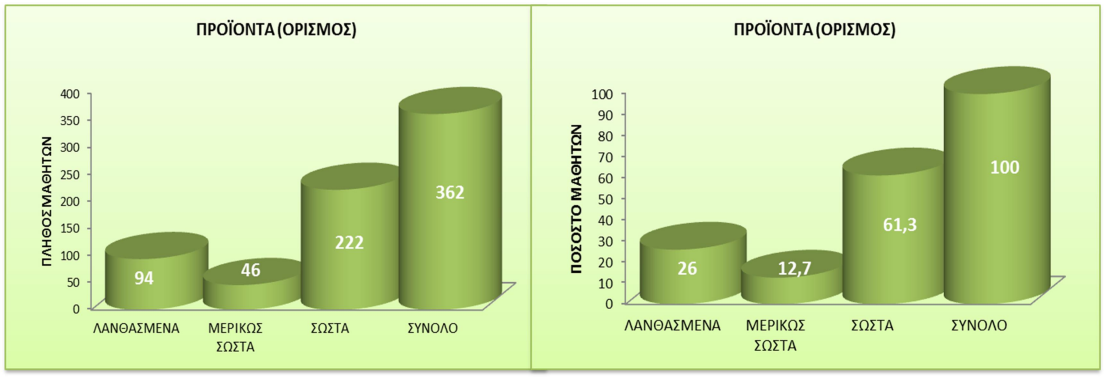
Ορισμός (βαθμός)		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΑ (0)	62	17,1	17,1	17,1
	ΜΕΡΙΚΩΣ ΣΩΣΤΑ (0,5)	46	12,7	12,7	29,8
	ΣΩΣΤΑ (1)	254	70,2	70,2	100,0
	ΣΥΝΟΛΟ	362	100,0	100,0	

Πίνακας 9.4: ΠΡΟΪΟΝΤΑ (ορισμός)

Ορισμός (βαθμός)		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΑ (0)	94	26,0	26,0	26,0
	ΜΕΡΙΚΩΣ ΣΩΣΤΑ (0,5)	46	12,7	12,7	38,7
	ΣΩΣΤΑ (1)	222	61,3	61,3	100,0
	ΣΥΝΟΛΟ	362	100,0	100,0	

Παρατηρούμε ότι 62 μαθητές, ποσοστό 17,1%, γράφει λανθασμένα τα αντιδρώντα και 94 μαθητές, ποσοστό 26,0%, γράφουν λανθασμένα τα προϊόντα της αντίδρασης. Και εδώ, όπως και στους ορισμούς της ενδόθερμης και της εξώθερμης αντίδρασης, αρκετοί μαθητές έχουν θέσει στη θέση των αντιδρώντων τα προϊόντα της αντίδρασης και αντίστροφα. Ένα ποσοστό 12,7% (N=46), δεν γράφει όλα τα αντιδρώντα ούτε όλα τα προϊόντα της αντίδρασης. Το 70,2% των μαθητών (N=254) απαντά σωστά στην ερώτηση για το ποια είναι τα αντιδρώντα στην αντίδραση, ενώ 222 μαθητές, ποσοστό 61,3%, απαντά σωστά στην ερώτηση για το ποια είναι τα προϊόντα της αντίδρασης.





Σωστή απάντηση και για το ποια είναι τα αντιδρώντα και για το ποια είναι τα προϊόντα της αντίδρασης δίνουν 203 μαθητές, ποσοστό 56,70%.

Διαπιστώνουμε, λοιπόν, ότι σε θέματα που αφορούν διατύπωση των ορισμών, όπως ενδόθερμη - εξώθερμη αντίδραση και αντιδρώντα - προϊόντα, σωστά απαντούν περισσότεροι από το 59,9% των μαθητών (οι έννοιες στο βιβλίο χημείας είναι γραμμένες με έντονα χρωματισμένα γράμματα). Αντίθετα, στον ορισμό της χημικής αντίδρασης, η έννοια της οποίας είναι πιο δύσκολη και ο ορισμός δεν ξεχωρίζει (όχι έντονα χρωματισμένα γράμματα), μόνο ένα ποσοστό περίπου 37% των μαθητών δίνει έναν σχεδόν αποδεκτό ορισμό.

9.1.2 ΔΕΥΤΕΡΗ ΚΥΡΙΑ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ (ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΟΡΙΣΜΩΝ)

Η ενότητα 2.10 του σχολικού βιβλίου της β΄ γυμνασίου αναφέρεται στα «Σύμβολα χημικών στοιχείων και χημικών ενώσεων». Στην παράγραφο «Συμβολισμός μορίων χημικών στοιχείων και χημικών ενώσεων», υπάρχει πίνακας που αναφέρει την ονομασία πέντε χημικών ενώσεων, το σύμβολο του μορίου της χημικής ένωσης και το προσομοίωμά του, τα στοιχεία από τα οποία αποτελείται η ένωση και τον αριθμό των ατόμων κάθε στοιχείου στο μόριο της ένωσης. Βλέπε εικόνα 9.1

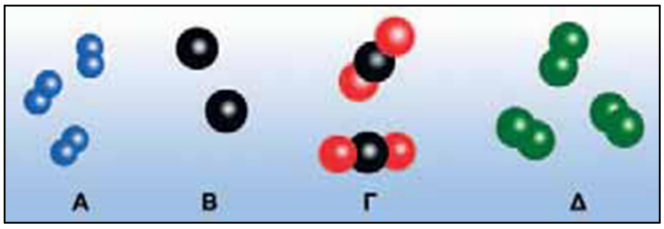
Ονομασία χημικής ένωσης	Σύμβολο μορίου χημικής ένωσης και προσομοίωμα	Στοιχεία από τα οποία αποτελείται η ένωση (ποιοτική σύσταση)	Αριθμός ατόμων κάθε στοιχείου στο μόριο της ένωσης
Υδροχλώριο	HCl 	Υδρογόνο, χλώριο	H:1, Cl:1
Μονοξείδιο του άνθρακα	CO 	Άνθρακας, οξυγόνο	C:1, O:1

Εικόνα 9.1

Επίσης, στο «Στάση για εμπέδωση» της ενότητας 2.8 «Άτομα και μόρια», υπάρχουν οι ακόλουθες δραστηριότητες 2 και 3.

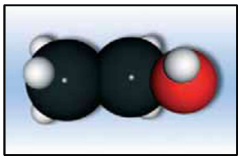
Δραστηριότητα 2:

Ποια από τα διπλανά προσομοιώματα αναπαριστάνουν μόρια χημικών ενώσεων και ποια μόρια στοιχείων; (Στόχοι 3ος και 4ος)



Δραστηριότητα 3:

Στο σχήμα βλέπεις το προσομοίωμα ενός μορίου οινοπνεύματος: (Στόχοι 3ος και 4ος)



Τι είναι το οινόπνευμα, στοιχείο ή χημική ένωση;

Από πόσα και ποια στοιχεία αποτελείται το οινόπνευμα; (Δες τα προσομοιώματα ατόμων στη σελ. 112)

Από πόσα άτομα αποτελείται το μόριο του οινοπνεύματος;

Μόρια στοιχείου, μόρια χημικής ένωσης, μόρια μείγματος στοιχείων (επιλογή)

Οι παρακάτω πίνακες (Πίνακες 9.5, 9.6 και 9.7) μας δίνουν τις συχνότητες, τις σχετικές συχνότητες και τις αθροιστικές συχνότητες στο σύνολο του δείγματος σε σχέση με την σωστή ή λανθασμένη επιλογή των μαθητών της εικόνας που παρίστανε: μόρια χημικής ένωσης, μόρια μείγματος στοιχείων και μόρια στοιχείου.

Πίνακας 9.5: ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ (επιλογή)

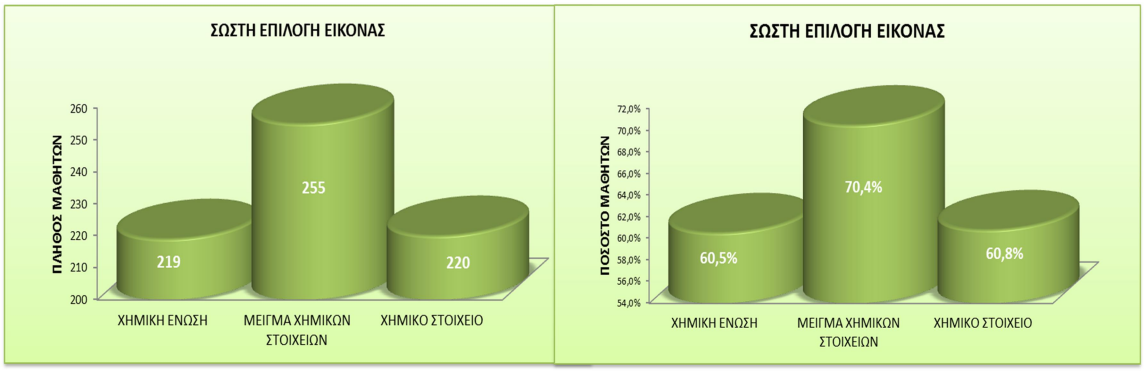
Επιλογή (βαθμός)		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ (0)	143	39,5	39,5	39,5
	ΣΩΣΤΗ (0,4)	219	60,5	60,5	100,0
	ΣΥΝΟΛΟ	362	100,0	100,0	

Πίνακας 9.6: ΜΕΙΓΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (επιλογή)

Επιλογή (βαθμός)		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ (0)	107	29,6	29,6	29,6
	ΣΩΣΤΗ (0,4)	255	70,4	70,4	100,0
	ΣΥΝΟΛΟ	362	100,0	100,0	

Πίνακας 9.7: ΧΗΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ (επιλογή)

Επιλογή (βαθμός)		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ (0)	142	39,2	39,2	39,2
	ΣΩΣΤΗ (0,4)	220	60,8	60,8	100,0
	ΣΥΝΟΛΟ	362	100,0	100,0	



Παρατηρούμε ότι 219 μαθητές επιλέγουν σωστά την εικόνα που αναπαριστά τη χημική ένωση με προσομοιώματα, ποσοστό 60,5%, 255 μαθητές επιλέγουν σωστά την εικόνα που αναπαριστά μείγμα χημικών στοιχείων με προσομοιώματα, ποσοστό 70,4% και 220 μαθητές επιλέγουν σωστά την εικόνα που αναπαριστά χημικό στοιχείο με προσομοιώματα, ποσοστό 60,8%. Οι μαθητές που επιλέγουν σωστά και τις τρεις εικόνες είναι 158, ποσοστό 43,6%.

Πόσα γραμμάρια νερού θα σχηματιστούν (επιλογή)

Στην ερώτηση επιλογής για το πόσα γραμμάρια νερού θα σχηματιστούν αν αναμείξουμε σε κατάλληλες συνθήκες τις συγκεκριμένες ποσότητες υδρογόνου και οξυγόνου που δίδονταν στην άσκηση, σωστά απαντούν 135 μαθητές, ποσοστό 37,3%.

Πίνακας 9.8: ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΝΕΡΟΥ (ΕΠΙΛΟΓΗ)

Επιλογή		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ	227	62,7	62,7	62,7
	ΣΩΣΤΗ	135	37,3	37,3	100,0
	Total	362	100,0	100,0	

9.1.3 ΤΡΙΤΗ ΚΥΡΙΑ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ (ΕΡΜΗΝΕΙΕΣ)

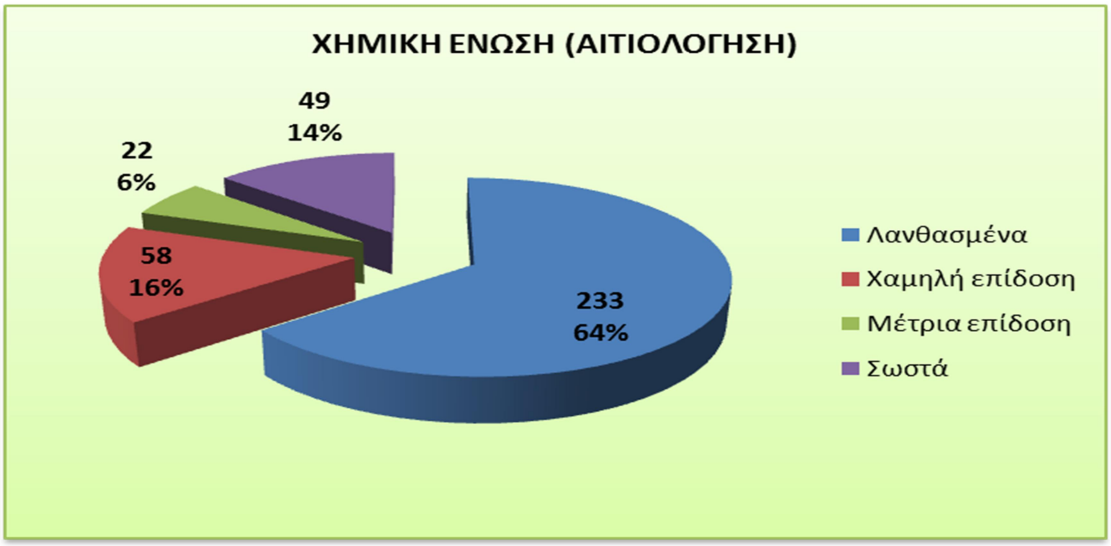
Η τρίτη κύρια συνιστώσα αφορά ερωτήσεις κρίσεως και την ερμηνεία τους. Ζητούνταν από τους μαθητές να επιλέξουν σε ποιο πλαίσιο υπήρχε αναπαράσταση χημικής ένωσης, χημικού στοιχείου ή μείγμα χημικών στοιχείων και να αιτιολογήσουν την απάντησή τους. Παρακάτω δίδονται πίνακες με τις σωστές, λανθασμένες, ή μερικώς σωστές ερμηνείες των μαθητών και το εύρος της βαθμολογίας τους, χωριστά για κάθε ερώτηση.

Μόρια χημικής ένωσης

Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 9.9) μας δίνει τις συχνότητες, τις σχετικές συχνότητες και τις αθροιστικές συχνότητες στο σύνολο του δείγματος σε σχέση με την επίδοση των μαθητών για την επιλογή της εικόνας που αναπαριστά μόρια χημικής ένωσης.

Πίνακας 9.9: ΕΞΗΓΗΣΗ ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΡΜΗΝΕΙΑ - ΒΑΘΜΟΣ	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Λανθασμένα (0,00)	233	64,4	64,4
Χαμηλή επίδοση (0,30-1,10)	58	16,0	80,4
Μέτρια επίδοση (1,40-2,60)	22	6,1	86,5
Σωστά (2,80)	49	13,5	100,0
ΣΥΝΟΛΟ	362	100,0	



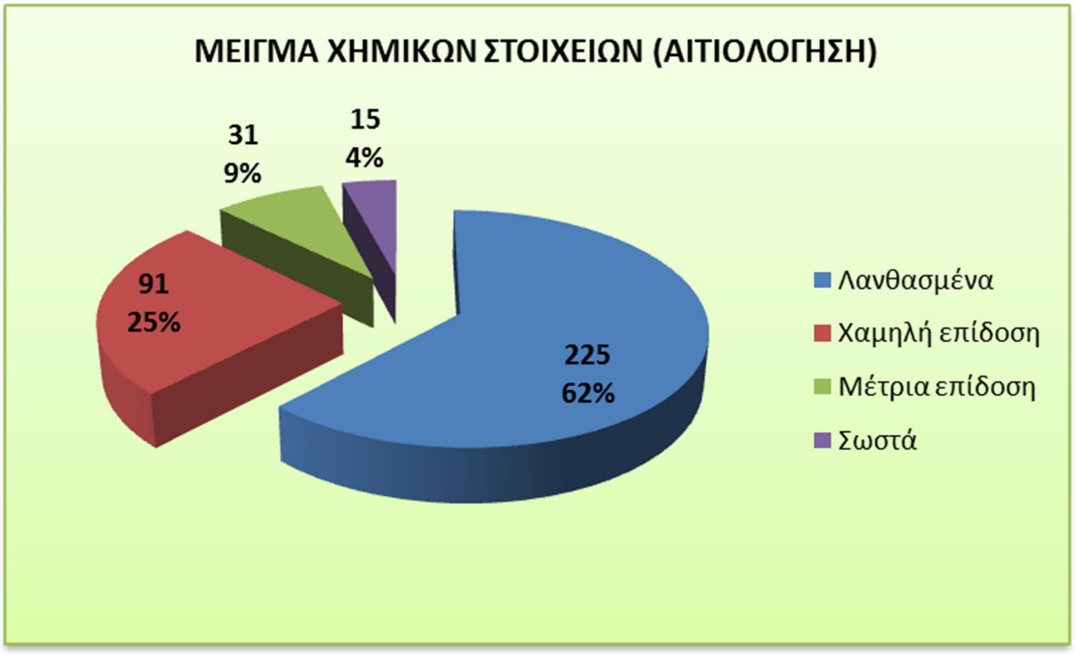
Όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 9.9), το 64,4% των μαθητών αιτιολογεί λανθασμένα την επιλογή του. Μόνο 49 μαθητές, ποσοστό 13,5% αιτιολογούν σωστά το γιατί η εικόνα αναπαριστά χημική ένωση.

Μόρια μείγματος δύο στοιχείων

Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 9.10) δίνει τις συχνότητες, τις σχετικές συχνότητες και τις αθροιστικές συχνότητες στο σύνολο του δείγματος σε σχέση με την επίδοση των μαθητών για την επιλογή της εικόνας που αναπαριστά μόρια μείγματος δύο στοιχείων.

Πίνακας 9.10: ΕΞΗΓΗΣΗ ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ ΜΕΙΓΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

ΕΡΜΗΝΕΙΑ - ΒΑΘΜΟΣ	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Λανθασμένα (0,00)	225	62,2	62,2
Χαμηλή επίδοση (0,40-1,40)	91	25,1	87,3
Μέτρια επίδοση (1,60-3,00)	31	8,6	95,9
Σωστά (3,20)	15	4,1	100,00
ΣΥΝΟΛΟ	358		



Όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 9.10), το 62,2% των μαθητών (225 μαθητές) αιτιολογεί λανθασμένα το γιατί η εικόνα αναπαριστά μείγμα χημικών στοιχείων. Μόνο 15 μαθητές, ποσοστό 4,1% αιτιολογούν σωστά το γιατί η εικόνα αναπαριστά μείγμα χημικών στοιχείων.

Μόρια στοιχείου

Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 9.11) μας δίνει τις συχνότητες, τις σχετικές συχνότητες και τις αθροιστικές συχνότητες στο σύνολο του δείγματος σε σχέση με την επίδοση των μαθητών για την επιλογή της εικόνας που αναπαριστά μόρια στοιχείου.

Πίνακας 9.11: ΕΞΗΓΗΣΗ ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ ΧΗΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ

ΕΡΜΗΝΕΙΑ - ΒΑΘΜΟΣ	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Λανθασμένα (0,00)	226	62,4	62,4
Χαμηλή επίδοση (0,40-1,20)	53	14,6	77,0
Μέτρια επίδοση (1,40-2,40)	44	12,2	89,2
Σωστά (2,80)	39	10,8	100,00
ΣΥΝΟΛΟ	362		



Όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα (βλέπε πίνακα 9.11), οι 226 μαθητές (ποσοστό 62,4%) αιτιολογούν λανθασμένα το γιατί η εικόνα αναπαριστά μείγμα χημικών στοιχείων. Μόνο 39 μαθητές, ποσοστό 10,8% αιτιολογούν σωστά το γιατί η εικόνα αναπαριστά χημικό στοιχείο.

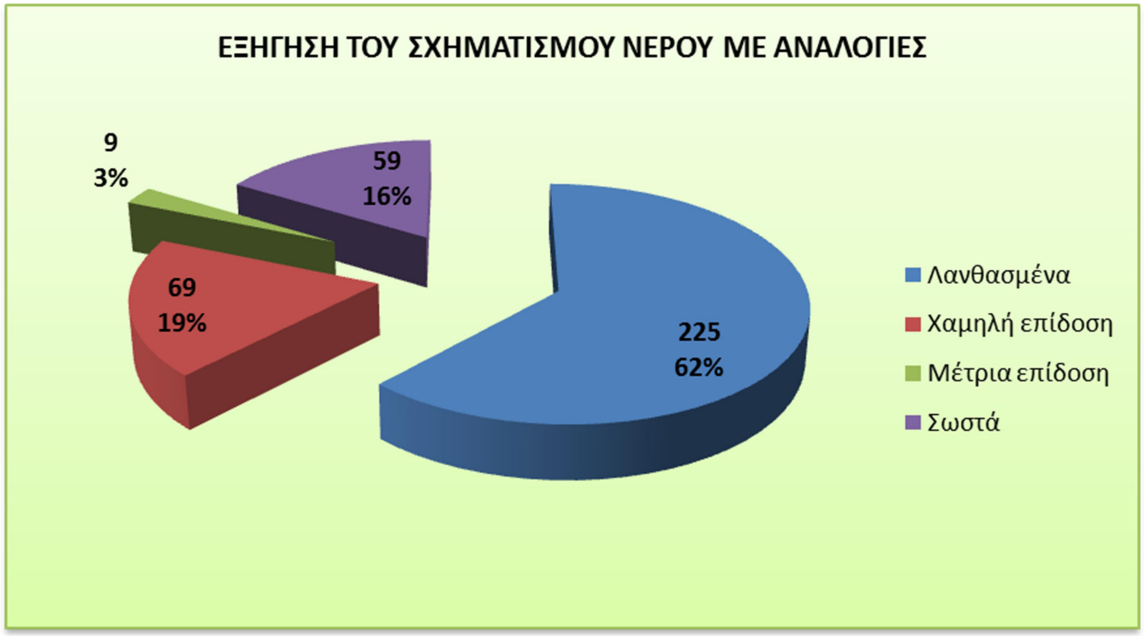
Παρατηρούμε ότι σωστή αιτιολόγηση για την εικόνα που αναπαριστά χημική ένωση δίνουν 49 μαθητές (ποσοστό 13,5%) και για το χημικό στοιχείο 39 μαθητές (ποσοστό 10,8%), ενώ για το μείγμα χημικών στοιχείων το ποσοστό είναι πολύ μικρό, μόνο 4,1%.

Ποσότητα νερού που θα σχηματιστεί

Ο παρακάτω πίνακας (πίνακας 9.12) μας δίνει τις συχνότητες, τις σχετικές συχνότητες και τις αθροιστικές συχνότητες στο σύνολο του δείγματος σε σχέση με την επίδοση των μαθητών για την αιτιολόγηση της ποσότητας του νερού που θα σχηματιστεί.

Πίνακας 9.12: ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ

ΕΡΜΗΝΕΙΑ - ΒΑΘΜΟΣ	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Λανθασμένα (0,00)	225	62,2	62,2
Χαμηλή επίδοση (1,00-2,00)	69	19,1	81,3
Μέτρια επίδοση (4,00-7,00)	9	2,5	83,8
Σωστά (8,00)	59	16,3	100,00
ΣΥΝΟΛΟ	362	100,00	



Αναφορικά με την εξήγηση του σχηματισμού του νερού 225 μαθητές, ποσοστό 62,2% απαντούν ότι δε θα γίνει χημική αντίδραση και δίνουν διάφορες απαντήσεις. Οι πιο συχνές είναι ότι τα αντιδρώντα «*δεν είναι σε σωστή αναλογία*» ή προσθέτουν τις μάζες των αντιδρώντων *«Με βάση τον κανόνα μάζα προϊόντων =μάζα αντιδρώντων……. και κάνει πρόσθεση» ή ότι «το νερό έχει σταθερή σύσταση και δεν θα γίνει αντίδραση».* Ένας μαθητής απαντά ότι: *«Πάντα το αποτέλεσμα είναι 9. Άρα 3+16=19, 19-9=10 άρα θα περισσέψουν 10 γραμμάρια οξυγόνου»*

Από τους 59 μαθητές που εξηγούν σωστά την ποσότητα του νερού που θα προκύψει υπάρχουν και 2 οι οποίοι έχουν σημειώσει λάθος επιλογή.

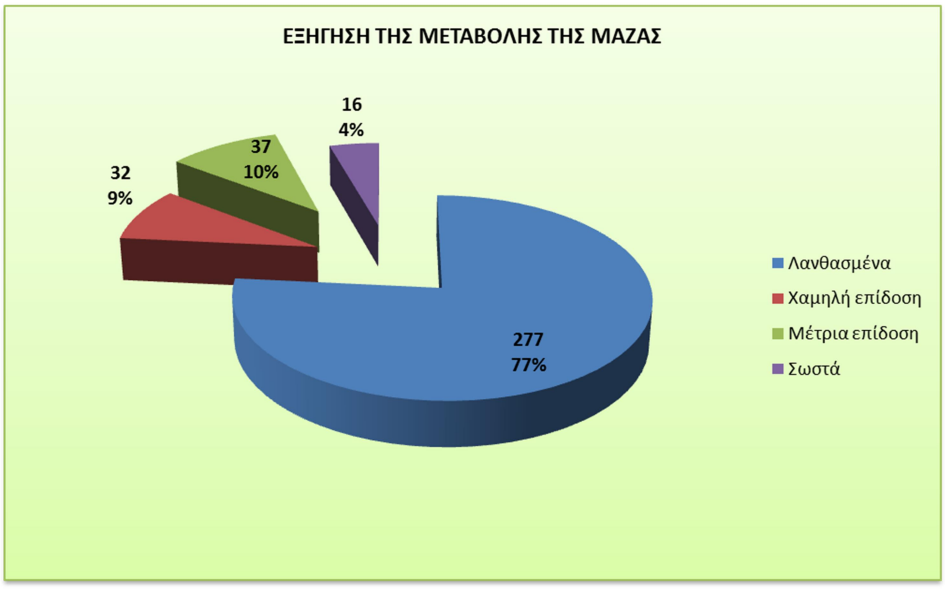
Παρατηρούμε ότι από τους 362 μαθητές μόνο οι 62 (59+3 από τους 9) δικαιολογούν σωστά την ποσότητα του νερού που θα προκύψει. Από αυτούς οι 3 δεν αναφέρουν την ποσότητα του στοιχείου που θα περισσέψει.

Μεταβολή της μάζας

Ο παρακάτω πίνακας (πίνακας 9.13) μας δίνει τις συχνότητες, τις σχετικές συχνότητες και τις αθροιστικές συχνότητες στο σύνολο του δείγματος σε σχέση με την επίδοση των μαθητών για την εξήγηση της μεταβολής της μάζας στις αντιδράσεις της οξείδωσης του σιδήρου και της καύσης του άνθρακα. Όπως φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα (πίνακας 9.13), μόνο δώδεκα μαθητές αιτιολογούν σωστά το φαινόμενο. Έξι μαθητές (με βαθμό 7) δεν αναφέρουν ότι το διοξείδιο του άνθρακα που προκύπτει από την αντίδραση της καύσης είναι αέριο και διαχέεται στην ατμόσφαιρα, ενώ 277 μαθητές απαντούν λανθασμένα.

Πίνακας 9.13: ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ

ΕΡΜΗΝΕΙΑ - ΒΑΘΜΟΣ	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Λανθασμένα (0,00)	277	76,5	76,5
Χαμηλή επίδοση (1,00-3,00)	32	8,8	85,3
Μέτρια επίδοση (4,00-7,00)	37	10,2	95,5
Σωστά (8,00)	16	4,4	100,00
ΣΥΝΟΛΟ	362	100,00	



Δηλαδή περισσότεροι μαθητές (59 μαθητές) δικαιολογούν σωστά την ποσότητα του νερού που θα προκύψει σε σχέση με την μεταβολή της μάζας του άνθρακα κατά την καύση του και του σιδήρου κατά την οξείδωσή του (16 μαθητές).

Η παρατήρηση αυτή μας οδήγησε στο να προβούμε σε ζευγαρωτό τεστ των επιδόσεων των μαθητών όλων των σχολείων για εξαρτημένα δείγματα.

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ	1,75	362	2,96	,15573
	ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ	1,02	362	2,18	,11482

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι η τυπική απόκλιση στο θέμα που αναφέρεται στη μεταβολή της μάζας είναι μικρότερη από την τυπική απόκλιση στο θέμα που αναφέρεται στον σχηματισμό του νερού, δηλαδή έχουμε μεγαλύτερη ομοιογένεια στις εξηγήσεις των μαθητών για τη μεταβολή της μάζας (2,96 και 2,18 αντίστοιχα). Ωστόσο, ο μέσος όρος της επίδοσης των μαθητών στον σχηματισμό του νερού είναι μεγαλύτερος (1,75/8 έναντι 1,02/8).

Για να κάνουμε ζευγαρωτό τεστ δημιουργήσαμε τη διαφορά των βαθμολογιών των δύο θεμάτων και εξετάσαμε για ακραίες τιμές και κανονικότητα. Οι ακραίες τιμές ήταν σε ποσοστό περισσότερες από 10% (98) και ο μετασχηματισμός λογαρίθμου δεν έλυνε το πρόβλημα, γι' αυτό προχωρήσαμε σε μη παραμετρική ανάλυση με το τεστ Wilcoxon και εξετάσαμε και τον συντελεστή συσχέτισης Spearman.

Correlations

			ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ	ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ
Spearman's rho	ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ	Correlation Coefficient	1,000	,240**
		Sig. (2-tailed)	.	,000
		N	362	362
	ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ	Correlation Coefficient	,240**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	.
		N	362	362

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Ο συντελεστής συσχέτισης Spearman (r_s) της επίδοσης στις εξηγήσεις των δύο θεμάτων, 2 και 5, είναι μικρή (r_s=0,240), αλλά θετική και η p-τιμή είναι p-τιμή <0,001<0,05, το οποίο σημαίνει ότι η διαφορά στην επίδοση είναι στατιστικά σημαντική.

Μη παραμετρικά

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The median of differences between ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ and ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ equals 0.	Related-Samples Sign Test	,000	Reject the null hypothesis.
2	The median of differences between ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ and ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ equals 0.	Related-Samples Wilcoxon Signed Rank Test	,000	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Η τιμή του επιπέδου σημαντικότητας p (δίπλευρος έλεγχος) μας δείχνει ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στη διάμεσο μεταξύ των εξηγήσεων των μαθητών στα δύο θέματα, p-τιμή<0,001<0,05. Από τη διαδικασία Analyze →Descriptive Statistics →Explore, προκύπτει ο παρακάτω πίνακας από τον οποίο συμπεραίνουμε ότι η υπόθεση γενικεύεται και στις μέσες τιμές με επίπεδο σημαντικότητας 5%, γιατί από τις συχνότητες προκύπτει ότι οι δειγματικές παρατηρήσεις διαφέρουν ως προς την κατανομή.

Descriptives

			Statistic	Std. Error
ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ	Mean		**1,7541**	,15573
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	1,4479	
		Upper Bound	2,0604	
	5% Trimmed Mean		1,5046	
	Median		,0000	
	Variance		8,779	
	Std. Deviation		2,96289	
	Minimum		,00	
	Maximum		8,00	
	Range		8,00	
	Interquartile Range		2,00	
	Skewness		1,485	,128
	Kurtosis		,459	,256
ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ	Mean		**1,0249**	,11482

ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	,7991	
		Upper Bound	1,2507	
	5% Trimmed Mean		,7007	
	Median		,0000	
	Variance		4,772	
	Std. Deviation		2,18454	
	Minimum		,00	
	Maximum		8,00	
	Range		8,00	
	Interquartile Range		,00	
	Skewness		2,144	,128
	Kurtosis		3,427	,256

Εξετάσαμε, επίσης, αν διαφοροποιείται η επίδοση των μαθητών στις δύο μορφές του θέματος 5, δηλαδή την εξήγηση της μεταβολής της μάζας στην καύση του άνθρακα (σύνολο μαθητών 181) και στην οξείδωση του σιδήρου (σύνολο μαθητών 181) στο περιβάλλον. Από τον παρακάτω πίνακα προκύπτει ότι οι τυπικές αποκλίσεις είναι περίπου ίδιες (2,15 και 2,22 αντίστοιχα). Ο μέσος όρος των δειγματικών παρατηρήσεων για την καύση του άνθρακα και για την οξείδωση του σιδήρου είναι: Μ.Ο.=0,87 και Μ.Ο.=1,18 αντίστοιχα, με άριστα το 8.

Group Statistics

	ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ	ΚΑΥΣΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	181	,87	2,15	,15950
	ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΤΟΥ Fe	181	1,18	2,22	,16481

Από τη διαδικασία Analyze →Descriptive Statistics →Explore, βρήκαμε 29 ακραίες τιμές στις απαντήσεις για την καύση του άνθρακα, ποσοστό μεγαλύτερο του 10% (181*10%=18,1<29) και 9 ακραίες τιμές στις απαντήσεις για την οξείδωση του σιδήρου ποσοστό μικρότερο του 10%. Ο μετασχηματισμός λογαρίθμου δεν έλυσε το πρόβλημα, γι' αυτό εφαρμόσαμε τον μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test, για να εξετάσουμε αν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδοση των μαθητών στις δύο μορφές του θέματος 5.

Μη παραμετρικά

Ranks

	ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	N	Mean Rank	Sum of Ranks
ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ	ΚΑΥΣΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	181	170,46	30854,00
	ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΤΟΥ Fe	181	192,54	34849,00
	Total	362		

Test Statistics[a]

	ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ
Mann-Whitney U	14383,000
Wilcoxon W	30854,000
Z	-2,702
Asymp. Sig. (2-tailed)	,007

a. Grouping Variable: ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

Η υπολογισμένη τιμή U για το Mann-Whitney U Test είναι 14383,00 ενώ η τιμή του επιπέδου σημαντικότητας (Sig. (2-tailed), δίπλευρος έλεγχος) είναι p-τιμή=0,007<0,05 που σημαίνει ότι ***υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδοση*** των μαθητών ανάλογα με τη μορφή του θέματος 5 σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The medians of ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ are the same across categories of ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ.	Independent-Samples Median Test	,003	Reject the null hypothesis.
2	The distribution of ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ is the same across categories of ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,007	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Επομένως, οι μαθητές ανταποκρίνονται καλύτερα στην εξήγηση της αύξησης της μάζας του σιδερένιου κομματιού όταν αυτό οξειδώνεται σε σχέση με την εξήγηση της ελάττωσης της μάζας του άνθρακα όταν αυτός καίγεται στο περιβάλλον.

Από τη διαδικασία Analyze →Descriptive Statistics →Explore, προκύπτει ο παρακάτω πίνακας

Descriptives

	ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ			Statistic	Std. Error
ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ	ΚΑΥΣΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	Mean		**,8674**	,15950
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	,5527	
			Upper Bound	1,1821	
		5% Trimmed Mean		,5319	
		Median		,0000	
		Variance		4,605	
		Std. Deviation		2,14582	
		Minimum		,00	
		Maximum		8,00	
		Range		8,00	
		Interquartile Range		,00	
		Skewness		2,395	,181
		Kurtosis		4,405	,359
	ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΤΟΥ Fe	Mean		**1,1823**	,16481
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	,8571	
			Upper Bound	1,5075	
		5% Trimmed Mean		,8696	
		Median		,0000	
		Variance		4,917	
		Std. Deviation		2,21734	
		Minimum		,00	
		Maximum		8,00	
		Range		8,00	
		Interquartile Range		2,00	
		Skewness		1,950	,181
		Kurtosis		2,811	,359

Που σημαίνει ότι τα αποτελέσματα γενικεύονται και στις μέσες τιμές με βάση την κατανομή των συχνοτήτων στις δειγματικές παρατηρήσεις.

Επιπλέον εξετάσαμε την επίδοση των μαθητών στην εξήγηση του σχηματισμού νερού όταν η επιλογή τους για το αν θα σχηματιστεί νερό ήταν λανθασμένη (βλέπε πίνακα 9.14).

Πίνακας 9.14: ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ ΟΤΑΝ Η ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΙΝΑΙ ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	,00	157	69,2	69,2	69,2
	1,00	25	11,0	11,0	80,2
	2,00	42	18,5	18,5	98,7
	4,00	1	,4	,4	99,1
	8,00	**2**	**,9**	,9	100,0
	Total	227	100,0	100,0	

Στους 227 μαθητές που σημειώνουν λανθασμένη επιλογή, υπάρχουν δύο μαθητές που αιτιολογούν σωστά την ποσότητα του νερού που θα προκύψει και την ποσότητα του στοιχείου που θα περισσέψει. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο άγχος του μαθητή κατά τη διάρκεια της εξέτασης ή σε απροσεξία ή σε άλλη αιτία.

Επίσης εξετάσαμε την επίδοση των μαθητών στην εξήγηση του σχηματισμού νερού όταν η επιλογή τους για το αν θα σχηματιστεί νερό ήταν σωστή (βλέπε πίνακα 9.15).

Πίνακας 9.15: ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ ΟΤΑΝ Η ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΙΝΑΙ ΣΩΣΤΗ

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	,00	68	50,4	50,4	50,4
	1,00	2	1,5	1,5	51,9
	4,00	1	,7	,7	52,6
	5,00	1	,7	,7	53,3
	6,00	3	2,2	2,2	55,6
	7,00	3	2,2	2,2	57,8
	8,00	57	42,2	42,2	100,0
	Total	135	100,0	100,0	

Από τους 135 μαθητές που έχουν απαντήσει σωστά στην ερώτηση της επιλογής για την ποσότητα του νερού που θα σχηματιστεί οι 68 δίνουν λανθασμένη εξήγηση ή δεν απαντούν, ποσοστό 50,4%. Αυτό μάλλον σημαίνει ότι τυχαία οι μαθητές απάντησαν στην ερώτηση της επιλογής σωστά.

9.2 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΘΕΜΑΤΩΝ

Εξετάσαμε και τις επιμέρους ερωτήσεις των θεμάτων 4 και 6. Αναφέρονται στη διαδικασία της παραγράφου «*Πώς γράφουμε μια χημική εξίσωση;*» της ενότητας 2.11 «Χημική εξίσωση». Στην παράγραφο αυτή δίδεται και πίνακας στον οποίο αναφέρονται τα βήματα που ακολουθούνται για να γράψουν σωστά την χημική εξίσωση μιας αντίδρασης με παράδειγμα και εξηγήσεις (βλέπε παρακάτω πίνακα).

Βήμα 1ο. *Βρίσκουμε ποια είναι τα αντιδρώντα και ποια είναι τα προϊόντα.*	Αντιδρώντα: υδρογόνο, χλώριο Προϊόντα: υδροχλώριο
Βήμα 2ο. *Γράφουμε στο 1ο μέλος τους μοριακούς τύπους των αντιδρώντων και στο 2ο μέλος τους μοριακούς τύπους των προϊόντων. Συνδέουμε τα 2 μέλη με ένα βέλος.*	$H_2 + Cl_2 \rightarrow HCl$
Βήμα 3ο. *Για κάθε στοιχείο εξισώνουμε τα άτομα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα, πολλαπλασιάζοντας με κατάλληλους συντελεστές τους μοριακούς τύπους. Οι αριθμοί αυτοί λέγονται στοιχειομετρικοί συντελεστές (ο συντελεστής 1 παραλείπεται).*	$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$
Βήμα 4ο. *Σημειώνουμε τη φυσική κατάσταση των διάφορων ουσιών.*	$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$

Ελέγχουν αν έγινε κατανοητός ο πρώτος και ο δεύτερος στόχος της παραγράφου «*2.11 Χημική εξίσωση*»

1. *Να αναπαριστάνεις ορισμένες απλές χημικές αντιδράσεις με προσομοιώματα μορίων και με χημικές εξισώσεις.*
2. *Να αναγνωρίζεις τα αντιδρώντα και τα προϊόντα σε μια χημική εξίσωση.*

Επίσης ελέγχουν αν έγινε κατανοητό το βήμα 3 της παραγράφου «Πώς γράφουμε μια χημική εξίσωση;».

> *Βήμα 3ο. Για κάθε στοιχείο εξισώνουμε τα άτομα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα, πολλαπλασιάζοντας με κατάλληλους συντελεστές τους μοριακούς τύπους. Οι αριθμοί αυτοί λέγονται στοιχειομετρικοί συντελεστές (ο συντελεστής 1 παραλείπεται).*

Επίσης εξετάζουν αν έγινε κατανοητή η άσκηση 1 από το «Στάση για εμπέδωση»

1. *Ορισμένες φορές διαβάζουμε στις εφημερίδες ότι κάποιος «δηλητηριάστηκε από το μαγκάλι ή από το τζάκι, επειδή αποδεσμεύτηκε στο περιβάλλον μονοξείδιο του άνθρακα». Η αντίδραση σχηματισμού του μονοξειδίου του άνθρακα περιγράφεται από την εξίσωση:*

$$C_{(s)} + O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{(g)}$$

α. Να γράψεις τις ονομασίες των αντιδρώντων και των προϊόντων της χημικής αντίδρασης.

β. Να συμπληρώσεις τους συντελεστές της χημικής εξίσωσης.

γ. Να αναπαραστήσεις την εξίσωση αυτή με προσομοιώματα. (Στόχοι 1ος και 2ος).

9.2.1 Ισοστάθμιση αντίδρασης με προσομοιώματα

Ο παρακάτω πίνακας (πίνακας 9.16) μας δίνει τις συχνότητες, τις σχετικές συχνότητες και τις αθροιστικές συχνότητες στο σύνολο του δείγματος σε σχέση με την επίδοση των μαθητών για την ισοστάθμιση μιας χημικής αντίδρασης με προσομοιώματα (θέμα 4).

Πίνακας 9.16: ΙΣΟΣΤΑΘΜΙΣΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΜΕ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	,00	96	26,5	26,5	26,5
	2,00	33	9,1	9,1	35,6
	4,00	26	7,2	7,2	42,8
	6,00	1	0,3	0,3	43,1
	8,00	6	1,7	1,7	44,8
	10,00	200	55,2	55,2	100,0
	Total	362	100,0	100,0	

Από τους 362 μαθητές οι 200, ποσοστό 55,2% ισοσταθμίζουν σωστά την αντίδραση με προσομοιώματα, ενώ 33 μαθητές, ποσοστό 9,1%, χρησιμοποιούν άτομα και όχι μόρια για να ισοσταθμίσουν την αντίδραση (σωστά). Το ένα μόνο στοιχείο ισοσταθμίζουν 26 μαθητές, ποσοστό 7,2%. Ένας μαθητής χρησιμοποιεί αριθμούς για να ισοσταθμίσει την αντίδραση και 6 μαθητές, ποσοστό 1,7%, χρησιμοποιούν το σύμβολο + μέσα στα πλαίσια με τα προσομοιώματα.

9.2.2 Αναπαράσταση χημικής αντίδρασης με χημική εξίσωση

Στο θέμα 6 δίδονται οι μοριακοί τύποι των χημικών ενώσεων (αντιδρώντα και προϊόντα) που παίρνουν μέρος στην αντίδραση και η φυσική τους κατάσταση λεκτικά

και συμβολικά. Αναφέρεται στη διαδικασία της παραγράφου «*Πώς γράφουμε μια χημική εξίσωση;*» της ενότητας 2.11 «Χημική εξίσωση».

Ο παρακάτω πίνακας (πίνακας 9.17) μας δίνει τις συχνότητες, τις σχετικές συχνότητες και τις αθροιστικές συχνότητες στο σύνολο του δείγματος σε σχέση με την επίδοση των μαθητών για την αναπαράσταση (και ισοστάθμιση) της χημικής αντίδρασης με μοριακούς τύπους.

Πίνακας 9.17: ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΧΗΜΙΚΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΜΕ ΧΗΜΙΚΗ ΕΞΙΣΩΣΗ

ΕΡΜΗΝΕΙΑ - ΒΑΘΜΟΣ	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Λανθασμένα (0,00)	59	16,3	16,3
Χαμηλή επίδοση (1,00-4,00)	143	39,5	55,8
Μέτρια επίδοση (4,50-7,50)	52	14,4	70,2
Σωστά (8,00-10,00)	108	29,8	100,0
ΣΥΝΟΛΟ	362	100,0	

Από τους 362 μαθητές μόνο οι 28 γράφουν και ισοσταθμίζουν σωστά την αντίδραση δηλώνοντας και την φυσική κατάσταση των αντιδρώντων και των προϊόντων της αντίδρασης, ποσοστό 7,7%, ενώ 143 μαθητές παρουσιάζουν μέτρια επίδοση ποσοστό 39,50%.



Από τον παρακάτω πίνακα (πίνακας 9.18) φαίνεται ότι 14 μαθητές, ποσοστό 3,9%, δεν χρησιμοποιεί το σύμβολο + μεταξύ των αντιδρώντων.

Πίνακας 9.18: ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΛΟΥ + ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΝΤΙΔΡΩΝΤΩΝ

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ ΤΟ ΣΥΜΒΟΛΟ + ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΑΝΤΙΔΡΩΝΤΩΝ ΤΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ	14	3,9	3,9	3,9
	ΥΠΑΡΧΕΙ ΤΟ ΣΥΜΒΟΛΟ + ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΑΝΤΙΔΡΩΝΤΩΝ ΤΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ	348	96,1	96,1	100,0
	Total	362	100,0	100,0	

Από τον παρακάτω πίνακα (πίνακας 9.19) φαίνεται ότι μόνο 67 μαθητές αναγράφουν την φυσική κατάσταση των ουσιών της αντίδρασης και στα δύο μέλη, ποσοστό 18,5%.

Πίνακας 9.20: ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΔΕΝ ΑΝΑΓΡΑΦΕΤΑΙ	295	81,5	81,5	81,5
	ΑΝΑΓΡΑΦΕΤΑΙ ΚΑΙ ΣΤΑ ΔΥΟ ΜΕΛΗ	67	18,5	18,5	100,0
	Total	362	100,0	100,0	

Από τον παρακάτω πίνακα (πίνακας 9.20) φαίνεται ότι ισοσταθμίζουν σωστά την αντίδραση 111 μαθητές, ποσοστό 30,7%, ενώ 70 μαθητές ισοσταθμίζουν μόνο το ένα στοιχείο, ποσοστό 19,3%.

Πίνακας 9.20: ΙΣΟΣΤΑΘΜΙΣΗ

ΒΑΘΜΟΣ		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Δεν ισοσταθμίζουν (0,00)	181	50,0	50,0	50,0
	Ισοσταθμίζουν μόνο το ένα στοιχείο (2,00)	70	19,3	19,3	69,3
	Ισοσταθμίζουν και τα δύο στοιχεία (6,00)	111	30,7	30,7	100,0
	Total	362	100,0	100,0	

Σωστά τους τύπους και στα δύο μέλη της αντίδρασης γράφουν 185 μαθητές, ποσοστό 51,7% (βλέπε πίνακα 9.21).

Πίνακας 9.21: ΓΡΑΦΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ

ΒΑΘΜΟΣ		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λανθασμένοι τύποι (0,00)	57	15,9	15,9	15,9
	Ένας τύπος σωστός στο πρώτο μέλος (0,50)	15	4,2	4,2	20,1
	Σωστοί τύποι μόνο στο ένα μέλος (1,00)	85	23,7	23,7	43,9
	Ένας τύπος σωστός στο πρώτο μέλος και σωστός τύπος στο δεύτερο μέλος (1,50)	16	4,5	4,5	48,3
	Σωστοί τύποι και στα δύο μέλη (3,00)	185	51,7	51,7	100,0
	Total	358	100,0	100,0	

Από τον παρακάτω πίνακα (πίνακας 9.22) προκύπτει ότι 83 μαθητές, ποσοστό 77,6%, που έχουν σωστή την αντίδραση, δεν αναγράφουν την φυσική κατάσταση των ουσιών και στα δύο μέλη, παρόλο που αυτή τους δίδεται στην εκφώνηση. Η φυσική κατάσταση των ουσιών της αντίδρασης αναγράφεται και στα δύο μέλη μόνο από 24 μαθητές (ποσοστό 22,4%).

Πίνακας 9.22: ΑΝΑΓΡΑΦΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΟΤΑΝ ΟΙ ΤΥΠΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΕΙΝΑΙ ΣΩΣΤΟΙ

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΔΕΝ ΑΝΑΓΡΑΦΕΤΑΙ	83	77,6	77,6	77,6
	ΑΝΑΓΡΑΦΕΤΑΙ ΚΑΙ ΣΤΑ ΔΥΟ ΜΕΛΗ	**24**	22,4	22,4	100,0
	Total	107	100,0	100,0	

Από τον παρακάτω πίνακα (πίνακας 9.23) προκύπτει ότι έξι μαθητές δεν έχουν το σύμβολο + μεταξύ των αντιδρώντων της αντίδρασης και δεν αναγράφουν τη φυσική κατάσταση των ουσιών, ενώ 74 μαθητές δεν αναγράφουν την φυσική κατάσταση των αντιδρώντων ή των προϊόντων της αντίδρασης.

Πίνακας 9.23: ΧΡΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΟΤΑΝ ΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΚΑΙ ΟΙ ΤΥΠΟΙ ΕΙΝΑΙ ΣΩΣΤΟΙ

ΒΑΘΜΟΣ		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	8,00	6	5,8	5,8	5,8
	9,00	74	71,2	71,2	76,9
	10,00	24	23,1	23,1	100,0
	Total	104	100,0	100,0	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 9.1: *Αναλυτική βαθμολογία*

ΕΞΗΓΗΣΗ ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΒΑΘΜΟΣ		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	,00	233	64,4	64,4	64,4
	,30	1	,3	,3	64,6
	,40	5	1,4	1,4	66,0
	,50	2	,6	,6	66,6
	,60	11	3,0	3,0	69,6
	,80	4	1,1	1,1	70,7
	,90	2	,6	,6	71,3
	1,00	2	,6	,6	71,8
	1,10	31	8,6	8,6	80,4
	1,40	2	,6	,6	80,9
	1,60	5	1,4	1,4	82,3
	2,00	5	1,4	1,4	83,7
	2,20	6	1,7	1,7	85,4
	2,40	3	,8	,8	86,2
	2,60	1	,3	,3	86,5
	2,80	49	13,5	13,5	100,0
	Total	362	100,0	100,0	

ΕΞΗΓΗΣΗ ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ ΧΗΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ

ΒΑΘΜΟΣ		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	,00	226	62,4	62,4	62,4
	,40	2	,6	,6	63,0
	,60	12	3,3	3,3	66,3
	,80	6	1,7	1,7	68,0
	1,00	3	,8	,8	68,8
	1,10	29	8,0	8,0	76,8
	1,20	1	,3	,3	77,1
	1,40	32	8,8	8,8	85,9
	1,60	3	,8	,8	86,7
	2,00	4	1,1	1,1	87,8
	2,10	1	,3	,3	88,1
	2,40	4	1,1	1,1	89,2
	2,80	39	10,8	10,8	100,0
	Total	362	100,0	100,0	

ΕΞΗΓΗΣΗ ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ ΜΕΙΓΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

ΒΑΘΜΟΣ		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	,00	225	62,2	62,2	62,2
	,40	3	,8	,8	63,0
	,50	1	,3	,3	63,3
	,60	31	8,6	8,6	71,8
	,80	4	1,1	1,1	72,9
	,90	3	,8	,8	73,8
	1,00	7	1,9	1,9	75,7
	1,10	39	10,8	10,8	86,5
	1,40	3	,8	,8	87,3
	1,60	15	4,1	4,1	91,4
	2,00	1	,3	,3	91,7
	2,10	9	2,5	2,5	94,2
	2,20	4	1,1	1,1	95,3
	3,00	2	,6	,6	95,9
	3,20	15	4,1	4,1	100,0
	Total	362	100,0	100,0	

ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ

ΕΡΜΗΝΕΙΑ - ΒΑΘΜΟΣ		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	,00	225	62,2	62,2	62,2
	1,00	27	7,5	7,5	69,6
	2,00	42	11,6	11,6	81,2
	4,00	2	,6	,6	81,8
	5,00	1	,3	,3	82,0
	6,00	3	,8	,8	82,9
	7,00	3	,8	,8	83,7
	8,00	59	16,3	16,3	100,0
	Total	362	100,0	100,0	

ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ

ΕΡΜΗΝΕΙΑ - ΒΑΘΜΟΣ		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	,00	277	76,5	76,5	76,5
	1,00	8	2,2	2,2	78,7
	2,00	21	5,8	5,8	84,5
	3,00	3	,8	,8	85,4
	4,00	17	4,7	4,7	90,1
	5,00	10	2,8	2,8	92,8
	6,00	4	1,1	1,1	93,9
	7,00	6	1,7	1,7	95,6
	8,00	16	4,4	4,4	100,0
	Total	362	100,0	100,0	

ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΧΗΜΙΚΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΜΕ ΧΗΜΙΚΗ ΕΞΙΣΩΣΗ

ΒΑΘΜΟΣ		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	,00	59	16,3	16,3	16,3
	,50	13	3,6	3,6	19,9
	1,00	64	17,7	17,7	37,6
	1,50	7	1,9	1,9	39,5
	2,00	6	1,7	1,7	41,2
	2,50	3	,8	,8	42,0
	3,00	31	8,6	8,6	50,6
	3,50	6	1,7	1,7	52,2
	4,00	13	3,6	3,6	55,8
	4,50	1	,3	,3	56,1
	5,00	30	8,3	8,3	64,4
	6,00	20	5,5	5,5	69,9
	7,50	1	,3	,3	70,2
	8,00	6	1,7	1,7	71,8
	9,00	74	20,4	20,4	92,3
	10,00	28	7,7	7,7	100,0
	Total	362	100,0	100,0	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

10.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΔΟΣΗ –ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ: ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΕΙΓΜΑ

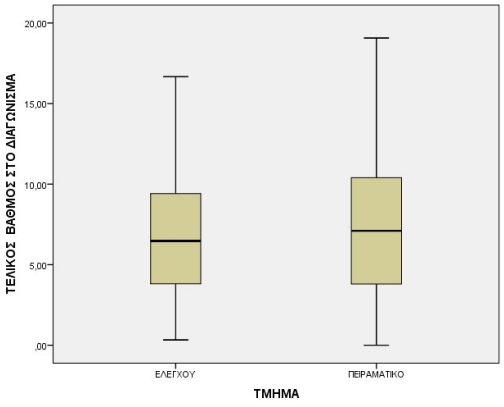
Για να ελέγξουμε την επίδραση της σειράς διδασκαλίας στην επίδοση των μαθητών, θα προβούμε σε έλεγχο ακραίων τιμών και κανονικότητας χωριστά για τους μαθητές των τμημάτων ελέγχου και των πειραματικών.

Στα τμήματα ελέγχου το σύνολο των μαθητών ήταν 152 και στα πειραματικά τμήματα το σύνολο των μαθητών ήταν 206, όπως φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα. Ο μέσος όρος της επίδοσης των μαθητών στα τμήματα ελέγχου είναι 6,68/20 και στα πειραματικά τμήματα 7,22/20. Οι τυπικές αποκλίσεις δεν διαφέρουν πολύ. Η τυπική απόκλιση στα τμήματα ελέγχου είναι 3,89 και στα πειραματικά τμήματα 4,22.

Group Statistics

	ΤΜΗΜΑ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	152	6,68	3,89	,32
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	210	7,42	4,44	,31

Ακραίες τιμές δεν υπάρχουν, όπως φαίνεται από το παρακάτω διάγραμμα θηκογραμμάτων.



Όπως προκύπτει από τον παρακάτω πίνακα κανονικότητας, οι δειγματικές παρατηρήσεις δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή (στο τεστ Shapiro-Wilk η p-τιμή=0,004<0,05 και df=152 για τα τμήματα ελέγχου και η p-τιμή<0,001<0,05 και df=210 για τα πειραματικά τμήματα N=362).

Tests of Normality

	ΤΜΗΜΑ	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	,052	152	,200*	,973	152	,004
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	,062	210	,049	,971	210	,000

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Όπως φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα, η υπόθεση της ισότητας των πληθυσμιακών διακυμάνσεων των τελικών βαθμολογιών στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα δεν απορρίπτεται (τεστ του Levene, τιμή του F στατιστικού τεστ = 2,543, p-τιμή=0,118>0,05).

Independent Samples Test

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	Equal variances assumed	2,453	,118	-1,646	360	,101	-,73886	,44900	-1,62184	,14413
	Equal variances not assumed			-1,680	346,911	,094	-,73886	,43970	-1,60367	,12596

Η επίδοση των μαθητών δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικώς (τιμή t στατιστικό=-1,646, df=360, p-τιμή=0,101>0,05) στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα (βλέπε παρακάτω πίνακα Independent Samples Test). Τέλος, ένα διάστημα εμπιστοσύνης 95% για τη διαφορά της μέσης τιμής της επίδοσης

μεταξύ του τμήματος ελέγχου και του πειραματικού τμήματος είναι το -1,62184 και 0,14413. Άρα, από τον παραμετρικό έλεγχο Independent Samples Test ***προκύπτει ότι τόσο τα πειραματικά τμήματα όσο και τα τμήματα ελέγχου ανταποκρίθηκαν το ίδιο, με Μ.Ο.$_{πειραματικών}$=7,42 και Μ.Ο.$_{ελέγχου}$=6,68.***

Στη συνέχεια, εφαρμόζουμε και τον μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test, επειδή το δείγμα δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή στους 362 μαθητές, για να εξετάσουμε αν υπάρχει διαφορά στην επίδοση των μαθητών ανάλογα με τη σειρά που πραγματοποιήθηκε η διδασκαλία.

Έλεγχος Mann-Whitney U Test

Ranks

	ΤΜΗΜΑ	N	Mean Rank	Sum of Ranks
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	152	172,56	26229,50
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	210	187,97	39473,50
	Total	362		

Όπως προκύπτει από τον παρακάτω πίνακα Test Statistics, η υπολογισμένη τιμή U για το Mann-Whitney U Test είναι 14601,500 ενώ η τιμή του επιπέδου σημαντικότητας (Sig. (2-tailed), δίπλευρος έλεγχος) είναι p-τιμή=0,167>0,05. Αυτό σημαίνει ότι ***δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδοση των μαθητών ανάλογα με τη σειρά διδασκαλίας που ακολουθήθηκε, με τα πειραματικά τμήματα να ανταποκρίνονται λίγο καλύτερα από τα τμήματα ελέγχου.***

Test Statistics[a]

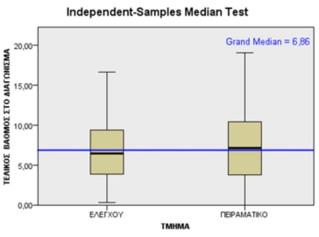
	ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ
Mann-Whitney U	14601,500
Wilcoxon W	26229,500
Z	-1,383
Asymp. Sig. (2-tailed)	,167

a. Grouping Variable: ΤΜΗΜΑ

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The medians of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ are the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Median Test	,241	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ is the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,167	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.



Total N		362
Median		6,865
Test Statistic		1,633
Degrees of Freedom		1
Asymptotic Sig. (2-sided test)		,201
Yates's Continuity Correction	Chi-Square	1,372
	Degrees of Freedom	1
	Asymptotic Sig. (2-sided test)	,241

1. Multiple comparisons are not performed because the overall test does not show significant differences across samples.

Από τον παρακάτω πίνακα διαπιστώνουμε ότι η υπόθεση των διαμέσων γενικεύεται και για τις μέσες τιμές.

Descriptives

	ΤΜΗΜΑ			Statistic	Std. Error
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	Mean		6,6841	,31563
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	6,0605	
			Upper Bound	7,3078	
		5% Trimmed Mean		6,5621	
		Median		6,4700	
		Variance		15,143	
		Std. Deviation		3,89140	
		Minimum		,33	
		Maximum		16,67	
		Range		16,34	
		Interquartile Range		5,61	
		Skewness		,378	,197
		Kurtosis		-,499	,391
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	Mean		7,4230	,30612
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	6,8195	
			Upper Bound	8,0265	
		5% Trimmed Mean		7,2579	
		Median		7,1000	
		Variance		19,679	
		Std. Deviation		4,43610	
		Minimum		,00	
		Maximum		19,07	
		Range		19,07	
		Interquartile Range		6,61	
		Skewness		,456	,168
		Kurtosis		-,386	,334

10.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΑΝΑ ΟΜΑΔΑ ΣΧΟΛΕΙΩΝ

Εν συνεχεία, το σύνολο των 362 μαθητών χωρίστηκε σε δύο ομάδες, ομάδα 1: 232 μαθητές μέσης επίδοσης μικρότερης του μέσου όρου επίδοσης των δειγματικών παρατηρήσεων (Μ.Ο=7,05/20) όπως διαμορφώθηκε μετά την αφαίρεση των ακραίων

τιμών από τα ομαδοποιημένα σχολεία) και ομάδα 2: 130 μαθητές μέσης επίδοσης μεγαλύτερης του μέσου όρου επίδοσης των δειγματικών παρατηρήσεων.

Θα εξετάσουμε την επίδραση διδασκαλίας στην ομάδα 1 (N=232) και στην ομάδα 2 (N=130). Θα ελέγξουμε αρχικά για ακραίες τιμές και κανονικότητα. Ανάλογα με τα αποτελέσματα που θα προκύψουν θα εφαρμόσουμε παραμετρικό έλεγχο t-test ή μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test.

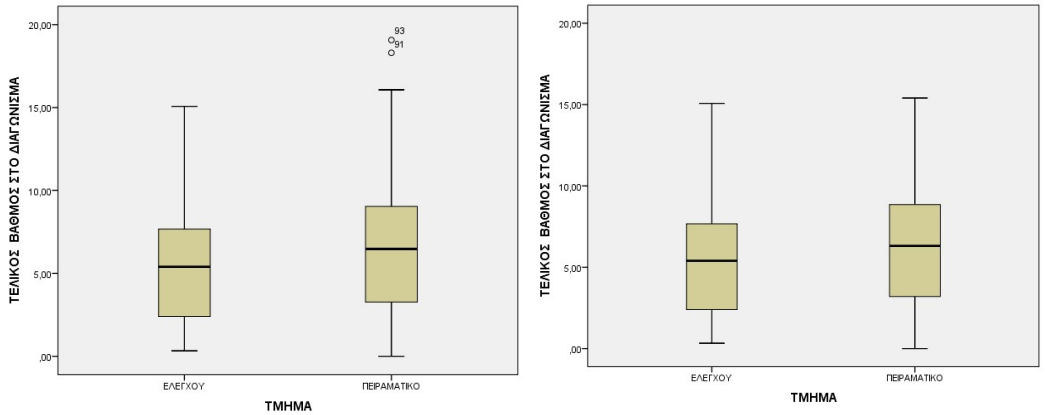
10.2.1 *$1^{Η}$ ομάδα σχολείων*

Όπως προκύπτει από τον παρακάτω πίνακα, στα τμήματα ελέγχου έλαβαν μέρος 97 μαθητές με μέσο όρο επίδοσης 5,60/20 και στα πειραματικά τμήματα έλαβαν μέρος 135 μαθητές με μέσο όρο επίδοσης 6,53/20 με παρόμοιες τυπικές αποκλίσεις (3,60 και 4,19 αντίστοιχα). N=232

Group Statistics

ΟΜΑΔΑ 1, ΣΧΟΛΕΙΑ:1, 2, 7, 8, και 10	ΤΜΗΜΑ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	97	5,60	3,60	,37
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	135	6,53	4,19	,36

Όπως φαίνεται από το παρακάτω διάγραμμα θηκογραμμάτων υπάρχουν δύο ακραίες τιμές στην ομάδα των πειραματικών τμημάτων με αύξοντα αριθμό 91 και 93, τις οποίες και αφαιρούμε. Τώρα το σύνολο των δειγματικών παρατηρήσεων είναι:232-2=230



Από τον παρακάτω πίνακα κανονικότητας προκύπτει ότι οι δειγματικές παρατηρήσεις δεν προέρχονται από κανονική κατανομή (p-τιμή=0,003 για τα τμήματα ελέγχου και για τα πειραματικά τμήματα στο τεστ Shapiro-Wilk). Άρα, θα εφαρμόσουμε παραμετρικό έλεγχο t-test κάνοντας χρήση του Κεντρικού Οριακού

Θεωρήματος, οπότε τα αποτελέσματα θα είναι προσεγγιστικά και θα εφαρμόσουμε και μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test.

Tests of Normality

	ΤΜΗΜΑ	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	,080	97	,135	,957	97	,003
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	,092	133	,007	,968	133	,003

a. Lilliefors Significance Correction

Independent Samples Test

ΟΜΑΔΑ 1, *ΣΧΟΛΕΙΑ:1, 2, 7, 8, και 10*		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	Equal variances assumed	1,166	,281	-1,480	228	,140	-,75175	,50795	-1,75262	,24912
	Equal variances not assumed			-1,501	216,807	,135	-,75175	,50073	-1,73868	,23517

Η υπόθεση της ισότητας των πληθυσμιακών διακυμάνσεων των τελικών βαθμολογιών στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα δεν απορρίπτεται (τεστ του Levene, τιμή του F στατιστικού τεστ = 1,166, p-τιμή=0,281>0,05). ***Η επίδοση των μαθητών δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικώς*** (τιμή t στατιστικό =-1,480, df=228, p-τιμή = 0,140>0,05) στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα, με ***τα πειραματικά να εμφανίζουν καλύτερη επίδοση από τα τμήματα ελέγχου*** ($M.O._{\text{τμημάτων ελέγχου}}$=5,60/20 και $M.O._{\text{πειραματικών τμημάτων}}$=6,35/20), όπως προκύπτει από τον παρακάτω πίνακα Report. Τέλος, ένα διάστημα εμπιστοσύνης 95% για τη διαφορά της μέσης τιμής της βαθμολογίας μεταξύ του τμήματος ελέγχου και του πειραματικού τμήματος, είναι το -1,75262 και 0,24912.

Report

ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ (έχουν αφαιρεθεί οι ακραίες τιμές)

ΤΜΗΜΑ	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error of Mean
ΕΛΕΓΧΟΥ	5,60	97	3,60	,37
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	6,35	133	3,95	,34
Total	6,03	230	3,81	,25

Στη συνέχεια, εφαρμόζουμε και τον μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test, επειδή το δείγμα δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή στους 232 μαθητές, για να εξετάσουμε αν υπάρχει διαφορά στην επίδοση των μαθητών ανάλογα με τη σειρά που πραγματοποιήθηκε η διδασκαλία.

Έλεγχος Mann-Whitney U Test

Ranks

	ΤΜΗΜΑ	N	Mean Rank	Sum of Ranks
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	97	108,29	10504,50
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	135	122,40	16523,50
	Total	232		

Όπως φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα (Test Statistics[a]), η υπολογισμένη τιμή U για το Mann-Whitney U Test είναι 5751,50, ενώ η τιμή του επιπέδου σημαντικότητας (Sig. (2-tailed), δίπλευρος έλεγχος) είναι p-τιμή=0,114>0,05 που σημαίνει ότι ***δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδοση των μαθητών ανάλογα με τη σειρά διδασκαλίας που ακολουθήθηκε.***

Test Statistics[a]

	ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ
Mann-Whitney U	5751,500
Wilcoxon W	10504,500
Z	-1,579
Asymp. Sig. (2-tailed)	,114

a. Grouping Variable: ΤΜΗΜΑ

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The medians of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ are the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Median Test	,287	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ is the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,114	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Από τον παρακάτω πίνακα διαπιστώνουμε ότι η υπόθεση των διαμέσων γενικεύεται και για τις μέσες τιμές.

Descriptives

	ΤΜΗΜΑ			Statistic	Std. Error
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	Mean		5,5955	,36565
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	4,8697	
			Upper Bound	6,3213	
		5% Trimmed Mean		5,4385	
		Median		5,4000	
		Variance		12,969	
		Std. Deviation		3,60123	
		Minimum		,33	
		Maximum		15,07	
		Range		14,74	
		Interquartile Range		5,34	
		Skewness		,499	,245
		Kurtosis		-,448	,485
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	Mean		6,3472	,34210
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	5,6705	
			Upper Bound	7,0239	
		5% Trimmed Mean		6,2190	
		Median		6,4000	
		Variance		15,565	
		Std. Deviation		3,94530	
		Minimum		,00	
		Maximum		16,07	
		Range		16,07	
		Interquartile Range		5,73	
		Skewness		,364	,210
		Kurtosis		-,625	,417

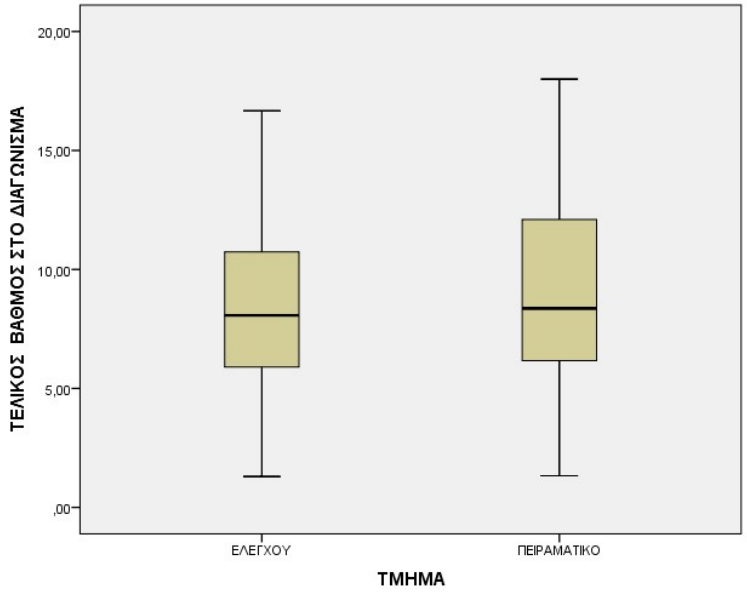
10.2.2 *2η ομάδα σχολείων*

Όπως προκύπτει από τον παρακάτω πίνακα, στα τμήματα ελέγχου έλαβαν μέρος 55 μαθητές με μέσο όρο επίδοσης 8,60/20 και στα πειραματικά τμήματα έλαβαν μέρος 75 μαθητές με μέσο όρο επίδοσης 9,03/20 και με τυπικές αποκλίσεις 3,66 και 4,44 αντίστοιχα.

Group Statistics

ΟΜΑΔΑ 2 *ΣΧΟΛΕΙΑ:4, και 5*	ΤΜΗΜΑ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	55	8,60	3,66	,49
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	75	9,03	4,44	,51

Όπως φαίνεται από το παρακάτω διάγραμμα θηκογραμμάτων, ακραίες τιμές στην ομάδα 2 δεν υπάρχουν τόσο για τα πειραματικά τμήματα όσο και για τα τμήματα ελέγχου.



Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	ΤΜΗΜΑ	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	,068	55	,200*	,980	55	,481
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	,092	75	,190	,972	75	,101

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Από τον παραπάνω πίνακα κανονικότητας προκύπτει ότι οι δειγματικές παρατηρήσεις προέρχονται από κανονική κατανομή (p-τιμή=0,481 για τα τμήματα ελέγχου στο τεστ Shapiro-Wilk και p-τιμή=0,101 για τα πειραματικά τμήματα). Άρα, θα προβούμε σε παραμετρικό έλεγχο με το t-test για ανεξάρτητα δείγματα.

Independent Samples Test

ΟΜΑΔΑ 2, *ΣΧΟΛΕΙΑ:4, και 5*		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	***Equal variances assumed***	2,669	,105	-,582	128	,562	-,42622	,73271	-1,87601	1,02357
	Equal variances not assumed			-,599	126,161	,550	-,42622	,71146	-1,83416	,98173

Η υπόθεση της ισότητας των πληθυσμιακών διακυμάνσεων των τελικών βαθμολογιών στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα απορρίπτεται (τεστ του Levene, τιμή του F στατιστικού τεστ = 2,669, p-τιμή=0,105>0,05). ***Η επίδοση των μαθητών δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικώς*** (τιμή t στατιστικό =-0,582, df=128, p-τιμή = 0,562>0,05) στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα, με ***τα πειραματικά να εμφανίζουν σχεδόν την ίδια επίδοση με τα τμήματα ελέγχου.*** ($Μ.Ο._{τμημάτων\ ελέγχου}$=8,60/20 και $Μ.Ο._{πειραματικών\ τμημάτων}$=9,03/20). Άρα, από τον παραμετρικό έλεγχο Independent Samples Test ***προκύπτει ότι τα πειραματικά τμήματα ανταποκρίθηκαν το ίδιο με τα τμήματα ελέγχου.***

Στη συνέχεια, εφαρμόζουμε και τον μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test αν και δεν είναι απαραίτητος για επιβεβαίωση.

Mann-Whitney U Test

Ranks

	ΤΜΗΜΑ	N	Mean Rank	Sum of Ranks
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	55	64,06	3523,50
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	75	66,55	4991,50
	Total	130		

Test Statistics[a]

	ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ
Mann-Whitney U	1983,500
Wilcoxon W	3523,500
Z	-,372
Asymp. Sig. (2-tailed)	,710

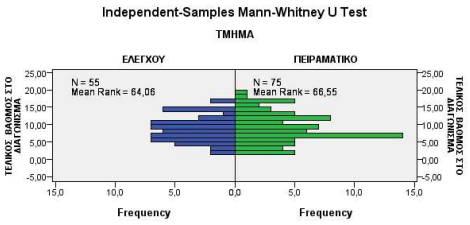
a. Grouping Variable: ΤΜΗΜΑ

Η υπολογισμένη τιμή U για το Mann-Whitney U Test είναι 1983,50, ενώ η τιμή του επιπέδου σημαντικότητας (Sig. (2-tailed), δίπλευρος έλεγχος) είναι p-τιμή=0,710>0,05. Αυτό σημαίνει ότι ***δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδοση των μαθητών ανάλογα με τη σειρά διδασκαλίας που ακολουθήθηκε.***

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The medians of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ are the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Median Test	1,000	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ is the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,710	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.



Total N	130
Mann-Whitney U	2.141,500
Wilcoxon W	4.991,500
Test Statistic	2.141,500
Standard Error	212,202
Standardized Test Statistic	,372
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,710

Ο παρακάτω πίνακας επιβεβαιώνει ότι τα αποτελέσματα γενικεύονται και για τις μέσες τιμές.

Descriptives

	ΤΜΗΜΑ			Statistic	Std. Error
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	Mean		8,6042	,49368
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	7,6144	
			Upper Bound	9,5940	
		5% Trimmed Mean		8,5425	
		Median		8,0700	
		Variance		13,405	
		Std. Deviation		3,66126	
		Minimum		1,30	
		Maximum		16,67	
		Range		15,37	
		Interquartile Range		4,97	
		Skewness		,296	,322
		Kurtosis		-,518	,634
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	Mean		9,0304	,51230
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	8,0096	
			Upper Bound	10,0512	
		5% Trimmed Mean		8,9475	
		Median		8,4300	
		Variance		19,684	
		Std. Deviation		4,43667	
		Minimum		1,33	
		Maximum		18,83	
		Range		17,50	
		Interquartile Range		6,10	
		Skewness		,306	,277
		Kurtosis		-,686	,548

10.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ

Για να δούμε περαιτέρω ποιοί μαθητές ωφελούνται από τη διαφορετική σειρά διδασκαλίας θα ενώσουμε το δείγμα όλων των σχολείων εκτός του σχολείου 3 (362 μαθητές), θα το χωρίσουμε σε τέσσερις ομάδες ανάλογα με την επίδοσή τους στο διαγώνισμα (άριστα το είκοσι) και θα εφαρμόσουμε παραμετρικό έλεγχο t-test και μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test ανάλογα.

Στον παρακάτω πίνακα (βλέπε πίνακα 10.1) φαίνεται ο χωρισμός των μαθητών σε ομάδες, το πλήθος των μαθητών της κάθε ομάδας, ο μέσος όρος της επίδοσης, η τυπική απόκλιση και η τιμή του επιπέδου σημαντικότητας (p-τιμή).

Πίνακας 10.1: Ομάδες μαθητών

Ομάδες	Βαθμός	Mean	N	Std. Deviation	p-τιμή
$1^{η}$ ομάδα μαθητών	0≤X<5	2,58	121	1,35	0,706
$2^{η}$ ομάδα μαθητών	5≤X<8	6,63	107	0,83	0,678
$3^{η}$ ομάδα μαθητών	8≤X<11	9,42	66	0,84	0,164
$4^{η}$ ομάδα μαθητών	χ≥11	13,43	64	1,80	0,605

10.3.1 $1^{η}$ ομάδα μαθητών: 0≤Μ.Ο.<5 σύνολο μαθητών: 121

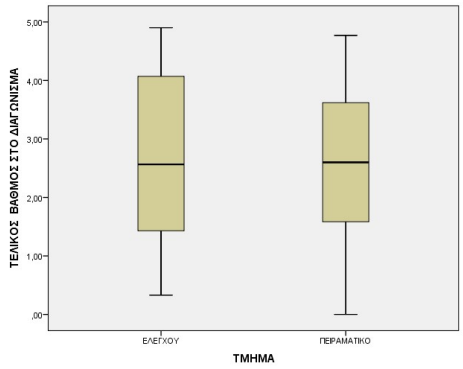
Ο παρακάτω πίνακας μας δίδει τη μέση τιμή, το πλήθος των μαθητών και την τυπική απόκλιση χωριστά για τα τμήματα ελέγχου και τα πειραματικά.

Report

ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

ΤΜΗΜΑ	Mean	N	Std. Deviation
ΕΛΕΓΧΟΥ	2,63	54	1,42
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	2,54	67	1,31
Total	2,58	121	1,35

Από το διάγραμμα θηκογραμμάτων παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν ακραίες τιμές.



Από τον παρακάτω πίνακα κανονικότητας για τις 121 δειγματικές παρατηρήσεις προκύπτει ότι αυτές δεν προέρχονται από κανονική κατανομή (p-τιμή=0,004) για τους μαθητές των τμημάτων ελέγχου και των πειραματικών στο τεστ Shapiro-Wilk. Άρα, θα εφαρμόσουμε παραμετρικό έλεγχο t-test κάνοντας χρήση του Κεντρικού Οριακού Θεωρήματος οπότε τα αποτελέσματα θα είναι προσεγγιστικά και θα εφαρμόσουμε και μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test. Βέβαια, στο τεστ

Kolmogorov-Smirnov οι p-τιμές είναι μεγαλύτερες του 0,05 τόσο για τα τμήματα ελέγχου όσο και για τα πειραματικά τμήματα και οι δειγματικές παρατηρήσεις μας είναι περισσότερες από πενήντα, αλλά το τεστ Shapiro-Wilk είναι ισχυρότερο.

Tests of Normality

	ΤΜΗΜΑ	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	,116	54	,068	,931	54	,004
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	,101	67	,089	,963	67	,042

a. Lilliefors Significance Correction

Independent Samples Test

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	Equal variances assumed	1,187	,278	,378	119	,706	,09383	,24814	-,39751	,58518
	Equal variances not assumed			,375	109,252	,709	,09383	,25035	-,40235	,59001

Η υπόθεση της ισότητας των πληθυσμιακών διακυμάνσεων των τελικών βαθμολογιών στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα δεν απορρίπτεται (τεστ του Levene, τιμή του F στατιστικού τεστ = 1,187, p-τιμή=0,278>0,05). ***Η επίδοση των μαθητών δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικώς*** (τιμή t στατιστικό =0,378, df=119, p-τιμή = 0,706>0,05) στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα, με ***τα πειραματικά να εμφανίζουν σχεδόν την ίδια επίδοση με τα τμήματα ελέγχου.*** ($Μ.Ο._{τμημάτων\ ελέγχου}$=2,63/20 και $Μ.Ο._{πειραματικών\ τμημάτων}$=2,54/20). Άρα, από τον παραμετρικό έλεγχο Independent Samples Test ***προκύπτει ότι τα πειραματικά τμήματα ανταποκρίθηκαν το ίδιο με τα τμήματα ελέγχου.***

Στη συνέχεια εφαρμόζουμε και τον μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test, επειδή το δείγμα δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή στους 121 μαθητές.

Μη παραμετρικά

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The medians of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ are the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Median Test	,951	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ is the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,680	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Από τον παρακάτω πίνακα διαπιστώνουμε ότι τα αποτελέσματα γενικεύονται και στις μέσες τιμές.

Descriptives

	ΤΜΗΜΑ			Statistic	Std. Error
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	Mean		**2,6313**	,19292
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	2,2443	
			Upper Bound	3,0183	
		5% Trimmed Mean		2,6317	
		Median		**2,5650**	
		Variance		2,010	
		Std. Deviation		1,41770	
		Minimum		,33	
		Maximum		4,90	
		Range		4,57	
		Interquartile Range		2,69	
		Skewness		-,006	,325
		Kurtosis		-1,379	,639
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	Mean		**2,5375**	,15955
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	2,2189	
			Upper Bound	2,8560	
		5% Trimmed Mean		2,5564	
		Median		**2,6000**	
		Variance		1,706	
		Std. Deviation		1,30600	
		Minimum		,00	
		Maximum		4,77	
		Range		4,77	
		Interquartile Range		2,10	
		Skewness		-,226	,293
		Kurtosis		-,948	,578

10.3.2 2η ομάδα μαθητών: 5≤Μ.Ο.<8 σύνολο μαθητών: 107

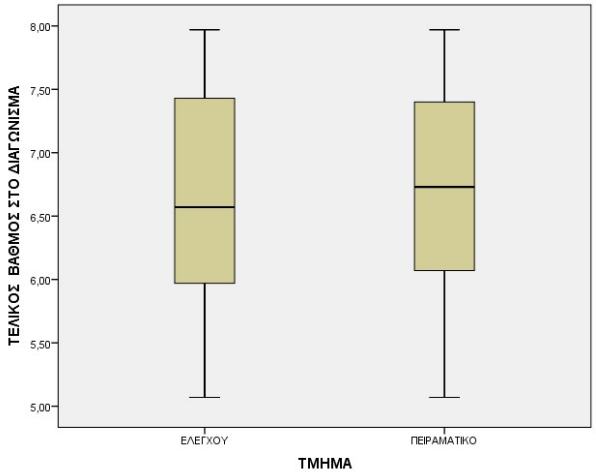
Ο παρακάτω πίνακας μας δίδει τη μέση τιμή, το πλήθος και την τυπική απόκλιση.

Report

ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

ΤΜΗΜΑ	Mean	N	Std. Deviation
ΕΛΕΓΧΟΥ	6,59	49	,88
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	6,66	58	,80
Total	6,63	107	,83

Από το παρακάτω διάγραμμα θηκογραμμάτων παρατηρούμε ότι ακραίες τιμές δεν υπάρχουν.



Από τον παρακάτω πίνακα κανονικότητας προκύπτει ότι οι δειγματικές παρατηρήσεις για τους μαθητές των τμημάτων ελέγχου δεν προέρχονται από κανονική κατανομή (p-τιμή=0,026) στο τεστ Shapiro-Wilk.

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	ΤΜΗΜΑ	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	,126	49	,050	,946	49	,026
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	,092	58	,200*	,960	58	,054

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Άρα, θα εφαρμόσουμε παραμετρικό έλεγχο t-test κάνοντας χρήση του Κεντρικού Οριακού Θεωρήματος οπότε τα αποτελέσματα θα είναι προσεγγιστικά και θα εφαρμόσουμε και μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test.

Independent Samples Test

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	Equal variances assumed	1,001	,319	-,417	105	,678	-,06776	,16253	-,39002	,25450
	Equal variances not assumed			-,414	98,349	,680	-,06776	,16378	-,39276	,25725

Η υπόθεση της ισότητας των πληθυσμιακών διακυμάνσεων των τελικών βαθμολογιών στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα δεν απορρίπτεται (τεστ του Levene, τιμή του F στατιστικού τεστ = 1,001, p-τιμή=0,319>0,05). ***Η επίδοση των μαθητών δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικώς*** (τιμή t στατιστικό =-0,417, df=105, p-τιμή=0,678>0,05) στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα, με ***τα πειραματικά να εμφανίζουν σχεδόν την ίδια επίδοση με τα τμήματα ελέγχου.*** ($M.O._{\text{τμημάτων ελέγχου}}$=6,59/20 και $M.O._{\text{πειραματικών τμημάτων}}$=6,66/20). Άρα, από τον παραμετρικό έλεγχο Independent Samples Test ***προκύπτει ότι τα πειραματικά τμήματα ανταποκρίθηκαν το ίδιο με τα τμήματα ελέγχου.***

Στη συνέχεια εφαρμόζουμε και τον μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test, επειδή το δείγμα δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή στους 107 μαθητές.

Μη παραμετρικά

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The medians of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ are the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Median Test	,765	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ is the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,754	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Από τον παρακάτω πίνακα παρατηρούμε ότι η υπόθεση γενικεύεται και για τις μέσες τιμές. ***Άρα, τα πειραματικά τμήματα ανταποκρίθηκαν το ίδιο με τα τμήματα ελέγχου.***

Descriptives

	ΤΜΗΜΑ		Statistic	Std. Error
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	Mean	**6,5922**	,12545
		95% Confidence Interval for Mean — Lower Bound	6,3400	
		95% Confidence Interval for Mean — Upper Bound	6,8445	
		5% Trimmed Mean	6,6002	
		Median	**6,5700**	
		Variance	,771	
		Std. Deviation	,87815	
		Minimum	5,07	
		Maximum	7,97	
		Range	2,90	
		Interquartile Range	1,53	
		Skewness	-,129	,340
		Kurtosis	-1,202	,668
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	Mean	**6,6600**	,10529
		95% Confidence Interval for Mean — Lower Bound	6,4492	
		95% Confidence Interval for Mean — Upper Bound	6,8708	
		5% Trimmed Mean	6,6748	
		Median	**6,7300**	
		Variance	,643	
		Std. Deviation	,80189	
		Minimum	5,07	
		Maximum	7,97	
		Range	2,90	
		Interquartile Range	1,36	
		Skewness	-,334	,314
		Kurtosis	-,849	,618

10.3.3 3η ομάδα μαθητών: 8≤Μ.Ο.<11 σύνολο μαθητών: 66

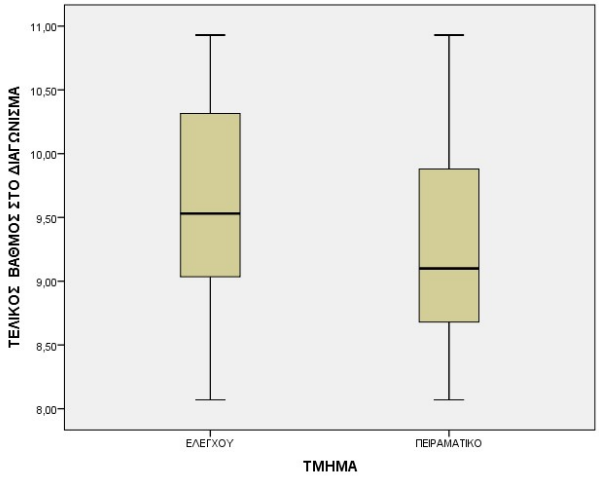
Ο παρακάτω πίνακας μας δίδει τη μέση τιμή, το πλήθος και την τυπική απόκλιση.

Report

ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

ΤΜΗΜΑ	Mean	N	Std. Deviation
ΕΛΕΓΧΟΥ	9,59	27	,87
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	9,30	39	,81
Total	9,42	66	,84

Από το παρακάτω διάγραμμα θηκογραμμάτων παρατηρούμε ότι ακραίες τιμές δεν υπάρχουν.



Από τον παρακάτω πίνακα κανονικότητας προκύπτει ότι οι δειγματικές παρατηρήσεις δεν προέρχονται από κανονική κατανομή (p-τιμή=0,041) για τους μαθητές των πειραματικών τμημάτων στο τεστ Shapiro-Wilk.

Tests of Normality

	ΤΜΗΜΑ	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	,115	27	,200*	,954	27	**,272**
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	,120	39	,168	,941	39	**,041**

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Άρα, θα εφαρμόσουμε παραμετρικό έλεγχο t-test κάνοντας χρήση του Κεντρικού Οριακού Θεωρήματος οπότε τα αποτελέσματα θα είναι προσεγγιστικά και θα εφαρμόσουμε και μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test. Βέβαια, στο τεστ Kolmogorov-Smirnov οι p-τιμές είναι μεγαλύτερες του 0,05 τόσο για τα τμήματα ελέγχου όσο και για τα πειραματικά τμήματα, αλλά οι δειγματικές παρατηρήσεις μας δεν είναι περισσότερες από πενήντα οπότε κοιτάζουμε το τεστ Shapiro-Wilk.

Από τον παρακάτω πίνακα Independent Samples Test προκύπτει ότι η υπόθεση της

Independent Samples Test

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	Equal variances assumed	,163	,688	1,409	64	,164	,29481	,20928	-,12328	,71291
	Equal variances not assumed			1,389	53,295	,170	,29481	,21218	-,13070	,72033

ισότητας των πληθυσμιακών διακυμάνσεων των τελικών βαθμολογιών στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα δεν απορρίπτεται (τεστ του Levene, τιμή του F στατιστικού τεστ = 0,163, p-τιμή=0,688>0,05). ***Η επίδοση των μαθητών δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικώς*** (τιμή t στατιστικό =1,409, df=64, p-τιμή = 0,164>0,05) στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα, με ***τα πειραματικά να εμφανίζουν σχεδόν την ίδια επίδοση με τα τμήματα ελέγχου.*** ($Μ.Ο._{τμημάτων\ ελέγχου}$=9,59/20 και $Μ.Ο._{πειραματικών\ τμημάτων}$=9,30/20). Άρα, από τον παραμετρικό έλεγχο Independent Samples Test ***προκύπτει ότι τα πειραματικά τμήματα ανταποκρίθηκαν το ίδιο με τα τμήματα ελέγχου.***

Στη συνέχεια εφαρμόζουμε και τον μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test, επειδή το δείγμα δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή στους 66 μαθητές.

Μη παραμετρικά

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The medians of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ are the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Median Test	,088	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ is the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,165	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Από τον παρακάτω πίνακα παρατηρούμε ότι η υπόθεση γενικεύεται και για τις μέσες τιμές. ***Άρα, τα πειραματικά τμήματα ανταποκρίθηκαν το ίδιο με τα τμήματα ελέγχου.***

Descriptives

	ΤΜΗΜΑ		Statistic	Std. Error
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	Mean	**9,5915**	,16792
		95% Confidence Interval for Mean — Lower Bound	9,2463	
		95% Confidence Interval for Mean — Upper Bound	9,9367	
		5% Trimmed Mean	9,6031	
		Median	**9,5300**	
		Variance	,761	
		Std. Deviation	,87256	
		Range	2,86	
		Interquartile Range	1,33	
		Skewness	-,227	,448
		Kurtosis	-,978	,872
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	Mean	**9,2967**	,12969
		95% Confidence Interval for Mean — Lower Bound	9,0341	
		95% Confidence Interval for Mean — Upper Bound	9,5592	
		5% Trimmed Mean	9,2760	
		Median	**9,1000**	
		Variance	,656	
		Std. Deviation	,80994	
		Range	2,86	
		Interquartile Range	1,30	
		Skewness	,474	,378
		Kurtosis	-,899	,741

10.3.4 4η ομάδα μαθητών: Μ.Ο.≥11 σύνολο μαθητών: 64

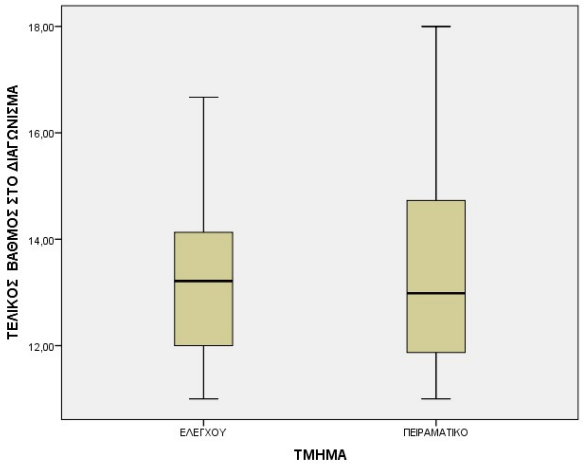
Ο παρακάτω πίνακας μας δίδει τη μέση τιμή, το πλήθος και την τυπική απόκλιση.

Report

ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

ΤΜΗΜΑ	Mean	N	Std. Deviation
ΕΛΕΓΧΟΥ	13,27	22	1,60
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	13,52	42	1,92
Total	13,43	64	1,80

Από το διάγραμμα θηκογραμμάτων παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν ακραίες τιμές.



Από τον παρακάτω πίνακα κανονικότητας προκύπτει ότι οι δειγματικές παρατηρήσεις δεν προέρχονται από κανονική κατανομή (p-τιμή=0,012 για τους μαθητές των πειραματικών τμημάτων στο τεστ Shapiro-Wilk. Άρα, θα εφαρμόσουμε παραμετρικό έλεγχο t-test κάνοντας χρήση του Κεντρικού Οριακού Θεωρήματος οπότε τα αποτελέσματα θα είναι προσεγγιστικά και θα εφαρμόσουμε και μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test.

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	ΤΜΗΜΑ	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	,131	22	,200*	,948	22	**,286**
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	,148	42	,022	,930	42	**,012**

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	Equal variances assumed	1,130	,292	-,519	62	,605	-,24803	,47773	-1,20300	,70694
	Equal variances not assumed			-,549	49,927	,585	-,24803	,45154	-1,15500	,65894

Η υπόθεση της ισότητας των πληθυσμιακών διακυμάνσεων των τελικών βαθμολογιών στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα δεν απορρίπτεται (τεστ του Levene, τιμή του F στατιστικού τεστ = 1,130, p-τιμή=0,292>0,05). ***Η επίδοση των μαθητών δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικώς*** (τιμή t στατιστικό =-0,519, df=62, p-τιμή = 0,605>0,05) στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα, με ***τα πειραματικά να εμφανίζουν σχεδόν την ίδια επίδοση με τα τμήματα ελέγχου.*** ($M.O._{τμημάτων\ ελέγχου}$=13,27/20 και $M.O._{πειραματικών\ τμημάτων}$=13,52/20). Άρα, από τον παραμετρικό έλεγχο Independent Samples Test ***προκύπτει ότι τα πειραματικά τμήματα ανταποκρίθηκαν το ίδιο με τα τμήματα ελέγχου.***

Στη συνέχεια εφαρμόζουμε και τον μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test, επειδή το δείγμα δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή στους 64 μαθητές.

Μη παραμετρικά

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The medians of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ are the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Median Test	,792	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ is the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,772	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Από τον παρακάτω πίνακα παρατηρούμε ότι η υπόθεση γενικεύεται και για τις μέσες τιμές. ***Άρα, τα πειραματικά τμήματα ανταποκρίθηκαν το ίδιο με τα τμήματα ελέγχου.***

Descriptives

	ΤΜΗΜΑ		Statistic	Std. Error
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	Mean	**13,2686**	,34133
		95% Confidence Interval for Mean — Lower Bound	12,5588	
		95% Confidence Interval for Mean — Upper Bound	13,9785	
		5% Trimmed Mean	13,2062	
		Median	**13,2150**	
		Variance	2,563	
		Std. Deviation	1,60098	
		Minimum	11,00	
		Maximum	16,67	
		Range	5,67	
		Interquartile Range	2,27	
		Skewness	,561	,491
		Kurtosis	-,214	,953
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	Mean	**13,5167**	,29560
		95% Confidence Interval for Mean — Lower Bound	12,9197	
		95% Confidence Interval for Mean — Upper Bound	14,1136	
		5% Trimmed Mean	13,4273	
		Median	**12,9850**	
		Variance	3,670	
		Std. Deviation	1,91568	
		Minimum	11,00	
		Maximum	18,00	
		Range	7,00	
		Interquartile Range	2,88	
		Skewness	,699	,365
		Kurtosis	-,453	,717

Άρα, παρατηρούμε ότι η επίδραση της διδασκαλίας δεν έπαιξε σημαντικό ρόλο στην επίδοση των μαθητών.

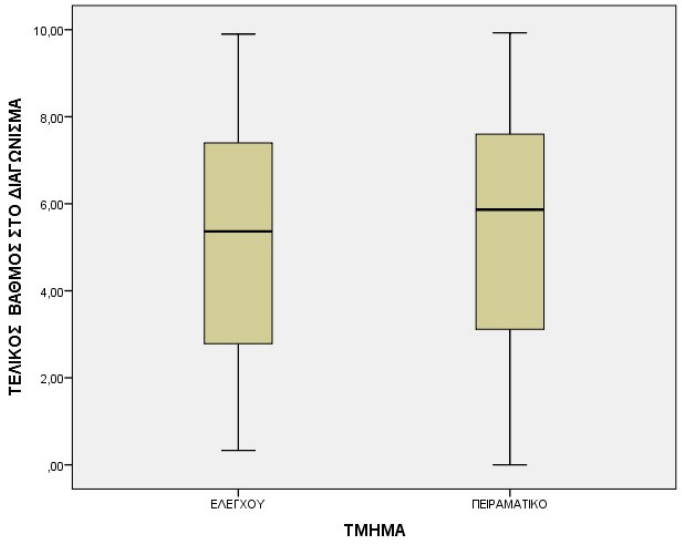
10.3.5 *Μαθητές με επίδοση μικρότερη του δέκα*

Επιπλέον χωρίσαμε το σύνολο των 362 μαθητών σε δύο ομάδες, ανάλογα με το αν η επίδοσή τους ήταν μεγαλύτερη ή ίση με δέκα και μικρότερη του δέκα.

Επίδοση μικρότερη του δέκα

Πίνακας 9.2: Ομάδες μαθητών					
Ομάδες	Βαθμός	Mean	N	Std. Deviation	p-τιμή
$1^{η}$ ομάδα μαθητών	X<10	5,27	276	2,73	0,16
$2^{η}$ ομάδα μαθητών	X≥10	13,03	86	2,27	0,24

Από το παρακάτω διάγραμμα θηκογραμμάτων για τους μαθητές με επίδοση μικρότερη ή ίση του δέκα προκύπτει ότι δεν υπάρχουν ακραίες τιμές.



Από τον παρακάτω πίνακα κανονικότητας προκύπτει ότι οι δειγματικές παρατηρήσεις δεν προέρχονται από κανονική κατανομή, μπορώ όμως να κάνω χρήση του Κεντρικού Οριακού Θεωρήματος και θα εξετάσω και μη παραμετρικά.

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	ΤΜΗΜΑ	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	,074	120	,165	,961	120	,001
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	,096	156	,001	,953	156	,000

a. Lilliefors Significance Correction

Ο παρακάτω πίνακας Group Statistics, μας πληροφορεί για το πλήθος των μαθητών, τη μέση τιμή της επίδοσης, την τυπική απόκλιση και το τυπικό σφάλμα της μέσης τιμής στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά.

Group Statistics

	ΤΜΗΜΑ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	120	5,16	2,68	,24
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	156	5,35	2,78	,22

Από τον παραμετρικό έλεγχο t-test (βλέπε παρακάτω πίνακα), προκύπτει ότι η υπόθεση της ισότητας των πληθυσμιακών διακυμάνσεων των τελικών βαθμολογιών στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα δεν απορρίπτεται (τεστ του Levene, τιμή του F στατιστικού τεστ = 0,804, p-τιμή=0,371>0,05).

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	Equal variances assumed	,804	,371	-,572	274	,568	-,18997	,33189	-,84334	,46340
	Equal variances not assumed			-,575	260,414	,566	-,18997	,33033	-,84043	,46049

Η επίδοση των μαθητών δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικώς (τιμή t στατιστικό =-0,572, df=274, p-τιμή = 0,568>0,05) στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα, με ***τα πειραματικά να εμφανίζουν σχεδόν την ίδια επίδοση με τα τμήματα ελέγχου.*** ($M.O._{\text{τμημάτων ελέγχου}}$=5,16/20 και $M.O._{\text{πειραματικών τμημάτων}}$=5,35/20). Άρα, από τον παραμετρικό έλεγχο Independent Samples Test ***προκύπτει ότι τα πειραματικά τμήματα ανταποκρίθηκαν το ίδιο με τα τμήματα ελέγχου.***

Στη συνέχεια εφαρμόζουμε και τον μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test, επειδή το δείγμα δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή στους 276 μαθητές.

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The medians of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ are the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Median Test	,544	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ is the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,539	Retain the null hypothesis.

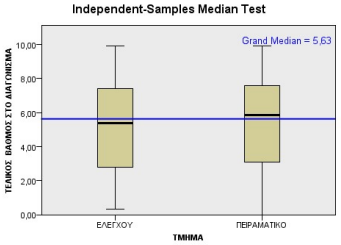
Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Προκύπτει και πάλι ότι τα πειραματικά τμήματα ανταποκρίθηκαν το ίδιο με τα τμήματα ελέγχου και η υπόθεση των διαμέσων γενικεύεται και στις μέσες τιμές όπως προκύπτει από τον παρακάτω πίνακα.

Descriptives

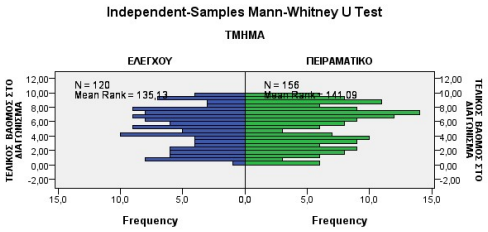
	ΤΜΗΜΑ			Statistic	Std. Error
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	Mean		5,1587	,24443
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	4,6748	
			Upper Bound	5,6427	
		5% Trimmed Mean		5,1647	
		Median		5,3650	
		Variance		7,169	
		Std. Deviation		2,67757	
		Minimum		,33	
		Maximum		9,90	
		Range		9,57	
		Interquartile Range		4,64	
		Skewness		-,137	,221
		Kurtosis		-1,054	,438
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	Mean		5,3487	,22220
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	4,9098	
			Upper Bound	5,7877	
		5% Trimmed Mean		5,3872	
		Median		5,8650	
		Variance		7,702	
		Std. Deviation		2,77532	

	Minimum	,00	
	Maximum	9,93	
	Range	9,93	
	Interquartile Range	4,51	
	Skewness	-,195	,194
	Kurtosis	-1,154	,386



Total N		276
Median		5,630
Test Statistic		,531
Degrees of Freedom		1
Asymptotic Sig. (2-sided test)		,466
Yates's Continuity Correction	Chi-Square	,369
	Degrees of Freedom	1
	Asymptotic Sig. (2-sided test)	,544

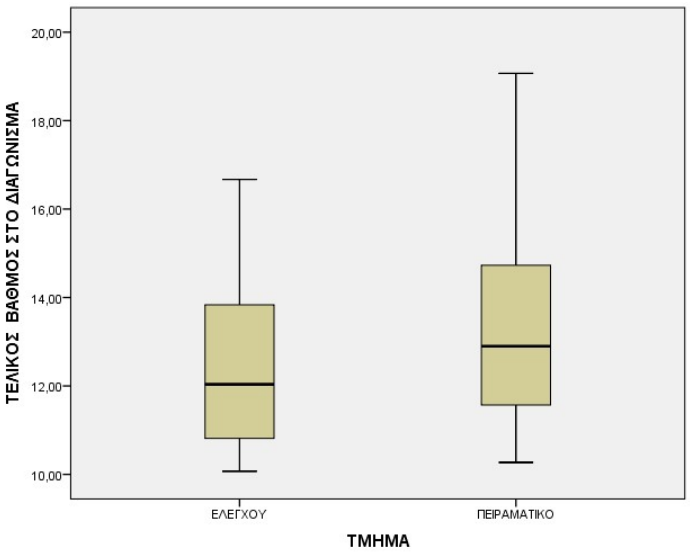
1. Multiple comparisons are not performed because the overall test does not show significant differences across samples.



Total N	276
Mann-Whitney U	9.764,000
Wilcoxon W	22.010,000
Test Statistic	9.764,000
Standard Error	657,338
Standardized Test Statistic	,615
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,539

10.3.6 Μαθητές με επίδοση μεγαλύτερη ή ίση του δέκα

Από το παρακάτω διάγραμμα θηκογραμμάτων για τους μαθητές με επίδοση μεγαλύτερη ή ίση του δέκα προκύπτει ότι δεν υπάρχουν ακραίες τιμές.



Από τον παρακάτω πίνακα κανονικότητας προκύπτει ότι οι δειγματικές παρατηρήσεις δεν προέρχονται από κανονική κατανομή, μπορώ όμως να κάνω χρήση του Κεντρικού Οριακού Θεωρήματος και θα εξετάσω και μη παραμετρικά.

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	ΤΜΗΜΑ	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	,139	32	,122	,922	32	,024
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	,137	54	,012	,926	54	,003

a. Lilliefors Significance Correction

Ο παρακάτω πίνακας Group Statistics, μας πληροφορεί για το πλήθος των μαθητών, τη μέση τιμή της επίδοσης, την τυπική απόκλιση και το τυπικό σφάλμα της μέσης τιμής στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά.

Group Statistics

	ΤΜΗΜΑ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	32	12,40	1,86	,33
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	54	13,42	2,41	,33

Από τον παραμετρικό έλεγχο t-test (βλέπε παρακάτω πίνακα), προκύπτει ότι η υπόθεση της ισότητας των πληθυσμιακών διακυμάνσεων των τελικών βαθμολογιών στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα δεν απορρίπτεται (τεστ του Levene, τιμή του F στατιστικού τεστ = 2,388, p-τιμή=0,126>0,05). Η επίδοση των μαθητών ***διαφέρει στατιστικά σημαντικώς*** (τιμή t στατιστικό =-2,037, df=84, p-τιμή = 0,045<0,05) στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά τμήματα, με ***τα πειραματικά να εμφανίζουν μεγαλύτερη επίδοση από τα τμήματα ελέγχου*** (Μ.Ο.τμημάτων ελέγχου=12,40/20 και Μ.Ο.πειραματικών τμημάτων=13,42/20). Άρα, από τον παραμετρικό έλεγχο Independent Samples Test προκύπτει ότι τα πειραματικά τμήματα ανταποκρίθηκαν καλύτερα από τα τμήματα ελέγχου.

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	Equal variances assumed	2,388	,126	-2,037	84	,045	-1,01100	,49641	-1,99816	-,02383
	Equal variances not assumed			-2,176	78,215	,033	-1,01100	,46465	-1,93600	-,08599

Όμως, η παραμετρική ανάλυση έγινε με χρήση του Κεντρικού Οριακού Θεωρήματος που σημαίνει ότι μιλάμε για προσεγγιστικές τιμές και λαμβάνοντας υπόψη ότι η p-τιμή (0,045) είναι πολύ κοντά στο 0,05, το συμπέρασμα είναι επισφαλές.

Στη συνέχεια εφαρμόζουμε και τον μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U Test, επειδή το δείγμα δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή στους 86 μαθητές.

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The medians of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ are the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Median Test	,265	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ is the same across categories of ΤΜΗΜΑ.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,060	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

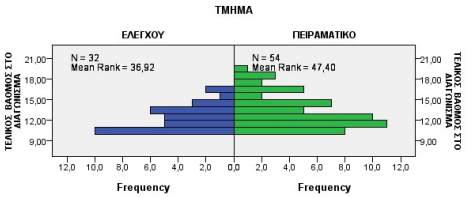
Η p-τιμή που προκύπτει από τον μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney U είναι ίση με p-τιμή=0,060>0,05 και όπως προκύπτει από τον παρακάτω πίνακα τα αποτελέσματα για τη διάμεσο της επίδοσης, γενικεύονται και στις μέσες τιμές**.**

Descriptives

	ΤΜΗΜΑ			Statistic	Std. Error
ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΥ	Mean		12,4044	,32865
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	11,7341	
			Upper Bound	13,0747	
		5% Trimmed Mean		12,2965	
		Median		12,0350	
		Variance		3,456	
		Std. Deviation		1,85911	
		Minimum		10,07	
		Maximum		16,67	
		Range		6,60	
		Interquartile Range		3,04	
		Skewness		,668	,414
		Kurtosis		-,395	,809
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	Mean		13,4154	,32846
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	12,7566	
			Upper Bound	14,0742	
		5% Trimmed Mean		13,2874	
		Median		12,9000	
		Variance		5,826	
		Std. Deviation		2,41369	
		Minimum		10,27	
		Maximum		19,07	
		Range		8,80	
		Interquartile Range		3,30	
		Skewness		,729	,325
		Kurtosis		-,399	,639

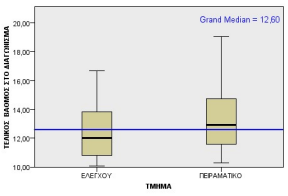
Τα παρακάτω διαγράμματα αναφέρονται στους μαθητές με επίδοση μεγαλύτερη ή ίση με δέκα για τα τμήματα ελέγχου και τα πειραματικά τμήματα.

Independent-Samples Mann-Whitney U Test



Total N	86
Mann-Whitney U	1.074,500
Wilcoxon W	2.559,500
Test Statistic	1.074,500
Standard Error	111,920
Standardized Test Statistic	1,881
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,060

Independent-Samples Median Test



Total N		86
Median		12,600
Test Statistic		1,792
Degrees of Freedom		1
Asymptotic Sig. (2-sided test)		,181
Yates's Continuity Correction	Chi-Square	1,244
	Degrees of Freedom	1
	Asymptotic Sig. (2-sided test)	,265

1. Multiple comparisons are not performed because the overall test does not show significant differences across samples.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΕΡΣΥΝΔΕΣΜΩΝ ΣΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΒΙΒΛΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

11.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα βιβλία είναι τα κύρια εργαλεία διδασκαλίας. Χρησιμοποιούνται ανεξάρτητα από την υλικοτεχνική υποδομή του σχολείου, δίδονται σε όλους τους μαθητές, χρησιμοποιούνται για την μελέτη στο σπίτι τους, όχι μόνο κατά την φοίτησή τους αλλά και ίσως μετά την αποφοίτησή τους και αποτελούν πηγή πληροφοριών για αυτούς.

Η εικονογράφηση και το κείμενο στα βιβλία διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο τόσο στην διδασκαλία όσο και στην κατανόηση των εννοιών από τους μαθητές, καθώς στην επιστήμη της χημείας υπάρχουν πολλές αφηρημένες έννοιες. Ο εξωτερικός κόσμος μπορεί να αναπαρασταθεί στο μυαλό κάποιου είτε λεκτικά είτε εικονικά (Eysenck και Keane 1990), οι εικόνες θεωρούνται μια σύγχρονη μορφή ανθρώπινης επικοινωνίας και η απόκτηση της γνώσης γίνεται πιο φιλική στον εκπαιδευόμενο μέσα από αυτές (Freedberg 1989). Ο τρόπος που διαβάζουμε μια εικόνα εξαρτάται από τα αποθέματα των νοητικών αναπαραστάσεων που είναι αποθηκευμένα στο μυαλό μας (Gombrich 1972, Χαλκιά και Θεοδωρίδης 2002).

Επιπλέον, οι εικόνες χρησιμοποιούνται για να προσελκύσουν την προσοχή των μαθητών. Έρευνες έχουν δείξει ότι ο άνθρωπος διατηρεί μόνο το 10% των όσων διαβάζει, το 20% των όσων ακούει και το 30% των όσων βλέπει (Κόκκοτας 1989), γι' αυτό, όπως αναφέρει και ο Κώτσης (2000), δεν υπάρχει σχολικό εγχειρίδιο αλλά ούτε και πανεπιστημιακό σύγγραμμα που να μην περιλαμβάνει εικόνες σκίτσα ή διαγράμματα, τα οποία σίγουρα δεν είναι για διακοσμητικούς λόγους.

Οι εκπαιδευτικοί, τα σχολικά βιβλία, τα διαδραστικά βιβλία του ψηφιακού σχολείου και το εργαστήριο πρέπει να ωθήσουν τον μαθητή, ώστε να δημιουργήσει

νοητικές εικόνες για τα φαινόμενα αυτά, έτσι ώστε οι εικόνες να δώσουν νόημα στον αόρατο κόσμο της χημείας.

11.2. Η ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ

11.2.1 *Τα τρία επίπεδα της χημείας και η εικονογράφηση*

Στο κεφάλαιο 3 αναφερθήκαμε στα τρία επίπεδα της χημείας, ***το μακροσκοπικό, το συμβολικό και το υπομικροσκοπικό.*** Τα σχολικά βιβλία χρησιμοποιούν εικόνες για να αναπαραστήσουν τα τρία αυτά χημικά επίπεδα. Μελέτες, όμως, έχουν δείξει ότι η κατανόηση του περιεχομένου των εικόνων δεν είναι δυνατή, ειδικά όταν ο μαθητής δεν γνωρίζει τον «κώδικά τους», γι' αυτό οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να αφιερώνουν χρόνο και προσπάθεια, ώστε οι μαθητές τους να κατανοήσουν την «οπτική γλώσσα» και να αντιληφθούν το νόημα των εικόνων, αλλά και τις ασαφείς έννοιες που μπορούν να μεταφέρουν αυτές (Pinto και Ametller, 2002). Οι εικόνες δεν πρέπει μόνο να βοηθούν τους μαθητές να κατανοούν τις διάφορες χημικές έννοιες αλλά και να υποστηρίζουν τους εκπαιδευτικούς στην διδασκαλία τους (Gkitzia et al. 2011).

11.2.2 *Η μοντελοποίηση*

Οι εικόνες αναφέρονται και σε χημικά μοντέλα. Το **επιστημονικό μοντέλο** είναι ένα σημαντικό εργαλείο για τους επιστήμονες, ειδικά για τους χημικούς. Οι επιστήμονες δημιουργούν επιστημονικά μοντέλα για να τα χρησιμοποιήσουμε στις εξηγήσεις μας και για να προβλέψουμε διάφορα φαινόμενα που συμβαίνουν γύρω μας. Πολλές μελέτες υπογραμμίζουν τη σημασία των μοντέλων και τη διαδικασία της μοντελοποίησης, προκειμένου οι μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα τα επιστημονικά φαινόμενα (Harrison και Treagust 1996, 1998, 2000, Schwarz και White, 2005).

Ως επιστημονικό μοντέλο ορίζεται μια περιληπτική αναπαράσταση που απλοποιεί ένα σύστημα (φυσικό σύστημα, φαινόμενο, διαδικασία ή την ερμηνεία μιας θεωρίας) ή συνδέει μια αναπαράσταση του φυσικού κόσμου με μια θεωρία, μέσω της εστίασης στα βασικά χαρακτηριστικά του, για να μπορέσει να εξηγήσει και να προβλέψει επιστημονικά φαινόμενα. Παραδείγματα επιστημονικών μοντέλων είναι το μοντέλο του ατόμου του Bohr ή το σωματιδιακό μοντέλο της ύλης. Η εργασία με επιστημονικά μοντέλα περιλαμβάνει την κατασκευή και τη χρήση μοντέλων, καθώς και την αξιολόγηση και την αναθεώρησή τους.

Η επιστημονική μοντελοποίηση είναι μια πλούσια πρακτική και περιέχει πολλά σημεία, στα οποία οι σχεδιαστές θα μπορούσαν να επιλέξουν να συμπεριλάβουν μαθητές (Schwarz et al., 2009). Η μοντελοποίηση αποτελεί βασικό και αδιαχώριστο μέρος της επιστημονικής δραστηριότητας και πολλά επιστημονικά πεδία έχουν τις δικές τους ιδέες και μεθόδους για διάφορα είδη μοντελοποίησης. Οι μαθητές πρέπει να κατανοήσουν πώς χρησιμοποιούνται τα μοντέλα, το λόγο που αυτά χρησιμοποιούνται, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους, προκειμένου να εκτιμήσουν πώς λειτουργεί η επιστήμη και η δυναμική φύση της γνώσης που η επιστήμη παράγει (Abd-El-Khalick et al., 2004). Είναι, επίσης, σημαντικό οι μαθητές να σχολιάζουν και να αξιολογούν οι ίδιοι τα μοντέλα, γιατί αυτά ενσωματώνουν τις βασικές πτυχές της θεωρίας και τις απεικονίζουν σε μια αναπαράσταση με τη χρήση της οποίας θα μπορούν να προβλέψουν και να εξηγήσουν ένα φαινόμενο.

11.3 Η ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Η χρήση της τεχνολογίας και ειδικά των υπολογιστών μπορεί να συμβάλει στην καλύτερη διδασκαλία και μάθηση. Οι μαθητές σήμερα είναι εξοικειωμένοι με την τηλεόραση, το διαδίκτυο στα κινητά τους τηλέφωνα και τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, προτιμούν τις εικόνες παρά τις λέξεις για την περιγραφή ή την εξήγηση ενός φαινομένου. Η οπτικοποίηση των φαινομένων είναι απαραίτητη στην ανάπτυξη της χημικής κατανόησης (Gkitzia et al. 2011), γιατί η εννοιολογική κατανόηση της χημείας δεν μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσω εικόνων στο μακροσκοπικό επίπεδο (Τσαπαρλής 2009, Gabel 1999).

Ο Cohen (1997) υποστηρίζει ότι η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών είναι απαραίτητη, ενώ οι Βλάχος και Κόκκοτας (2000, σελ. 228) θεωρούν ότι πρέπει να γίνεται με προσοχή, γιατί «η γνώση δεν είναι η μετάδοση μιας παραστατικής εικόνας, αλλά συνίσταται πάντα σε ενεργητικές διαδικασίες που καταλήγουν στο μετασχηματισμό του πραγματικού». Η χρήση των μοντέλων και των προσομοιώσεων καθώς και οι τεχνικές οπτικοποίησης μπορεί να βοηθήσουν τους μαθητές να ξεπεράσουν τις παρανοήσεις τους (Τσαπαρλής, 2009). Οι συγγραφείς, όμως, πρέπει να κάνουν σαφή τη διαφορά μεταξύ μοντέλου και πραγματικότητας, ώστε να μη δημιουργούνται λάθος αντιλήψεις στους μαθητές.

Τα τελευταία χρόνια οι εικόνες καταλαμβάνουν όλο και περισσότερο χώρο στα σχολικά εγχειρίδια, ενώ ταυτόχρονα δημιουργούνται και εκπαιδευτικά λογισμικά. Το εμπλουτισμένο ηλεκτρονικό βιβλίο του μαθητή οπτικοποιεί καταστάσεις που δεν μπορούν να περιγραφούν με λέξεις. Συνδυάζει γραφικά, βίντεο, μουσική, κείμενο, παιχνίδια κατανόησης της διδασκόμενης ύλης, πρόσθετες πληροφορίες από εγκυκλοπαίδειες, έχει κίνηση, χρώμα και ήχο.

Σύμφωνα με τη Harlen (2000), για να αντιληφθούν οι μαθητές τις αφηρημένες έννοιες, πρέπει να *επεξεργάζονται* προσομοιώσεις φυσικών φαινομένων, ενώ οι Orion, Dubowski και Dodick (2000) υποστηρίζουν ότι η χρήση των πολυμέσων στη διδασκαλία προάγει την οικοδόμηση της γνώσης, καθώς οι μαθητές έρχονται σε άμεση επαφή με το ψηφιακό υλικό και μαθαίνουν ενεργητικά και μάλιστα με το δικό τους ρυθμό ανάλογα με τις ικανότητές τους. Οι Tao και Gunstone (1999) θεωρούν ότι η χρήση των πολυμέσων κεντρίζει το ενδιαφέρον τους και νιώθουν ότι είναι υπεύθυνοι για τη μάθησή τους οικοδομώντας τη γνώση τους μέσα από την ενεργό αλληλεπίδρασή τους με τα λογισμικά. Πράγματι, η ενεργητική χρήση του λογισμικού βοηθά στην κατανόηση διαφορετικών ειδών αναπαραστάσεων που μπορεί να συνδέονται με πολλούς και διαφορετικούς τρόπους και βοηθά το μαθητή να οικοδομεί ο ίδιος τη γνώση και να αποκτά μεταγνωστικές ικανότητες – δεξιότητες (Marchionini, 1988).

Η έρευνα για τη μάθηση έχει επικεντρωθεί κυρίως στον συνδυασμό των κειμένων και των εικόνων. Κύριο εύρημα ήταν ότι τις πληροφορίες του κειμένου τις θυμούνται καλύτερα οι μαθητές, όταν το κείμενο παρουσιάζεται με εικόνες από ό,τι όταν δεν υπάρχουν εικόνες (Levie & Lentz, 1982? Levin, Anglin, και Carney, 1987).

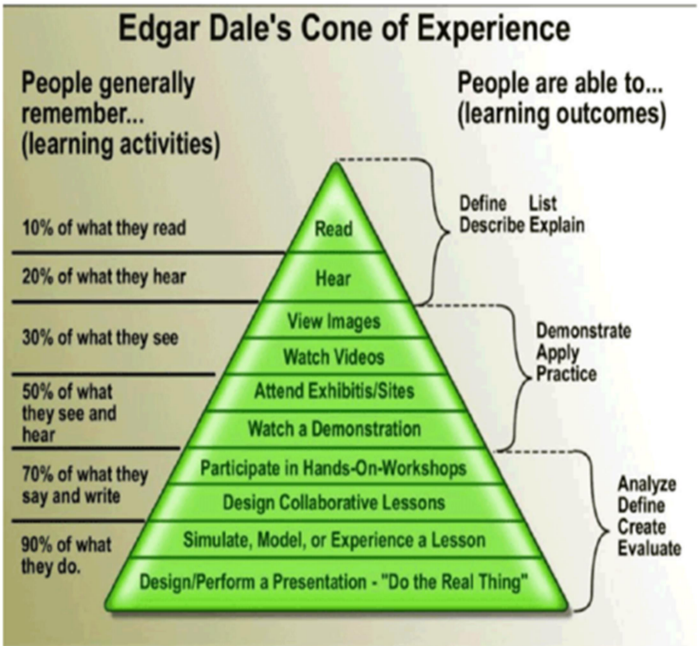
Ο Mayer (1997) και οι συνεργάτες του διαπίστωσαν ότι οι εικόνες υποστηρίζουν την κατανόηση, όταν τα κείμενα και οι εικόνες είναι επεξηγηματικές ή όταν το λεκτικό και το εικονιστικό περιεχόμενο σχετίζονται μεταξύ τους ή όταν λεκτικές και εικονιστικές πληροφορίες παρουσιάζονται στενά στο χώρο ή το χρόνο και όταν τα άτομα έχουν κάποια εκ των προτέρων, ακόμη και χαμηλή, γνώση για το θέμα, αλλά υψηλή γνωστική ικανότητα.

Οι νοητικές εικόνες και τα νοητικά μοντέλα είναι εσωτερικές απεικονίσεις. Ένα νοητικό μοντέλο μπορεί να κατασκευαστεί όχι μόνο από την οπτική αντίληψη αλλά, επίσης, και από ακούσματα ή κιναισθητικά ή από την αφή. Μπορεί να περιέχει λιγότερες πληροφορίες από την αντίστοιχη οπτική εικόνα, επειδή οι άσχετες λεπτομέρειες μπορεί να παραλείπονται. Από την άλλη, ένα νοητικό μοντέλο μπορεί

να περιέχει περισσότερες πληροφορίες από την αντίστοιχη οπτική εικόνα, διότι μπορεί να περιλαμβάνει πληροφορίες από την εκ των προτέρων γνώση, η οποία δεν είναι παρούσα στην οπτική αντίληψη, Schnotz W., Bannert, M. (2003, σελ.143).

Σύμφωνα με τον κώνο εμπειρίας του Dale, οι μαθητές τείνουν να διατηρήσουν τη γνώση, που, ως επί το πλείστον, έχουν αποκτήσει μέσω της πείρας.

Η εργασία με τα χέρια και η εμπειρία δημιουργεί μια αίσθηση της πραγματικότητας στον μαθητή και συμβάλλει σε μια βαθύτερη κατανόηση των εννοιών που έχει διδαχτεί.



Ο κώνος εμπειρίας του Dale, https://en.wikipedia.org/wiki/Edgar_Dale Πρόσβαση στις 23 Δεκ. 2016

Η χρήση των Τ.Π.Ε. στη διδασκαλία υπόσχεται ότι οι μαθητές μπορούν να αποκτήσουν βαθύτερη κατανόηση των εννοιών από καλά σχεδιασμένα διαδραστικά μαθήματα που αποτελούνται από λέξεις και κινούμενες εικόνες, παρά από τους πιο παραδοσιακούς τρόπους διδασκαλίας που πραγματοποιούνται μόνο με λόγια.

Επίσης, *«Οι μαθητές μαθαίνουν πιο βαθιά από καλά σχεδιασμένες παρουσιάσεις πολυμέσων, παρά από την παραδοσιακή λεκτική διδασκαλία, συμπεριλαμβανομένης της βελτιωμένης απόδοσης στα τεστ επίλυσης προβλημάτων»* (Mandl & Levin, 1989, Mayer, 2001, Najjar, 1998, Schnotz & Kulhavy, 1994, Sweller, 1999, Van Merrienboer, 1997).

Τα πολυμέσα επιτρέπουν ευέλικτους συνδυασμούς, όπως γραπτά ή προφορικά κείμενα, στατικές ή κινούμενες εικόνες, ήχο και μουσική (Van Someren, Reimann, Boshuizen, & de Jong, 1998). Λαμβάνοντας υπόψη ότι η διδασκαλία πραγματοποιείται με κατάλληλα γραφικά, που μπορούν να υποστηρίξουν τη μάθηση, το έργο ακατάλληλων γραφικών μπορεί να επηρεάσει τη νοητική κατασκευή μοντέλου, Mayer, (2003).

11.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΕΡΣΥΝΔΕΣΜΩΝ ΣΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΒΙΒΛΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

Τόσο στα εγχειρίδια χημείας β΄ και γ΄ γυμνασίου, που διανέμονται από το Υπουργείο Παιδείας στους μαθητές, όσο και στα ηλεκτρονικά βιβλία χημείας του ψηφιακού σχολείου υπάρχουν ακριβώς οι ίδιες εικόνες. Στα ηλεκτρονικά βιβλία όμως, εκτός των εικόνων υπάρχουν και υπερσύνδεσμοι που, όπως αναφέραμε, οδηγούν σε βίντεο από αναπαραστάσεις διαδικασιών ή πειραμάτων, σε εικονικά διαδραστικά πειράματα, σε διαδραστικά παιχνίδια, σε εικονική περιγραφή συσκευών, σε αναπαραστάσεις ατόμων και μορίων που περιλαμβάνουν κίνηση, σε οπτικοποίηση καταστάσεων, σε πρόσθετες πληροφορίες από εγκυκλοπαίδειες κ.ά.. Ειδικά στις ασκήσεις που περιέχει, στις ερωτήσεις συμπλήρωσης ή αντιστοίχισης μπορεί ο μαθητής να ελέγξει τη σωστή απάντηση έχοντας άμεση ανατροφοδότηση.

Υπερσύνδεσμος (hyperlink) ονομάζεται η σύνδεση μεταξύ κειμένων σε ηλεκτρονικό περιβάλλον. Είναι μια λέξη φράση ή και εικόνα που περιέχει την εντολή (με αριστερό κλικ επάνω της) να μεταφέρει τον χρήστη σε άλλη ιστοσελίδα, από το κείμενο προέλευσης στο κείμενο προορισμού, για να ερευνήσει περαιτέρω ένα θέμα από ποικίλες οπτικές γωνίες και να συγκρίνει πληροφορίες που προέρχονται από διαφορετικές πηγές και φορείς. Δηλαδή, λειτουργεί όπως η αναφορά ή η παραπομπή στο γραπτό κείμενο.

Το εγχειρίδιο χημείας είναι εύκολα προσβάσιμο σε κάθε μαθητή κάθε χρονική στιγμή, ενώ για το ηλεκτρονικό βιβλίο απαιτείται να υπάρχει πρόσβαση στο διαδίκτυο. Έτσι, η ανάλυσή μας πραγματοποιήθηκε χωριστά για τις εικόνες που υπάρχουν στο ηλεκτρονικό βιβλίο του μαθητή της β΄ και γ΄ γυμνασίου και χωριστά για τους υπερσυνδέσμους. Οι εικόνες και το περιεχόμενο στο οποίο οδηγούν οι υπερσύνδεσμοι των εμπλουτισμένων σχολικών βιβλίων χημείας του ψηφιακού σχολείου ταξινομήθηκαν ως προς το μακροσκοπικό, το υπομικροσκοπικό και το συμβολικό επίπεδο, προκειμένου να εξετάσουμε αν επιτελούν τον ρόλο που τους αναλογεί στην κατανόηση των χημικών φαινομένων και επίσης αν η σχετική συμμετοχή τους είναι ικανοποιητική. Στόχος ήταν να ερευνήσουμε σε ποιο εύρος γίνεται έκθεση των μαθητών στα τρία χημικά επίπεδα. Η μελέτη καθοδηγήθηκε από τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

1. *Ποια είναι τα διάφορα είδη των εικόνων και των υπερσυνδέσμων που χρησιμοποιούνται στα εμπλουτισμένα σχολικά βιβλία χημείας της β' και γ΄ τάξης γυμνασίου του ψηφιακού σχολείου;*
2. *Αυξάνεται το σύνολο των υπομικροσκοπικών, συμβολικών και ιδιαίτερα των πολλαπλών αναπαραστάσεων στο εμπλουτισμένο σχολικό βιβλίο χημείας της γ΄ γυμνασίου σε σχέση με το εμπλουτισμένο βιβλίο της β΄ τάξης*;

11.5 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ: ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ

Χρησιμοποιώντας την κωδικοποίηση που αναπτύχθηκε από τις Gkitzia, Salta, & Tzougraki (2011) κάθε σελίδα των εμπλουτισμένων διαδραστικών βιβλίων του «ψηφιακού σχολείου» αναλύθηκε ως προς το είδος των εικόνων και των υπερσυνδέσμων που περιέχει. Ειδικότερα, οι εικόνες και οι υπερσύνδεσμοι των διαδραστικών βιβλίων κωδικοποιήθηκαν με τους όρους:

- *μακροσκοπικές αναπαραστάσεις*
- *συμβολικές αναπαραστάσεις*
- *υπομικροσκοπικές αναπαραστάσεις*
- *πολλαπλές αναπαραστάσεις*
- *υβριδικές αναπαραστάσεις*
- *μεικτές αναπαραστάσεις (Gkitzia et al.)*

Μακροσκοπική αναπαράσταση: Χρησιμοποιεί εικόνες (φωτογραφίες ή σχέδια) ή βίντεο, για να απεικονίσει φαινόμενα από την καθημερινή ζωή ή το εργαστήριο, σύμφωνα με την οπτική αίσθηση του ανθρώπου, για να καταλάβουν οι μαθητές ποιο είναι το υπό μελέτη φαινόμενο.

Συμβολική αναπαράσταση: Χρησιμοποιεί χημικά σύμβολα, γράμματα, αριθμούς, σύμβολα ή σημάδια που απεικονίζουν τρισδιάστατα σωματίδια σε δύο διαστάσεις και χρησιμοποιούνται, για να αντιπροσωπεύσουν άτομα, μόρια, ιόντα, ουσίες και χημικά φαινόμενα (Wu and Shah, 2004), γραφικές παραστάσεις, αλγεβρικές παραστάσεις, αλγεβρικές εξισώσεις, δομές Lewis, κ.λπ., έτσι ώστε οι μαθητές να κατανοήσουν το συμβολισμό του φαινομένου ή της έννοιας.

Υπομικροσκοπική αναπαράσταση: Χρησιμοποιεί εικόνες (φωτογραφίες ή σχέδια) ή βίντεο, κινούμενα σχέδια, μοριακά μοντέλα, για να απεικονίσει φαινόμενα από την καθημερινή ζωή ή το εργαστήριο και για να αναπαραστήσει τη δομή ή και την κίνηση του μικρόκοσμου. Σκοπό έχει να αναπτύξει την ικανότητα των μαθητών να διεισδύουν στο μικρόκοσμο με τα μάτια του μυαλού τους και να ερμηνεύουν τα φαινόμενα. Επίσης, να μπορούν να μετατρέπουν ένα μακροσκοπικό φαινόμενο σε υπομικροσκοπικό. Η νοητική οπτικοποίηση

του μικρόκοσμου, δηλαδή η οπτικοποίηση της σωματιδιακής φύσης της ύλης είναι η βάση για την ερμηνεία και την κατανόηση των χημικών φαινομένων. Οι χρωματιστές σφαίρες και τα ελατήρια ή stick είναι τα εργαλεία-δομές που χρησιμοποιούμε στο εργαστήριο για την αναπαράσταση ψηλαφητών μοριακών μοντέλων. Η υπομικροσκοπική αναπαράσταση είναι το κατεξοχήν είδος χημικής αναπαράστασης που απεικονίζει τη σωματιδιακή δομή της ύλης.

Πολλαπλή αναπαράσταση: Απεικονίζει το χημικό φαινόμενο ταυτόχρονα σε 2 ή 3 χημικά επίπεδα με τον συνδυασμό 2 ή 3 αναπαραστάσεων. Αφού έχουμε τρία χημικά επίπεδα, όλα αυτά τα επίπεδα θα πρέπει να παρουσιάζονται μαζί για την καλύτερη περιγραφή του φαινομένου και την καλύτερη διευκρίνηση του νοήματός του.

Υβριδική αναπαράσταση: Απεικονίζει το χημικό φαινόμενο συνδυάζοντας τα χαρακτηριστικά από 2 ή 3 επίπεδα της χημείας σχηματίζοντας μία αναπαράσταση.

Μεικτή αναπαράσταση: Απεικονίζει το χημικό φαινόμενο συνδυάζοντας το μακροσκοπικό ή το υπομικροσκοπικό ή το συμβολικό επίπεδο ή δύο από αυτά ή και τα τρία, ταυτόχρονα με μία αναλογία–αντιστοιχία.

11.6 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ

Η κωδικοποίηση που αναπτύχθηκε από τις Gkitzia, Salta, & Tzougraki (2011) βασίζεται σε πέντε κριτήρια που καλύπτουν τα βασικά στοιχεία που απαιτούνται για μια καλύτερη χρησιμοποίηση των χημικών αναπαραστάσεων στην κατανόηση της Χημείας.

- Το 1^{ο} κριτήριο αναφέρεται στον τύπο της αναπαράστασης (μακροσκοπική, συμβολική, υπομικροσκοπική, υβριδική, πολλαπλή και μεικτή).
- Το 2^{ο} κριτήριο αναφέρεται στην ερμηνεία των χαρακτηριστικών των αναπαραστάσεων. Δηλαδή αν η αναπαράσταση είναι σαφής, σιωπηρή ή υπονοούμενη, ασαφής.
- Το 3^{ο} κριτήριο αναφέρεται στο πόσο σχετικές και συνδεδεμένες είναι οι αναπαραστάσεις με το κείμενο (Σχετίζονται πλήρως και συνδέονται, σχετίζονται πλήρως αλλά δε συνδέονται, σχετίζονται εν μέρει και συνδέονται, σχετίζονται εν μέρει και δε συνδέονται, άσχετες).
- Το 4^{ο} κριτήριο αναφέρεται στην ύπαρξη ή όχι λεζάντας και τις ιδιότητές της. Ύπαρξη κατάλληλης λεζάντας (σαφής, σύντομη, περιεκτική, παρέχει αυτονομία), ύπαρξη προβληματικής λεζάντας, δεν υπάρχει λεζάντα.
- Το 5^{ο} κριτήριο αναφέρεται στο βαθμό συσχέτισης μεταξύ των υπο-εικόνων μιας πολλαπλής αναπαράστασης. Δηλαδή αν οι υπο-εικόνες είναι επαρκώς συνδεδεμένες, ανεπαρκώς συνδεδεμένες ή ασύνδετες.

Η κωδικοποίηση και ανάλυση των εικόνων μπορεί να γίνει και με διαφορετικούς τρόπους. Προηγούμενες έρευνες έχουν μελετήσει τα μοντέλα των χημικών αναπαραστάσεων που περιλαμβάνονται στα σχολικά εγχειρίδια και τα έχουν εξετάσει από διαφορετικές οπτικές γωνίες, ανάλογα με το σκοπό της κάθε μελέτης κατατάσσοντάς τα σε διαφορετικά κριτήρια. Για παράδειγμα, οι Han και Roth (2006) μελέτησαν τη σημειολογία (semiotic framework), ο Harrison (2001) μελέτησε την τυπολογία των αναλογικών μοντέλων (typology of analogical models), και οι Furio et al. (2005) μελέτησαν αναπαραστάσεις για συγκεκριμένα θέματα, όπως οι αντιδράσεις οξέος-βάσης. Άλλη κωδικοποίηση μπορεί να αναφέρεται στη λογική συνέπεια (σχέση της εικόνας με το κείμενο, ύπαρξη λεζάντας), τη νοητική οργάνωση (λάθος ιδέες, ανθρωπομορφικά στοιχεία, οπτικές ασάφειες), την ιδεοντολογική ορθότητα (σεξιστικά στερεότυπα, κοινωνικά στερεότυπα), την εικαστική επάρκεια (καλή, κακή), την κατάλληλη θέση και μέγεθος (ευδιάκριτη, δυσδιάκριτη, πολύ μικρή, πολύ μεγάλη), σε πλεονάζουσα εικόνα (κοινότυπες, επαναλαμβανόμενες, μη λειτουργικές).

Σύμφωνα με την επισκόπηση της βιβλιογραφίας, ένας σημαντικός παράγοντας που συμβάλλει στην εννοιολογική κατανόηση των χημικών αναπαραστάσεων είναι η διδασκαλία της χημείας να πραγματοποιείται στα τρία χημικά επίπεδα (Bodner, (1986), Paivio, (1986), Wegner και Montana, (1993), Russell και Kozma, (1994), Barnea και Dori, (1996), Russell et al., (1997), Ainsworth, (1999), Sanger και Greenbowe, (2000), Treagust et al., (2003), Ardac και Akaygun, (2004), Ardac και Akaygun, (2005), Kozma και Russell, (2005), Chittleborough και Treagust, (2008), Tsaparlis, (2009)). Επίσης, οι Levin και Mayer (1993) υποστήριξαν ότι, αφού η χημεία έχει τρεις πτυχές (μακροσκοπική, υπομικροσκοπική και συμβολική), αυτές θα πρέπει να παρουσιάζονται μαζί, για να μπορεί να περιγραφεί καλύτερα το φαινόμενο αλλά και να διευκρινιστεί η έννοιά του.

Βασιζόμενοι στα ανωτέρω, η παρούσα έρευνα εστιάζεται στο πρώτο κριτήριο κωδικοποίησης των Gkitzia et al. (2011), δηλαδή αυτό που αφορά το είδος (τύπο) της αναπαράστασης και στόχο έχει να μελετήσει σε ποιο εύρος γίνεται έκθεση των μαθητών στα τρία χημικά επίπεδα και αν αυξάνεται το σύνολο των υπομικροσκοπικών, συμβολικών και ιδιαίτερα των πολλαπλών αναπαραστάσεων στο εμπλουτισμένο διαδραστικό βιβλίο χημείας της γ΄ τάξης γυμνασίου σε σχέση με το αντίστοιχο της β΄τάξης;

Οι εικόνες και οι υπερσύνδεσμοι των σχολικών βιβλίων χημειάς β΄ και γ΄ γυμνασίου ταξινομήθηκαν από δύο έμπειρους εκπαιδευτικούς, την ερευνήτρια και μία

άλλη καθηγήτρια φυσικό, οι οποίες εργάστηκαν για τον σκοπό αυτό ανεξάρτητα η μία από την άλλη. Το αρχικό ποσοστό συμφωνίας μεταξύ τους ήταν 98%. Στη συνέχεια, αφού εντοπίστηκαν οι αναπαραστάσεις στις οποίες υπήρχε διαφωνία, συζητήθηκαν οι απόψεις τους, ώστε να καταλήξουν σε απόλυτη συμφωνία.



11.7 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΒΙΒΛΙΑ ΧΗΜΕΙΑΣ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

11.7.1 *Παραδείγματα μακροσκοπικών αναπαραστάσεων*



Σχήμα 11.1:Φαινόμενο βρασμού



Σχήμα 11.2:Ρύπανση της θάλασσας



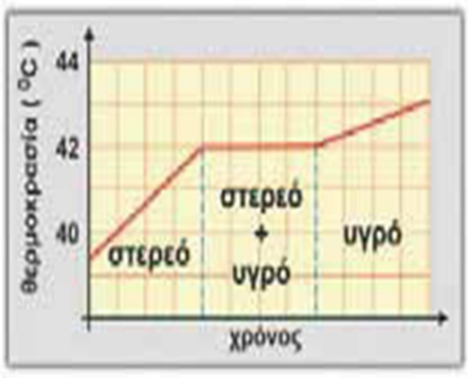
Σχήμα 11.3: Φωτογραφία

Το σχήμα 11.1 αναφέρεται στο φαινόμενο του βρασμού, φαινόμενο από το εργαστήριο. Βρίσκεται στη σελίδα 16 του βιβλίου χημείας της β΄ τάξης γυμνασίου. Ενότητα: «Εισαγωγή στη Χημεία», υποενότητα: «Καταστάσεις υλικών».

Το σχήμα 11.2 αναφέρεται στο φαινόμενο της ρύπανσης της θάλασσας, φαινόμενο από την καθημερινή ζωή. Βρίσκεται στη σελίδα 41 του βιβλίου χημείας της β΄ τάξης γυμνασίου. Ενότητα: «Από το νερό στο άτομο», υποενότητα: «Ρύπανση του νερού».

Το σχήμα 11.3 είναι μια φωτογραφία (Marie Curie). Βρίσκεται στη σελίδα 62 του βιβλίου χημείας της β΄ τάξης γυμνασίου. Ενότητα: «Από το νερό στο άτομο», υποενότητα: «Υποατομικά σωματίδια – ιόντα».

11.7.2 *Παραδείγματα συμβολικών αναπαραστάσεων*



Σχήμα 11.4: Γραφική παράσταση της μεταβολής της θερμοκρασίας μιας ουσίας σε συνάρτηση με τον χρόνο.

Το σχήμα 11.4 είναι μια γραφική παράσταση και αναφέρεται στη μεταβολή της θερμοκρασίας μιας ουσίας σε συνάρτηση με τον χρόνο. Περιέχει αριθμούς, σύμβολα και γράμματα. Βρίσκεται στη σελίδα 52 του βιβλίου χημείας της β΄ τάξης γυμνασίου. Ενότητα:

«Από το νερό στο άτομο», υποενότητα: «Διάσπαση του νερού – Χημικές ενώσεις και χημικά στοιχεία», παράγραφος: «Φυσικές σταθερές των χημικών ουσιών». Αποτελεί εφαρμογή της εργαστηριακής άσκησης «Σημείο βρασμού καθαρού νερού και υδατικών διαλυμάτων», από το «Παράθυρο στο εργαστήριο». Δίδονται τα σημεία τήξεως διαφόρων ουσιών και ζητείται να βρεθεί η ουσία στην οποία αναφέρεται το διάγραμμα. Ο όρος «ουσία» χρησιμοποιείται στο βιβλίο για να δηλώσει τόσο τα χημικά στοιχεία όσο και τις χημικές ενώσεις. Ειδικότερα, τα χημικά στοιχεία δηλώνονται ως απλές ουσίες ή μη διασπώμενες σε άλλες απλούστερες και οι χημικές ενώσεις ως σύνθετες ουσίες οι οποίες διασπώνται σε άλλες απλούστερες. Ο όρος «υλικό» χρησιμοποιείται για τις απλές ουσίες, τις σύνθετες ουσίες και τα μείγματα ουσιών.

Το σύμβολο του ατόμου του υδρογόνου: **H**

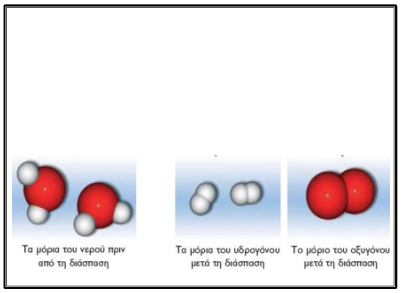
Το σύμβολο ενός στοιχείου υποδηλώνει τόσο το στοιχείο αυτό όσο και ένα άτομο του στοιχείου αυτού.

Το σύμβολο του μορίου του οξυγόνου: $\mathbf{O_2}$

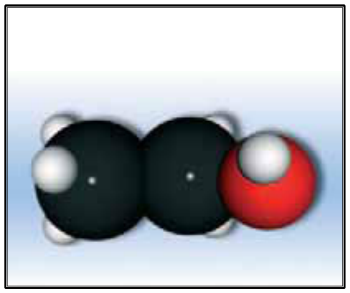
Εξίσωση: $\mathbf{PV = nRT}$

Χημικό φαινόμενο: $\mathbf{H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}}$

11.7.3 *Παραδείγματα υπομικροσκοπικών αναπαραστάσεων*



Σχήμα 11.5: Προσομοίωση της διάσπασης του νερού.



Σχήμα 11.6: Το προσομοίωμα ενός μορίου της αιθανόλης.



Σχήμα 11.7: Το προσομοίωμα του ατόμου του λιθίου.

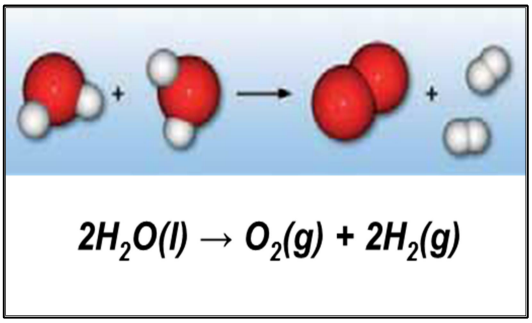
Το σχήμα 11.5 αναπαριστά υπομικροσκοπικά τη διάσπαση του νερού. Με τις κόκκινες σφαίρες αναπαριστώνται τα άτομα του οξυγόνου και με τις άσπρες τα άτομα του υδρογόνου. Βρίσκεται στη σελίδα 60 του βιβλίου χημείας της β΄ τάξης γυμνασίου. Ενότητα: «Από το νερό στο άτομο», υποενότητα: «Άτομα και μόρια».

Το σχήμα 11.6 αναπαριστά το προσομοίωμα ενός μορίου της αιθανόλης (οινόπνευμα). Με τις μαύρες σφαίρες αναπαριστώνται τα άτομα του άνθρακα, με την κόκκινη το άτομο του οξυγόνου και με τις άσπρες τα άτομα του υδρογόνου. Βρίσκεται στη σελίδα 61 του βιβλίου

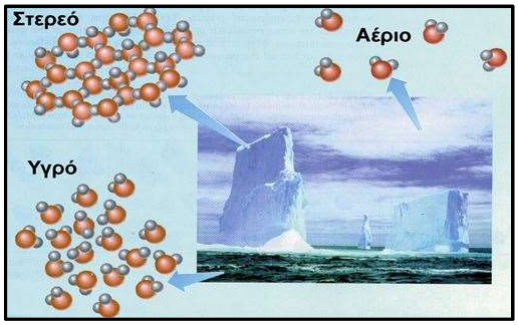
χημείας της β΄ τάξης γυμνασίου. Ενότητα: «Από το νερό στο άτομο», υποενότητα: «Άτομα και μόρια», στο στάση για εμπέδωση.

Το σχήμα 11.7 αναπαριστά το προσομοίωμα του ατόμου του λιθίου. Με τις μαύρες σφαίρες αναπαριστώνται τα νετρόνια, με τις κόκκινες τα πρωτόνια και με τις γαλάζιες που φαίνεται να κινούνται τα ηλεκτρόνια. Στο βιβλίο, όμως, δεν αναφέρεται η αντιστοιχία χρώματος σφαιρών με τα υποατομικά σωματίδια. Βρίσκεται στη σελίδα 64 του βιβλίου χημείας της β΄ τάξης γυμνασίου. Ενότητα: «Από το νερό στο άτομο», υποενότητα: «Υποατομικά σωματίδια - ιόντα».

11.7.4 *Παραδείγματα πολλαπλών αναπαραστάσεων*



Σχήμα 11.8: Η διάσπαση του νερού σε οξυγόνο και υδρογόνο. Με τις κόκκινες σφαίρες αναπαριστώνται τα άτομα του οξυγόνου και με τις άσπρες τα άτομα του υδρογόνου.



Σχήμα 11.9: Το νερό απαντάται συχνά και στις τρεις φυσικές καταστάσεις του: την αέρια (υδρατμοί π.χ. στα σύννεφα) την υγρή (π.χ θάλασσα) και την στερεή (π.χ. πάγος).

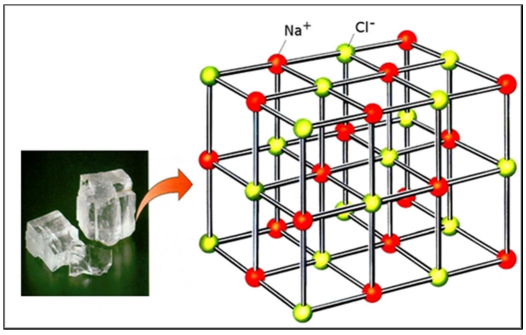
Το σχήμα 11.8 είναι πολλαπλή αναπαράσταση της διάσπασης του νερού. Αποτελείται από δύο ξεχωριστές αναπαραστάσεις μια ***υπομικροσκοπική και*** μια ***συμβολική***. Η υπομικροσκοπική αναπαριστά τη χημική αντίδραση με προσομοιώματα (τα μόρια του νερού (αντιδρώντα) και τα μόρια του οξυγόνου και του υδρογόνου (προϊόντα)). Η συμβολική αναπαριστά την ίδια αντίδραση με μοριακούς τύπους, η αντίδραση είναι ισοσταθμισμένη και έχει σημειωθεί η φυσική κατάσταση των ουσιών. Βρίσκεται στη σελίδα 70 του βιβλίου χημείας της β΄ τάξης γυμνασίου. Ενότητα: «Από το νερό στο άτομο», υποενότητα: «Χημική εξίσωση».

Το σχήμα 11.9 είναι πολλαπλή αναπαράσταση των τριών φυσικών καταστάσεων του νερού, η οποία αποτελείται από δύο ξεχωριστές αναπαραστάσεις μια ***μακροσκοπική και*** μια ***υπομικροσκοπική***. Η μακροσκοπική είναι η φωτογραφία που απεικονίζει σύννεφα, παγόβουνα και θαλασσινό νερό και η υπομικροσκοπική αναπαριστά με προσομοιώματα τις τρεις φυσικές καταστάσεις του νερού δείχνοντάς τες με βελάκια, όπου γίνεται σαφής διαχωρισμός της αέριας, της στερεάς και της υγρής κατάστασής του. Η εικόνα είναι από

βιβλίο χημείας της Α΄ τάξης λυκείου του Λιοδάκη κ.ά. (2005), σελίδα 15, του 1ου κεφαλαίου: «Βασικές έννοιες» της παραγράφου 1.4: «Καταστάσεις της ύλης».



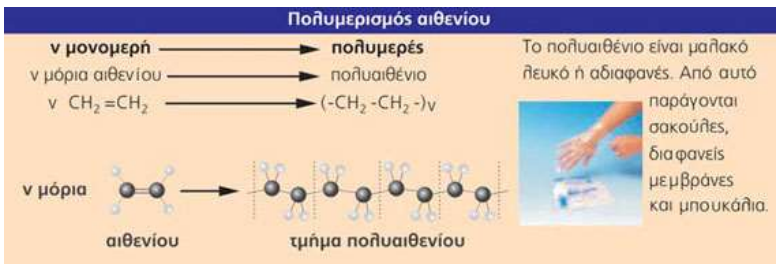
Σχήμα 11.10: Ηλεκτρολυτική διάσπαση του νερού



Σχήμα 11.11: Ο κρύσταλλος του NaCl συγκροτείται από ιόντα Na^+ και Cl^-.

Το σχήμα 11.10 είναι μια πολλαπλή αναπαράσταση της διάσπασης του νερού, η οποία αποτελείται από δύο ξεχωριστές αναπαραστάσεις μια ***μακροσκοπική και*** μια ***συμβολική***. Η μακροσκοπική είναι η φωτογραφία μέρους της συσκευής ηλεκτρόλυσης (Hofmann) και η συμβολική είναι τα σύμβολα του μορίου του υδρογόνου H_2 και του μορίου του οξυγόνου O_2, οι όγκοι 12ml του υδρογόνου και 6ml του οξυγόνου, που έχουν παραχθεί σε κάποια στιγμή κατά την διάσπαση του νερού. Η εικόνα βρίσκεται στη σελίδα 70 του βιβλίου χημείας της β΄ τάξης γυμνασίου. Ενότητα: «Από το νερό στο άτομο», υποενότητα: «Διάσπαση του νερού - Χημικές ενώσεις και χημικά στοιχεία».

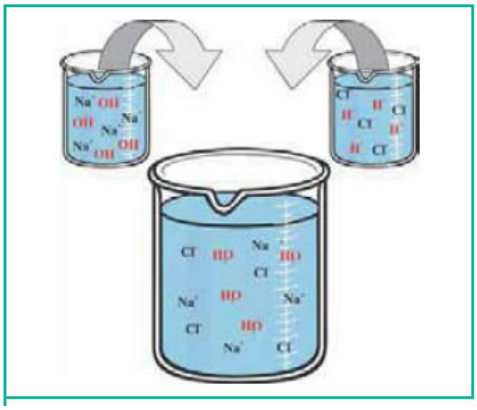
Το Σχήμα 11.11 δείχνει μια πολλαπλή αναπαράσταση του κρυστάλλου του αλατιού, η οποία αποτελείται από τρεις ξεχωριστές αναπαραστάσεις, μια ***μακροσκοπική***, μια ***υπομικροσκοπική*** και μια ***συμβολική***. Η μακροσκοπική είναι η φωτογραφία του κρυστάλλου του αλατιού, η υπομικροσκοπική είναι το μοντέλο του πλέγματος του κρυστάλλου, που αποτελείται από τις κόκκινες και τις κιτρινοπράσινες σφαίρες και η συμβολική που αποτελείται από τα σύμβολα των ιόντων του, Na^+ (ιόν νατρίου) και Cl^- (ιόν χλωρίου), τα οποία αναφέρονται στην λεζάντα, και τα ραβδάκια που αντιπροσωπεύουν τους δεσμούς. Η εικόνα είναι από βιβλίο χημείας της Α΄ τάξης λυκείου του Λιοδάκη κ.ά. (2005) σελίδα 12, του 1ου κεφαλαίου: «Βασικές έννοιες» της παραγράφου 1.3: «Δομικά σωματίδια της ύλης - Δομή ατόμου - Ατομικός αριθμός - Μαζικός αριθμός - Ισότοπα».



Σχήμα 11.12: Πολυμερισμός αιθενίου

Το Σχήμα 11.12 δείχνει μια πολλαπλή αναπαράσταση του πολυμερισμού του αιθενίου σε πολυαιθένιο. Αποτελείται από τρεις ξεχωριστές αναπαραστάσεις, μια ***μακροσκοπική***, μια ***υπομικροσκοπική*** και μια ***συμβολική*** που περιέχει και λεκτικές εξηγήσεις. Η μακροσκοπική είναι η φωτογραφία του πολυαιθενίου, η υπομικροσκοπική είναι το μοντέλο του μορίου του αιθενίου και το μοντέλο τμήματος πολυαιθενίου και η συμβολική είναι οι μοριακοί τύποι του αιθενίου και του πολυαιθενίου και το σύμβολο ν που αναφέρεται στο πλήθος των μορίων του αιθενίου και ως δείκτης στο μοριακό τύπο του πολυαιθενίου. Η εικόνα βρίσκεται στη σελίδα 92 του βιβλίου χημείας της γ΄ τάξης γυμνασίου και αναφέρεται στον πολυμερισμό του αιθενίου. Ενότητα: «Η Χημεία του άνθρακα», υποενότητα: «Πετρέλαιο - Φυσικό αέριο - Πετροχημικά» παράγραφος: 2.7 Πολυμερισμός.

11.7.5 *Παραδείγματα υβριδικών αναπαραστάσεων:*

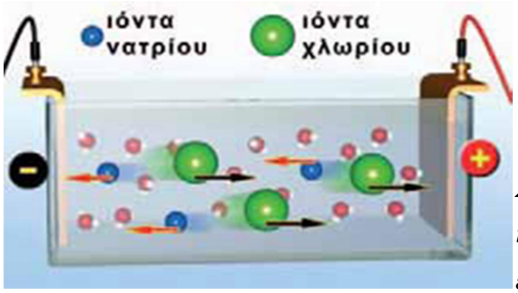


Σχήμα 11.13: Κατά την ανάμειξη διαλύματος NaOH με διάλυμα HCl τα H^+ και τα OH^- εξουδετερώνονται.

Το Σχήμα 11.13 είναι μια υβριδική αναπαράσταση στην οποία συνυπάρχουν ***μακροσκοπικά και συμβολικά χαρακτηριστικά***. Τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά είναι η εικόνα των κυλίνδρων με το περιεχόμενό τους και τα συμβολικά χαρακτηριστικά είναι τα σύμβολα των ιόντων Na^+ (ιόν νατρίου) και OH^- (υδροξειδίου) του διαλύματος του NaOH, τα σύμβολα των ιόντων H^+ (ιόν υδρογόνου) και Cl^- (ιόν χλωρίου) του διαλύματος HCl και ο μοριακός τύπος του νερού H_2O. Η εικόνα βρίσκεται στο βιβλίο χημείας της γ΄ τάξης γυμνασίου, σελίδα 27. Ενότητα: «Οξέα - Βάσεις - Άλατα», υποενότητα: «Εξουδετέρωση» και αναφέρεται στην εξουδετέρωση διαλύματος NaOH από διάλυμα HCl. «*Όταν αναμειγνύουμε ένα διάλυμα οξέος με ένα διάλυμα βάσης, τα ιόντα H^+ και τα ιόντα OH^- συνδέονται μεταξύ τους σχηματίζοντας μόρια νερού:*

$$H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$$

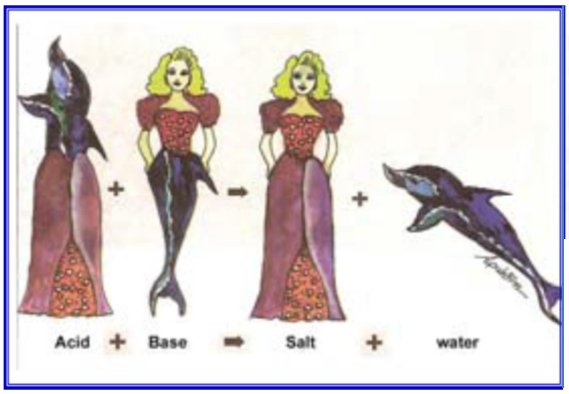
Η αντίδραση αυτή ονομάζεται εξουδετέρωση, ακριβώς διότι «εξουδετερώνονται», «εξαφανίζονται», τόσο οι ιδιότητες του οξέος όσο και αυτές της βάσης».



Σχήμα 11.14: Προσομοίωση της κίνησης των ιόντων σε διάλυμα του χλωριούχου νατρίου με την επίδραση ηλεκτρικού πεδίου

Το Σχήμα 11.14 είναι μια υβριδική αναπαράσταση στην οποία συνυπάρχουν ***μακροσκοπικά, συμβολικά και υπομικροσκοπικά χαρακτηριστικά***. Τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά είναι η εικόνα του δοχείου με το περιεχόμενό του και τα ηλεκτρόδια, τα συμβολικά είναι τα σύμβολα + και - που δηλώνουν το θετικό και το αρνητικό ηλεκτρόδιο, τα βελάκια που δηλώνουν την κίνηση των ιόντων και οι χημικές λέξεις που χαρακτηρίζουν τα προσομοιώματα των ιόντων. Τα υπομικροσκοπικά χαρακτηριστικά είναι τα προσομοιώματα του νερού, του ιόντος του νατρίου και του χλωρίου που υπάρχουν στο διάλυμα. Η εικόνα βρίσκεται στη σελίδα 64 του βιβλίου χημείας της β΄ τάξης γυμνασίου. Ενότητα: «Από το νερό στο άτομο», υποενότητα: «Υποατομικά σωματίδια – ιόντα».

11.7.6 *Παράδειγμα μεικτής αναπαράστασης:*



Σχήμα 11.15: Εξουδετέρωση

Το Σχήμα 11.15 είναι μια μεικτή αναπαράσταση. Απεικονίζει το χημικό φαινόμενο της εξουδετέρωσης συνδυάζοντας μια ***συμβολική αναπαράσταση με χημικές λέξεις με μια αναλογία***. Η εικόνα είναι από την εργασία των Gkitzia et al, 2011, σελίδα 9.

11.8 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ Ι: Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΚΡΙΤΗΡΙΟΥ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ ΓΙΑ ΤΗ Β΄ ΤΑΞΗ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

Στο σχολικό βιβλίο χημείας που διδάσκεται στην β΄ τάξη γυμνασίου υπάρχουν τέσσερις ενότητες. Στο εμπλουτισμένο διαδραστικό σχολικό βιβλίο του ψηφιακού σχολείου υπάρχουν ακριβώς οι ίδιες ενότητες.

Ενότητα 1η : Εισαγωγή στη Χημεία.

Ενότητα 2η : Από το νερό στο άτομο.

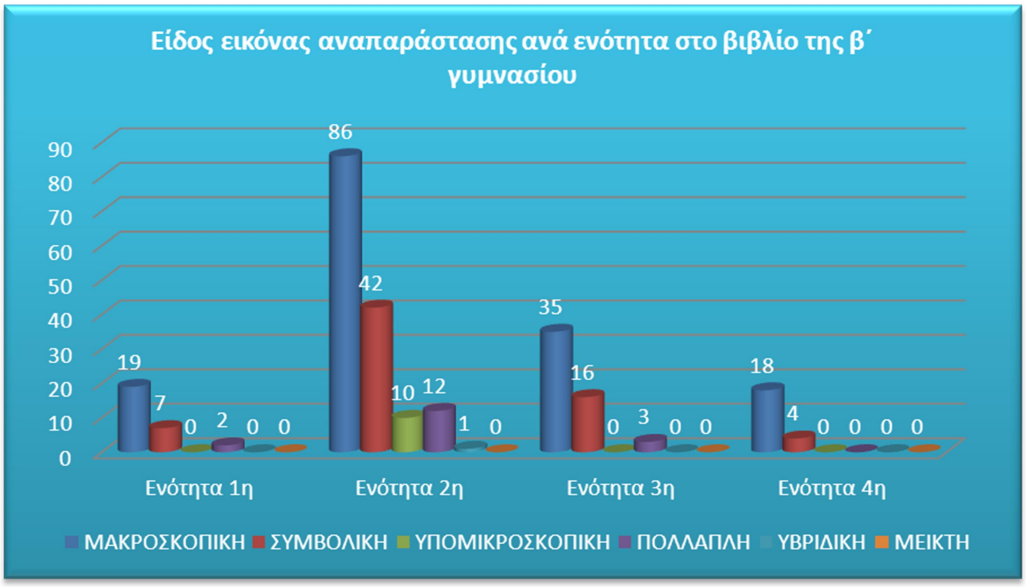
Ενότητα 3η : Ατμοσφαιρικός αέρας.

Ενότητα 4η : Το έδαφος.

Αναλύσαμε, δηλαδή καταγράψαμε και ταξινομήσαμε, τις εικόνες-αναπαραστάσεις του σχολικού βιβλίου ανά ενότητα σύμφωνα με το κριτήριο του είδους των εικόνων (Πίνακας 11.1).

Πίνακας 11.1: Καταγραφή και ταξινόμηση των εικόνων-αναπαραστάσεων ανά ενότητα.

Βιβλίο β΄ γυμνασίου	Ενότητα 1η	Ενότητα 2η	Ενότητα 3η	Ενότητα 4η	Σύνολο
Μακροσκοπική	19	86	35	18	**158**
Συμβολική	7	42	16	4	**69**
Υπομικροσκοπική	0	10	0	0	**10**
Πολλαπλή	2	12	3	0	**17**
Υβριδική	0	1	0	0	**1**
Μεικτή	0	0	0	0	**0**
Σύνολο	**28**	**151**	**54**	**22**	**255**





Ο αριθμός των εικόνων που αναλύθηκαν ήταν 255. Η ανάλυση έδειξε ότι από τις 255 εικόνες που περιλαμβάνονται στο βιβλίο οι 158, δηλαδή ποσοστό 61,96%, είναι μακροσκοπικές. Οι συμβολικές είναι 69, ποσοστό 27,06%, ενώ υπάρχουν και 10 υπομικροσκοπικές, δηλαδή ποσοστό 3,92%. Πολλαπλές υπάρχουν μόνο 17, σε ποσοστό 6,67%, ***μόνο μία υβριδική*** (0,39%) και ***καμία μεικτή*** (0%).

Η μοναδική υβριδική εικόνα-αναπαράσταση που υπάρχει στο βιβλίο της β΄ γυμνασίου βρίσκεται, όπως αναφέραμε, στην υποενότητα 2.9: «Υποατομικά σωματίδια - ιόντα» και αναφέρεται στην αγωγιμότητα υδατικού διαλύματος μαγειρικού αλατιού (Σχήμα 11.14). Η εικόνα απεικονίζει με προσομοίωση την κίνηση των ιόντων Na (Na^+) και Cl (Cl^-) που κινούνται μέσα στο υδατικό διάλυμα του χλωριούχου νατρίου συνδυάζοντας τα χαρακτηριστικά από 3 επίπεδα της χημείας (μακροσκοπικό, συμβολικό και υπομικροσκοπικό) σχηματίζοντας μία αναπαράσταση. Ούτε στο κείμενο ούτε στη λεζάντα αναφέρεται ότι το διάλυμα είναι υδατικό, όμως στην εικόνα απεικονίζονται υπομικροσκοπικά και μόρια νερού.

11.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ-ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ ΤΗΣ Β΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

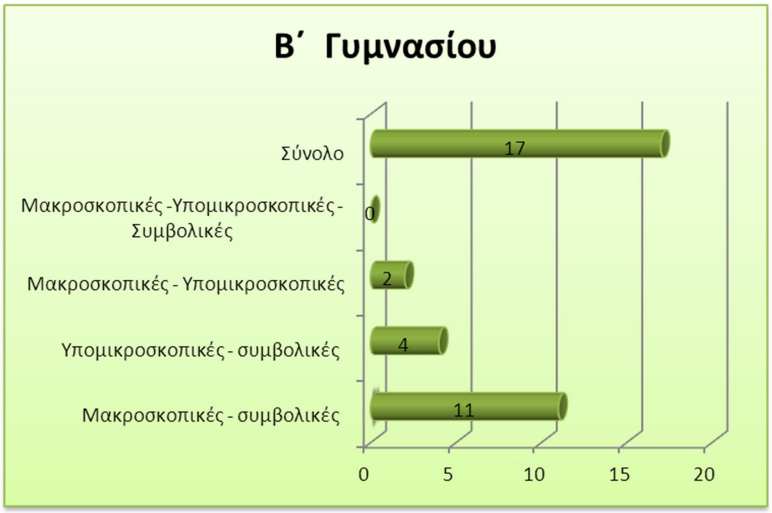
Το σύνολο των πολλαπλών αναπαραστάσεων (εικόνων), δηλαδή το 100%, που περιλαμβάνονται στο βιβλίο ***απεικονίζει μόνο δύο χημικά επίπεδα*** με έμφαση στο συνδυασμό μακροσκοπικού και συμβολικού επιπέδου (11 εικόνες), δηλαδή ποσοστό 64,71%.

- Το ποσοστό των πολλαπλών αναπαραστάσεων (εικόνων) στις οποίες απεικονίζεται το μακροσκοπικό επίπεδο ανέρχεται στις 13, ποσοστό 76,47%.
- Σε υπομικροσκοπικό και συμβολικό επίπεδο αναφέρονται 4 εικόνες, δηλαδή ποσοστό 23,53% ενώ σε μακροσκοπικό και υπομικροσκοπικό επίπεδο υπάρχουν μόνο 2, ποσοστό 11,76%.
- Στο συμβολικό επίπεδο αναφέρονται οι 15 από τις πολλαπλές αναπαραστάσεις-εικόνες, ποσοστό 88,24%.

Τέλος, στο σύνολο του βιβλίου *δεν υπάρχει ούτε μία πολλαπλή εικόνα – αναπαράσταση που να απεικονίζει ταυτόχρονα και τα τρία χημικά επίπεδα (*Πίνακας 11.2).

Πίνακας 11.2: Ανάλυση των πολλαπλών εικόνων-αναπαραστάσεων του βιβλίου της β΄ γυμνασίου

Πολλαπλές εικόνες - αναπαραστάσεις	Β΄ Γυμνασίου	Ποσοστό
Μακροσκοπικές - συμβολικές	11	64,71%
Υπομικροσκοπικές - συμβολικές	4	23,53%
Μακροσκοπικές - Υπομικροσκοπικές	2	11,76%
Μακροσκοπικές -Υπομικροσκοπικές - Συμβολικές	0	0,00%
Σύνολο	17	100,00%





11.10 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ-ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΗΣ 2ΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ Β΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

Ειδική αναφορά θα πρέπει να γίνει για τη 2η ενότητα του βιβλίου: *Από το νερό στο άτομο - Από το μακρόκοσμο στο μικρόκοσμο* (Πίνακας 3). Η ενότητα αυτή έχει τις ακόλουθες υπο-ενότητες:

2.1 Το νερό στη ζωή μας

2.2 Το νερό ως διαλύτης - Μείγματα

2.2.1 Μείγματα

2.2.2 Διαλύματα

2.3 Περιεκτικότητα διαλύματος - Εκφράσεις περιεκτικότητας

2.3.1 Περιεκτικότητα διαλύματος στα εκατό βάρος προς βάρος (% w/w

2.3.2 Περιεκτικότητα διαλύματος στα εκατό βάρος προς όγκο (% w/v

2.3.3 Περιεκτικότητα διαλύματος στα εκατό όγκο προς όγκο (% v/v

2.4 Ρύπανση του νερού

2.5 Διαχωρισμός μειγμάτων

2.6 Διάσπαση του νερού - Χημικές ενώσεις και χημικά στοιχεία

2.6.1 Ηλεκτρολυτική διάσπαση του νερού

2.6.2 Φυσικές σταθερές των χημικών ουσιών

2.7 Χημική αντίδραση

2.8 Άτομα και μόρια

2.9 Υποατομικά σωματίδια - Ιόντα

2.10 Σύμβολα χημικών στοιχείων και χημικών ενώσεων

2.11 Χημική εξίσωση

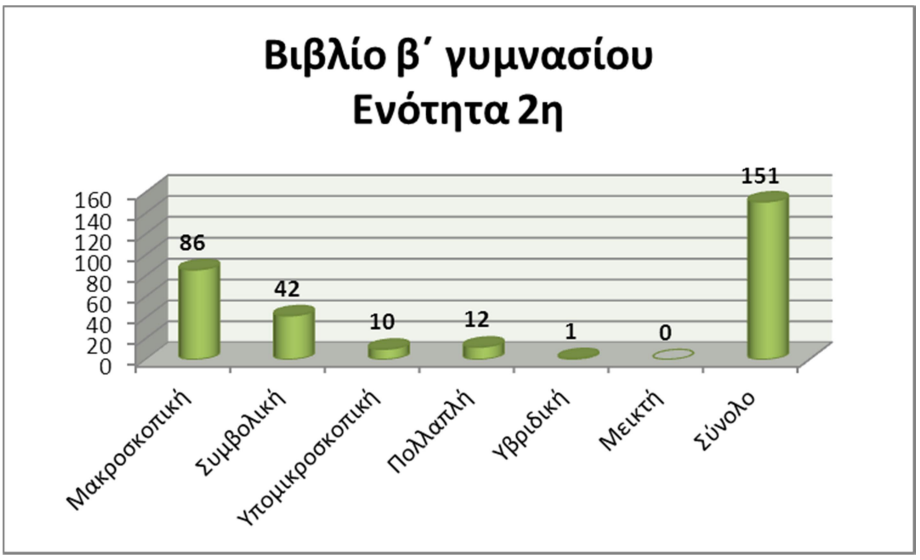
Θα περιμέναμε, λοιπόν, αφού διαχειρίζεται έννοιες όπως τα άτομα, τα μόρια, τα υποατομικά σωματίδια, τα ιόντα, τα σύμβολα των χημικών στοιχείων και χημικών ενώσεων, τις χημικές αντιδράσεις και τη χημική εξίσωση, να υπάρχουν σε μεγάλο ποσοστό υπομικροσκοπικές, υβριδικές και πολλαπλές εικόνες-αναπαραστάσεις. Αυτό, διότι η υπομικροσκοπική αναπαράσταση είναι το κατεξοχήν είδος χημικής αναπαράστασης που απεικονίζει τη σωματιδιακή δομή της ύλης, που είναι η βάση για την ερμηνεία και την κατανόηση των χημικών φαινομένων και ταυτόχρονα δημιουργεί νοητικές εικόνες για τη σωματιδιακή δομή της ύλης. Η κατανόηση της φύσης των σωματιδίων της ύλης μπορεί να βοηθήσει στην εξήγηση των ιδιοτήτων της, στις αλλαγές της φάσης της και στις καταστάσεις της ύλης. Η υβριδική, διότι απεικονίζει το χημικό φαινόμενο συνδυάζοντας τα χαρακτηριστικά από 2 ή 3 επίπεδα της χημείας και σχηματίζει μία αναπαράσταση. Η πολλαπλή, διότι απεικονίζει το χημικό φαινόμενο ταυτόχρονα σε 2 ή 3 χημικά επίπεδα με τον συνδυασμό 2 ή 3 αναπαραστάσεων, έτσι ώστε οι μαθητές να μπορούν να περνούν από το ένα χημικό επίπεδο στο άλλο.

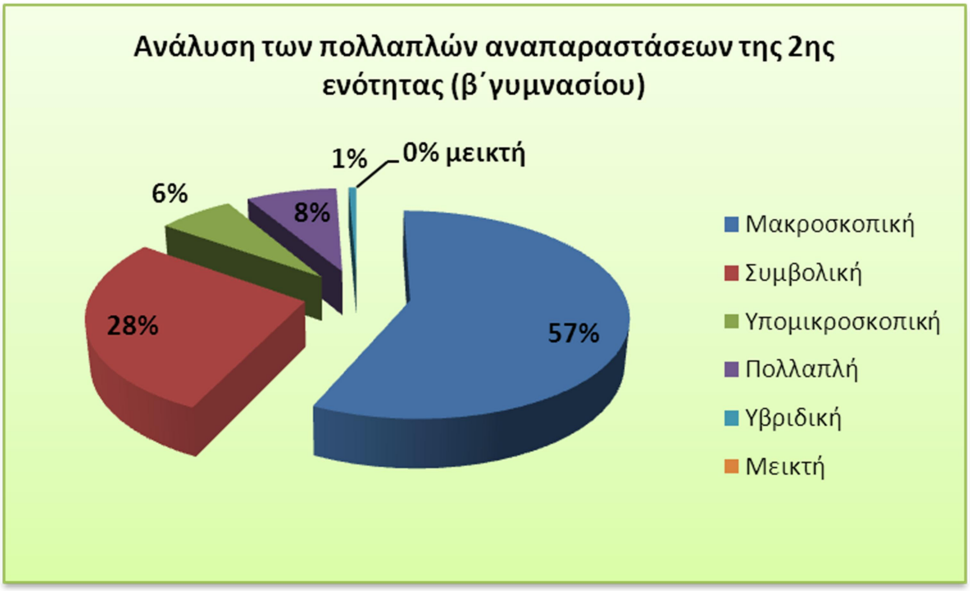
Η διαφορά μεταξύ πολλαπλών και υβριδικών αναπαραστάσεων είναι ότι οι πολλαπλές αναπαραστάσεις δείχνουν ένα φαινόμενο σε δύο ή τρία επίπεδα με το συνδυασμό δύο ή τριών αναπαραστάσεων, ενώ οι υβριδικές αναπαραστάσεις συνδυάζουν χαρακτηριστικά από δύο ή τρία επίπεδα, για να σχηματίσουν μόνο μια παράσταση. Θα περιμέναμε, ακόμη, να υπάρχουν και μεικτές αναπαραστάσεις, διότι η μεικτή αναπαράσταση απεικονίζει το χημικό φαινόμενο συνδυάζοντας το μακροσκοπικό ή το υπομικροσκοπικό ή το συμβολικό επίπεδο, ή δύο από αυτά ή και τα τρία, ταυτόχρονα με μία αναλογία–αντιστοιχία.

Η δεύτερη ενότητα καλύπτει τις 50 σελίδες ύλης του βιβλίου της β΄ γυμνασίου σε σύνολο ύλης 92 σελίδων (βλέπε πίνακα 11.3).

Πίνακας 11.3: Ανάλυση των εικόνων-αναπαραστάσεων της 2ης ενότητας

Βιβλίο β΄ γυμνασίου	Ενότητα 2η	Ποσοστό
Μακροσκοπική	86	56,95%
Συμβολική	42	27,81%
Υπομικροσκοπική	10	6,62%
Πολλαπλή	12	7,95%
Υβριδική	1	0,66%
Μεικτή	0	0,00%
Σύνολο	151	100,00%





Η ανάλυση έδειξε ότι από τις 151 εικόνες που περιλαμβάνονται στη δεύτερη ενότητα του βιβλίου οι 86, δηλαδή ποσοστό 56,95%, είναι μακροσκοπικές. Οι συμβολικές είναι 42, ποσοστό 27,81%, ενώ υπάρχουν και 10 υπομικροσκοπικές, δηλαδή ποσοστό 6,62%. Πολλαπλές υπάρχουν μόνο 12, σε ποσοστό 7,95%, μόνο μία υβριδική (0,66%) και καμία μεικτή (0%).

11.11 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΙΙ: Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΚΡΙΤΗΡΙΟΥ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ ΓΙΑ ΤΗ Γ΄ ΤΑΞΗ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

Στο σχολικό βιβλίο χημείας που διδάσκεται στην γ΄ τάξη γυμνασίου υπάρχουν τρεις ενότητες. Στο εμπλουτισμένο διαδραστικό σχολικό βιβλίο του ψηφιακού σχολείου υπάρχουν ακριβώς οι ίδιες ενότητες.

Ενότητα 1η : Οξέα, Βάσεις, Άλατα.

Ενότητα 2η : Ταξινόμηση στοιχείων – Στοιχεία με ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

Ενότητα 3η : Η χημεία του Άνθρακα.

Αναλύσαμε, τις εικόνες-αναπαραστάσεις του σχολικού βιβλίου ανά ενότητα σύμφωνα με το κριτήριο του είδους των εικόνων (Πίνακας 11.4).

Πίνακας 11.4: Καταγραφή και ταξινόμηση των εικόνων-αναπαραστάσεων ανά ενότητα.

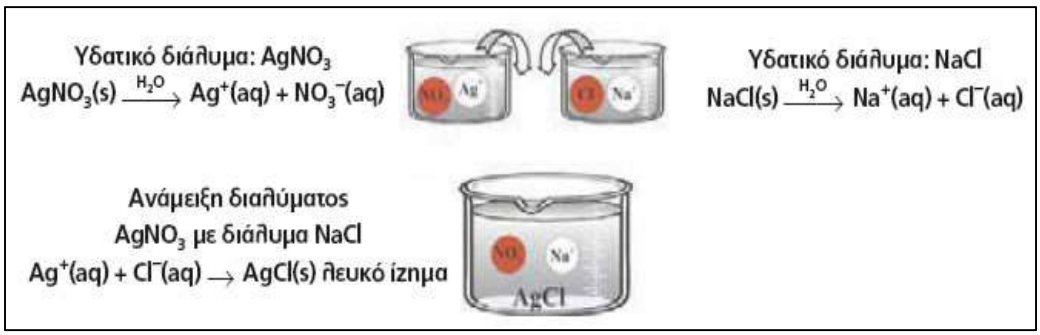
Βιβλίο γ΄ γυμνασίου	Ενότητα 1η	Ενότητα 2η	Ενότητα 3η	Σύνολο
Μακροσκοπική	54	31	25	**110**
Συμβολική	34	14	31	**79**
Υπομικροσκοπική	4	4	3	**11**
Πολλαπλή	8	15	8	**31**
Υβριδική	2	0	0	**2**
Μεικτή	0	0	0	**0**
Σύνολο	**102**	**64**	**67**	**233**





Ο αριθμός των εικόνων που αναλύθηκαν ήταν 233. Η ανάλυση έδειξε ότι από τις 233 εικόνες που περιλαμβάνονται στο βιβλίο οι 110, δηλαδή ποσοστό 47,21%, είναι μακροσκοπικές. Οι συμβολικές είναι 79, ποσοστό 33,91%, ενώ υπάρχουν και 11 υπομικροσκοπικές, δηλαδή ποσοστό 4,72%. Πολλαπλές υπάρχουν 31, σε ποσοστό 13,30%, δυο υβριδικές (0,86%) και καμία μεικτή (0%).

Οι δύο υβριδικές εικόνες-αναπαράστασεις που υπάρχουν στο βιβλίο της γ΄ γυμνασίου βρίσκονται η μία στην Ενότητα 1: «Οξέα – Βάσεις - Άλατα» σελίδα 27 (βλέπε σχήμα 11.13) και η άλλη στην Ενότητα 2: «Ταξινόμηση των στοιχείων - Στοιχεία με ιδιαίτερο ενδιαφέρον» υποενότητα 6: «Τα αλογόνα», παράγραφος 6.3: «Δυσδιάλυτα άλατα αλογόνων» σελίδα 76 (βλέπε σχήμα 11.16) και αναφέρεται στο ίζημα που προκύπτει κατά την ανάμειξη υδατικών διαλυμάτων νιτρικού αργύρου ($AgNO_3$) και χλωριούχου νατρίου (NaCl).



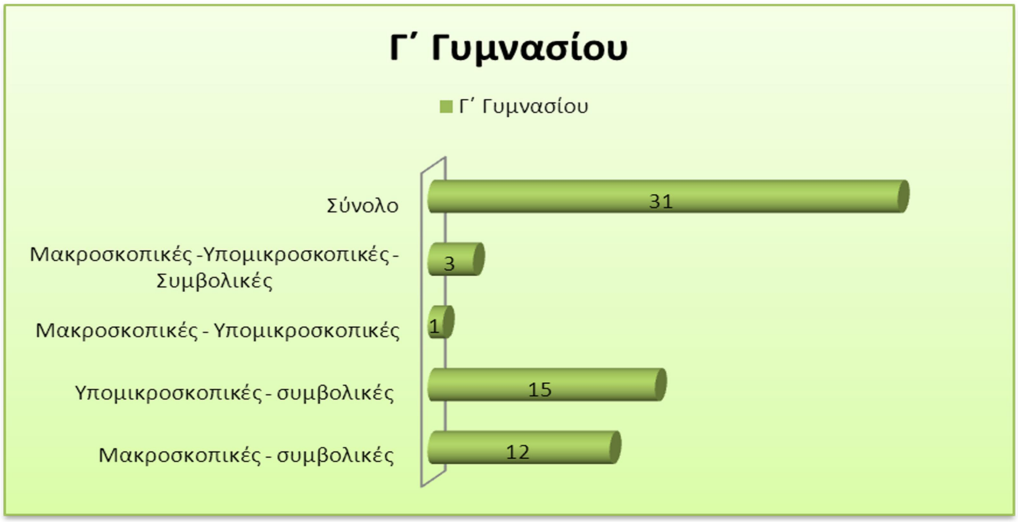
Σχήμα 10.16: Ανάμειξη διαλύματος νιτρικού αργύρου με χλωριούχο νάτριο

11.12 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ–ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ ΤΗΣ Γ΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

Από τις 31 πολλαπλές αναπαραστάσεις που υπάρχουν στο βιβλίο, οι 28 απεικονίζουν το φαινόμενο σε μόνο δύο χημικά επίπεδα, δηλαδή ποσοστό 90,32%, με έμφαση στο συνδυασμό υπομικροσκοπικού και συμβολικού επιπέδου (15 εικόνες), δηλαδή ποσοστό 48,39%. Το ποσοστό των πολλαπλών αναπαραστάσεων στις οποίες απεικονίζεται το μακροσκοπικό επίπεδο ανέρχεται στις 16, ποσοστό 51,61%. Σε μακροσκοπικό και υπομικροσκοπικό επίπεδο υπάρχει μόνο μία, ποσοστό 3,23%. Στο συμβολικό επίπεδο αναφέρονται οι 30 από τις πολλαπλές αναπαραστάσεις-εικόνες, ποσοστό 96,77%. Τέλος, στο σύνολο του βιβλίου υπάρχουν 3 αναπαραστάσεις που απεικονίζουν το φαινόμενο και στα τρία χημικά επίπεδα, ποσοστό 9,68%. (Πίνακας 11.5).

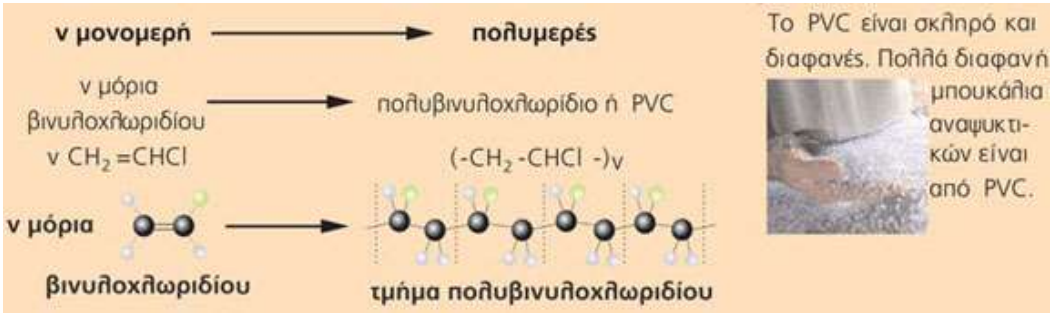
Πίνακας 11.5: Ανάλυση των πολλαπλών εικόνων-αναπαραστάσεων του βιβλίου της γ΄ γυμνασίου.

Πολλαπλές αναπαραστάσεις	Γ΄ Γυμνασίου	Ποσοστό
Μακροσκοπικές - Συμβολικές	12	38,71%
Υπομικροσκοπικές - Συμβολικές	15	48,39%
Μακροσκοπικές - Υπομικροσκοπικές	1	3,23%
Μακροσκοπικές -Υπομικροσκοπικές - Συμβολικές	3	9,68%
Σύνολο	31	100,00%



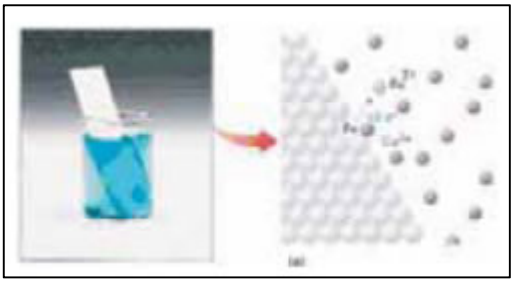


Εδώ θα πρέπει να αναφέρουμε ότι δύο πολλαπλές αναπαραστάσεις (Σχήματα 11.12 και 11.17) βρίσκονται στη σελίδα 92 του βιβλίου, απεικονίζουν το χημικό φαινόμενο ταυτόχρονα σε 3 χημικά επίπεδα και είναι σαφώς συνδεδεμένες με το κείμενο του βιβλίου.



Σχήμα 11.17: Πολλαπλή αναπαράσταση σε 3 χημικά επίπεδα του πολυμερισμού του βινυλοχλωριδίου.

Η άλλη πολλαπλή αναπαράσταση βρίσκεται στη σελίδα 59 του βιβλίου (Σχήμα 11.18), απεικονίζει το χημικό φαινόμενο σε μακροσκοπικό, υπομικροσκοπικό και συμβολικό επίπεδο αλλά τα σύμβολα είναι δυσδιάκριτα. Δίπλα σε συμβολικό επίπεδο έχει γραμμένες τις χημικές εξισώσεις οι οποίες ανήκουν στο σώμα του κειμένου, όχι ως λεζάντα. Αναφέρεται δε σε αντίδραση απλής αντικατάστασης.



Σχήμα 11.18: Αντίδραση $CuSO_4$ με Fe

Σχήμα 11.18: **Το κείμενο:**
Το διάλυμα θειικού χαλκού, $CuSO_4(aq)$, είναι μπλε, διότι περιέχει ιόντα $Cu^{2+}(aq)$ τα οποία προκύπτουν κατά τη διάλυση του $CuSO_4(s)$ στο νερό, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$CuSO_4(s) \xrightarrow{H_2O} Cu^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

Το τμήμα του σιδερένιου καρφιού (δεν είναι καρφί) *που είναι βυθισμένο στο διάλυμα αποκτά ένα καστανοκόκκινο χρώμα, γιατί επιχαλκώνεται εξωτερικά, ενώ το διάλυμα αποκτά μια πράσινη απόχρωση.*

Οι αλλαγές αυτές οφείλονται στο γεγονός ότι τα ιόντα $Cu^{2+}_{(aq)}$ αντικαθίστανται από ιόντα $Fe^{2+}_{(aq)}$ σύμφωνα με την εξίσωση:

$$Fe(s) + Cu^{2+}(aq) \xrightarrow{H_2O} Fe^{2+}(aq) + Cu(s)$$

Τα άτομα χαλκού (Cu) που παράγονται επικάθονται στο σιδερένιο καρφί και το επιχαλκώνουν. Καθώς στο διάλυμα λιγοστεύουν συνεχώς τα ιόντα χαλκού και αυξάνονται τα ιόντα σιδήρου, το αρχικό μπλε χρώμα του μετατρέπεται σιγά-σιγά σε πρασινωπό, που οφείλεται στα ιόντα $Fe^{2+}_{(aq)}$. Η πραγματοποίηση της αντίδρασης απλής αντικατάστασης μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο σίδηρος είναι δραστικότερο μέταλλο από το χαλκό.

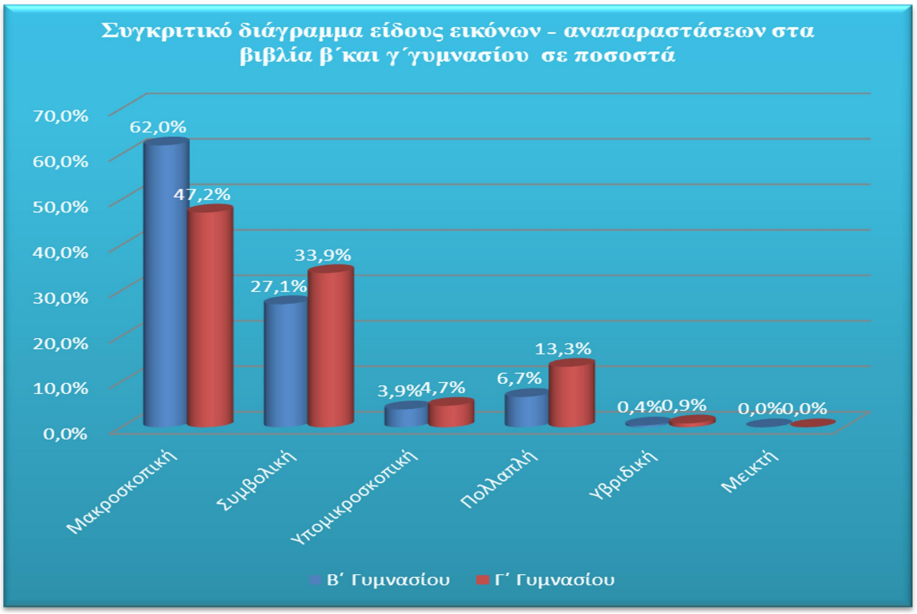
11.13 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΙΚΟΝΩΝ-ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ Β΄ ΚΑΙ Γ΄ ΤΑΞΗΣ

Παρακάτω παραθέτουμε πίνακα που αναφέρεται στο είδος των εικόνων-αναπαραστάσων των δύο βιβλίων χημείας του γυμνασίου (β΄ και γ΄ τάξης) και είναι συγκριτικός. Αυτό, για να διαπιστώσουμε αν αυξάνεται το σύνολο των υπομικροσκοπικών, συμβολικών και ιδιαίτερα των πολλαπλών εικόνων-αναπαραστάσεων στο βιβλίο χημείας της γ΄ τάξης γυμνασίου σε σχέση με το αντίστοιχο της β΄τάξης. (Πίνακας 11.6).

Πίνακας 11.6. Συγκριτικός πίνακας είδους εικόνων-αναπαραστάσεων στα βιβλία χημείας γυμνασίου.

Βιβλία β΄και γ΄ γυμνασίου	β΄ γυμνασίου	γ΄ γυμνασίου	β΄ γυμνασίου	γ΄ γυμνασίου
Μακροσκοπική	158	110	62,0%	47,2%
Συμβολική	69	79	27,1%	33,9%
Υπομικροσκοπική	10	11	3,9%	4,7%
Πολλαπλή	17	31	6,7%	13,3%
Υβριδική	1	2	0,4%	0,9%
Μεικτή	0	0	0,0%	0,0%
Σύνολο	255	233	100,0%	100,0%





Παρατηρούμε ότι το σύνολο των εικόνων-αναπαραστάσεων ελαττώνεται από 255 στη β΄ γυμνασίου σε 233 στη γ΄ γυμνασίου. Οι μακροσκοπικές αναπαραστάσεις ελαττώνονται: από 158 που υπάρχουν στο βιβλίο της β΄ γυμνασίου, στο βιβλίο της γ΄

γυμνασίου γίνονται 110, ποσοστό 62,0% και 47,2% αντίστοιχα, ωστόσο εξακολουθούν να κατέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό και στα δύο βιβλία. Υπάρχει αύξηση των συμβολικών αναπαραστάσεων από 69 σε 79, δηλαδή το ποσοστό αυξάνεται από 27,1% στη β΄ γυμνασίου σε 33,9% στη γ΄ γυμνασίου, δηλαδή αύξηση 6,8%. Οι υπομικροσκοπικές παραμένουν στα ίδια σχεδόν επίπεδα, μία μόνο υπομικροσκοπική αναπαράσταση επιπλέον στο βιβλίο της γ΄ γυμνασίου, σε ποσοστά από 3,9% στη β΄ τάξη σε 4,7% στη γ΄ τάξη. Οι υβριδικές διπλασιάζονται στο βιβλίο της γ΄ τάξης, από μία σε δύο, ποσοστό από 0,4% σε 0,9%, ωστόσο το ποσοστό τους είναι πολύ μικρό. Μεικτή αναπαράσταση δεν υπάρχει σε κανένα από τα δύο βιβλία. Το ενθαρρυντικό, όμως, είναι ότι σχεδόν διπλασιάζονται οι πολλαπλές αναπαραστάσεις. Από 17 στο βιβλίο της β΄ γυμνασίου σε 31 στο βιβλίο της γ΄ γυμνασίου, σε ποσοστά 7,1% και 13,3% αντίστοιχα.

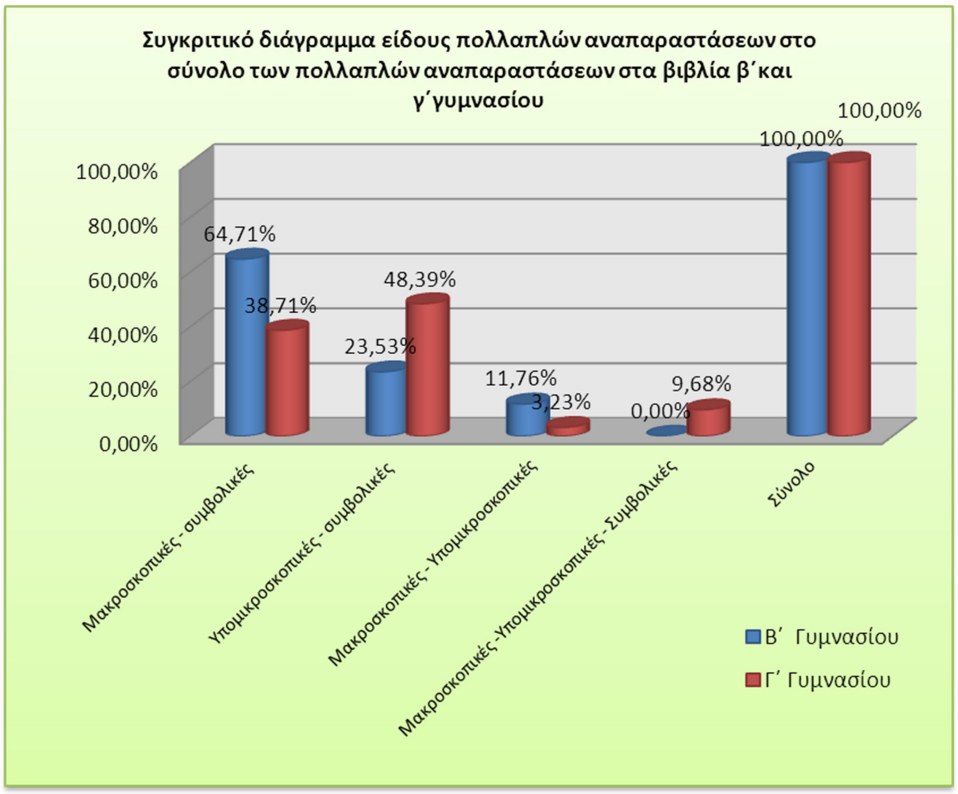
11.14 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ Β΄ ΚΑΙ Γ΄ ΤΑΞΗΣ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

Για να διαπιστώσουμε αν και κατά πόσο αυξάνεται το είδος των πολλαπλών εικόνων-αναπαραστάσεων ως προς τα χημικά επίπεδα που αυτές συνδυάζουν στο βιβλίο χημείας της γ΄ τάξης γυμνασίου σε σχέση με το αντίστοιχο της β΄τάξης, παραθέτουμε συγκριτικό πίνακα (Πίνακας 11.7).

Πίνακας 11.7. Συγκριτικός πίνακας συνδυασμού χημικών επιπέδων των πολλαπλών αναπαραστάσεων.

Πολλαπλές αναπαραστάσεις	β΄ γυμνασίου	β΄ γυμνασίου σε ποσοστά	γ΄ γυμνασίου	γ΄ γυμνασίου σε ποσοστά
Μακροσκοπικές - συμβολικές	11	64,71%	12	38,71%
Υπομικροσκοπικές - συμβολικές	4	23,53%	15	48,39%
Μακροσκοπικές - Υπομικροσκοπικές	2	11,76%	1	3,23%
Μακροσκοπικές - Υπομικροσκοπικές - Συμβολικές	0	0,00%	3	9,68%
Σύνολο	17	100,00%	31	100,00%





Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι το σύνολο των πολλαπλών αναπαραστάσεων αυξάνεται από 17 στο βιβλίο της β΄ γυμνασίου σε 31 στο βιβλίο της γ΄ γυμνασίου, σχεδόν διπλασιάζεται. Το σύνολο της ύλης στη β΄ γυμνασίου καταλαμβάνει 92 σελίδες, ενώ το αντίστοιχο της γ΄ γυμνασίου είναι 98 σελίδες.

Πολλαπλές αναπαραστάσεις στις οποίες συνδυάζονται και τα τρία χημικά επίπεδα στο βιβλίο της β΄ γυμνασίου δεν υπάρχουν, ενώ στο βιβλίο της γ΄ γυμνασίου υπάρχουν 3 σε ποσοστό 9,68% επί των πολλαπλών αναπαραστάσεων του βιβλίου και 1,29% επί των συνολικών εικόνων του.

Πολλαπλές αναπαραστάσεις με συνδυασμό δύο χημικών επιπέδων στο βιβλίο της β΄ γυμνασίου είναι 17 και στο αντίστοιχο της γ΄ γυμνασίου 28. Δηλαδή σε ποσοστά επί του συνόλου των πολλαπλών εικόνων για κάθε βιβλίο 100% και 90,33% αντίστοιχα.

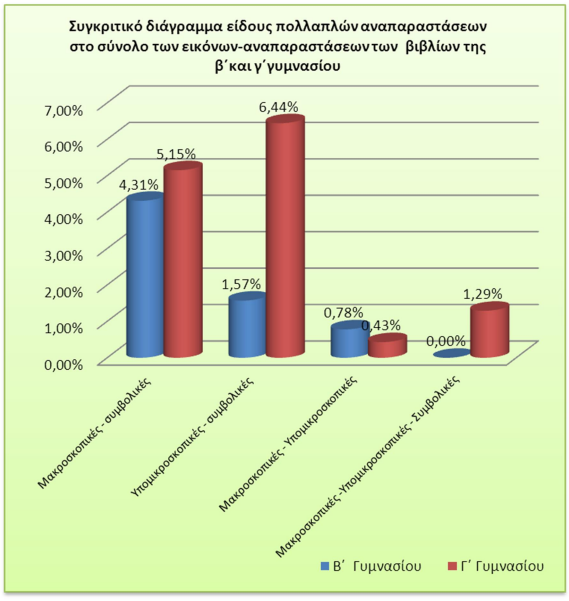
Οι πολλαπλές αναπαραστάσεις στο βιβλίο της β΄ γυμνασίου που συνδυάζουν το μακροσκοπικό και υπομικροσκοπικό επίπεδο από 11,76% ελαττώνονται σε 3,23% στο αντίστοιχο της γ΄ γυμνασίου επί του συνόλου των πολλαπλών αναπαραστάσεων, ενώ το ποσοστό τους στο σύνολο των εικόνων του βιβλίου της β΄ γυμνασίου είναι 0,78% και στο βιβλίο της γ΄ γυμνασίου είναι 0,43%.

Οι πολλαπλές αναπαραστάσεις που συνδυάζουν το μακροσκοπικό και το συμβολικό επίπεδο, αν και είναι περίπου ίσες σε αριθμό (11 και 12), στο βιβλίο της β΄ γυμνασίου βρίσκονται σε ποσοστό 64,71% επί του συνόλου των πολλαπλών αναπαραστάσεων και σε ποσοστό 4,31% επί του συνόλου των εικόνων του βιβλίου, ενώ τα αντίστοιχα ποσοστά στο βιβλίο της γ΄ γυμνασίου είναι 38,71% και 5,15%.

Οι πολλαπλές αναπαραστάσεις που συνδυάζουν το υπομικροσκοπικό και το συμβολικό επίπεδο αυξάνονται στο βιβλίο της γ΄ γυμνασίου σε σχέση με αυτό της β΄ γυμνασίου, από τέσσερις στο βιβλίο της β΄ τάξης σε δεκαπέντε στο βιβλίο της γ΄ τάξης. Τα αντίστοιχα ποσοστά στα δύο βιβλία είναι 23,53% και 48,39% επί του συνόλου των πολλαπλών αναπαραστάσεων και, 1,57% και 6,44% επί του συνόλου των εικόνων-αναπαραστάσεων του κάθε βιβλίου (βλέπε πίνακες 11.7 και 11.8).

Πίνακας 11.8. Συγκριτικός πίνακας συνδυασμού χημικών επιπέδων των πολλαπλών αναπαραστάσεων στο σύνολο των εικόνων-αναπαραστάσεων.

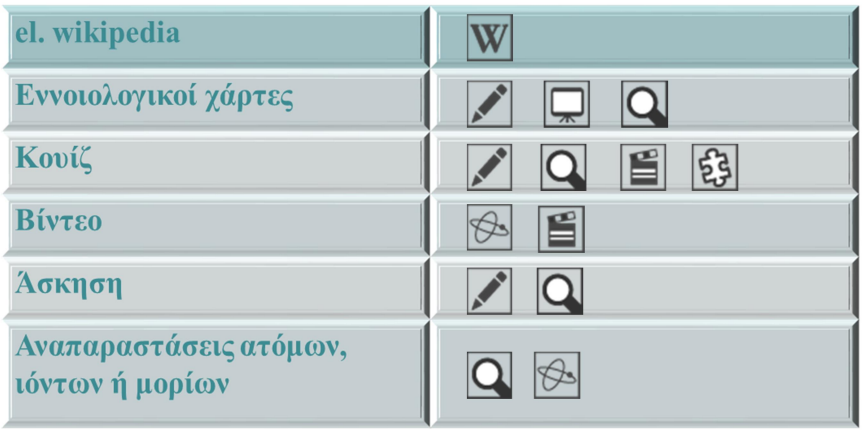
Πολλαπλές αναπαραστάσεις	β΄ γυμνασίου	β΄ γυμνασίου σε ποσοστά	γ΄ γυμνασίου	γ΄ γυμνασίου σε ποσοστά
Μακροσκοπικές - συμβολικές	11	4,31%	12	5,15%
Υπομικροσκοπικές - συμβολικές	4	1,57%	15	6,44%
Μακροσκοπικές - Υπομικροσκοπικές	2	0,78%	1	0,43%
Μακροσκοπικές - Υπομικροσκοπικές - Συμβολικές	0	0,00%	3	1,29%
Σύνολο εικόνων-αναπαραστάσεων του βιβλίου.	**255**	**Σύνολο πολλαπλών 6,67%**	**233**	**Σύνολο πολλαπλών 13,30%**



11.15 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΙΙΙ: ΟΙ ΥΠΕΡΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΣΤΑ ΒΙΒΛΙΑ ΧΗΜΕΙΑΣ Β΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

Τα σύμβολα των υπερσυνδέσμων στα ηλεκτρονικά βιβλία χημείας γυμνασίου

ΣΥΜΒΟΛΑ	***ΣΕ ΤΙ ΑΝΑΦΕΡΟΝΤΑΙ***	***ΠΟΥ ΒΡΙΣΚΟΝΤΑΙ***
	el.wikipedia	*Κυρίως κείμενο. Παράθυρο στο εργαστήριο. Χημεία παντού.*
	Εννοιολογικοί χάρτες, ασκήσεις, ερωτήσεις συμπλήρωσης, αντιστοίχισης, κουίζ. Τα περισσότερα αναφέρονται σε αυτό που έχει ως άσκηση το βιβλίο αλλά σε ηλεκτρονική μορφή.	*Στάση για εμπέδωση, Συνοψίζοντας.*
	Κουίζ, αντιστοίχιση, συμπλήρωση, αναπαράσταση διαδικασιών-πείραμα, αναπαράσταση ατόμων, άσκηση, εννοιολογικός χάρτης.	*Κυρίως κείμενο, Στάση για εμπέδωση Συνοψίζοντας.*
	Διαδραστικό παιχνίδι, εικονικό διαδραστικό πείραμα, εικόνα, αναπαράσταση φαινομένου, πείραμα σε βίντεο, πείραμα - αναπαράσταση εννοιών, εικονική περιγραφή συσκευών, αναπαραστάσεις ατόμων και μορίων, πολλαπλές αναπαραστάσεις.	*Κυρίως κείμενο, Παράθυρο στο εργαστήριο, Χημεία παντού.*
	Βίντεο, βίντεο με εικονικό πείραμα και ακολουθεί κουίζ, βίντεο και ακολουθεί κουίζ, βίντεο με πείραμα και ακολουθεί κουίζ ή ερωτήσεις με αντιστοίχιση και επιβεβαίωση των απαντήσεων, θεωρητικές διαδικασίες, μικρόκοσμος.	*Κυρίως κείμενο, Παράθυρο στο εργαστήριο, Χημεία παντού, Στάση για εμπέδωση.*
	Εικόνες, χάρτες	*Κυρίως κείμενο.*
	Παζλ, κουίζ, σταυρόλεξο, συναρμολόγηση, πληροφορίες με διαδραστικό παιχνίδι.	*Κυρίως κείμενο. Στάση για εμπέδωση.*
	Εννοιολογικός χάρτης συνδεδεμένος με την ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ για πληροφορίες, ερωτήσεις αντιστοίχησης, σύνδεση με site για πληροφορίες.	*Κυρίως κείμενο.*

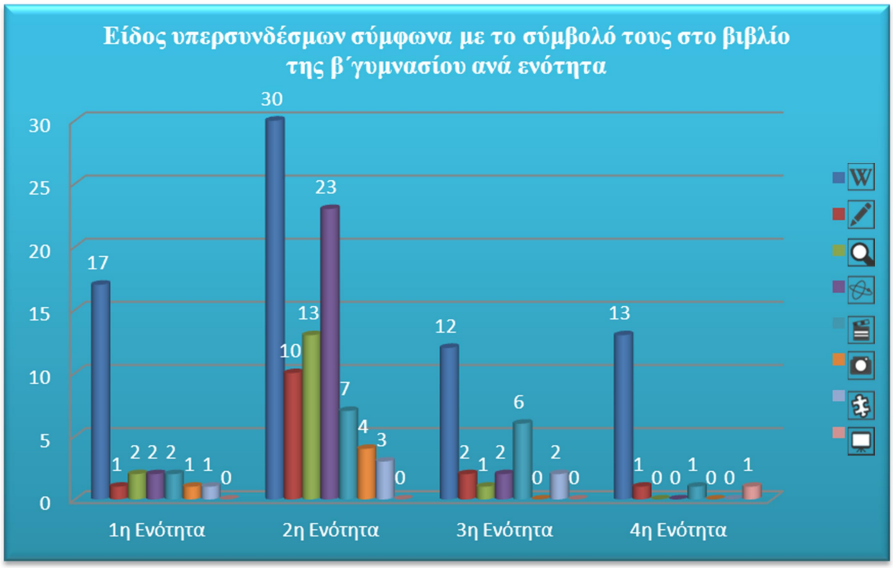


11.15.1 *Ανάλυση των υπερσυνδέσμων του ηλεκτρονικού βιβλίου χημείας της β΄ τάξης γυμνασίου σύμφωνα με τα σύμβολα που απεικονίζονται*

Οι υπερσύνδεσμοι καταγράφηκαν και ταξινομήθηκαν ανάλογα με το σύμβολό τους (Πίνακας 11.9). Από τους 157 υπερσυνδέσμους οι 72, δηλαδή ποσοστό 45,85%, οδηγούν σε πληροφορίες από την εγκυκλοπαίδεια el. Wikipedia. Οι περισσότεροι υπερσύνδεσμοι (90 από τους 157, ποσοστό 57,32%) βρίσκονται στη δεύτερη ενότητα «Από το νερό στο άτομο – Από το μακρόκοσμο στο μικρόκοσμο», η οποία καλύπτει ύλη 50 σελίδων σε σύνολο ύλης 92 σελίδων.

Πίνακας 11.9: Ταξινόμηση υπερσυνδέσμων σύμφωνα με το σύμβολό τους ανά ενότητα του ηλεκτρονικού βιβλίου β΄ τάξης γυμνασίου.

Β΄ γυμνασίου	1η Ενότητα	2η Ενότητα	3η Ενότητα	4η Ενότητα	Σύνολο
	17	30	12	13	72
	1	10	2	1	14
	2	13	1	0	16
	2	23	2	0	27
	2	7	6	1	16
	1	4	0	0	5
	1	3	2	0	6
	0	0	0	1	1
Σύνολο	26	90	25	16	157





11.15.2 *Ανάλυση των υπερσυνδέσμων του ηλεκτρονικού βιβλίου χημείας της β΄ τάξης γυμνασίου σύμφωνα με το κριτήριο του είδους*

Καταγράψαμε και ταξινομήσαμε τους υπερσυνδέσμους του ηλεκτρονικού σχολικού βιβλίου σύμφωνα με το κριτήριο του είδους των εικόνων. Επειδή το ενδιαφέρον μας εστιάζεται στους υπερσυνδέσμους που οδηγούν σε αναπαραστάσεις και όχι σε πληροφορίες από εγκυκλοπαίδειες ή ασκήσεις, πάζλ, σταυρόλεξα κτλ, οι υπερσύνδεσμοι αυτοί καταγράφηκαν με τον τίτλο «Άλλο». Στον πίνακα 11.10 αναφερόμαστε σε όλους τους υπερσυνδέσμους που υπάρχουν στο ηλεκτρονικό βιβλίο και στον πίνακα 11.11 σε αυτούς που αναφέρονται μόνο σε αναπαραστάσεις και όχι σε πληροφορίες από εγκυκλοπαίδειες ή ασκήσεις ή πάζλ, ή άλλα. Παρατηρήσαμε, λοιπόν, ότι μόνο 53 υπερσύνδεσμοι από τους 157, ποσοστό 33,76%, οδηγούν σε αναπαραστάσεις. Από αυτούς οι 29 αναφέρονται σε μακροσκοπικές αναπαραστάσεις, ποσοστό 18,47% επί του συνόλου των υπερσυνδέσμων και 54,72% επί του συνόλου των αναπαραστάσεων. (βλέπε παρακάτω πίνακες 11.10 και 11.11).

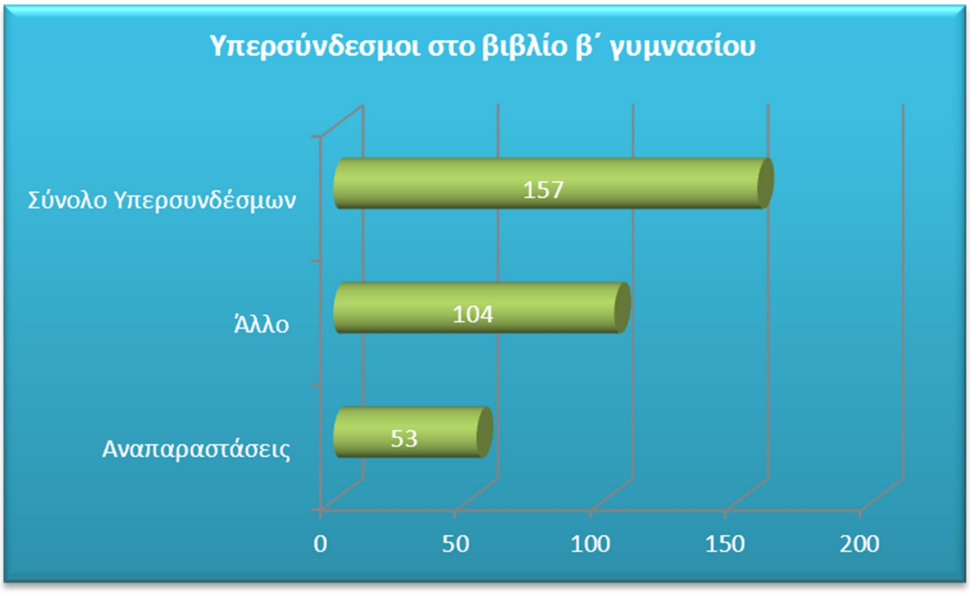
Το ποσοστό των υβριδικών, των πολλαπλών και των υπομικροσκοπικών αθροιστικά ανέρχεται σε 15,29% στο σύνολο των υπερσυνδέσμων, δηλαδή 24 αναπαραστάσεις, ενώ δεν υπάρχει καμία μεικτή αναπαράσταση ούτε συμβολική στο σύνολο των υπερσυνδέσμων. Υπάρχει μόνο μία υβριδική αναπαράσταση (μακροσκοπική-υπομικροσκοπική), ποσοστό 0,64% επί του συνόλου των υπερσυνδέσμων και 1,89% επί του συνόλου των αναπαραστάσεων.

Τρεις υπερσύνδεσμοι οδηγούν σε υπομικροσκοπικές αναπαραστάσεις, δηλαδή ποσοστό 1,91% στο συνολικό πλήθος των υπερσυνδέσμων, ενώ το ποσοστό τους επί του συνόλου των αναπαραστάσεων είναι 5,66%. Το ποσοστό των πολλαπλών αναπαραστάσεων στο σύνολο των υπερσυνδέσμων είναι 12,74%, ενώ το ποσοστό τους επί του συνόλου των αναπαραστάσεων είναι 37,74%. Οι πολλαπλές αναπαραστάσεις αναφέρονται μόνο σε δύο χημικά επίπεδα (14 μακροσκοπικές - συμβολικές και 6 υπομικροσκοπικές - συμβολικές) και καμία στα τρία χημικά επίπεδα. (Πίνακας 11.12).

Παρατηρούμε, λοιπόν, ότι τα ποσοστά των υβριδικών, των πολλαπλών και στα τρία χημικά επίπεδα και των υπομικροσκοπικών αναπαραστάσεων που οδηγούν στην καλύτερη κατανόηση της σωματιδιακής φύσης της ύλης είναι πολύ μικρό.

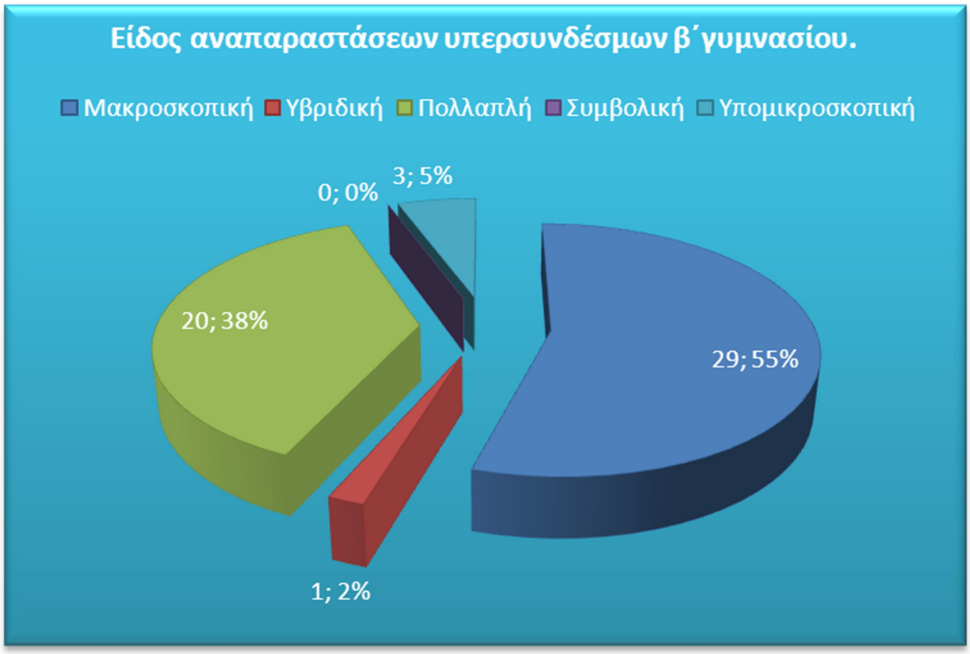
Πίνακας 11.10: Ταξινόμηση υπερσυνδέσμων σύμφωνα με το κριτήριο του είδους

Β΄ Γυμνασίου		
Μακροσκοπική	29	18,47%
Υβριδική	1	0,64%
Πολλαπλή	20	12,74%
Συμβολική	0	0,00%
Υπομικροσκοπική	3	1,91%
Μεικτή	0	0,00%
Σύνολο αναπαραστάσεων	53	33,76%
Άλλο	104	66,24%
Σύνολο Υπερσυνδέσμων	157	100,00%



Πίνακας 11.11: Ταξινόμηση υπερσυνδέσμων που οδηγούν μόνο σε αναπαραστάσεις σύμφωνα με το κριτήριο του είδους

Β΄ Γυμνασίου		
Μακροσκοπική	29	54,72%
Υβριδική	1	1,89%
Πολλαπλή	20	37,74%
Συμβολική	0	0,00%
Υπομικροσκοπική	3	5,66%
Σύνολο	53	100,00%



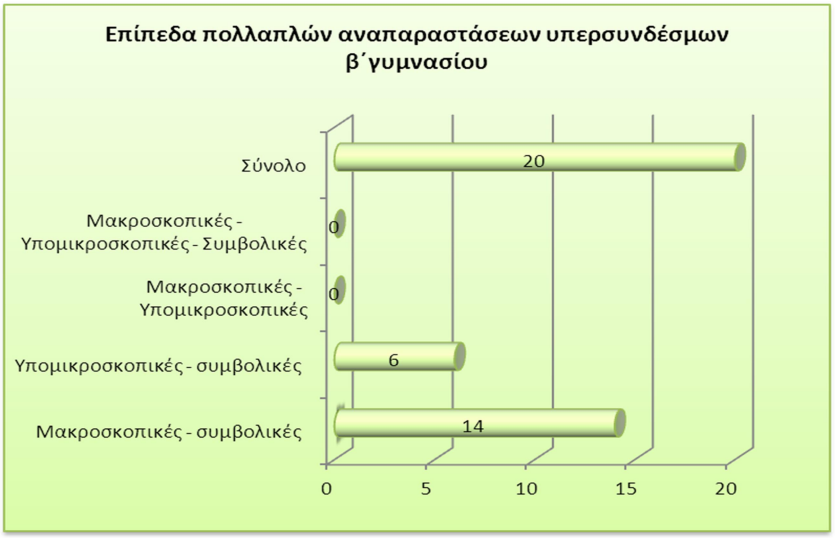
Εδώ θα πρέπει να αναφέρουμε ότι από τις 20 πολλαπλές αναπαραστάσεις οι 16 ανήκουν στη δεύτερη ενότητα «Από το νερό στο άτομο – Από το μακρόκοσμο στο μικρόκοσμο», όπως ήταν αναμενόμενο. Επίσης, στην ίδια ενότητα ανήκουν η υβριδική (Ο κύκλος του νερού) και οι τρεις υπομικροσκοπικές. Η μία από τρεις υπομικροσκοπικές επαναλαμβάνεται και στην ενότητα 3: «Ατμοσφαιρικός αέρας», υποενότητα 3.4: «Ρύπανση του αέρα» και αναφέρται στο προσομοίωμα του διοξειδίου του άνθρακα, CO_2.

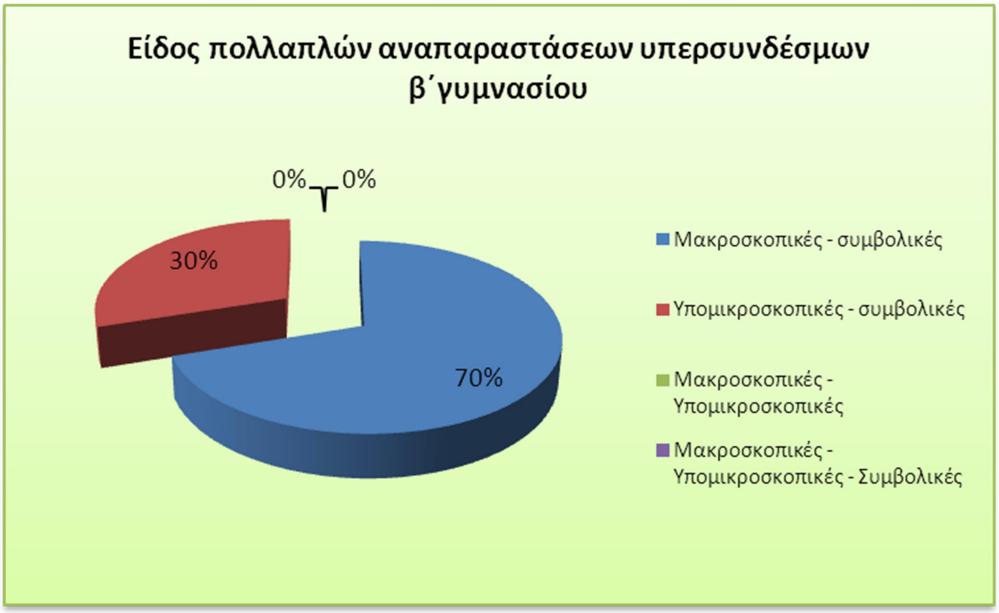
11.15.3 *Ανάλυση των πολλαπλών αναπαραστάσεων των υπερσυνδέσμων ως προς τα χημικά επίπεδα που αντιπροσωπεύουν*

Όλες οι πολλαπλές αναπαραστάσεις (20) αναφέρονται μόνο σε δύο επίπεδα εκπροσώπησης της χημείας. Από αυτές οι 14, ποσοστό 70% επί των αναπαραστάσεων, αναφέρονται στο μακροσκοπικό και στο συμβολικό επίπεδο και οι 6 στο υπομικροσκοπικό και συμβολικό επίπεδο, ποσοστό 30%. (Πίνακας 11.12).

Πίνακας 11.12: Επίπεδα πολλαπλών αναπαραστάσεων.

Πολλαπλές αναπαραστάσεις υπερσυνδέσμων	Β΄ Γυμνασίου	Ποσοστό επί των 20	Ποσοστό επί των 157
Μακροσκοπικές - συμβολικές	14	70,00%	8,92%
Υπομικροσκοπικές - συμβολικές	6	30,00%	3,82%
Μακροσκοπικές - Υπομικροσκοπικές	0	0,00%	0,00%
Μακροσκοπικές - Υπομικροσκοπικές - Συμβολικές	0	0,00%	0,00%
Σύνολο	**20**	100,00%	12,74%







Στο σύνολο των υπερσυνδέσμων οι πολλαπλές αναπαραστάσεις συνεισφέρουν με ποσοστό 12,74%. Εξ αυτών οι μακροσκοπικές-συμβολικές με ποσοστό 8,92% και οι υπομικροσκοπικές-συμβολικές με 3,82%.

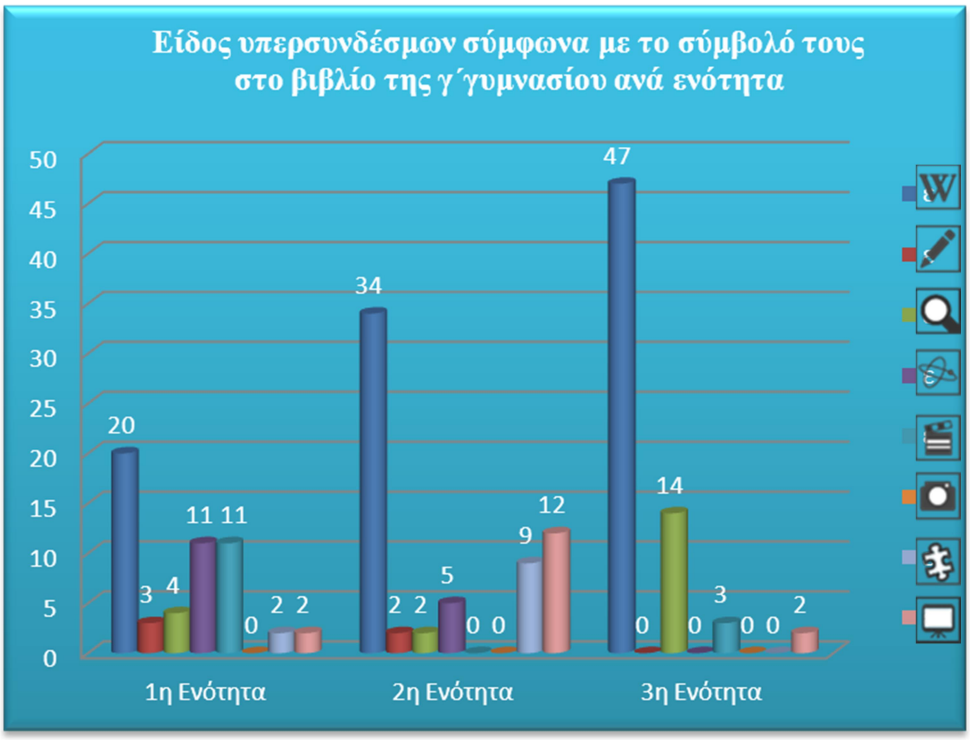
11.16 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ IV: ΟΙ ΥΠΕΡΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΣΤΑ ΒΙΒΛΙΑ ΧΗΜΕΙΑΣ ΤΗΣ Γ΄ ΤΑΞΗΣ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

11.16.1 *Ανάλυση των υπερσυνδέσμων του ηλεκτρονικού βιβλίου χημείας της γ΄ τάξης γυμνασίου σύμφωνα με το σύμβολο που απεικονίζονται*

Οι υπερσύνδεσμοι καταγράφηκαν και ταξινομήθηκαν ανάλογα με το σύμβολό τους. (Πίνακας 11.13).

Πίνακας 11.13. Ταξινόμηση υπερσυνδέσμων σύμφωνα με το σύμβολό τους ανά ενότητα του ηλεκτρονικού βιβλίου β΄ τάξης γυμνασίου.

Γ΄γυμνασίου	1η Ενότητα	2η Ενότητα	3η Ενότητα	Σύνολο	Ποσοστό
	20	34	47	101	55,19%
	3	2	0	5	2,73%
	4	2	14	20	10,93%
	11	5	0	16	8,74%
	11	0	3	14	7,65%
	0	0	0	0	0,00%
	2	9	0	11	6,01%
	2	12	2	16	8,74%
Σύνολο	53	64	66	183	100,00%





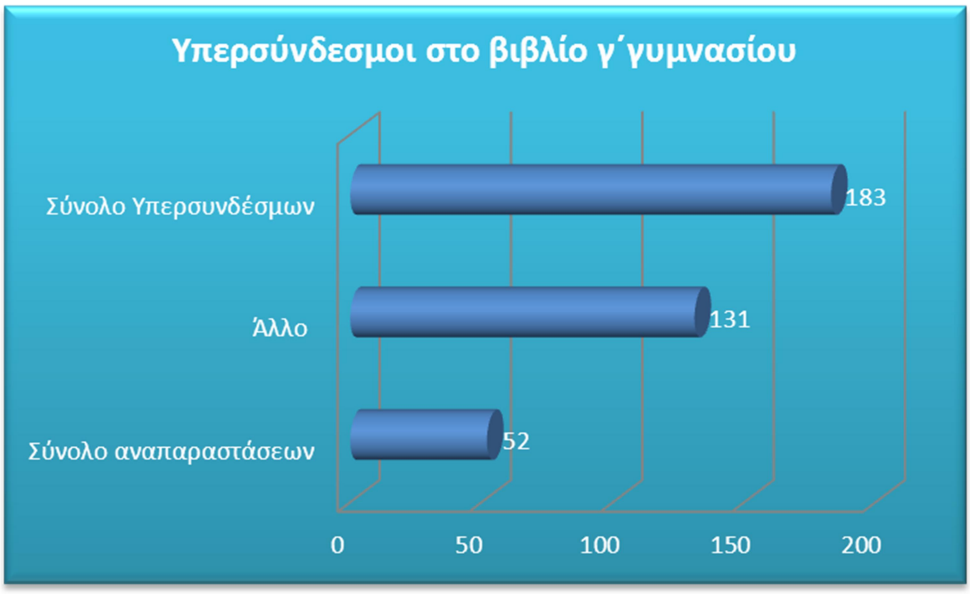
11.16.2 *Ανάλυση των υπερσυνδέσμων του ηλεκτρονικού βιβλίου χημείας της γ΄ τάξης γυμνασίου σύμφωνα με το κριτήριο του είδους*

Παρατηρούμε ότι μόνο 52 υπερσύνδεσμοι από τους 183, ποσοστό 28,42%, οδηγούν σε αναπαραστάσεις. Οι υπόλοιποι 131 οδηγούν σε πληροφορίες από εγκυκλοπαίδειες, διαδραστικά παιχνίδια, κουίζ, σταυρόλεξα κ.τ.λ.. Οι 16 υπερσύνδεσμοι οδηγούν σε μακροσκοπικές αναπαραστάσεις, 8,74% επί του συνόλου των υπερσυνδέσμων και 30,77% επί του συνόλου των αναπαραστάσεων. Υπάρχει μόνο μία υβριδική αναπαράσταση που απεικονίζει το μακροσκοπικό, το υπομικροσκοπικό και το συμβολικό επίπεδο, δηλαδή ποσοστό 0,55% επί του συνόλου των υπερσυνδέσμων και

1,92% επί των αναπαραστάσεων. Η υβριδική αναπαράσταση αναφέρεται στη διάσταση βάσεων στο νερό. Υπάρχουν 22 πολλαπλές αναπαραστάσεις ποσοστό 12,02% επί του συνόλου των υπερσυνδέσμων και 42,31% επί των αναπαραστάσεων. Υπομικροσκοπικές αναπαραστάσεις υπάρχουν 6, ποσοστό 3,28% επί του συνόλου των υπερσυνδέσμων και 11,54% επί των αναπαραστάσεων. Δεν υπάρχει καμία μεικτή αναπαράσταση. (Πίνακες 11.14 και 11.15).

Πίνακας 11.14: Ταξινόμηση υπερσυνδέσμων σύμφωνα με το κριτήριο του είδους

Γ΄ Γυμνασίου		
Μακροσκοπική	16	8,74%
Υβριδική	1	0,55%
Πολλαπλή	22	12,02%
Συμβολική	7	3,83%
Υπομικροσκοπική	6	3,28%
Μεικτή	0	0,00%
Σύνολο αναπαραστάσεων	52	28,42%
Άλλο	131	71,58%
Σύνολο Υπερσυνδέσμων	183	100,00%



Πίνακας 11.15: Ταξινόμηση υπερσυνδέσμων που οδηγούν μόνο σε αναπαραστάσεις σύμφωνα με το κριτήριο του είδους

Γ΄ Γυμνασίου		
Μακροσκοπική	16	30,77%
Υβριδική	1	1,92%
Πολλαπλή	22	42,31%
Συμβολική	7	13,46%
Υπομικροσκοπική	6	11,54%
Μεικτή	0	0,00%
Σύνολο αναπαραστάσεων	52	100,00%



11.16.3 *Ανάλυση των πολλαπλών αναπαραστάσεων των υπερσυνδέσμων ως προς τα χημικά επίπεδα που αντιπροσωπεύουν*

Από τις 22 πολλαπλές αναπαραστάσεις οι 6 αναφέρονται και στα τρία χημικά επίπεδα, ποσοστό 27,27% επί του συνόλου των αναπαραστάσεων και ποσοστό 3,28% στο σύνολο των υπερσυνδέσμων. Πολύ μικρό ποσοστό για τη συμβολή τους στην κατανόση των χημικών αντιδράσεων. (Πίνακας 11.16). Οι 10 αναφέρονται στο μακροσκοπικό και το συμβολικό επίπεδο, ποσοστό 45,45% των αναπαραστάσεων και 5,46% επί του συνόλου των υπερσυνδέσμων. Υπάρχουν 3 που αναφέρονται στο υπομικροσκοπικό και το συμβολικό επίπεδο, ποσοστό 13,64% των αναπαραστάσεων και 1,64% επί του συνόλου των υπερσυνδέσμων. Ομοίως 3 αναφέρονται στο μακροσκοπικό και το υπομικροσκοπικό. Οι πολλαπλές αναπαραστάσεις που αναφερόνται σε δύο επίπεδα είναι 16, ποσοστό 72,73%.

Πίνακας 11.16: Επίπεδα πολλαπλών αναπαραστάσεων.

Πολλαπλές αναπαραστάσεις υπερσυνδέσμων	Γ΄ Γυμνασίου	Ποσοστό επί των 22	Ποσοστό επί των 183
Μακροσκοπικές - συμβολικές	10	45,45%	5,46%
Υπομικροσκοπικές - συμβολικές	3	13,64%	1,64%
Μακροσκοπικές - Υπομικροσκοπικές	3	13,64%	1,64%
Μακροσκοπικές - Υπομικροσκοπικές - Συμβολικές	6	27,27%	3,28%
Σύνολο	**22**	100,00%	12,02%







Στο σύνολο των υπερσυνδέσμων οι πολλαπλές αναπαραστάσεις συνεισφέρουν με ποσοστό 12,02%. Εξ αυτών οι μακροσκοπικές-συμβολικές με ποσοστό 5,46%, οι

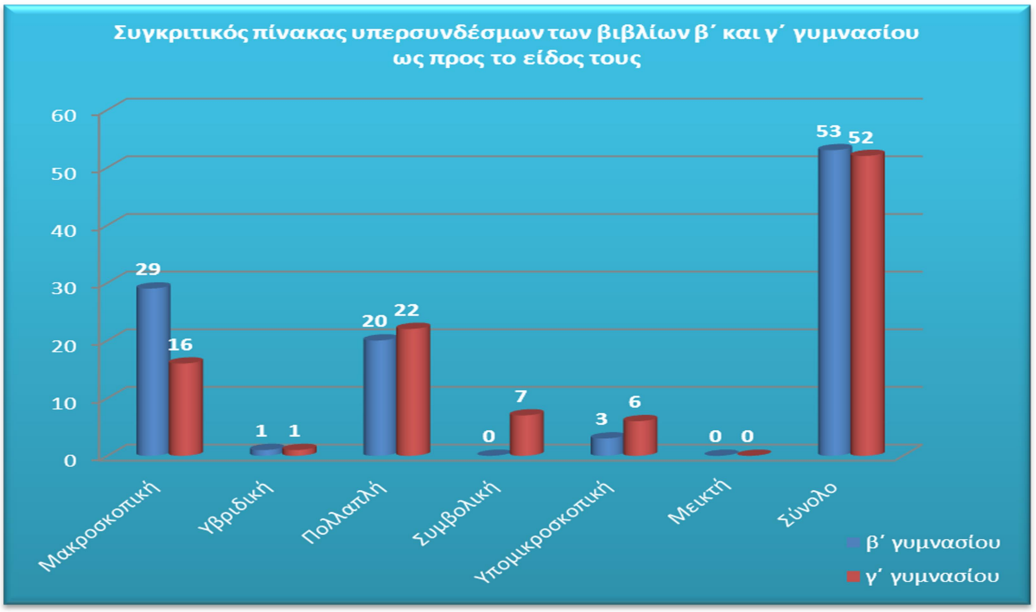
υπομικροσκοπικές-συμβολικές με 1,64%, οι μακροσκοπικές - υπομικροσκοπικές με 1,64% και οι μακροσκοπικές -υπομικροσκοπικές - συμβολικές με 3,28%.

11.17 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΥΠΕΡΣΥΝΔΕΣΜΩΝ ΤΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ Β΄ ΚΑΙ Γ΄ ΤΑΞΗΣ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

Για να διαπιστώσουμε αν αυξάνεται το σύνολο των υπομικροσκοπικών, συμβολικών και ιδιαίτερα των πολλαπλών αναπαραστάσεων των υπερσυνδέσμων στο βιβλίο χημείας της γ΄ τάξης γυμνασίου σε σχέση με το αντίστοιχο της β΄τάξης, παραθέτουμε πίνακα (Πίνακας 11.17), που αναφέρεται στο είδος των αναπαραστάσων των υπερσυνδέσμων και είναι συγκριτικός.

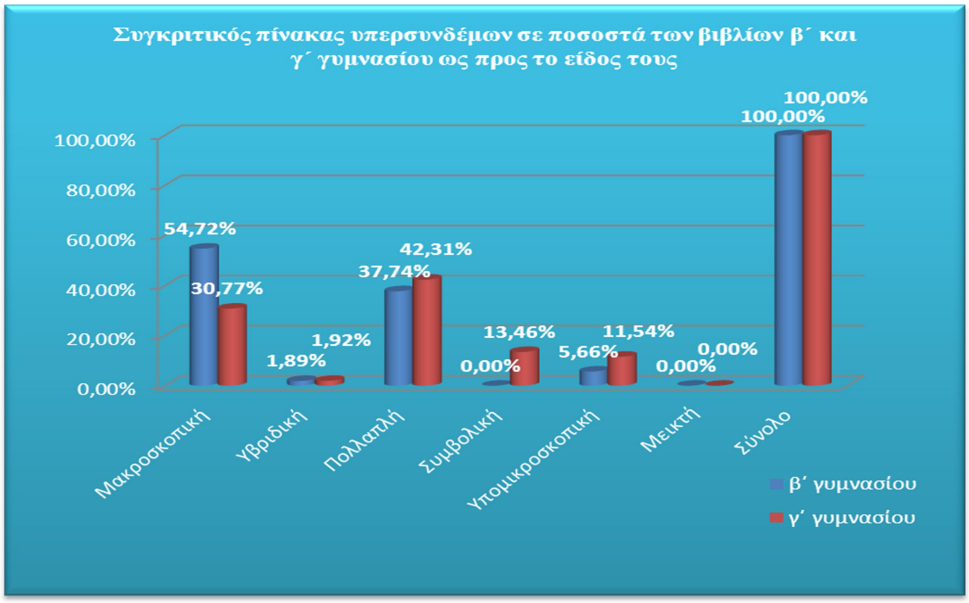
Πίνακας 11.17: Συγκριτικός πίνακας αναπαραστάσεων των υπερσυνδέσμων στα βιβλία χημείας γυμνασίου.

Υπερσύνδεσμοι	β΄ γυμνασίου	γ΄ γυμνασίου	β΄ γυμνασίου	γ΄ γυμνασίου
Μακροσκοπική	29	16	54,72%	30,77%
Υβριδική	1	1	1,89%	1,92%
Πολλαπλή	20	22	37,74%	42,31%
Συμβολική	0	7	0,00%	13,46%
Υπομικροσκοπική	3	6	5,66%	11,54%
Μεικτή	0	0	0,00%	0,00%
Σύνολο	53	52	100,00%	100,00%



Παρατηρούμε ότι το σύνολο των αναπαραστάσεων των υπερσυνδέσμων παραμένει σχεδόν σταθερό και στις δύο τάξεις του γυμνασίου. Οι μακροσκοπικές

αναπαραστάσεις ελαττώνονται: από 29 που υπάρχουν στο βιβλίο της β΄ γυμνασίου, στο βιβλίο της γ΄ γυμνασίου γίνονται 16, ποσοστό 54,72% και 30,77% αντίστοιχα. Στο βιβλίο της β΄τάξης γυμνασίου οι μακροσκοπικές εξακολουθούν να κατέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό ενώ στο βιβλίο της γ΄τάξης γυμνασίου το μεγαλύτερο ποσοστό κατέχουν οι πολλαπλές αναπαραστάσεις. Υπάρχει αύξηση των συμβολικών αναπαραστάσεων από καμία σε επτά, δηλαδή το ποσοστό αυξάνεται από 0% στη β΄ γυμνασίου σε 13,46% στη γ΄ γυμνασίου. Οι υπομικροσκοπικές διπλασιάζονται, από τρεις σε έξι στο βιβλίο της γ΄ γυμνασίου, σε ποσοστά από 5,66% στη β΄ τάξη σε 11,54% στη γ΄ τάξη. Οι υβριδικές παραμένουν σταθερές από μία στο κάθε βιβλίο, ποσοστό 1,89% στη β΄ τάξη και 1,92% στη γ΄ τάξη, με τα ποσοστά τους να είναι πολύ μικρά. Μεικτή αναπαράσταση δεν υπάρχει σε κανένα από τα δύο βιβλία. Το ενθαρρυντικό όμως είναι ότι αυξάνονται οι υπομικροσκοπικές αναπαραστάσεις, σχεδόν υπερδιπλασιάζονται και αυξάνονται και οι πολλαπλές. Η αύξηση των συμβολικών αναπαραστάσεων ήταν αναμενόμενη λόγω της ύλης που περιλαμβάνεται.



11.18 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΥΠΕΡΣΥΝΔΕΣΜΩΝ ΤΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ Β΄ ΚΑΙ Γ΄ ΤΑΞΗΣ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

Για να διαπιστώσουμε αν και κατά πόσο αυξάνεται το είδος των πολλαπλών αναπαραστάσεων των υπερσυνδέσμων ως προς τα χημικά επίπεδα που αυτές συνδυάζουν στο βιβλίο χημείας της γ΄ τάξης γυμνασίου σε σχέση με το αντίστοιχο της β΄τάξης, παραθέτουμε συγκριτικό πίνακα (Πίνακας 11.18).

Πίνακας 11.18. Συγκριτικός πίνακας συνδυασμού χημικών επιπέδων των πολλαπλών αναπαραστάσεων των υπερσυνδέσμων.

Πολλαπλές αναπαραστάσεις υπερσυνδέσμων	β΄ γυμνασίου	β΄ γυμνασίου σε ποσοστά επί των 20 πολλαπλών	β΄ γυμνασίου σε ποσοστά επί των 157 συνολικών	γ΄ γυμνασίου	γ΄ γυμνασίου σε ποσοστά επί των 22 πολλαπλών	γ΄ γυμνασίου σε ποσοστά επί των 183 συνολικών
Μακροσκοπικές - συμβολικές	14	70,00%	8,92%	10	45,45%	5,46%
Υπομικροσκοπικές - συμβολικές	6	30,00%	3,82%	3	13,64%	1,64%
Μακροσκοπικές - Υπομικροσκοπικές	0	0,00%	0,00%	3	13,64%	1,64%
Μακροσκοπικές - Υπομικροσκοπικές - Συμβολικές	0	0,00%	0,00%	6	27,27%	3,28%
Σύνολο	20	100,00%	12,74%	22	100,00%	12,02%

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι το σύνολο των πολλαπλών αναπαραστάσεων των υπερσυνδέσμων αυξάνεται από 20 στο βιβλίο της β΄ γυμνασίου σε 22 στο βιβλίο της γ΄ γυμνασίου, μικρή αύξηση, αν αναλογιστούμε ότι υπάρχουν 26 παραπάνω υπερσύνδεσμοι (183-157) στο βιβλίο της γ΄ γυμνασίου. Το σύνολο της ύλης στη β΄ γυμνασίου καταλαμβάνει 92 σελίδες, ενώ το αντίστοιχο της γ΄ γυμνασίου είναι 98 σελίδες.

Πολλαπλές αναπαραστάσεις υπερσυνδέσμων στις οποίες συνδυάζονται και τα **τρία χημικά επίπεδα** στο βιβλίο της β΄ γυμνασίου δεν υπάρχουν, ενώ στο βιβλίο της γ΄ γυμνασίου υπάρχουν έξι σε ποσοστό 27,27% επί των πολλαπλών αναπαραστάσεων του βιβλίου και 3,28% επί των συνολικών υπερσυνδέσμων του.

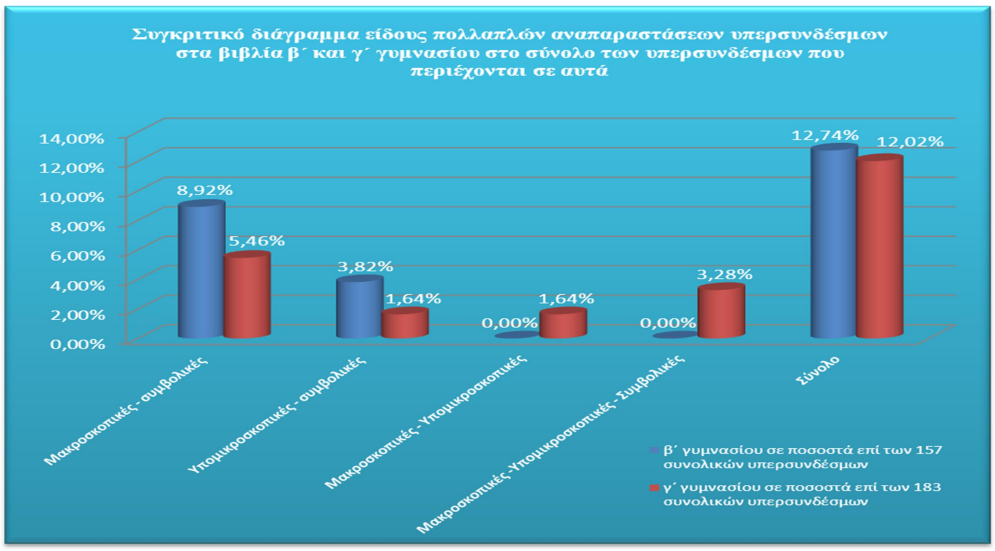
Πολλαπλές αναπαραστάσεις υπερσυνδέσμων με συνδυασμό **δύο χημικών επιπέδων** στο βιβλίο της β΄ γυμνασίου είναι 20 και στο αντίστοιχο της γ΄ γυμνασίου 16. Δηλαδή σε ποσοστά επί του συνόλου των πολλαπλών αναπαραστάσεων των υπερσυνδέσμων για κάθε βιβλίο 100% και 72,73% αντίστοιχα.

Οι πολλαπλές αναπαραστάσεις των υπερσυνδέσμων που συνδυάζουν το **μακροσκοπικό και** το **συμβολικό** επίπεδο είναι 14 και 10 στο βιβλίο της β΄ και γ΄ τάξης γυμνασίου αντίστοιχα. Βρίσκονται σε ποσοστό 70% επί του συνόλου των πολλαπλών αναπαραστάσεων (20) και σε ποσοστό 8,92% επί του συνόλου των υπερσυνδέσμων (157) του βιβλίου, ενώ τα αντίστοιχα ποσοστά στο βιβλίο της γ΄ γυμνασίου είναι 45,45% (σε σύνολο πολλαπλών 22) και 5,46%.

Οι πολλαπλές αναπαραστάσεις των υπερσυνδέσμων που συνδυάζουν το **υπομικροσκοπικό και** το **συμβολικό επίπεδο** ελαττώνονται στο βιβλίο της γ΄ γυμνασίου σε σχέση με αυτό της β΄ γυμνασίου. Από έξι στο βιβλίο της β΄ τάξης σε

τρεις στο βιβλίο της γ΄ τάξης. Τα αντίστοιχα ποσοστά στα δύο βιβλία είναι 30% και 13,64% επί του συνόλου των πολλαπλών αναπαραστάσεων και, 3,82% και 1,64% επί του συνόλου των υπερσυνδέσμων του κάθε βιβλίου.

Πολλαπλές αναπαραστάσεις υπερσυνδέσμων που συνδυάζουν το **μακροσκοπικό και υπομικροσκοπικό επίπεδο** δεν υπάρχουν στο βιβλίο της β΄ γυμνασίου. Στο αντίστοιχο της γ΄ γυμνασίου υπάρχουν τρεις. Ποσοστά 0% επί των είκοσι πολλαπλών αναπαραστάσεων υπερσυνδέσμων και των συνολικών υπερσυνδέσμων στο βιβλίο της β΄τάξης γυμνασίου, ενώ τα ποσοστά τους στο σύνολο των υπερσυνδέσμων του βιβλίου της γ΄ γυμνασίου είναι 1,64% και στο σύνολο των πολλαπλών αναπαραστάσεων (22) είναι 13,64%.



11.19 ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

«Η εικόνα δεν είναι ένα ***αθώο*** διακοσμητικό στοιχείο των σχολικών εγχειριδίων των φυσικών επιστημών ή άλλου εκπαιδευτικού υλικού. Απεναντίας είναι ένα ***γοητευτικό και σύνθετο εργαλείο που απαιτεί μεγάλη προσοχή στο χειρισμό του για να αποδειχθεί αποδοτικό στην καθημερινή εκπαιδευτική πράξη***» (Χαλκιά και Θεοδωρίδης 2002). Είναι αυτονόητο ότι οι χημικές αναπαραστάσεις συνεισφέρουν στη μάθηση, μόνο αν οι μαθητές μπορούν να κατανοήσουν σωστά τις έννοιες που αυτές παρουσιάζουν. Σύμφωνα με τον Ainsworth (2006), επιλέγοντας την κατάλληλη αναπαράσταση για συγκεκριμένη διδακτική παρέμβαση μπορούμε να αυξήσουμε την κατανόηση της συγκεκριμένης έννοιας και την επίδοση του μαθητή.

Ωστόσο, η βιβλιογραφική έρευνα έδειξε ότι οι μαθητές αδυνατούν να αντιληφθούν το σωστό μήνυμα που αυτές μεταφέρουν (Novick και Nussbaum, 1981, Ben-Zvi et al., 1986, De Vos και Verdonk, 1987a, De Vos και Verdonk, 1987b, Haidar και Abraham, 1991, Krajcik, 1991, Abraham et al., 1992, Hesse και Anderson, 1992, Keig και Rubba, 1993, Nakhleh, 1993, Abraham et al., 1994, Garnett et al., 1995, De Vos και Verdonk, 1996, Kozma και Russell, 1997, Τσαπαρλής 2009). Επιπλέον, οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν τις χημικές αναπαραστάσεις για να ελέγξουν αν οι μαθητές μπορούν να περιγράψουν λεκτικά τα χημικά φαινόμενα και/ή τα χημικά σύμβολα και δεν ενθαρρύνουν τους μαθητές να χρησιμοποιούν τις αναπαραστάσεις για να περάσουν π.χ. από μια μακροσκοπική αναπαράσταση σε μια συμβολική ή υπομικροσκοπική αναπαράσταση (Philipp, Johnson, και Yezierski 2014). Έτσι, η απλή παρουσία τους σε ένα βιβλίο δεν εξασφαλίζει ότι ενισχύουν τη μάθηση.

Στην έρευνά μας παρατηρήσαμε μια μικρή αύξηση των συμβολικών και υπομικροσκοπικών αναπαραστάσεων και μια μεγαλύτερη των πολλαπλών αναπαραστάσεων στο βιβλίο της γ΄ γυμνασίου. Όμως μόνο τρεις (3) πολλαπλές αναπαραστάσεις στην εικονογράφηση και έξι (6) υπερσύνδεσμοι αναφέρονται ταυτόχρονα στα τρία χημικά επίπεδα. Για τον λόγο αυτό, οι συγγραφείς των βιβλίων θα πρέπει να αναδείξουν τα στοιχεία των αναπαραστάσεων. Η επιλογή και ο σχεδιασμός τους θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις συνδέσεις μεταξύ του μακροσκοπικού, του υπομικροσκοπικού και του συμβολικού χημικού επιπέδου (πολλαπλή αναπαράσταση με τα τρία χημικά επίπεδα), ώστε οι μαθητές να μπορούν να κατανοήσουν πλήρως τα τρία επίπεδα της χημείας. Προσδοκία μας είναι οι συγγραφείς των σχολικών βιβλίων χημείας να δώσουν μεγαλύτερη προσοχή στην ανάγκη και στη σημασία των υπομικροσκοπικών, των μεικτών και ιδιαίτερα των πολλαπλών αναπαραστάσεων, οι οποίες θα πρέπει να αναφέρονται ταυτόχρονα στα τρία επίπεδα της χημείας (μακροσκοπικό, υπομικροσκοπικό, συμβολικό), καθότι το ποσοστό αυτών είναι μικρό, ενώ η συμβολή τους στην κατανόηση της χημείας είναι μεγάλη.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 11.1 Παραδείγματα υπερσυνδέσμων

Μακροσκοπική αναπαράσταση: http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/6848

http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGYM-B202/219/1998,5027/extras/Experiments-Simulations/KEF2_1_kikloforia_nerou_okeanous/KEF2_1_kikloforia_nerou_okeanous.swf

Μακροσκοπική αναπαράσταση με λεκτικές εξηγήσεις. Βίντεο από το εργαστήριο.http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1352

Υβριδική αναπαράσταση, Ο κύκλος του νερού. Αναφέρεται στο μακροσκοπικό και υπομικροσκοπικό επίπεδο: http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1333

Υπομικροσκοπική αναπαράσταση:

http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1348,

http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1332

Πολλαπλή αναπαράσταση (μακροσκοπική - συμβολική) με λεκτικές εξηγήσεις:

http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1359

Πολλαπλή αναπαράσταση (υπομικροσκοπική-συμβολική) με λεκτικές εξηγήσεις:

http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1358

Πολλαπλή αναπαράσταση (υπομικροσκοπική-συμβολική):

http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1334

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στην Ε΄ τάξη του δημοτικού σχολείου, στο 1^{ο} κεφάλαιο του βιβλίου *«Φυσικά Δημοτικού, Ερευνώ και Ανακαλύπτω»*, υπάρχει ενότητα, η οποία αναφέρεται στη δομή της ύλης με πλούσιο εποπτικό υλικό. Οι μαθητές έρχονται τότε για πρώτη φορά σε επαφή με τις έννοιες: υποατομικά σωματίδια, άτομα, μόρια, στοιχεία, χημικές ενώσεις, καθώς και με το πώς κινούνται τα μόρια στα στερεά, στα υγρά και στα αέρια σώματα. Η επόμενη και πιο αναλυτική επαφή τους με τη δομή της ύλης γίνεται στη Β΄ τάξη γυμνασίου, στο μάθημα της Χημείας.

Σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών χημείας της Β΄ Γυμνασίου, γίνεται πρώτα η μακροσκοπική εισαγωγή των χημικών αντιδράσεων, ακολουθεί η εισαγωγή των εννοιών του ατόμου και του μορίου και ο συμβολισμός τους και στη συνέχεια, η απεικόνιση των αντιδράσεων με χημικές εξισώσεις (με σύμβολα και με προσομοιώματα). Παρόλον ότι πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι η ατομική-μοριακή θεωρία είναι από τα δυσκολότερα πράγματα για να μάθει κανείς, οι Wiser και Smith (2008) επισημαίνουν ότι η κατανόηση των χημικών εννοιών: χημική ουσία, χημικό στοιχείο, μείγμα, διάλυμα και χημική αντίδραση δεν μπορεί να είναι αποτελεσματική χωρίς τη χρήση του ατομικού-μοριακού μοντέλου.

Στη διατριβή αυτή μελετήσαμε κατά πόσο οι μαθητές της Β΄ τάξης γυμνασίου εξοικειώνονται με τα άτομα, τα μόρια, τα χημικά σύμβολα και τα προσομοιώματά τους και κατά πόσο έχουν κατανοήσει την έννοια της χημικής αντίδρασης. Επίσης, εξετάζουμε και την επίδραση διδακτικής παρέμβασης με την οποία οι χημικές αντιδράσεις διδάχθηκαν μετά την εισαγωγή των εννοιών του ατόμου, του μορίου και του συμβολισμού τους.

Στην έρευνα έλαβαν μέρος δέκα σχολεία, δύο από αυτά ήταν δημόσια πειραματικά σχολεία και ένα ήταν ιδιωτικό σχολείο. Η έρευνα ήταν τόσο διαγνωστική όσο και παρεμβατική. Σε κάθε σχολείο διακρίναμε τα τμήματα μαθητών

σε τμήμα ή τμήματα πειραματικά (όπου έγινε η διδακτική παρέμβαση) και σε τμήμα ή τμήματα ελέγχου, όπου ακολουθήθηκε ακριβώς η σειρά του διδακτικού βιβλίου Χημείας Β΄ Γυμνασίου, σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών και με τη σχετική εισήγηση του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ) (Πράξη 24/08-07-2013 και 33/30-09-2013 Δ.Σ.), ενώ στο πειραματικό τμήμα ακολουθήθηκε τροποποιημένη σειρά μαθημάτων, σύμφωνα με οδηγίες που δόθηκαν στους διδάσκοντες καθηγητές από εμάς για τη έρευνά μας (*να προηγηθεί δηλαδή η διδασκαλία των ατόμων και μορίων και στη συνέχεια να διδαχθεί η χημική αντίδραση*).

Καμιά άλλη οδηγία, διδακτική παρέμβαση ή παρατήρηση των διδασκαλιών δεν έγινε από τους ερευνητές ούτε ζητήθηκε από τους εκπαιδευτικούς η καταγραφή των διδακτικών μεθόδων και λεπτομερειών. Επομένως, κάθε εκπαιδευτικός δίδαξε με τον συνήθη τρόπο του, (λογικά) μέσα στον προβλεπόμενο για τη σχετική ενότητα διδακτικό χρόνο.

Χρησιμοποιήθηκε ένα τεστ (σε δύο μορφές, βλέπε γενικό παράρτημα 1) και ένα διαγώνισμα (σε δύο μορφές, βλέπε γενικό παράρτημα 2). Το τεστ προηγήθηκε του διαγωνίσματος με άμεση ανατροφοδότηση. Για διάφορους λόγους, κάποια σχολεία εκτέλεσαν μόνο το διαγώνισμα και κάποια άλλα μόνο το τεστ.

Τόσο για το τεστ όσο και για το διαγώνισμα εφαρμόσαμε Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών για να ελέγξουμε τη δομή τους. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσίασε η ανάλυση για το διαγώνισμα λόγω του μεγάλου σχετικά αριθμού των ερωτήσεων. Για το σύνολο των μαθητών στο διαγώνισμα η ανάλυση έδωσε πέντε κύριες συνιστώσες, ενώ εμείς προχωρήσαμε περαιτέρω περιορίζοντάς τες σε τέσσερις και σε τρεις συνιστώσες. Η περίπτωση των τριών συνιστωσών διέκρινε τις παρακάτω ομάδες ερωτήσεων:

1. Εξήγηση φυσικών και χημικών φαινομένων (ερωτήσεις κρίσεως)
2. Διατύπωση ορισμών
3. Διάκριση μεταξύ στοιχείων, χημικών ενώσεων και μειγμάτων και, ισοστάθμιση χημικών εξισώσεων

Τέλος, έγινε ανάλυση (καταγραφή και ταξινόμηση) της εικονογράφησης και των υπερσυνδέσμων των διαδραστικών εμπλουτισμένων ηλεκτρονικών σχολικών βιβλίων Χημείας της β' και γ΄ τάξης γυμνασίου του «Ψηφιακού Σχολείου» για να διαπιστώσουμε σε ποιο εύρος γίνεται έκθεση των μαθητών στα τρία χημικά επίπεδα μέσω αυτών.

12.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ ΜΕ ΤΟ ΤΕΣΤ

Για το τεστ, τα ερευνητικά ερώτηματα ήταν:

1. Μπορούν οι μαθητές να περνούν από τη χημική εξίσωση με σύμβολα (συμβολικό επίπεδο) στη χημική εξίσωση με προσομοιώματα (υπομικροσκοπικό επίπεδο) και αντίστροφα (ανεξάρτητα από τη διδακτική παρέμβαση);
2. Παίζει ρόλο η σειρά που ακολουθήθηκε στη διδασκαλία (η διδακτική παρέμβαση);

Δύο υποερωτήματα που συνδέονται με το κύριο ερώτημα (1) και στα οποία δίνει απάντηση η παρούσα έρευνα ήταν (α) αν μπορούν να απεικονίσουν σωστά τους τύπους των χημικών ενώσεων στην υπομικροσκοπική τους μορφή όταν τους δίδονται χημικές ενώσεις με σύμβολα και (β) αν μπορούν να απεικονίσουν σωστά τους τύπους των χημικών ενώσεων στη συμβολική τους μορφή όταν τους δίδονται χημικές ενώσεις με προσομοιώματα.

Από τη στατιστική ανάλυση των επιδόσεων των μαθητών στο τεστ, για το σύνολο των μαθητών, και ανεξάρτητα από την πραγματοποίηση της διδακτικής παρέμβασης, βρέθηκε ότι:

- *οι μαθητές χαμηλής επίδοσης μεταβαίνουν με μεγαλύτερη ευκολία από το συμβολικό επίπεδο στο υπομικροσκοπικό επίπεδο, ενώ οι μαθητές σχετικά υψηλής επίδοσης ανταποκρίνονται το ίδιο σε οποιαδήποτε μετάβαση είτε από το συμβολικό στο υπομικροσκοπικό επίπεδο είτε αντίστροφα.*

Εξάλλου, από την εξέταση της επίδρασης της διδακτικής παρέμβασης, δηλαδή της διδασκαλίας των ατόμων και μορίων πριν από τη διδασκαλία της χημικής αντίδρασης, βρέθηκε ότι:

1) στο σύνολο των μαθητών δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση των μαθητών μεταξύ του πειραματικού τμήματος και του τμήματος ελέγχου (στο τελευταίο ακολουθήθηκε ακριβώς η σειρά του σχολικού βιβλίου).

Από την άλλη, από τη διάκριση των σχολείων σε *σχολεία χαμηλής μέσης επίδοσης* και *σχολεία σχετικά υψηλής μέσης επίδοσης*,

2) βρέθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά μόνο υπέρ της πειραματικής ομάδας χαμηλής μέσης επίδοσης.

Εξάλλου, χωρίζοντας το σύνολο των μαθητών (ανεξαρτήτως σχολείου) σε τέσσερις ομάδες, *χαμηλής, μέτριας, καλής και υψηλής επίδοσης*,

3) *εντοπίσαμε την υπεροχή της πειραματικής ομάδας μόνο στην ομάδα καλής επίδοσης* (μέσος όρος βαθμολογίας 13≤Μ.Ο.<16, με άριστα το 20).

Τέλος, εξετάζοντας αν οι μαθητές απεικονίζουν σωστά τους τύπους των χημικών ενώσεων στην υπομικροσκοπική τους μορφή (με προσομοιώματα) όταν τους δίδεται η χημική ένωση με σύμβολα ή στην αντίστροφη διαδικασία, και πάλι

4) *βρέθηκε ότι οι μαθητές χαμηλής μέσης επίδοσης μεταβαίνουν με μεγαλύτερη ευκολία από το συμβολικό στο υπομικροσκοπικό επίπεδο, ενώ οι μαθητές σχετικά υψηλής μέσης επίδοσης ανταποκρίνονται το ίδιο και στις δύο περιπτώσεις*.

12.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ ΜΕ ΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

Για το διαγώνισμα, τα ερευνητικά ερωτήματα ήταν:

1. *Κατά πόσο οι μαθητές είναι σε θέση να διατυπώσουν ορισμούς για τις χημικές αντιδράσεις;*
2. *Μπορούν να διακρίνουν και να αιτιολογήσουν με βάση τα σωματιδιακά μοντέλα τις έννοιες χημικό στοιχείο, χημική ένωση, μείγμα στοιχείων;*
3. *Μπορούν να ισοσταθμίσουν χημικές εξισώσεις που δίδονται με σύμβολα ή με προσομοιώματα;*
4. *Μπορούν να κατανοήσουν και να εξηγήσουν χημικές αντιδράσεις;*
5. *Κατανοούν τη στοιχειομετρία των χημικών αντιδράσεων;*
6. *Παίζει ρόλο η σειρά που ακολουθήθηκε στη διδασκαλία (η διδακτική παρέμβαση);*

Υποερωτήματα στα οποία δίνει απάντηση η παρούσα έρευνα ήταν (α) αν μπορούν να διατυπώνουν έναν αποδεκτό ορισμό για τις έννοιες χημική αντίδραση, ενδόθερμη ή εξώθερμη αντίδραση, αντιδρώντα, προϊόντα. (β) αν κατανοούν ότι η ποσοτική σύσταση μιας χημικής ένωσης είναι πάντα σταθερή ανεξάρτητα από τις ποσότητες που διαθέτουμε για την παρασκευή της. (γ) αν μπορούν να χρησιμοποιούν τους κατάλληλους συμβολισμούς για να δηλώνουν την φυσική κατάσταση των ουσιών σε μια χημική αντίδραση.

12.2.1 Διατύπωση ορισμών

Από τη στατιστική ανάλυση των επιδόσεων των μαθητών στο διαγώνισμα, για το σύνολο των μαθητών και ανεξάρτητα από τη διδακτική παρέμβαση, βρέθηκε ότι:

- *Έναν σχεδόν αποδεκτό ορισμό για την έννοια της χημικής αντίδρασης δίνει το 37% των μαθητών, ενώ για τον πλήρη ορισμό της το ποσοστό αυτό είναι μικρότερο του 2%.*
- *Το ποσοστό των μαθητών που διατυπώνουν σωστά τους ορισμούς για τις έννοιες ενδόθερμη αντίδραση, εξώθερμη αντίδραση και προϊόντα ανέρχεται σε 60%, ενώ για τα αντιδρώντα στο 70%.*

12.2.2 Σωματιδιακά μοντέλα για χημικές ενώσεις, χημικά στοιχεία και μείγματα

- Σωστές επιλογές (από τις αναπαραστάσεις με σωματιδιακά μοντέλα) για τις έννοιες χημική ένωση και χημικό στοιχείο γίνονται από το 61% των μαθητών. Το ποσοστό της σωστής επιλογής που αφορά την αναπαράσταση μείγματος χημικών στοιχείων ανέρχεται στο 70%, ενώ για την επιλογή της ποσότητας του νερού που θα σχηματιστεί φθάνει σχεδόν το 37%.
- Η αναπαράσταση μείγματος χημικών στοιχείων ερμηνεύεται σωστά από ελάχιστους μαθητές (4,1%), ενώ μια αποδεκτή εξήγηση δίδει το 8,6% των μαθητών. Τα ποσοστά των μαθητών που ερμηνεύουν σωστά το «γιατί η αναπαράσταση αναφέρεται σε μόρια χημικής ένωσης ή σε μόρια στοιχείου» είναι μεγαλύτερα και ανέρχονται σε 14% και 11% αντίστοιχα.

12.2.3 Κατανόηση των χημικών αντιδράσεων και της στοιχειομετρίας τους

- Η σωστή επιλογή της ποσότητας του νερού που θα σχηματιστεί από την αντίδραση δεδομένων ποσοτήτων (σε γραμμάρια) υδρογόνου και οξυγόνου, επιλέγεται από το 37,3% των μαθητών, ενώ σωστή αιτιολόγηση της επιλογής έχουμε μόνο από το 16,3% των μαθητών.
- Η μεταβολή της μάζας του άνθρακα όταν αυτός καίγεται στο περιβάλλον και η μεταβολή της μάζας κομματιού σιδήρου που οξειδώνεται αιτιολογείται σωστά από το 4,4% των μαθητών.

Για το σύνολο των μαθητών και ανεξάρτητα από την διδακτική παρέμβαση παρατηρήσαμε ότι η έννοια της χημικής αντίδρασης που είναι πιο απαιτητική δεν έχει γίνει κατανοητή από τους μαθητές. Από τη στατιστική ανάλυση βρέθηκε ότι υπάρχει

στατιστικώς σημαντική διαφορά υπέρ της αιτιολόγησης της ποσότητας του νερού που θα σχηματιστεί (από ποσότητες των στοιχείων που το αποτελούν σε μη στοιχειομετρική αναλογία), από την αιτιολόγηση της μεταβολής της μάζας του άνθρακα κατά την καύση του ή του σιδήρου κατά την οξείδωσή του στο περιβάλλον. Επίσης, βρέθηκε ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά υπέρ της αιτιολόγησης της μεταβολής της μάζας του σιδήρου κατά την οξείδωσή του, από τη μεταβολή της μάζας του άνθρακα κατά την καύση του στο περιβάλλον. Ο συμβολισμός της φυσικής κατάστασης των αντιδρώντων και των προϊόντων σε μια αντίδραση αναγράφεται μόνο από το 18,5% των μαθητών.

12.2.4 Διδακτική παρέμβαση

Από την εξέταση της επίδρασης της διδακτικής παρέμβασης βρέθηκε ότι

- *στο σύνολο των μαθητών δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση των μαθητών μεταξύ των πειραματικών τμημάτων και των τμημάτων ελέγχου*.

Διακρίνεται, όμως, μια τάση οι μαθητές των πειραματικών τμημάτων να ανταποκρίνονται λίγο καλύτερα από τους μαθητές των τμημάτων ελέγχου ($Μ.Ο._{Πειρ}$=7,42/20 και $Μ.Ο._{Ελεγ}$=6,68/20). Η ίδια τάση παρατηρείται και στις ομάδες σχολείων. Από την άλλη, χωρίζοντας το σύνολο των μαθητών (ανεξαρτήτως σχολείου) σε τέσσερις ομάδες ανάλογα με την επίδοσή τους δεν εντοπίσαμε στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση των μαθητών μεταξύ των πειραματικών τμημάτων και των τμημάτων ελέγχου. Όμως, χωρίζοντας το σύνολο των μαθητών ανεξαρτήτως σχολείου (N=362) σε δύο ομάδες (επίδοση≥10 και επίδοση<10,)

- *εντοπίσαμε την υπεροχή της πειραματικής ομάδας μόνο στην ομάδα με επίδοση μεγαλύτερη ή ίση με δέκα και μόνο στον παραμετρικό έλεγχο, ενώ στον μη παραμετρικό έλεγχο δεν εμφανίζεται διαφορά μεταξύ των πειραματικών τμημάτων και των τμημάτων ελέγχου*.

Η παραμετρική ανάλυση έγινε με χρήση του Κεντρικού Οριακού Θεωρήματος που σημαίνει ότι μιλάμε για προσεγγιστικές τιμές και λαμβάνοντας υπόψη ότι η p-τιμή (0,046) είναι πολύ κοντά στο 0,05, το συμπέρασμα είναι επισφαλές.

Η επίδοση του συνόλου των μαθητών ανεξαρτήτως σχολείων γενικά ήταν χαμηλή (7,11/20). Τα πειραματικά σχολεία παρουσίασαν μεγαλύτερες επιδόσεις (8,85/20) σε

σχέση με τα άλλα σχολεία (6,14/20), αλλά όχι ικανοποιητικές. Οι μαθητές του πειραματικού τμήματος του σχολείου 3, που χρησιμοποίησαν το εργαστήριο και εποπτικά μέσα διδασκαλίας, είχαν την μεγαλύτερη επίδοση (11,76/20) αλλά το δείγμα ήταν πολύ μικρό (18 μαθητές στο τμήμα ελέγχου και 18μαθητές στο πειραματικό τμήμα).

12.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΤΟΥΣ ΥΠΕΡΣΥΝΔΕΣΜΟΥΣ ΤΩΝ ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ ΓΥΜΝΑΣΙΑΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

Για την ανάλυση των εικόνων και των υπερσυνδέσμων χρησιμοποιήθηκε η κωδικοποίηση που αναπτύχθηκε από τους Gkitzia, Salta, & Tzougraki (2011). Κάθε σελίδα των εμπλουτισμένων διαδραστικών βιβλίων του «ψηφιακού σχολείου» αναλύθηκε ως προς το είδος των εικόνων και των υπερσυνδέσμων που περιέχει. Ειδικότερα, οι εικόνες και οι υπερσύνδεσμοι των διαδραστικών βιβλίων κωδικοποιήθηκαν με τους όρους: μακροσκοπικές αναπαραστάσεις, συμβολικές αναπαραστάσεις, υπομικροσκοπικές αναπαραστάσεις, υβριδικές αναπαραστάσεις, πολλαπλές αναπαραστάσεις και μεικτές αναπαραστάσεις.

Ο αριθμός των εικόνων που αναλύθηκαν από το βιβλίο της Β΄ Γυμνασίου ήταν 255. Από αυτές, το 61,96% είναι μακροσκοπικές, το 27,06% συμβολικές, το 3,92% υπομικροσκοπικές, το 3,92%, το 6,67% πολλαπλές μόνο μία υβριδική (0,39%) και καμία μεικτή (0%). Οι αντίστοιχοι αριθμοί για τις 233 εικόνες στα βιβλία της Γ΄ Γυμνασίου ήταν: 47,21 - 33,91 - 4,72 -13,30 – 0,86 και 0%.

Εξάλλου, από τους 157 υπερσυνδέσμους του εμπλουτισμένου διαδραστικού βιβλίου της β΄ γυμνασίου, μόνο το 33,76%, οδηγούν σε αναπαραστάσεις (οι υπόλοιποι αναφέρονται κατά κύριο λόγο σε πληροφορίες από ηλεκτρονικές εγκυκλοπαίδειες, σε πάζλ, σταυρόλεξα κ.ά.), ενώ από τους 183 υπερσυνδέσμους του βιβλίου της Γ΄ Γυμνασίου, μόνο το 28,42%, οδηγούν σε αναπαραστάσεις. Περαιτέρω, μόνο 5 υπερσύνδεσμοι στη Β΄ Γυμνασίου και 10 στη Γ΄ Γυμνασίου αναφέρονται σε υπομικροσκοπικές δομές. Υπερσύνδεσμοι με πολλαπλές αναπαραστάσεις που απεικονίζουν το χημικό φαινόμενο ταυτόχρονα σε τρία χημικά επίπεδα υπάρχουν 6 στη Γ΄ Γυμνασίου και ούτε μία στη Β΄ Γυμνασίου.

12.4 ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η παρέμβαση που πραγματοποιήθηκε ήταν χρονικής διάρκειας δέκα διδακτικών ωρών. Υπενθυμίζουμε ότι στο τμήμα ελέγχου ακολουθήθηκε η σειρά μαθημάτων όπως ακριβώς είναι στο σχολικό βιβλίο Χημείας Β΄ τάξης γυμνασίου, σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών και με τη σχετική εισήγηση του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ) (Πράξη 24/08-07-2013 και 33/30-09-2013 Δ.Σ.), ενώ στο πειραματικό τμήμα ακολουθήθηκε τροποποιημένη σειρά μαθημάτων, σύμφωνα με οδηγίες που τους δόθηκαν από εμάς για τη έρευνά μας (να προηγηθεί δηλαδή η διδασκαλία των ατόμων και μορίων και στη συνέχεια να διδαχθεί η χημική αντίδραση, βλέπε παράρτημα 4.1, σελίδα 89). Όπως αναφέραμε και στην αρχή αυτού του κεφαλαίου, *καμιά άλλη οδηγία, διδακτική παρέμβαση ή παρατήρηση των διδασκαλιών δεν έγινε από τους ερευνητές ούτε ζητήθηκε από τους εκπαιδευτικούς η καταγραφή των διδακτικών μεθόδων και λεπτομερειών*. Επομένως, κάθε εκπαιδευτικός δίδαξε με τον συνήθη τρόπο του, (λογικά) μέσα στον προβλεπόμενο για τη σχετική ενότητα διδακτικό χρόνο.

Να σημειωθεί ότι η έρευνα και η διδακτική μας παρέμβαση χαρακτηρίζονταν από έναν αριθμό σημαντικών περιορισμών. Συγκεκριμένα, πρέπει να λάβουμε υπόψη:

1) Τον περιορισμένο διδακτικό χρόνο
2) Το περιορισμένο εύρος της θεματολογίας μας (χημικές αντιδράσεις)
3) Την περιορισμένη έκταση της διδακτικής μας παρέμβασης (κάτι που καθορίζεται και από τον περιορισμένο διδακτικό χρόνο και το δεδομένο διδακτικό εγχειρίδιο)
4) Το γεγονός ότι δεν έγινε καμία άλλη επέμβαση στη διδακτική μεθοδολογία αλλά κάθε εκπαιδευτικός δίδαξε με τον συνήθη τρόπο του
5) Τη χρησιμοποίηση μόνον έντυπων εικόνων των προσομοιωμάτων των ατόμων και των μορίων και συνακόλουθα τη μη χρησιμοποίηση φυσικών μοντέλων/προσομοιωμάτων ατόμων και μορίων, που θα τα χειρίζονταν οι ίδιοι οι μαθητές (δυστυχώς τα σχολεία μας δεν διαθέτουν όλα τέτοια μοντέλα)
6) Την έλλειψη (εκτός μιας ειδικής περίπτωσης) επαφής των μαθητών με πειράματα εκτέλεσης χημικών αντιδράσεων
7) Τις ατυχίες σε ορισμένες περιπτώσεις (όπως την αποτυχία εκτέλεσης είτε του τεστ είτε του διαγωνίσματος σε ορισμένα σχολεία), με συνέπεια τη μείωση του μεγέθους των δειγμάτων μας.

Οι παραπάνω περιορισμοί ασκούν σίγουρα σημαντική επίδραση τόσο στη στάση των μαθητών απέναντι στο μάθημα της Χημείας (συναισθηματικός τομέας), όσο και στις επιδόσεις τους στα σχετικά τεστ, διαγωνίσματα και εξετάσεις.

Σε ό, τι έχει σχέση με το κύριο ερευνητικό ερώτημα μας, το αν δηλαδή *οι μακροσκοπικές έννοιες της Χημείας (στην περίπτωσή μας οι χημικές αντιδράσεις) μπορεί να γίνουν καλύτερα κατανοητές σε συνδυασμό με την κατανόηση των ατόμων και των μορίων* (μήπως δηλαδή η «πρωθύστερη» εισαγωγή της διδασκαλίας των ατόμων και των μορίων μπορεί να βοηθήσει στην καλύτερη κατανόηση των μαθητών), τα αποτελέσματα της έρευνάς μας δεν οδήγησαν σε καταφατική απάντηση. Απαιτείται περαιτέρω έρευνα που θα ξεπερνά όλους ή αρκετούς από τους περιορισμούς της παρούσας έρευνας (βλ. παραπάνω). Επίσης απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση του ενδεχομένου η κατανόηση των μοντέλων των ατόμων και των μορίων να συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση των μακροσκοπικών χημικών εννοιών και θεμάτων σε επιμέρους ομάδες μαθητών (π.χ. ενδιάμεσης επίδοσης).

Καταληκτικά, πιστεύουμε ότι απαιτείται περαιτέρω έρευνα που θα ενισχύσει ή θα ανατρέψει τα συμπεράσματα. Ειδικότερα:

1) Απαιτείται ευρύτερη θεματολογία που θα περιλαμβάνει εκτός από τις χημικές αντιδράσεις και τα θέματα των φυσικών καταστάσεων της ύλης και των μεταβολών τους, καθώς και το φαινόμενο της διάλυσης.
2) Επίσης, οι διδακτικές παρεμβάσεις θα πρέπει να είναι μεγαλύτερης έκτασης, ώστε να δίνονται πολλές ευκαιρίες για άσκηση και εμπέδωση του διδακτικού υλικού από τους μαθητές, οπωσδήποτε με ατομική χρήση φυσικών μοντέλων/προσομοιωμάτων ατόμων και μορίων και αντίστοιχη μελέτη των χημικών αντιδράσεων.
3) Τέλος, και πλέον σημαντικό, απαιτούνται αφενός η εφαρμογή από τους εκπαιδευτικούς σύγχρονων μαθητοκεντρικών διδακτικών μεθόδων αντί του ξεπερασμένου δασκαλοκεντρικού μοντέλου και αφετέρου μεθόδων αξιολόγησης που θα δίνουν έμφαση όχι στην απομνημόνευση και στην εφαρμογή αλγορίθμων, αλλά στην εννοιολογική κατανόηση και την κριτική σκέψη.

Η Χημεία (όπως και οι άλλες Φυσικές Επιστήμες)

«*συνιστά ιδανικό πεδίο εφαρμογής της διερευνητικής μεθόδου μάθησης. Δηλαδή όλων εκείνων των μεθόδων και πρακτικών που στηρίζονται στην εποικοδομητική κατάκτηση της γνώσης και πλαισιώνονται από κλασικές εργαστηριακές μεθόδους,*

βιβλιογραφική αναζήτηση, διερεύνηση υλικού και μεθόδων στο διαδίκτυο, πειραμάτων με την υποστήριξη νέων τεχνολογιών, προσομοιώσεων, πολλαπλών αναπαραστάσεων, επίλυση εικονικών ή πραγματικών προβλημάτων, εκπόνηση ερευνητικών-συνθετικών εργασιών, εργασιών πεδίου, πειραμάτων καθημερινής ζωής, πειραμάτων με απλά μέσα και όλες τις σχετικές σύγχρονες μεθόδους που μπορούν να καλύψουν κάθε είδους καινοτόμο δράση που σχετίζεται με τις φυσικές επιστήμες και τη διδασκαλία τους με προεκτάσεις στην κοινωνία, την καθημερινή ζωή και το περιβάλλον.» (Τσαπαρλής κ.ά, 2016).

Όσον αφορά την εικονογράφηση των βιβλίων οι συγγραφείς θα πρέπει να αναδείξουν τα στοιχεία των αναπαραστάσεων. Η επιλογή και ο σχεδιασμός τους θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις συνδέσεις μεταξύ του μακροσκοπικού, του υπομικροσκοπικού και του συμβολικού χημικού επιπέδου (πολλαπλή αναπαράσταση με τα τρία χημικά επίπεδα), ώστε οι μαθητές να μπορούν να κατανοήσουν πλήρως τα τρία επίπεδα. Προσδοκία μας είναι οι συγγραφείς των σχολικών βιβλίων χημείας να δώσουν μεγαλύτερη προσοχή στην ανάγκη και στη σημασία των υπομικροσκοπικών, των μεικτών και ιδιαίτερα των πολλαπλών αναπαραστάσεων, οι οποίες θα πρέπει να αναφέρονται ταυτόχρονα στα τρία επίπεδα της χημείας (μακροσκοπικό, υπομικροσκοπικό, συμβολικό), καθότι το ποσοστό αυτών στα σημερινά σχολικά βιβλία του γυμνασίου είναι μικρό, ενώ η συμβολή τους στην κατανόηση της χημείας είναι μεγάλη.

12.5 ΤΟ ΝΕΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΥΜΝΑΣΙΑΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ (Νέο Σχολείο)

Λαμβάνοντας υπόψη ότι το θέμα των χημικών αντιδράσεων εισάγεται και διδάσκεται (κατά τη γνώμη μας) πολύ περιορισμένα στο ισχύον πρόγραμμα και βιβλίο Χημείας της Β΄ Γυμνασίου, θα ήταν παράλειψη να ολοκληρώσουμε αυτή τη διατριβή, χωρίς να σχολιάσουμε ότι ιδιαίτερη προσοχή στον τρόπο εισαγωγής των χημικών αντιδράσεων (όπως και του ατομικού μοντέλου) δίδεται στο πρόσφατο πρόγραμμα σπουδών γυμνασιακής Χημείας («Νέο Σχολείο») (Τσαπαρλής, Γεωργιάδου, Καφετζόπουλος, Λευκοπούλου, & Φαντάκη. 2015, 2016).[1]

[1] Σύμφωνα με πράξη του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ), είχε εγκριθεί από τον υπουργό Παιδείας η Πιλοτική Εφαρμογή των Νέων Προγραμμάτων Σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες στο Γυμνάσιο. Υπουργική απόφαση 4609/Γ2/15-1-2013 (ΦΕΚ 97/Β/22-1-2014)
http://www.et.gr/idocs-nph/search/pdfViewerForm.html?args=5C7QrtC22wEc63YDhn5AeXdtvSoClrL8_e1HEEkqZwLtIl9LGdkF52dK

Ένας βασικός στόχος του προγράμματος αυτού είναι η ανακατανομή των ενοτήτων και η ορθολογική οργάνωση της ύλης των υπαρχόντων σχολικών βιβλίων. Για τη Β΄ Γυμνασίου, το νέο πρόγραμμα διακρίνει την εισαγωγή και πέντε ενότητες ως εξής:

Εισαγωγή: Τα υλικά και οι καταστάσεις τους, 1) Από το έδαφος και το υπέδαφος στις χημικές ουσίες, 2) Από το νερό στα διαλύματα, 3) Από το νερό στο άτομο - Από το μακρόκοσμο στο μικρόκοσμο, 4) Από τον αέρα στο οξυγόνο και στις καύσεις, 5) Η ρύπανση του περιβάλλοντος και η αντιμετώπισή της.

Σχετικά με τα θέματα που σχετίζονται με την παρούσα διατριβή, αναλυτικότερα τα περιεχόμενα έχουν ως εξής:

- *Εισαγωγή. Τα υλικά και οι καταστάσεις τους:* Τι είναι η χημεία και γιατί τη μελετάμε. Καταστάσεις των υλικών.
- *Ενότητα 1. Από το έδαφος και το υπέδαφος στις χημικές ουσίες:* Έδαφος και υπέδαφος. Μείγματα, Διαχωρισμός μειγμάτων, **Χημική αντίδραση.**
- *Ενότητα 2. Από το νερό στα διαλύματα:* Το νερό στη ζωή, στο φυσικό περιβάλλον και στο χημικό εργαστήριο. Διαλύματα, εκφράσεις περιεκτικότητας. **Χημικές αντιδράσεις σε υδατικά διαλύματα**.
- *Ενότητα 3. Από το νερό στο άτομο - Από το μακρόκοσμο στο μικρόκοσμο: Διάσπαση του νερού, Χημικές ενώσεις, Χημικά στοιχεία, φυσικές σταθερές.* ***Χημικές μεταβολές, άτομα, μόρια και ιόντα. Σύμβολα χημικών στοιχείων και χημικών ενώσεων. Χημική εξίσωση***.

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται πολύ ενωρίς στη μακροσκοπική έννοια της χημικής ουσίας και στη διάκριση χημικής ένωσης και χημικού στοιχείου. Το θέμα των χημικών αντιδράσεων αντιμετωπίζεται πρώτα στην ενότητα 1 (Από το έδαφος και το υπέδαφος στις χημικές ουσίες), όπου μελετώνται αντιδράσεις με στερεές ουσίες (αντίδραση νιτρικού μολύβδου με χλωριούχο κάλιο με ανάμειξη σε γουδί προς σχηματισμό κίτρινου χλωριούχου μολύβδου) και θερμικές διασπάσεις στερεών ουσιών ($CaCO_3$, CuO, HgO, Ag_2O, HgO, H_2O, $CuSO_4.5H_2O$, ζάχαρη). Ακολουθεί στην ενότητα 2 (Από το νερό στα διαλύματα) η μακροσκοπική μελέτη των χημικών αντιδράσεων σε υδατικά διαλύματα. Τέλος, στην Ενότητα 3 (Από το νερό στο άτομο

wsMi1xmmyqxSQYNuqAGCF0IfB9HI6qSYtMQEkEHLwnFqmgJSA5WIsluV-nRwO1oKqSe4BlOTSpEWYhszF8P8UqWb_zFijOb0K6gI0C_FgNwKo6EnAkF0RTx5bPhpint0Hq7gBvzm

- Από το μακρόκοσμο στο μικρόκοσμο), έπειτα από την αναφορά στο πείραμα της ηλεκτρόλυσης του νερού, γίνεται η διάκριση χημικών στοιχείων και χημικών ενώσεων και η εισαγωγή του μοντέλου του ατόμου, του μορίου και του ιόντος, και ακολουθούν τα σύμβολα των χημικών στοιχείων και των χημικών ενώσεων και η χημική εξίσωση.

Μεγάλη σημασία στο νέο πρόγραμμα δίνεται και στο εκπαιδευτικό υλικό, το οποίο παρουσιάζεται μαζί με τον κατάλογο των συνθετικών εργασιών και των πρακτικών δραστηριοτήτων (Τσαπαρλής, Γεωργιάδου, Καφετζόπουλος, Λευκοπούλου, & Φαντάκη 2015).

ΓΕΝΙΚΟ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΤΟ ΤΕΣΤ

Στους εκπαιδευτικούς στείλαμε τις μορφές του τεστ που ακολουθούν με προφορικές και γραπτές οδηγίες για τους μαθητές (βλέπε το κείμενο με γράμματα χρώματος μπλε) και τη βαθμολογία των θεμάτων (βλέπε το κείμενο με κόκκινα γράμματα).

Τεστ μορφής 1 για τον εκπαιδευτικό

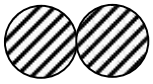
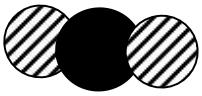
ΘΕΜΑ 1^{ο}

Δίδεται η αναπαράσταση με χημική εξίσωση της χημικής αντίδρασης

$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η παραπάνω χημική εξίσωση είναι **χημικά σωστή**, δηλαδή έχουν υπολογιστεί και τοποθετηθεί **οι κατάλληλοι στοιχειομετρικοί συντελεστές**, ώστε **ο αριθμός και το είδος των ατόμων να παραμένουν σταθερά στην αριστερή και στη δεξιά πλευρά του βέλους.**

Στον παρακάτω πίνακα δίδονται τα προσομοιώματα των ατόμων και των μορίων που συναντάμε στην παραπάνω αναπαράσταση της χημικής εξίσωσης.

Άτομο οξυγόνου: 	Μόριο οξυγόνου: 	Μόριο διοξειδίου του άνθρακα: 
Άτομο υδρογόνου: 		
Άτομο άνθρακα: 	Μόριο νερού: 	Μόριο μεθανίου: 

Από σένα ζητείται τώρα να αναπαραστήσεις την παραπάνω χημική αντίδραση με προσομοιώματα. Δηλαδή **θα ζωγραφίσεις μέσα** στα παρακάτω **δύο κουτάκια** τα **απαιτούμενα σε αριθμό προσομοιώματα μορίων** για **κάθε αντιδρών** και για **κάθε προϊόν,** ώστε **το αποτέλεσμα να αντιστοιχεί ακριβώς στην παραπάνω χημική εξίσωση.**

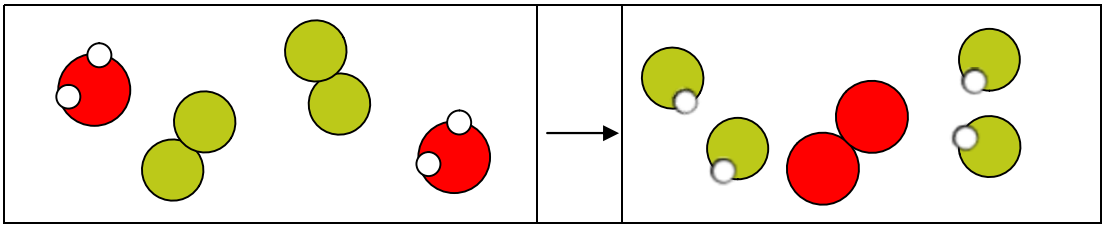
ΠΡΟΣΟΧΗ: ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΣΟΥ ΔΕΝ ΘΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΑΡΙΘΜΟΥΣ ΑΛΛΑ ΜΟΝΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ. ΜΠΟΡΕΙΣ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΕΣ ΑΠΟ ΜΙΑ ΦΟΡΕΣ

	$\longrightarrow$	

Μονάδες 10.
Αν αντί για μόρια χρησιμοποιήσει άτομα σωστά Μονάδες 2

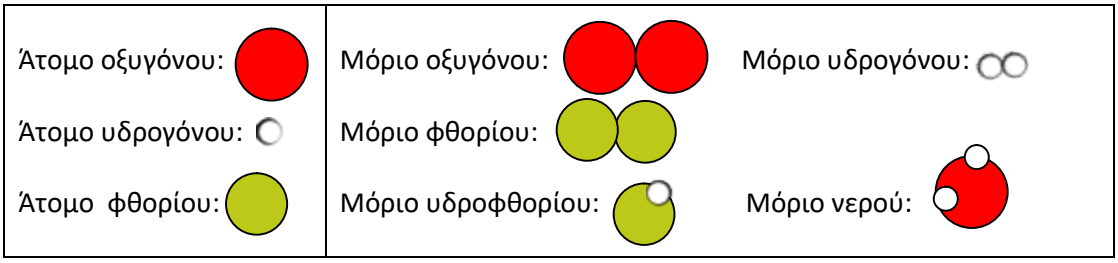
ΘΕΜΑ 2^{ο}

Δίδεται η αναπαράσταση με προσομοιώματα μορίων μιας χημικής αντίδρασης

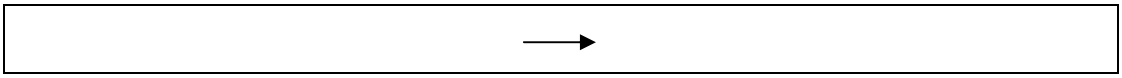


ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η παραπάνω αναπαράσταση της χημικής αντίδρασης είναι **χημικά σωστή**, δηλαδή έχουν υπολογιστεί και τοποθετηθεί **ο σωστός αριθμός προσομοιωμάτων μορίων**, ώστε **ο αριθμός και το είδος των ατόμων να παραμένουν σταθερά στην αριστερή και στη δεξιά πλευρά του βέλους.**

Στον παρακάτω πίνακα δίδονται τα προσομοιώματα των ατόμων και των μορίων που συναντάμε στην παραπάνω αναπαράσταση της χημικής αντίδρασης με προσομοιώματα.



Από σένα ζητείται τώρα να αναπαραστήσεις μέσα στο παρακάτω κουτάκι **την παραπάνω χημική αντίδραση με χημική εξίσωση.** Δηλαδή **να γράψεις τη σωστή χημική εξίσωση** που **αντιστοιχεί ακριβώς στην παραπάνω χημική αντίδραση.**



Αν γράψει μόνο τους τύπους των χημικών ενώσεων σωστά και στα δύο μέλη Μονάδες 3
Τύποι σωστοί μόνο στο ένα μέλος Μονάδες 1
Αν όλα σωστά (ΔΕΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕ ΣΥΜΒΟΛΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΓΙΑΤΙ ΔΕΝ ΕΧΟΥΜΕ ΔΟΣΕΙ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ) Μονάδες 10

Τεστ μορφής 2 για τον εκπαιδευτικό

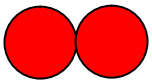
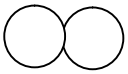
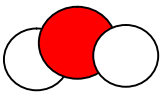
ΘΕΜΑ 1^{ο}

Δίδεται η αναπαράσταση με χημική εξίσωση της χημικής αντίδρασης

$O_2(g) + 2F_2(g) \longrightarrow 2OF_2(s)$

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η παραπάνω χημική εξίσωση είναι **χημικά σωστή**, δηλαδή έχουν υπολογιστεί και τοποθετηθεί **οι κατάλληλοι στοιχειομετρικοί συντελεστές**, ώστε **ο αριθμός και το είδος των ατόμων να παραμένουν σταθερά στην αριστερή και στη δεξιά πλευρά του βέλους.**

Στον παρακάτω πίνακα δίδονται τα προσομοιώματα των ατόμων και των μορίων που συναντάμε στην παραπάνω αναπαράσταση της χημικής εξίσωσης.

Άτομο οξυγόνου: 	Μόριο οξυγόνου: 
	Μόριο φθορίου: 
Άτομο φθορίου: 	Μόριο οξειδίου του φθορίου: 

Από σένα ζητείται τώρα να αναπαραστήσεις την παραπάνω χημική αντίδραση με προσομοιώματα. Δηλαδή **θα ζωγραφίσεις μέσα** στα παρακάτω **δύο κουτάκια** τα **απαιτούμενα σε αριθμό προσομοιώματα μορίων** για **κάθε αντιδρών** και για το **προϊόν,** ώστε **το αποτέλεσμα να αντιστοιχεί ακριβώς στην παραπάνω χημική εξίσωση.**

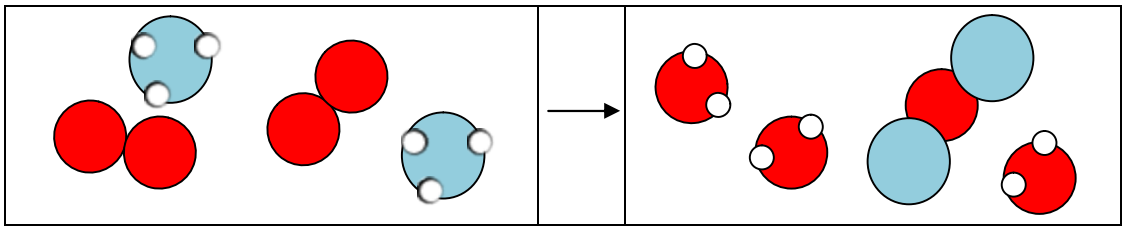
ΠΡΟΣΟΧΗ: ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΣΟΥ ΔΕΝ ΘΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΑΡΙΘΜΟΥΣ ΑΛΛΑ ΜΟΝΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ. ΜΠΟΡΕΙΣ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΕΣ ΑΠΟ ΜΙΑ ΦΟΡΕΣ

	→	

Μονάδες 10
Αν αντί για μόρια χρησιμοποιήσει άτομα σωστά Μονάδες 2

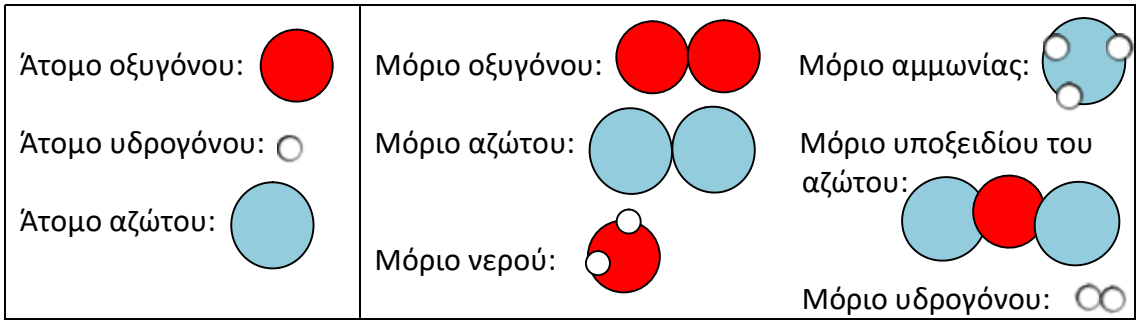
ΘΕΜΑ 2^{ο}

Δίδεται η αναπαράσταση με προσομοιώματα μορίων μιας χημικής αντίδρασης



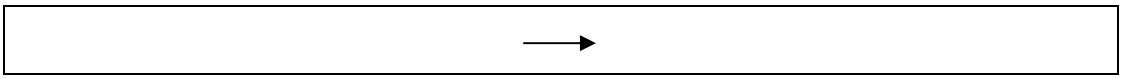
ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η παραπάνω αναπαράσταση της χημικής αντίδρασης είναι **χημικά σωστή**, δηλαδή έχουν υπολογιστεί και τοποθετηθεί **ο σωστός αριθμός προσομοιωμάτων μορίων**, ώστε **ο αριθμός και το είδος των ατόμων να παραμένουν σταθερά στην αριστερή και στη δεξιά πλευρά του βέλους.**

Στον παρακάτω πίνακα δίδονται τα προσομοιώματα των ατόμων και των μορίων που συναντάμε στην παραπάνω αναπαράσταση της χημικής αντίδρασης με προσομοιώματα.



(Το υποξείδιο του αζώτου είναι ένα αέριο που χρησιμοποιήθηκε ως αναισθητικό)

Από σένα ζητείται τώρα να αναπαραστήσεις μέσα στο παρακάτω κουτάκι **την παραπάνω χημική αντίδραση με χημική εξίσωση.** Δηλαδή **να γράψεις τη σωστή χημική εξίσωση** που **αντιστοιχεί ακριβώς στην παραπάνω χημική αντίδραση.**



Αν γράψει μόνο τους τύπους των χημικών ενώσεων σωστά και στα δύο μέλη Μονάδες 3
Τύποι σωστοί μόνο στο ένα μέλος Μονάδες 1
Αν όλα σωστά (ΔΕΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕ ΣΥΜΒΟΛΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΓΙΑΤΙ ΔΕΝ ΕΧΟΥΜΕ ΔΟΣΕΙ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ) Μονάδες 10

Στους μαθητές δόθηκαν οι ακόλουθες μορφές του τεστ:
Τεστ μορφής 1 για τους μαθητές

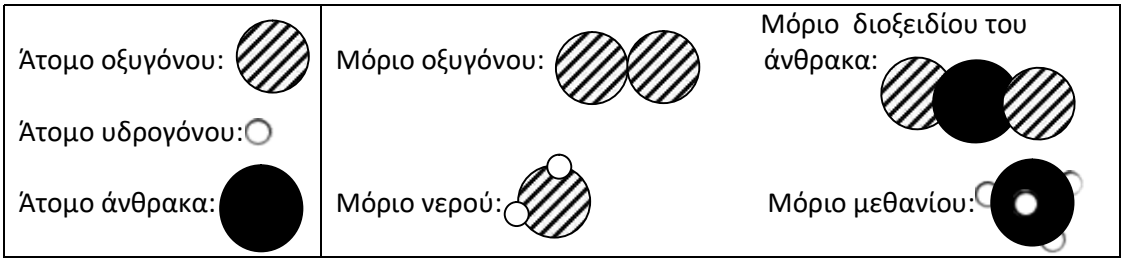
Σχολείο:	Τμήμα:
Ονοματεπώνυμο:	

ΘΕΜΑ 1^{ο}

Δίδεται η αναπαράσταση με χημική εξίσωση της χημικής αντίδρασης

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

Στον παρακάτω πίνακα δίδονται τα προσομοιώματα των ατόμων και των μορίων που συναντάμε στην παραπάνω αναπαράσταση της χημικής εξίσωσης.

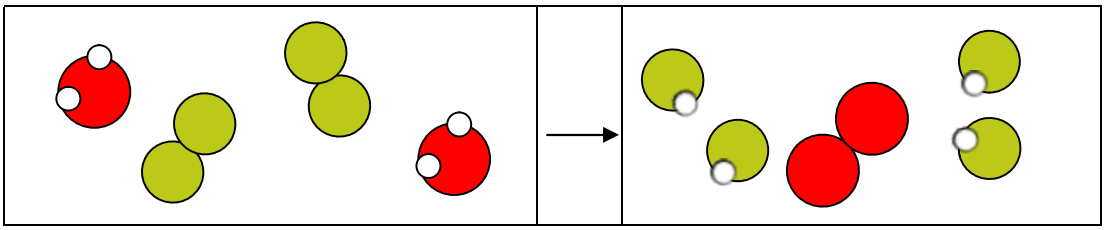


Από σένα ζητείται τώρα να αναπαραστήσεις την παραπάνω χημική αντίδραση με προσομοιώματα. Δηλαδή **<u>θα ζωγραφίσεις</u> μέσα** στα παρακάτω **δύο κουτάκια** τα **απαιτούμενα σε αριθμό προσομοιώματα μορίων** για **κάθε αντιδρών** και για **κάθε προϊόν,** ώστε **το αποτέλεσμα να αντιστοιχεί ακριβώς στην παραπάνω χημική εξίσωση.**

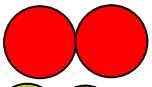
	→	

ΘΕΜΑ 2^{ο}

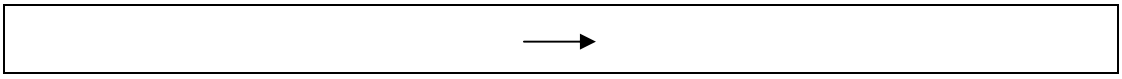
Δίδεται η αναπαράσταση με προσομοιώματα μορίων μιας χημικής αντίδρασης



Στον παρακάτω πίνακα δίδονται τα προσομοιώματα των ατόμων και των μορίων που συναντάμε στην παραπάνω αναπαράσταση της χημικής αντίδρασης με προσομοιώματα.

Άτομο οξυγόνου: 	Μόριο οξυγόνου: 	Μόριο υδρογόνου: 
Άτομο υδρογόνου: 	Μόριο φθορίου: 	
Άτομο φθορίου: 	Μόριο υδροφθορίου: 	Μόριο νερού: 

Από σένα ζητείται τώρα να αναπαραστήσεις μέσα στο παρακάτω κουτάκι **την παραπάνω χημική αντίδραση με χημική εξίσωση.** Δηλαδή **να γράψεις τη σωστή χημική εξίσωση** που **αντιστοιχεί ακριβώς στην παραπάνω χημική αντίδραση.**



Τεστ μορφής 2 για τους μαθητές

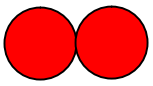
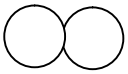
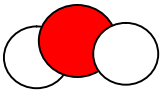
Σχολείο:	Τμήμα:
Ονοματεπώνυμο:	

ΘΕΜΑ 1^{ο}

Δίδεται η αναπαράσταση με χημική εξίσωση της χημικής αντίδρασης

$$O_2\,(g) + 2F_2(g) \longrightarrow 2OF_2(s)$$

Στον παρακάτω πίνακα δίδονται τα προσομοιώματα των ατόμων και των μορίων που συναντάμε στην παραπάνω αναπαράσταση της χημικής εξίσωσης.

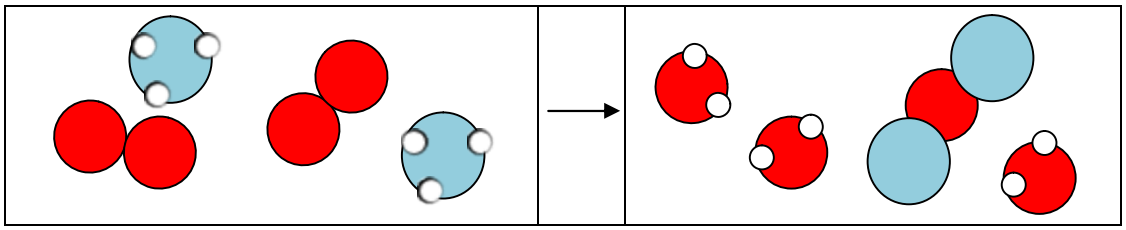
Άτομο οξυγόνου: 	Μόριο οξυγόνου: 
	Μόριο φθορίου: 
Άτομο φθορίου: 	Μόριο οξειδίου του φθορίου: 

Από σένα ζητείται τώρα να αναπαραστήσεις την παραπάνω χημική αντίδραση με προσομοιώματα. Δηλαδή **<u>θα ζωγραφίσεις</u> μέσα** στα παρακάτω **δύο κουτάκια** τα **απαιτούμενα σε αριθμό προσομοιώματα μορίων** για **κάθε αντιδρών** και για το **προϊόν,** ώστε **το αποτέλεσμα να αντιστοιχεί ακριβώς στην παραπάνω χημική εξίσωση.**

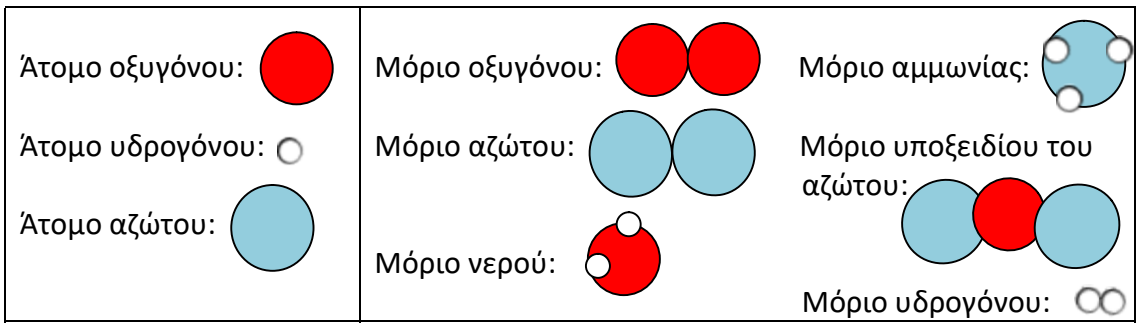
	→	

ΘΕΜΑ 2^{ο}

Δίδεται η αναπαράσταση με προσομοιώματα μορίων μιας χημικής αντίδρασης

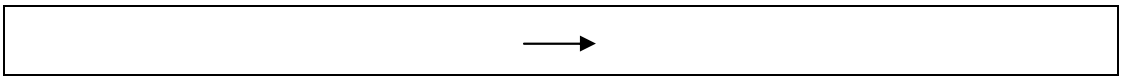


Στον παρακάτω πίνακα δίδονται τα προσομοιώματα των ατόμων και των μορίων που συναντάμε στην παραπάνω αναπαράσταση της χημικής αντίδρασης με προσομοιώματα.



(Το υποξείδιο του αζώτου είναι ένα αέριο που χρησιμοποιήθηκε ως αναισθητικό)

Από σένα ζητείται τώρα να αναπαραστήσεις μέσα στο παρακάτω κουτάκι **την παραπάνω χημική αντίδραση με χημική εξίσωση.** Δηλαδή **να γράψεις τη σωστή χημική εξίσωση** που **αντιστοιχεί ακριβώς στην παραπάνω χημική αντίδραση.**



ΓΕΝΙΚΟ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ: ΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

Στους εκπαιδευτικούς στείλαμε τις μορφές του διαγωνίσματος που ακολουθούν και τη βαθμολογία των θεμάτων (βλέπε το κείμενο με κόκκινα γράμματα).

Διαγώνισμα μορφής 1 για τον εκπαιδευτικό

Σχολείο:	Τμήμα:
Ονοματεπώνυμο:	

Καθένα από τα έξι θέματα βαθμολογείται με 10 μονάδες. Σύνολο 6 Χ 10 = 60 μονάδες. Ο τελικός βαθμός ανάγεται στο 100 με πολλαπλασιασμό Χ 10/6.

1. Α) Σε μια χημική αντίδραση αλληλεπιδρούν δύο ή περισσότερες ουσίες. **Το αποτέλεσμα αυτής της αλληλεπίδρασης είναι** ……..
……
……
……

Μονάδες 8

Β) Επίσης *σχεδόν σε όλες τις χημικές αντιδράσεις ελευθερώνεται ή απορροφάται θερμότητα*. **Πώς ονομάζονται *οι αντιδράσεις κατά τις οποίες ελευθερώνεται θερμότητα;* …….**

Μονάδες 2

2. Όπως μάθαμε το **νερό** είναι σύνθετη ουσία (**χημική ένωση**) και μπορεί να διασπαστεί σε δύο απλές ουσίες (**χημικά στοιχεία**): το **υδρογόνο** και το **οξυγόνο** με αναλογία μαζών 1/8, δηλαδή:

$$\frac{\text{μάζα υδρογόνου}}{\text{μάζα οξυγόνου}} = \frac{1}{8}$$

Εξάλλου, *σε κατάλληλες συνθήκες, το υδρογόνο αντιδρά χημικά με το οξυγόνο και από τη χημική αυτή αντίδραση σχηματίζεται νερό*. Έστω ότι διαθέτουμε **3 g υδρογόνου** και **16 g οξυγόνου** και οι συνθήκες είναι κατάλληλες για να γίνει η αντίδρασή τους. **Τι από τα παρακάτω θα συμβεί; Κυκλώστε τη σωστή πρόταση (μία μόνο).**

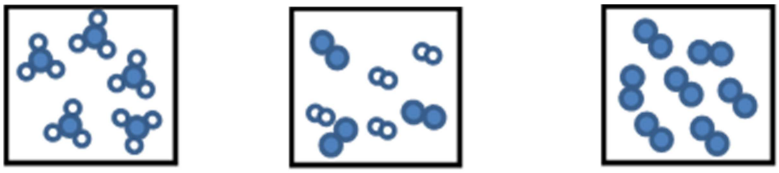
Α. **Δεν θα γίνει χημική αντίδραση.**
Β. **Θα γίνει χημική αντίδραση και θα παραχθούν 19 g νερού.**
C. **Θα γίνει χημική αντίδραση και θα παραχθούν 18 g νερού.**

Μονάδες 2

Εξηγήστε την απάντησή σας. ……
……
……
……

Μονάδες 8

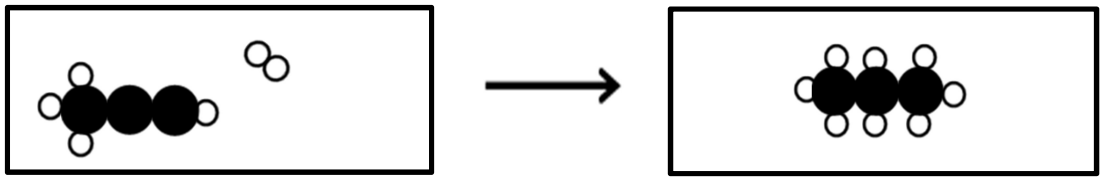
3. Χαρακτηρίστε **ποιο από τα δοχεία Α, Β, Γ** περιέχει **χημική ένωση**, ποιο **χημικό στοιχείο**, και ποιο **μείγμα χημικών στοιχείων ή μείγμα χημικών ενώσεων** και αιτιολογήστε την απάντησή σας.



Α **Β** **Γ**

Το δοχείο **Α** περιέχει ..... Μονάδες 0,4
Δικαιολόγηση ..... Μονάδες 2,8
Το δοχείο **Β** περιέχει ..... Μονάδες 0,4
Δικαιολόγηση ..... Μονάδες 3,2
Το δοχείο **Γ** περιέχει ..... Μονάδες 0,4
Δικαιολόγηση ..... Μονάδες 2,8

4. Αέριο προπίνιο αντιδρά με αέριο υδρογόνο σε κατάλληλες συνθήκες, οπότε σχηματίζεται ένα μόνο αέριο προϊόν το προπάνιο.



Προσομοίωμα του μορίου του αντιδρώντος προπινίου:



Προσομοίωμα του ατόμου του άνθρακα:

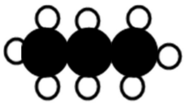
Προσομοίωμα του ατόμου του υδρογόνου:

Προσομοίωμα του μορίου του αντιδρώντος υδρογόνου:



Προσομοίωμα του ατόμου του υδρογόνου:

Προσομοίωμα του μορίου του προϊόντος προπανίου:



Προσομοίωμα του ατόμου του άνθρακα:

Προσομοίωμα του ατόμου του υδρογόνου:

Να αναπαραστήσεις την χημική αντίδραση αυτή σε μικροσκοπικό επίπεδο με τη χρήση προσομοιωμάτων. Δηλαδή ***να ζωγραφίσεις μέσα*** *στα παραπάνω* ***δύο κουτάκια*** *τα* ***απαιτούμενα προσομοιώματα μορίων*** *για* ***κάθε αντιδρών*** *και για το* ***προϊόν*** ώστε **ο αριθμός και το είδος των ατόμων να παραμένουν σταθερά στην αριστερή και στη δεξιά πλευρά του βέλους.**

Μονάδες 10

Αν αντί για μόριο υδρογόνου χρησιμοποιήσει άτομα υδρογόνου Μονάδες 2

5. Αν πάρουμε άνθρακα (κάρβουνο) και τον κάψουμε, ο **άνθρακας** ενώνεται (αντιδρά) χημικά με το **οξυγόνο** του αέρα, σχηματίζοντας αέριο **διοξείδιο του άνθρακα** και ίσως και αέριο **μονοξείδιο του άνθρακα**.

a. Ποια είναι τα αντιδρώντα και ποια τα προϊόντα στην παραπάνω χημική αντίδραση;

ΑΝΤΙΔΡΩΝΤΑ: …… Μονάδες 1

ΠΡΟΪΟΝΤΑ: …… Μονάδες 1

b. Όπως δείχνει το πείραμα, η *μάζα του άνθρακα (του κάρβουνου) ελαττώνεται με την καύση,* αν μάλιστα είναι καθαρός άνθρακας, μπορεί να καεί όλος (να εξαφανιστεί). **Πού οφείλεται η ελάττωση της μάζας του άνθρακα;**

……

……

……..

Μονάδες 8

6. Στερεός σίδηρος **Fe*(s)*** και αέριο οξυγόνο **O_2*(g)***, αντιδρούν χημικά και παράγουν στερεό τριοξείδιο του σιδήρου **Fe_2O_3*(s)*** που είναι η γνωστή μας σκουριά**. Να γράψεις τη χημική εξίσωση αυτής της χημικής αντίδρασης,** με τα **σύμβολα** των **χημικών ενώσεων** και των **χημικών στοιχείων**, και να *υπολογίσεις και να τοποθετήσεις τους κατάλληλους* ***στοιχειομετρικούς συντελεστές*** ώστε **ο αριθμός και το είδος των ατόμων να παραμένουν σταθερά στην αριστερή και στη δεξιά πλευρά του βέλους.**

---------- ⟶ ----------

Αν γράψει μόνο τους τύπους των χημικών ενώσεων σωστά και στα δύο μέλη τότε Μονάδες 3

Αν οι τύποι είναι σωστοί μόνο στο ένα μέλος τότε Μονάδες 1

Αν όλα σωστά (και με σύμβολα των φυσικών καταστάσεων) Μονάδες 10

Σωστά, αλλά χωρίς όλα ή με μερικά από τα σύμβολα των φυσικών καταστάσεων τότε Μονάδες 9

Διαγώνισμα μορφής 2 για τον εκπαιδευτικό

Σχολείο:	Τμήμα:
Ονοματεπώνυμο:	

Καθένα από τα έξι θέματα βαθμολογείται με 10 μονάδες. Σύνολο 6 Χ 10 = 60 μονάδες. Ο τελικός βαθμός ανάγεται στο 100 με πολλαπλασιασμό Χ 10/6.

1. Όπως μάθαμε το **νερό** είναι σύνθετη ουσία (**χημική ένωση**) και μπορεί να διασπαστεί σε δύο απλές ουσίες (**χημικά στοιχεία**): το **υδρογόνο** και το **οξυγόνο** με αναλογία μαζών 1/8, δηλαδή:

$$\frac{\text{μάζα υδρογόνου}}{\text{μάζα οξυγόνου}} = \frac{1}{8}$$

Εξάλλου, *σε κατάλληλες συνθήκες, το υδρογόνο αντιδρά χημικά με το οξυγόνο και από τη χημική αυτή αντίδραση σχηματίζεται νερό*. Έστω ότι διαθέτουμε **3 g υδρογόνου** και **30 g οξυγόνου** και οι συνθήκες είναι κατάλληλες για να γίνει η αντίδρασή τους. **Τι από τα παρακάτω θα συμβεί; Κυκλώστε τη σωστή πρόταση (μία μόνο).**

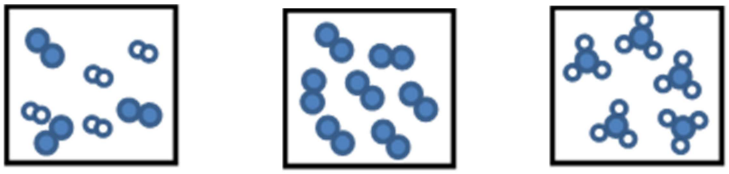
D. Δεν θα γίνει χημική αντίδραση.
E. Θα γίνει χημική αντίδραση και θα παραχθούν 27 g νερού.
F. Θα γίνει χημική αντίδραση και θα παραχθούν 33 g νερού.

Μονάδες 2

Εξηγήστε την απάντησή σας. ……
……
……
……

Μονάδες 8

2. Χαρακτηρίστε **ποιο από τα δοχεία Α, Β, Γ** περιέχει **χημική ένωση**, ποιο **χημικό στοιχείο**, και ποιο **μείγμα χημικών στοιχείων ή μείγμα χημικών ενώσεων** και αιτιολογήστε την απάντησή σας.



Α **Β** **Γ**

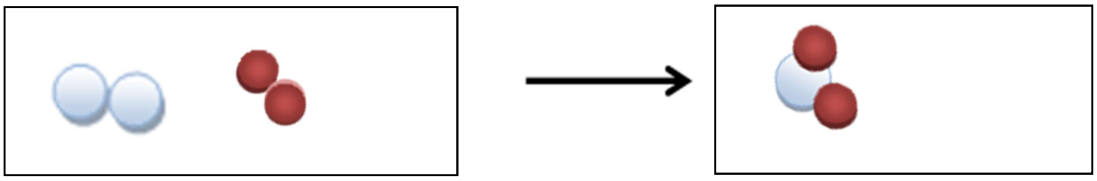
Το δοχείο **Α** περιέχει …… Μονάδες 0,4
Δικαιολόγηση …… Μονάδες 3,2
Το δοχείο **Β** περιέχει …… Μονάδες 0,4
Δικαιολόγηση …… Μονάδες 2,8
Το δοχείο **Γ** περιέχει …… Μονάδες 0,4
Δικαιολόγηση …… Μονάδες 2,8

3. Α) Σε μια χημική αντίδραση αλληλεπιδρούν δύο ή περισσότερες ουσίες. **Το αποτέλεσμα αυτής της αλληλεπίδρασης είναι** ……
……
……

Μονάδες 8

Β) Επίσης *σχεδόν σε όλες τις χημικές αντιδράσεις ελευθερώνεται ή απορροφάται θερμότητα*. **Πώς ονομάζονται *οι χημικές αντιδράσεις κατά τις οποίες απορροφάται θερμότητα;* .....** Μονάδες 2

4. Σε κατάλληλες συνθήκες, το αέριο **άζωτο** μπορεί να αντιδράσει χημικά με το αέριο **οξυγόνο** και από αυτή τη χημική αντίδραση να παραχθεί το αέριο **διοξείδιο του αζώτου. Να αναπαραστήσεις τη χημική αντίδραση αυτή σε μικροσκοπικό επίπεδο με τη χρήση προσομοιωμάτων.** Δηλαδή *να **<u>ζωγραφίσεις</u>** μέσα στα παρακάτω **δύο κουτάκια** τα **απαιτούμενα προσομοιώματα μορίων** για κάθε **αντιδρών** και για το **προϊόν*** ώστε **ο αριθμός και το είδος των ατόμων να παραμένουν σταθερά στην αριστερή και στη δεξιά πλευρά του βέλους.**



Προσομοίωμα του μορίου του αντιδρώντος αζώτου:

Προσομοίωμα του μορίου του αντιδρώντος οξυγόνου:

Προσομοίωμα του μορίου του προϊόντος διοξειδίου του αζώτου:

Προσομοίωμα του ατόμου του αζώτου:

Προσομοίωμα του ατόμου του οξυγόνου:

Προσομοίωμα του ατόμου του αζώτου:

Προσομοίωμα του ατόμου του οξυγόνου:

Μονάδες 10

Αν χρησιμοποιήσει άτομα οξυγόνου αντί για μόριο οξυγόνου Μονάδες 2

5. Όταν ένα σιδερένιο καρφί είναι εκτεθειμένο στον αέρα, σκουριάζει. Αυτό οφείλεται στο ότι ο **σίδηρος** ενώνεται (αντιδρά) χημικά με το αέριο **οξυγόνο**, σχηματίζοντας μια νέα στερεά ουσία, το **οξείδιο του σιδήρου**, που είναι η σκουριά. *Αν ζυγίσουμε το καρφί πριν και μετά από το σκούριασμα, θα δούμε ότι η μάζα του μεγάλωσε.*

a. Ποια είναι τα αντιδρώντα και ποια τα προϊόντα στην παραπάνω χημική αντίδραση;

ΑΝΤΙΔΡΩΝΤΑ: …… Μονάδες 1

ΠΡΟΪΟΝΤΑ: …… Μονάδες 1

b. Πού οφείλεται η αύξηση της μάζας του καρφιού;

……
……

Μονάδες 8

6. Στερεός άνθρακας **C*(s)*** και αέριο οξυγόνο **O_2*(g)***, αντιδρούν και παράγουν δηλητηριώδες αέριο μονοξείδιο του άνθρακα **CO*(g)*. Να γράψεις τη χημική εξίσωση αυτής της χημικής αντίδρασης** με τα **σύμβολα** των **χημικών ενώσεων** και των **χημικών στοιχείων**, και να *υπολογίσεις και να τοποθετήσεις τους κατάλληλους* ***στοιχειομετρικούς συντελεστές*** ώστε **ο αριθμός και το είδος των ατόμων να παραμένουν σταθερά στην αριστερή και στη δεξιά πλευρά του βέλους.**

----------  ----------

Αν γράψει μόνο τους τύπους των χημικών ενώσεων σωστά και στα δύο μέλη τότε Μονάδες 3

Αν οι τύποι είναι σωστοί μόνο στο ένα μέλος τότε Μονάδες 1

Αν όλα σωστά (και με σύμβολα των φυσικών καταστάσεων) Μονάδες 10

Σωστά, αλλά χωρίς όλα ή με μερικά από τα σύμβολα των φυσικών καταστάσεων τότε Μονάδες 9

Στους μαθητές δόθηκαν ακριβώς τα ίδια διαγωνίσματα αλλά χωρίς το κείμενο με τα κόκκινα γράμματα (βαθμολογία).

ΓΕΝΙΚΟ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ: Αναλυτικότερο βαθμολογικό σχήμα

Όλα τα διαγωνίσματα αναγνώστηκαν από την ερευνήτρια και καταγράφηκαν οι διαφορετικές απαντήσεις των μαθητών, οι οποίες ομαδοποιήθηκαν και στη συνέχεια, δόθηκε αναλυτικότερο βαθμολογικό σχήμα μετά από συζήτηση με τον επιβλέποντα καθηγητή.

Απαντήσεις με βάση την αρίθμηση των θεμάτων του διαγωνίσματος της μορφής 1	Βαθμολογία
Θέμα 1 Απάντηση στην ερώτηση Α, χημική αντίδραση,	
Μια νέα ουσία η οποία δεν διατηρεί τις ιδιότητες των αρχικών αλλά έχει τελείως διαφορετικές ιδιότητες που ονομάζεται χημική αντίδραση και έχει ίδια μάζα με αυτή των αρχικών	4/8
Παράγονται περισσότερες ουσίες	1/8
Τα προϊόντα ή θα παραχθούν προϊόντα	1/8
Ένα άλλο προϊόν	1/8
Μια νέα ουσία	1/8
Δημιουργούνται καινούρια μόρια και περισσότερα άτομα	2/8
Νέα υλικά	2/8
Νέες ουσίες	4/8
Δυο ουσίες	2/8
Χημική ένωση ή μία χημική ένωση ή Χημικές ενώσεις	1/8
Χημικές ενώσεις με διαφορετικές ιδιότητες	5/8
Χημικές ενώσεις με διαφορετικές ιδιότητες από τις αρχικές	5/8
Αναδιάταξη ατόμων	3/8
Θέμα 1 Απάντηση στην ερώτηση Β, ενδόθερμη – εξώθερμη αντίδραση	
Εδόθερμη, εσόθερμη, εσωθερμική	1,5/2
Θέμα 2 Απάντηση στην ερώτηση Β, εξήγηση του σχηματισμού νερού	
Θα γίνει απλά τα υπόλοιπα θα περισσέψουν	3/8
Για να γίνει πρέπει να έχουμε 3gr υδρογόνου και 24gr οξυγόνου όχι 16 gr οξυγόνου άρα δεν γίνεται αντίδραση	2/8
Δε θα γίνει χημική αντίδραση γιατί δεν είναι σε σωστή αναλογία, δεν αναφέρει όμως την αναλογία	1/8
Δεν θα γίνει χημική αντίδραση γιατί το οξυγόνο είναι περισσότερο από αυτό που χρειαζόμαστε, ενώ αν το υδρογόνο ήταν περισσότερο θα γίνονταν χημική αντίδραση και θα περίσσευε το υδρογόνο	2/8
Θέμα 3 Απάντηση στην ερώτηση Α, χημική ένωση Άριστα το 0,4+2,8	
Χημική ένωση γιατί τα άτομα είναι διαφορετικά	0,4+1,1=1,5
Χημική ένωση γιατί το ένα έχει διαφορετικά άτομα	0,4+2,2=2,6
Γιατί 2 χημικές ουσίες είναι ενωμένες σε μια χημική ένωση	0,4+1,1=1,5
Χημικές ενώσεις διότι τα μόρια που περιέχει αποτελούνται από διαφορετικά άτομα άλλου μεγέθους και χρώματος	0+2,8=2,8
Θέμα 3 Απάντηση στην ερώτηση Β, μείγμα χημικών στοιχείων Άριστα το 0,4+3,2	
Μείγμα χημικών στοιχείων γιατί υπάρχουν διαφορετικά άτομα στο δοχείο	0,4+1,1=1,5
Μείγμα χημικών στοιχείων γιατί τα άτομα που είναι ενωμένα μεταξύ τους είναι ίδια	0,4+1,1=1,5
Μείγμα χημικών στοιχείων γιατί 2 χημικές ουσίες είναι διάσπαρτες όχι ενωμένες	0,4+1,1=1,5

Μείγμα χημικών ενώσεων γιατί 2 χημικές ουσίες είναι διάσπαρτες όχι ενωμένες	0,4+1,1=1,5
Μείγμα χημικών στοιχείων διότι τα προσομοιώματα που είναι ενωμένα είναι ίδιου μεγέθους και χρώματος όμως είναι μεταξύ τους διαφορετικά	0,4+1,6=2
Μείγμα χημικών στοιχείων διότι υπάρχουν μόρια που δεν είναι ενωμένα και άτομα που σχηματίζουν μόρια	0,4+1,6=2
Μείγμα χημικών στοιχείων διότι υπάρχουν 2 ειδών ουσίες	0,4+2,1=2,5
Θέμα 3 Απάντηση στην ερώτησης Γ, χημικό στοιχείο Άριστα το 0,4+2,8	
Χημικά στοιχεία επειδή τα μόρια αποτελούνται από ίδια άτομα που σχηματίζουν χημικά στοιχεία ίδια μεταξύ τους	0+2,8=2,8
Χημικά στοιχεία γιατί δεν συμπεριλαμβάνονται και άλλες ουσίες	0+1,1=1,1
Χημικό στοιχείο γιατί υπάρχει μία ουσία	0,4+1,4=1,8
Χημικό στοιχείο αφού το είδος των ατόμων είναι ίδιο	0,4+1,4=1,8
Χημικό στοιχείο αφού δεν διασπάται σε απλούστερες	0,4+2=2,4
Θέμα 4 Ισοστάθμιση αντίδρασης με προσομοιώματα	
Σωστή ισοστάθμιση του ενός στοιχείου	4/10
Σωστή ισοστάθμιση και των δύο στοιχείων	10/10
Θέμα 5 Απάντηση στην ερώτηση Α, αντιδρώντα - προϊόντα	
Αντιδρώντα σωστά και τα 2	1/1
Αντιδρώντα σωστό μόνο το ένα	0,5/1
Προϊόν σωστό	1/1
Θέμα 5 Απάντηση στην ερώτηση Β	
Εγκλωβίζεται το οξυγόνο στο καρφί	4/8
Ο σίδηρος ενώνεται με το οξυγόνο με αποτέλεσμα την σκουριά που προσθέτει βάρος	5/8
Το καρφί αυξήθηκε διότι ο σίδηρος αναμείχθηκε με το οξυγόνο	2/8
Μαζεύει οξυγόνο και η μάζα του μεγαλώνει	2/8
Θέμα 6 Γραφή χημικών τύπων και ισοστάθμιση αντίδρασης	
Σωστά οι τύποι των χημικών ενώσεων και στα δύο μέλη	3/10
Τύποι σωστοί στο ένα μέλος μόνο	1/10
Αν συμπληρώσει τους στοιχειομετρικούς συντελεστές σωστά	6/10
Για κάθε χημικό στοιχείο που ισοσταθμίζει σωστά. + 2/10 μονάδες αν είναι όλα σωστά	2 /10
Σωστά η φυσική κατάσταση των χημικών ενώσεων και στα δύο μέλη	1/10

Απαντήσεις για τα τεστ	Βαθμολογία
Αν γράψει μόνο τους τύπους των χημικών ενώσεων σωστά και στα δύο μέλη	3/10
Αν γράψει τους τύπους των χημικών ενώσεων σωστά μόνο στο ένα μέλος	1/10
Προσομοιώματα σωστά και στα δύο μέλη	3/10
Προσομοιώματα σωστά μόνο στο ένα μέλος	1/10
Για την ισοστάθμιση κάθε στοιχείου όταν τα στοιχεία είναι τρία +1/10 αν έχει ισοσταθμίσει σωστά και τα τρία	2/10
Για την ισοστάθμιση κάθε στοιχείου όταν τα στοιχεία είναι δύο +1/10 αν έχει ισοσταθμίσει σωστά και τα τρία	3/10
Αν αντί για μόρια χρησιμοποιήσει άτομα σωστά	2/10

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αβραμιώτης, Σ., Αγγελόπουλος, Β., Καπελώνης, Γ., Σινιγάλιας, Π., Σπαντίδης, Δ., Τρικαλίτη, Α., Φίλος, Γ. (2011). Χημεία Β΄ Γυμνασίου. ΟΕΔΒ, Αθήνα, και εμπλουτισμένο στον σύνδεσμο: http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGYM-B202/219/1998,5022/

Αντωνοπούλου Χ., Γεωργακούδη Α., Τραυλού-Σουλτ Ι., Κόλλας Σ., (2013). Ο Στόχος του Επιστημονικού Γραμματισμού στα σύγχρονα Αναλυτικά Προγράμματα και ο Ρόλος του Δασκάλου στη Σύγκλιση Επιστήμης-Καθημερινότητας: Απόψεις Μελλοντικών Δασκάλων. *Πρακτικά Πανελλήνιου Συνεδρίου «Ποια Φυσική έχει νόημα να διδάσκονται τα παιδιά μας σήμερα», 9-10 Μαρτίου 2013 Θεσσαλονίκη 2013 σελ. 375.*

Αποστολάκης, Γ., Παναγοπούλου, Ε., Σάββας, Σ., Τσαγλιώτης, Ν., Πανταζής, Γ., Σωτηρίου, Σ., Τόλιας, Β., Τσαγκογέωργα, Α., Καλκάνης, Γ., «Φυσικά Δημοτικού Ερευνώ και Ανακαλύπτω» ΟΕΔΒ, Αθήνα, και εμπλουτισμένο στον σύνδεσμο: http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSDIM-E107/154/1099,4022/

Βαϊνά Μ. (1996) «Μέθοδος Project: Μια πρόκληση για το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα», *Νέα Παιδεία, τ. 20.*

Βαμβακερός Ξ., (2013) Διερεύνηση σύγχρονων εκπαιδευτικών και επιστημολογικών προσεγγίσεων στη διδακτική της χημείας. *Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Χημικών Μηχανικών.*

Βλάχος, Γ., & Κόκκοτας, Π. (2000). *Ο Ρόλος του Πειράματος στην Επιστήμη και στη Διδασκαλία – Μάθηση,* Στο Π. Κόκκοτα (Εκδ.), Διδακτικές Προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες: Σύγχρονοι προβληματισμοί. Αθήνα: Τυπωθήτω.

Βλάχος, Ι. Α., (1999). Εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας της σωματιδιακής δομής της ύλης στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, *Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών.*

Βλάχου Α., Πανταζή Γ., Τσαπαρλής Γ., Shwartz Y., Ben-Zvi R., & Hofstein A. (2011). Αξιολόγηση λειτουργικού χημικού αλφαβητισμού σε μαθητές λυκείου: η περίπτωση κατανόησης εννοιών στο μακροσκοπικό και στο μοριακό επίπεδο. *Πρακτικά 7ου Πανελλήνου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες Εκπαίδευσης»,* Τόμος 7, 1-11.

Γεωργιάδου, Α. & Τσαπαρλής, Γ. (1999). Διδασκαλία γυμνασιακής χημείας με μεθόδους που βασίζονται α) σε ψυχολογικές θεωρίες και β) στο μακροσκοπικό, το συμβολικό και το μικροσκοπικό επίπεδο της χημείας. *Πρακτικά 1ου Πανελλήνιο Συνεδρίου "Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση"*, σσ. 65-70. Θεσσαλονίκη, Αφοί Κυριακίδη.

Γεωργιάδου, Τ., Καφετζόπουλος, Κ., Προβής, Ν., Σπυρέλλης, Ν., & Χηνιάδης, Δ. (2004), *Χημεία β΄ γυμνασίου*. Αθήνα, ΟΕΔΒ.

Θεοδωρόπουλος, Π., Παπαθεοφάνους, Π., Σιδέρη Φ., (2011). Χημεία Γ΄ Γυμνασίου. ΟΕΔΒ, Αθήνα, και το εμπλουτισμένο στον σύνδεσμο: http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGYM-C102/362/2431,9302/

Καλκάνης, Γ. (2000). Οι Τεχνολογίες της Πληροφόρησης στην Εκπαιδευτική Διαδικασία (και) των Φυσικών Επιστημών, Στο Π. Κόκκοτα (Εκδ.), *Διδακτικές Προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες: Σύγχρονοι προβληματισμοί.* Αθήνα: Τυπωθήτω.

Κόκκοτας Π. (2003). *«Διδακτική των Φυσικών Επιστημών-Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών».* Εκδόσεις Γρηγόρης, Αθήνα.

Κολιούλης Δ. & Τσαπαρλής Γ. (2007). Χημεία β΄ γυμνασίου, με έμφαση στη μακροσκοπική- εποικοδομητική προσέγγιση και στη νοηματική εισαγωγή των εννοιών του μορίου και του ατόμου – Διδακτικό βιβλίο και προκαταρκτική αξιολόγησή του από εκπαιδευτικούς. *Πρακτικά 5ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες Εκπαίδευσης»,* Τεύχος 2, σσ. 680-689. [http://www.kodipheet.gr]

Κορδάκη, Μ. (2000). *Εγχειρίδιο χρήσης του Geometer-Sketchpad.* Αθήνα: Εκδόσεις Καστανιώτη

Κουζέλης, Γ. & Κουλαϊδής, Β., (1988), Διαδικασίες μάθησης: εναλλακτικές λύσεις και οι συνέπειές τους στη διδακτική των φυσικών επιστημών, *Νέα Παιδεία*, 48, σσ.146-162.

Κουλαϊδής Β., Χατζηνικήτα Β., Τσατσαρώνη Α. & Αποστόλου, Α. (2001). Μελέτη των όρων εισαγωγής project στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. *Πρακτικά ΕΔΙΦΕ 2001: Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών στην Ελλάδα σήμερα.*

Κουλαϊδής, Β., & Χατζηνικήτα,Β., (2001), Στρατηγικές αντιμετώπισης των αντιλήψεων των μαθητών στο Δημόπουλος,Κ., & Χατζηνικήτα, Β., (Επιμ.) *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*,(σσ75-98), Πάτρα: ΕΑΠ

Κώτσης Κ. και Βέμης Κ., (2002), Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών, η εννοιολογική αλλαγή και η διάρκεια γνώσης από την διδασκαλία στο Δημοτικό για φαινόμενα που στηρίζονται στον τρίτο νόμο του Νεύτωνα, στο Μαργετουσάκη Αθ. &. Μιχαηλίδης Π.Γ (επ.). *Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου για την «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση»*, Ρέθυμνο, 257-262.

Κώτσης Κ., & Κολοβός Χ. (2002) «Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών, η εννοιολογική αλλαγή και η διάρκεια γνώσης από την διδασκαλία στο Δημοτικό στην έννοια της δύναμης» *Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου "Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και την Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση"* Πανεπιστήμιο Κρήτης – Ρέθυμνο 9-11 Μαΐου 2002, σελ.. 250-256 http://www.clab.edc.uoc.gr/aestit/3rd/contributions/250.pdf

Κώτσης, Κ., (2011). *Ερευνητική προσέγγιση του διαχρονικού χαρακτήρα των εναλλακτικών ιδεών στη διδακτική της φυσικής*, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Ιωάννινα βιβλίο

Λεξικό της Κοινής Νεοελληνικής, 2003, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Ινστιτούτο Νεοελληνικών Σπουδών, Ίδρυμα Μανώλη Τριανταφυλίδη, εκτύπωση Πελαγία Ζήτη & Σία, Θεσσαλονίκη

Λιάπη Ε. & Τσαπαρλής Γ. (2007). Μαθητές γυμνασίου εκτελούν οι ίδιοι δημιουργικά πειράματα στα οξέα-βάσεις που συνδέονται με την καθημερινή ζωή – Μια πρώτη πρώτη αξιολόγηση και σύγκριση με συμβατικά πειράματα. *Πρακτικά 5ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες Εκπαίδευσης»*, Τεύχος 2, σσ. 725-734. [http://www.kodipheet.gr]

Μανουσάκης, Ε. Γ., (2005). *«Χημεία ένα συναρπαστικό παιχνίδι»* εκδοτικός οίκος Αδελφών Κυριακίδη α.ε.

Νέα Ελληνική Εγκυκλοπαίδεια Χάρη Πάτση, Εκδοτικός Οίκος Χάρη Πάτση Ε.Π.Ε.

Μπατσίδης, Α., (2014). «*Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων με το SPSS - Διδακτικές Σημειώσεις*» Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, στον σύνδεσμο: http://www.math.uoi.gr/~abatsidis/SPSSClassNotes2014.pdf

Νταλαούτη, Π., & Τσαπαρλής, Γ., (2007). Το σωματιδιακό μοντέλο της ύλης - Διδακτική πρόκληση για την στ΄ τάξη του δημοτικού σχολείου. *Πρακτικά 5ου Πανελλήνιου Συνεδρίου, Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση,* τεύχος Α΄, 220-229.

Παπαγεωργίου Μ., (1999). Παιδικές αντιλήψεις για το φαινόμενο της διάλυσης της ζάχαρης στο νερό, *1ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση»,* Θεσσαλονίκη.

Παπαγεωργίου, Γ., Johnson P. & Φωτιάδης, Φ. (2007). Διδασκαλία και μάθηση φυσικών φαινομένων με χρήση κατάλληλου λογισμικού στα πλαίσια της σωματιδιακής θεώρησης της ύλης. *Πρακτικά 5ου Πανελλήνιου Συνεδρίου, Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση*, 5(Α), 230-238.

Πλακίτση, Κ. (2008). *Διδακτική των φυσικών επιστημών στην προσχολική και στην πρώτη σχολική ηλικία. Σύγχρονες τάσεις και προοπτικές.* Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα.

Ραβάνης, Κ. (2001), Η γνωστική σύγκρουση ως διδακτικό εργαλείο, Στο Bliss J., Cooper G., Κολιόπουλος Δ., Κουλαϊδής Β., Ραβάνης Κ., Solomon J., Τσατσαρώνη Α., Χατζηνικήτα Β., Χρηστίδου Β., *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*, (τόμος Α, σελ. 253-274), Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα.

Ραβάνης, Κ. (2003), *Εισαγωγή στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών,* Αθήνα

Ράπτης, Α, Ράπτη, Α, (2001), *Μάθηση και διδασκαλία στην εποχή της Πληροφορίας*, Τόμος Α΄ και Τόμος Β΄ , Αθήνα: εκδ. Α. Ράπτη

Ράπτης, Α. & Ράπτη, Α. (2000), Εκπαιδευτική Πολιτική και εισαγωγή των Νέων Τεχνολογιών στην εκπαίδευση, *2ο Πανελλήνιο Συνέδριο του ΠΤΝ του Παν/μίου Πατρών με θέμα «Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση».* Πάτρα, Οκτώβριος 2000 (σσ 15-28).

Σκουμιός, Μ. (2012). *Σημειώσεις στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση,* Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου. Ρόδος 2012.

Σκουμιός, Μ. (2005), Διδακτική επεξεργασία εμποδίων για την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας, *Διδακτορική διατριβή, Ελληνικό Ανοιχτό Πανεπιστήμιο*

Σκουμιός, Μ. και Χατζηνικήτα, Β. (2000), Θερμότητα – θερμοκρασία: Αντιλήψεις μαθητών και εντοπισμός εννοιολογικών εμποδίων, στο Ν. Βαλανίδη (επιμ.) *Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου: 'Η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και η εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση'*, 174 - 183, Λευκωσία, Κύπρος

Σπυροπούλου-Κατσάνη Δημητρα, (2005), *Διδακτικές και παιδαγωγικές προσεγγίσεις στις φυσικές επιστήμες*, ΤΥΠΩΘΗΤΩ / Δαρδανος, Αθήνα Νοέμβριος 2005 σελ 99-100.

Σταυρίδου Ε., (1995). «*Μοντέλα Φυσικών Επιστημών και διαδικασίες μάθησης*». Εκδόσεις Σαββάλας.

Σταυρόπουλος, Α., 1998 «Χημεία – Ο μύθος και η πραγματικότητα», *Πρακτικά 1ου Πανελλήνιου Συνεδρίου: Διδακτική της Χημείας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση*, σελ. 2.

Τεγόπουλος Φυτράκης, *Μείζον Ελληνικό Λεξικό,* 2002, Εκδόσεις Αρμονία Α.Ε. Αθήνα

Τσαπαρλής, Γ. (1984α). Η χημεία στο γυμνάσιο Μέρος Α΄: Η γνώμη των διδασκόντων, *Λόγος & Πράξη,* Τεύχος 22,78-96 (συν διορθώσεις, Τεύχος 23-24).

Τσαπαρλής, Γ. (1984β). Η χημεία στο γυμνάσιο Μέρος Β΄: Συμβολή στην αναμόρφωση του αναλυτικού προγράμματος, *Λόγος & Πράξη,* Τεύχος 23-24, 138-143.

Τσαπαρλής, Γ. (1991). *Θέματα Διδακτικής Φυσικής και Χημείας στη Μέση Εκπαίδευση*. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα (1η έκδοση, 1989).

Τσαπαρλής, Γ. (1997). Οι ιδέες των καθηγητών φυσικών επιστημών για τη φύση και τις ιδιότητες των μορίων. *Εκπαιδευτικές Προσεγγίσεις για Φυσικές Επιστήμες* (Έκδοση Ε.Ε.Φ.), Τεύχος 2, 20-22.

Τσαπαρλής, Γ. (2001). Πρώτες και δεύτερες σκέψεις για τη γυμνασιακή χημεία. στο: *Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών στις αρχές του 21ου αιώνα: Προβλήματα και προοπτικές* (Π. Κόκκοτας, επιμελητής εκδόσεως), σσ. 93-104. Αθήνα, Εκδόσεις Γρηγόρη.

Τσαπαρλής, Γ. (2009). Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης της χημείας: έμφαση στο μακρο-επίπεδο και ο ρόλος της πρακτικής εργασίας (Προσκεκλημένη ομιλία). *Πρακτικά 6ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής των Φ.Ε. και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση.,* σσ. 36-53. Φλώρινα. http://www.uowm.gr/kodifeet/?q=el/node/374.

Τσαπαρλής, Γ. (2011). Σωματιδιακά και δομικά μοντέλα της ύλης: Όψεις και απόψεις της διδακτικής για τη μάθηση και τη διδασκαλία τους. *Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση»,* σσ. 236-245.

Τσαπαρλής, Γ., Γεωργιάδου, Α., Καφετζόπουλος, Κ., Λευκοπούλου, Σ., & Φαντάκη, Γ. (2015). Το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών Χημείας Γυμνασίου και Προτεινόμενο Εκπαιδευτικό Υλικό. *Πρακτικά 1ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες»,* σελ.152-160. (Ρόδος, Οκτώβριος 2014)

Τσαπαρλής, Γ., Γεωργιάδου, Α., Καφετζόπουλος, Κ., Λευκοπούλου, Σ., & Φαντάκη, Γ. (2016). Το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών Χημείας Γυμνασίου –Στόχοι, χαρακτηριστικά, μέσα, περιγραφή και σχολιασμός. *Πρακτικά 9ου Πανελλήνιου Συνεδρίου "Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση"*, υπό έκδοση. (Θεσσαλονίκη, Μάιος, 2015)

Χαλκιά, Κ., 2011. *Σημειώσεις του μαθήματος Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Τομέας Φυσικών Επιστημών Τεχνολογίας & Περιβάλλοντος.

Χαλκιά, Κ., Θεοδωρίδης, Μ. (2002). Η χρήση της εικόνας στα εγχειρίδια των φυσικών επιστημών: Ένα σύστημα ταξινόμησης και αξιολόγησης των εικόνων.http://www.karposontheweb.org/Portals/0/Material/articles/ICONA.pdf

Χατζηνικήτα, Β. (2001α), Επιστημονική και καθημερινή γνώση: το επιστημολογικό εμπόδιο, Στο Β. Κουλαϊδής (επιστ. ευθ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*, Ελεύθερο Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα, τ. Α, 99 - 127

Χατζηνικήτα, Β. (2001β), Χρήση εμποδίων και δυναμικών δικτύων στην ανάπτυξη /διαχείρηση του διδακτικού υλικού, Στο Β. Κουλαϊδής (επιστ. ευθ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*, Ελεύθερο Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα, τ. Β, 335 – 366

Abd-El-Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D. & Tuan H. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419.

Abd-El-Khalick, F., Waters, M. & Le, A-P. (2008). Representations of Nature of Science In High School Chemistry Textbooks over the Past Four Decades. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), 835-855

Abraham, M. R., Williamson, V. M. & Westbrook, S. L. (1994). A cross-age study of the understanding five concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 147-165.

ACS, *Guidelines and Recommendations for the Teaching of High School Chemistry*, Spring 2012, American Chemical Society, Society Committee on Education, https://www.acs.org/content/dam/acsorg/education/policies/recommendations-for-the-teaching-of-high-school-chemistry.pdf

Ainley, M. (2006). Connecting with learning: Motivation, affect and cognition in interest processes. *Educational Psychology Review,* 18(4), 391-405.

Ainley, M., Hidi, S., & Berndorff, D. (2002). Interest, learning and the psychological processes that mediate their relationship. *Journal of Educational Psychology*, 94(3), 545-561.

Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. Learning and Instruction, 16(3), 183–198.

Al-Kunifed A., Good R. and Wandersee J., (1993), Investigation of high school chemistry students' concepts of chemical symbol, formula, and equation: Students' prescientific conceptions. Ανακτήθηκε στις 19/02/12, από ERIC, http://www.eric.ed.gov/

American Association for the Advancement of Sciences [AAAS] (1989). Science for All Americans. Washington: AAAS. Ανακτήθηκε στις 19/02/12, από την διεύθυνση: http://www.project2061.org/publications/sfaa/

Ames, G. J., & Murray, F. B. (1982). When two wrongs make a right: Promoting cognitive change by social conflict. *Developmental Psychology*, 18(6), 894-897.

Anderson, C. W. (2009, April). Learning progressions for principled accounts of processes in socio-ecological systems. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Garden Grove, CA. ανακτήθηκε στις 12/04/2015 από την διεύθυνση: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.590.2109&rep=rep1&type=pdf

Andersson, B. (1986). Pupils' explanations of some aspects of chemical reactions. *Science Education,* 70 (5), 549-563.

Andersson, B. (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformations (age 12-16), *Studies in Science Education*, 18, 53-85.

Ardac, D. & Akaygun, S. (2004). Effectivnes of Multimedia-Based Instuction That Emphasizes Molecular Representations on Students' Understanding of Chemical Change. *Journal of Research in Science Teaching*, 4 (4), 317-337.

Ashiq Hussain, Muhammad Azeem, «Physics Teaching Methods: Scientific Inquiry Vs Traditional Lecture» *International Journal of Humanities and Social Science* Vol. 1 No. 19, December 2011

Astolfi, J. P. et Peterfalvi, B. (1993), Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales, *Aster,* 16, 103 – 141. Ανακτήθηκε στις 18/02/2014 από τον σύνδεσμο: http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/aster/RA016-06.pdf

Astolfi, J. P. et Peterfalvi, B. (1997), Stratégie de travail des obstacles: Dispositifs et ressorts, *Aster*, 25, 193 – 216. Ανακτήθηκε στις 18/02/2014 από τον σύνδεσμο: http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/aster/RA025-09.pdf

Bar, V. (1989). Children's views about the water cycle, *Science Education*, 73(4), 481-500.

Barker, V. and Millar, R. (1999) Students' reasoning about chemical reactions: what changes occur during a context-based post-16 chemistry course? *International Journal of Science Education* 21 (6) 645-665

Ben-Zvi, R., Eylon, B. Silberstein, J. (1987) Students' visualisation of chemical reactions *Education in Chemistry* 24:117-120

Ben-Zvi, R., Eylon, B-S and Silberstein, J. (1986) Is an atom of copper malleable? *Journal of Chemical Education* 63: 64-66

Bergin, D. A., (1995). Effects of a mastery versus competitive motivation situation on learning. *Journal of Experimental Education*, 63(4), 303–314.

Beveridge, M. (1985) The development of young children's understanding of the process of evaporation *British Journal of Educational Psychology* 55: 84 – 90

Bloom B., J., Englehart, M.D., Furst, E.J., Hill, W.H. & Krathwohl, D.R. (1956). *Taxonomy of educational objectives. Handbook I: The cognitive domain*. David McKay Company Inc.

Bloom, B. S., Hastings, J. T., & Madaus, G. (1971). *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. New York: McGraw-Hill.

Bloom, B., S. (1968). Learning for mastery. *Evaluation Comment* (UCLA-CSIEP), Vol:1, No:2, 1-12. Στον σύνδεσμο:

http://programs.honolulu.hawaii.edu/intranet/sites/programs.honolulu.hawaii.edu.intranet/files/upstf-student-success-bloom-1968.pdf

Bloom, B., S. (1971). Mastery learning. In J. H. Block (Ed.), *Mastery learning: Theory and practice*. New York: Holt, Rinehart & Winston

Bloom, B., S. (1973). Individual differences in school achievement: A vanishing point? In L. J. Rubin (Ed.), *Facts and feelings in the classroom*. New York: Walker and Company.

Bloom, B., S. (1976). *Human characteristics and school learning*. New York: McGraw-Hill.

Bloom, B., S. (1977). Favorable learning conditions for all. *Teacher, 95*(3), 22-28.

Bloom, B., S. (1978). New views of the learner: Implications for instruction and curriculum. *Educational Leadership*, *35*(7), 563-576.

Bloom, B., S. (1984). The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational Leadership,* 41(8), 4–17. Στον σύνδεσμο: http://www.ascd.org/ASCD/pdf/journals/ed_lead/el_198405_bloom.pdf

Bodner G. M. and Domin D. S., (2000), Mental models: The role of representations in problem solving in chemistry, University Chemistry Education 4(1), 24–30. Στον σύνδεσμο: http://chemed.chem.purdue.edu/chemed/bodnergroup/PDF_2008/70%20Mental%20Models%20UCEd.pdf

Bodner G. M. and Domin D. S., (2000), Mental models: The role of representations in problem solving in chemistry, Univ. Chem. Educ., 4(1), 24–30.

Bodner G., Klobuchar M. and Geelan D., (2001), The many forms of constructivism, Journal of Chemical Education, 78(8), 1107.

Boo, H., K. (1998), Students' understanding of chemical bonds and the energetics of chemical reactions. *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (5), 569-581.

Bouma, H., Brandt, L. (1990). A simple method for the teacher to obtain information on pupils' preconceptions. *Journal of Chemical Education* 67(1) 24-25

Braga, J., Phillips. M. L. & Norris, S. (2012). Visualizations and Visualizations in Science Education. In Stephen P. Norris (Ed.), Reading for Evidence and Interpreting Visualizations in Mathematics and Science Education, 123-145. Sense Publishers.

Bransford, J. D., Brown, A. L. & Cocking, R. R. (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school.* Washington, DC: National Academy Press.

Briggs, H. and Holding, B. (1986) Aspects of Secondary Students' understanding of elementary ideas in chemistry: Full Report, Children's learning in Science Project. Leeds: Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds

Brooks J. G. and Brooks M. G., (1999), In search of understanding: The case for constructivist classrooms, Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18 (1), 32-42.

Buckley, B. C. (2000). Interactive multimedia and model-based learning in biology. *International Journal of Science Education*, 22, 895 – 935.

Bybee, R., (1997), *Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices.* Portsmouth, NH: Heinemann Educational Books, pp 167–186.

Calik, M. & Ayas, A. (2005). A comparison of level of understanding of eighth-grade students and science student teachers related to selected chemistry concepts. *Journal of research in science teaching*, 42 (6), 638-667.

Carey, S. & Spelke, E. (1994). Dom ain-specific knowledge and conceptual change. In L. A. Hirschfeld and S. A. Gelman (Eds), *Mapping the Mind: Domain Specificity in Cognition and Culture,* Cambridge: Cambridge University Press

Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood.* Cambridge, MA: MIT Press.

Carey, S. 1991. Knowledge acquisition: Enrichment or conceptual change? In S. Carey & R. Gelman (Eds.), *The epigenisis of mind: Essays on biology and cognition.* Hillsdale, NJ: Erlbaum

Carey, S., & Smith, C. (1993). On understanding the nature of scientific knowledge. *Educational Psychologist,* 28(3), 235-251.

Chan, C., Burtis, J., & Bereiter, C. (1997). Knowledge building as a mediator of conflict in conceptual change. *Cognition and Instruction*, 15(1), 1-40.

Chiappetta, L. E., Sethna, H. G., & Fillman, A. D. (1991). A Quantitative Analysis of High School Chemistry Textbooks of Scientific Literacy Themes and Expository Learning Aids. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(10), 939-951.

Chinn C. A. & Brewer W.F. (1998). Theories of Knowledge Acquisition. *International Handbook of Science Education, Part I*, Kluwer Academic Publishers, pp. 97- 113.

Chinn, C. A., & Brewer, W. F. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research*, 63(1), 1-49.

Cohen, K. C. (1997). *Internet links in science education: Student – scientists partnerships*. New York: Plenum Press. Ανακτήθηκε από τον σύνδεσμο: http://www.springer.com/us/book/9780306455582

Collins, A., Brown J.S., & Newman, S.E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In L. B. Resnick (Ed.) *Knowing, learning, and instruction*: Essays in honor of Robert Glaser (pp. 453-494). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. https://dixieching.wordpress.com/2009/10/18/cognitive-apprenticeship-collins-brown-newman/

Copolo C. E. and Hounshell P. B., (1995), Using three-dimensional models to teach molecular structures in high school chemistry, *Journal of Science Education and Technology,* 4(4), 295–305.

Cosgrove, M.R. and Osborne, R. (1981) *Physical change: A working paper of the Learning in Science* Project (no. 26) University of Waikato, Hamilton, New Zealand

Dale, E. (1969). *Audiovisual methods in teaching, third edition*. New York: The Dryden Press; Holt, Rinehart and Winston.

Davis, J. (2001), Conceptual change, in M. Orey (Eds.), Emerging perspectives on learning, teaching and technology. Ανακτήθηκε στις 14/04/2016 από το σύνδεσμο: http://epltt.coe.uga.edu/index.php?title=Conceptual_Change

De Vos, W., & Verdonk, A.H. (1987a). A new road to reactions, Part 4: The substance and its molecules. *Journal of Chemical Education,* 64, 692-694.

De Vos, W., & Verdonk, A.H. (1987b). A new road to reactions, Part 5: The element and its atoms. *Journal of Chemical Education,* 64, 1010-1013.

De Vos, W. (1990). *Seven thoughts on teaching molecules.* In: Lijnse, P.L., Licht, P., deVos, W., Waarlo, A.J., Relating macroscopic phenomena to microscopic particles, Utrecht: Centre for Science and Mathematics Education, University of Utrecht: CD-β Press.

De Vos, W., & Verdonk, A.H. (1996). The particulate nature of matter in science education and in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 657-664.

Dekkers, P. M., & Thijs, G. D. (1998). Making productive use of students‘ initial conceptions in developing the concept of force. *Science Education*, 82(1), 31-51.

Doise, W. & Mugny, G. (1984). *The social development of the intellect*. Oxford: Pergamon Press.

Doise, W., Mugny, G., & Perez, J. A. (1998). The social construction of knowledge: Social marking and socio-cognitive conflict. In U. Flick (Ed.), *The psychology of the social* (pp. 77-90). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Dole, J., & Sinatra, G. (1998). Reconceptualizing change in the cognitive construction of knowledge. *Educational Psychologist*, 33, 109-128.

Dreyfus, A., Jungwirth, E., & Eliovitch, R. (1990). Applying the “cognitive conflict” strategy for conceptual change – some implications, difficulties, and problems. *Science Education*, 74(5), 555–569.

Driver et al (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education,* 11, 481 – 490.

Driver, R., & Bell, B. (1986). Students’ thinking and the learning of science: A constructivist view. *School Science Review*, 67, 443-456.

Driver, R., (1983), *The pupil as scientist?* Open University Press, Milton Keynes.

Driver, R., Guesne, E. and Tiberghien, A., eds (1985) *Children's Ideas in Science* Open University Press: Milton Keynes

Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1993). *Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες,* (Μετάφραση: Θ. Κρητικός, Β. Σπηλιωτοπούλου – Παπαντωνίου, Α. Σταυρόπουλος). Αθήνα: Τροχαλία.

Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A. (1985). Children’s ideas in Science. Open University Press, Buckingham.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood – Robinson, V. (1994), *Making sense of Secondary Science – Research into Children’s Ideas*, London: Routledge.

Druyan, S. (1997). Effect of the Kinesthetic Conflict on Promoting Scientific Reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 1083-1099.

Duit R. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25, pp.671-688.

Durant J., Evans G., Thomas G. (1992), Public Understanding of science in Britain: the role of medicine in the popular representation of science, *Public Understanding Science*, 1, p. 161-182.

Elizabeth, L., L. & Galloway, D. (1996). Conceptual links between cognitive acceleration through science education and motivational style: A critique of Adey and Shayer. *International Journal of Science Education*, 18(1), 35-49.

Eysenck, M.W. & Keane, M.T. (1990). Cognitive psychology: A student's handbook. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.

Fenech-Adami, A. (2004). "Enhancing students' learning through differentiated approaches to teaching and learning: a Maltese perspective", *Journal of Research in Special Education Needs*, Vol. 4 (2), pp. 91-97.

Flavell J, (1985). *Cognitive development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice – Hall.

Freedberg, D., (1989) The power of images: studies in history and theory of Response. Chicago: University of Chicago Press.

Frost, R. (1998). *The IT in Secondary Science Book: A compendium of ideas for using computers and teaching science*. London: IT in Science.

Furío-Más C., Calatayud M. L., Guisasola, J. and Furío-Gómez C., (2005), How are the concepts and theories of acid-base reactions presented? Chemistry in textbooks and as presented by teachers, *International Journal of Science Education,* 27, 1337-1358.

Gabel D., (1999), Improving teaching and learning through chemistry education research: a look to the future, *Journal of chemical education* 76 (4), 548-554.

Gabel, D.L. and Samuel, K.V. (1987) Understanding the particulate nature of matter *Journal of Chemical Education,* 64 (8) 695 – 697

Garnett, P. J., Garnett, P. J., & Hackling, M.W. (1995). Students' alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education,* 25(1), 69–96.

Gayle, A. Nicoll (2001). A Report Of Undergraduates' Bonding Misconceptions *International Journal of Science Education* Volume 23, Issue 7, Σελ. 707-730. http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500690010025012

Georgiadou, A., & Tsaparlis, G. (2000). Chemistry teaching in lower secondary school with methods based on: a) psychological theories, b) the macro, representational, and submicro levels of chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 1, 216-217.

Gilbert, J. K. (2007). Visualization: A metagognitive skill in science and science education. In J. K. Gilbert (Ed.), Visualization in Science Education, 9-28. Springer, Dordrecht.

Gilbert, J. K., Osborne, R. J. & Fensham, P. J. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66(4), 623-633.

Giordan, André et Gérard De Vecchi, *Les origines du savoir : des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*, Neuchâtel, Paris, Delachaux et Niestlé, Éditeurs, 1994, 2nd Edition, 212 p.

Gkitzia, V., Salta, K., & Tzougraki, C. (2011). Development and application of suitable criteria for the evaluation of chemical representations in school textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, 12, 5-14.

GLebrun, J., Lenoir, Y., Laforest, M., Spallanzani, C. & Pearson, M (2002). Past and Current Trends in the Anallsis of Textbooks in a Quebec Context. Curriculum Inquiry, 32(1), 51-83.

Gombrich, E.H. (1995). The visual image. In Scientific American: Science and the Arts, Fall 1995, 52-56. Αναδημοσίευση του άρθρου από την πρώτη έκδοση (Sept. 1972, 82-95).

Gombrich, Ernst H., (1972). Symbolic images. Studies in the art of the Renaissance. London, Oxford: Phaidon, S. 1–7.

Gregoire, M. (2003). Is it a challenge or a threat? A dual-process model of teachers' cognition and appraisal processes during conceptual change. *Educational Psychology Review*, 15 (2), 147-179.

Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., & Smith, C. L. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 799-822.

Guskey, T., (2010). Lessons of Mastery Learning, *Educational-Leadership*, Volume 68, No.2, Pages 52-57, http://www.ascd.org/publications/educational-leadership/oct10/vol68/num02/Lessons-of-Mastery-Learning.aspx

Guzzetti, B. J., Snyder, T.E., Glass, G.V., & Gamas, W. S. (1993). Promoting conceptual change in science: A comparative meta-analysis of instructional

interventions for reading education and science education. *Reading Research Quarterly*, 28, 117-154.

Hacking, Ian. (1983), *Representing and Intervening*, Cambridge University Press, για την Ελλάδα, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, 2000, 29-33, 51-63, 203-245.

Hackling, M. W. & Garnettt, P. J. (1986). Chemical equilibrium: Learning difficulties and teaching strategies, *The Australian Science Teachers Journal*, 31, 8-13.

Haidar, A. H., & Abraham, M. R. (1991). A comparison of applied and theoretical knowledge of concepts based on the particulate nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 919–938.

Han J. and Roth W.-M., (2006), Chemical inscriptions in Korean textbooks: semiotics of macro- and microworld, *Science Education*, 90(2), 173-201.

Harel, G., & Sowder, L. (1998). Students' proof schemes. *Research on Collegiate Mathematics Education,* Vol. III. In E. Dubinsky, A. Schoenfeld, & J. Kaput (Eds.), AMS, 234-283.

Harlen, W. (2000). *Teaching, Learning & Assessing Science 5 – 12* (3rd edition). London: Paul Chapman Publishing. Book

Harrison A. G., (2001), How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students? *Research Science Education*, 31(3), 401–435.

Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2000), "A typology of school science models", *International Journal of Science Education* 22(9), pp. 1011-1026.

Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education* Volume 80, Issue 5, pages 509–534

Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1998). Modelling in science lessons: Are there better ways to learn with models? *School Science and Mathematics*, 98, (8), 420-429.

Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011- 1026.

Harrison, A.G., & Treagust, D.F. (2000) Learning about atoms, molecules and chemical bonds: A case study of multiple-model use in grade 11 chemistry. *Science Education* Volume 84, Issue 3, pages 352–381.

Hennessey, M. G. (2003). Metacognitive aspects of students' reflective discourse: Implications for intentional conceptual change teaching and learning. In G. M.

Sinatra, & P. R. Pintrich (Eds.), *Intentional conceptual change* (pp. 103-132). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Hesse, J.J., & Anderson, W.C., (1992). Students' conceptions of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching* Volume 29, Issue 3, pages 277–299, March 1992.

Hewson P.W. & Hewson M.G. A'Beckett (1984). The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction. *Instructional Science*, 13(1), 1-13.

Hewson P.W. (1981). A conceptual learning approach to learning in science. *European Journal of Science Education*, 3(4), pp. 383-396.

Hidi, S. (2000). An interest researcher‘s perspective: The effects of extrinsic and intrinsic factors on motivation. In C. Sansone, & J. M. Harackiewicz (Eds.), *Intrinsic and extrinsic motivation: The search for optimal motivation and performance* (pp. 309-339). San Diego, CA: Academic Press.

Hidi, S., & Anderson, V., (1992). Situational interest and its impact on reading and expository writing. In K. A. Renninger, S. Hidi, & A. Krapp (Eds.), *The role of interest in learning and development* (pp. 215–238). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Hidi, S., (2001). Interest, reading, and learning: Theoretical and practical considerations. *Educational Psychology Review*, 13(3), 191-209.

Hoffmann R. and Laszlo P., (1991). Representation in chemistry, *Angewandte Chemie International Edition*, 30(1), 1 – 16.
http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGYM-B202/219/1998,5022/
http://www.karposontheweb.org/Portals/0/Material/articles/ICONA.pdf

Hynd, C. (2003). Conceptual change in response to persuasive messages. In G. M. Sinatra, & P. R. Pintrich (Eds.), *Intentional conceptual change* (pp. 291-315). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Johnson, P. and Papageorgiou, G. (2010). Rethinking the introduction of particle theory: A substance-based framework, *Journal of Research in Science Teaching*, 47(2), 130-150.

Johnson, P. (2000). Children’s understanding of substances, part 1: recognizing chemical change. *International Journal of Science Education*, 22 (7), 719-737.

Johnson, P. (2002). Children’s understanding of substances, part 2: explaining chemical change. *International Journal of Science Education*, 24 (10), 1037-1054.

Johnson, P. M. (1998a). Progression in children's understanding of a 'basic' particle theory: A longitudinal study. *International Journal of Science Education*, 20, (4), 393-412.

Johnson, P. M. (1998b). Children's understanding of state involving the gas state, Part 2. Evaporation and condensation below boiling point. *International Journal of Science Education*, 20(6), 695-709.

Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*. 7(2), 75-83.

Johnstone A. H., (1993). The development of chemistry teaching, *Journal of Chemical Education,* 70(9), 701-705.

Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry: Logical or psychological? *Chemistry Education Research and Practice,* 1(1), 9–15.

Johnstone, A. H. (2007). Science Education: We know the answers, let's look at the problems. *Πρακτικά 5ου Πανελλήνιου Συνεδίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση»,* Τεύχος Α, σσ. 1-11.

Kang H., Scharmann C.L., Kang S., Noh T. (2010) Cognitive conflict and situational interest as factors influencing conceptual change, *International Journal of Environmental & Science Education* Vol. 5, No. 4, October 2010, 383-405

Kang, S., Scharmann, L. C., Noh, T., & Koh, H. (2005). The influence of students' cognitive and motivational variables in respect of cognitive conflict and conceptual change. *International Journal of Science Education*, 27(9), 1037-1058.

Keig, P. F., & Rubba, P. A. (1993). Translation of representations of the structure of matter and its relationship to reasoning, gender, spatial reasoning, and specific prior knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(8), 883–903.

Kemp C.A. (2003), Implications of Different Views on the Meaning of "Scientific Literacy", *presented at the 2003 Annual Meeting of the American Educational Research Assotiation (AERA), Chicago, IL.,* April 21-25, 2003.

Kind, V., (2004). Beyond Appearances: *Students' misconceptions about basic chemical ideas*, 2nd Edition. A publication of the edn, Royal Society of Chemistry, http://www.rsc.org/images/Misconceptions_update_tcm18-188603.pdf (accessed 30 July 2014).

Kitcher, P. (1983). *The Nature of Mathematical Knowledge*, Oxford, Oxford University Press.

Kokkotas, P. Xatzinikita, V. (1994) The concept of mole. *In Bargellini P.E. Todesco (Eds), Pisa,* 241-246.

Kozma, R. B., & Russell, J. (1997). Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9), 949–968.

Krajcik, J. S. (1991). Developing students' understanding of chemical concepts. In Y. S. M. Glynn, R. H. Yanny, & B. K. Britton (Eds.), The psychology of learning science: International perspective on the psychological foundations of technology-based learning environments (pp. 117–145). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Krapp, A. (1999). Interest, motivation and learning: An educational-psychological perspective. *European Journal of Psychology of Education*, 14(1), 23-40.

Kruger, C., J. and Summers, M., K. (1989) An investigation of some primary teachers' understanding of change in materials. *School Science Review* vol 71 (255): 17-27

Le Tellier, J. P., (2007). *Quantum Learning and Instructional Leadership in Practice*. Corwin Press: A SAGE Publications Company Thousand Oaks, CA91320, pp 133, 158.

Lebrun, J., Lenoir, Y., Laforest, M., Spallanzani, C. & Pearson, M (2002). Past and Current Trends in the Anallsis of Textbooks in a Quebec Context. Curriculum Inquiry. Volume 32, issue 1, 51-83. Ανακτήθηκε από τον σύνδεσμο: http://www.usherbrooke.ca/crcie/fileadmin/sites/crcie/documents/uurimuste_referaat_6568536.pdf

Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), Handbook of research on science education (pp. 831-879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Ανακτήθηκε από τον σύνδεσμο: http://www.csss-science.org/downloads/NOS_Lederman_2006.pdf στις 15/06/2015 (κεφάλαιο 28).

Lee, G., Kwon, J., Park, S.-S., Kim, J.-W., Kwon, H.-G., & Park, H.-K. (2003). Development of an instrument for measuring cognitive conflict in secondary-level science classes. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(6), 585-603.

Lee, O., Eichinger, C. D., Anderson, W. C., Berkheimer D. G., and Blakeslee, D. T., (1993). Changing middle school students' conceptions of matter and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, Volume 30, Issue 3, pages 249–270, March 1993.

Lee, Y. J. (1998). The effect of cognitive conflict on students' conceptual change in Physics. *Doctoral dissertation, Korea National University of Education. Ανακτήθηκε από τον σύνδεσμο: http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED443734.pdf στις 01/02/2016.*

Lehrer, R., & Schauble, L. (2000). Modeling in mathematics and science. In R. Glaser (Ed.), Advances in instructional psychology: Volume 5: Educational design and cognitive science (pp. 101-159). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Lehrer, R., & Schauble, L. (2006). Scientific thinking and science literacy: Supporting development in learning in contexts. In W. Damon, R. M. Lerner, K. A. Renninger & I. E. Sigel (Eds.), Handbook of child psychology, 6th ed. (Vol. 4). Hoboken, NJ: John Wiley and Sons.

Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003). Foundations of models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. In R. Lesh & H. M. Doerr (Eds.), Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching (pp. 3-33). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Levie, H. W., & Lentz, R. (1982). Effects of text illustrations: A review of research. *Educational Communication and Technology Journal*, 30(4), 195–232.

Levin, J. R., Anglin, G. J. & Carney, R. N. (1987). On empirically validating functions of pictures in prose. In D. M. Willows & H. A. Houghton, (Eds.), The psychology of illustration, Vol. 1 (pp. 51-86). New York: Springer. Από τον σύνδεσμο: http://www.citeulike.org/user/cspannagel/article/3067317

Lewenstein V.B. (1992). The meaning of the public understanding of science in the United States after World War II, *Public Understanding Science.* 1, p. 45-68, 1992. Από το σύνδεσμο:http://pus.sagepub.com/content/1/1/45.full.pdf+html

Lewenstein, Bruce V. (Ed.), (1992). *When Science Meets the Public*. Washington, D.C.: American Association for the Advancement of Science. (Translated and published in Korean, 2003.) [The book is now available for free on the AAAS website.]

Limón, M. (2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: A critical appraisal. *Learning and Instruction*, 11(4-5), 357-380.

Lin, J.-Y. (2007). Responses to anomalous data obtained from repeatable experiments in the laboratory. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(3), 506-528.

Mandl, H., & Levin, J.R. (Eds.). (1989). Knowledge acquisition from text and pictures. Advances in Psychology, 58. Amsterdam: North-Holland.

Marchionini, G. (1988). Hypermedia and Learning: Freedom and Chaos. *Journal Educational Technology - Hypermedia*, November, 28(11) 8 – 12.

Marshall J. C., Smart J., Lotter C. and Sirbu C., (2011), Comparative analysis of two inquiry observational protocols: Striving to better understand the quality of teacher-facilitated inquirybased instruction, *School Science and Mathematics, 111(6), 306–315.*

Marton, F. (1986). Phenomenography - A research approach investigating different understandings of reality. *Journal of Thought*, 21(3), 28-49.

Mason, L. (2001). Responses to anomalous data on controversial topics and theory change. *Learning and Instruction*, 11(6), 453-483.

Mason, L., Pluchino, P. & Tornatora, M-C. (2013). Effects of Picture Labeling on Science Text Processing and Learning: Evidence from Eye Movements. *Reading Reacherch Quarterly*, 48(2), 199-214.

Mathewson J. H., (2005). The visual core of science: definitions and applications to education, *International Journal of Science Education,* 27(5), 529-548.

Matthews, M. R. (1994a). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. Routledge, New York.

Mayer, J. D. & Salovey, P. (1997). What is emotional intelligence? In P. Salovey & D. Sluyter (Eds). Emotional development and emotional intelligence: Implications for educators (pp. 3-31, Chapter 1). New York: Basic Books. http://unh.edu/emotional_intelligence/EIAssets/EmotionalIntelligenceProper/EI1997MSWhatIsEI.pdf

Mayer, R. E. (1997). Multimedia learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist*, 32(1), 1–19.

Mayer, R. E. (2001). Multimedia learning. New York: Cambridge University Press. Free online: http://dx.doi.org/10.1017/CBO9781139164603

Mayer, R. E. (2003). The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction* 13(2), 125–139.

Meheut M. & Chomat A. (1990). The bounds of children's atomism; an attempt to make children build up a particulate model of matter. In: Lijnse, P.L., Licht, P.,

deVos, W., Waarlo, A.J., Relating macroscopic phenomena to microscopic particles, pp. 266-282.

Meheut, M., Saltiel, E. & Tiberghien, A. (1985). Pupils' (11-12 years old) conceptions of combustion. *European Journal of Science Education*, 7 (1), 83-93.

Merritt, J., Shwartz, Y. & Krajcik, J. (2007). Middle School Students' Development of the Particle Model of Matter. *At the annual meeting of the National Association of Research in Science Teaching, April, 2007 New Orleans, LA School of Education University of Michigan* http://www.umich.edu/~hiceweb/PDFs/2007/Merritt%20et%20al%20NARST%202007.pdf

Mikelskis–Seifert, S. & Leisner, A. (2003), "Investigation of Effects and Stability in teaching Model Competence", *at the 4th International Conference of the European Science Education Research Association,* August, Noordwijkerhout, The Netherlands.

Najjar, L. J. (1998). Principles of educational multimedia user interface design. *Human Factors*, 40, 311–323. Ανακτήθηκε από το σύνδεσμο: http://ddi.cs.uni-potsdam.de/HyFISCH/Multimedia/Learning/MMDesignNajjar.htm

Nakhleh, M. B. (1993). Are our student's conceptual thinkers or algorithmic problem solvers? *Journal of Chemical Education,* 70(1), 52–55.

Nakhleh, M.B. (1992), Why some students don't learn Chemistry? Chemical misconceptions. *Journal of Chemistry Education*. 69 (3), 191-193.

Niaz, M. (1995). Cognitive Conflict as a Teaching Strategy in Solving Chemistry Problems: A Dialectic-Constructivist Perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(9), 959-970.

Nieswandt, M. (2007). Student affect and conceptual understanding in learning chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(7), 908-937.

Novick, S. & Nussbaum, J. (1978). Junior high school pupils' understanding of the particulate nature of matter: An interview study, *Science Education*, 62(3), 273–281.

Novick, S. & Nussbaum, J. (1981). Pupils' understanding of the particulate nature of matter: a cross-age study. *Science Education*, 65(2), 187-196.

Nussbaum, J. (1985) The particulate nature of matter in the gaseous phase. In Driver, R. Guesne, E. and Tiberghien, E.(Eds), *Children's Ideas in Science*, pp. 124-144. Philadelphia: Open University Press, Milton Keynes, UK.

Nussbaum, J. (1997). History and philosophy of science and the preparation for constructivist teaching: The case of particle theory. In: Mintzes, J. Wandersee, J. & Novak J. (Eds.), *Teaching science for understanding: A human constructivist view* (pp. 165–194), Boston, MA: Academic Press.

Nussbaum, J. and Novick, S. (1982), Alternative frameworks, conceptual conflict and accommodation: Towards a principled teaching strategy, *Instructional Science*, 11, 183 – 200. http://epltt.coe.uga.edu/index.php?title=Conceptual_Change

Opoku-Amankwa, K. (2010). What happens to textbooks in classroom? Pupils' access to literacy in an urban school in Ghana. *Pedagogy, Culture & Society*, 18(2), 159-172.

Orion, N., Dubowski, Y., & Dodick, J. (2000). The Educational Potential of Multimedia Authoring as a Part of the Earth Science Curriculum – A Case Study. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1121 – 1153.

Osborne, R. J. & Cosgrove, M. M. (1983). Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(9), 825-838.

Osborne, R. (1984). 'Children's Dynamics', *The Physics Teacher,* 22(8), 504–511.

Osborne, R.Y. & Freyberg, F. (1985), *Children learning in Science. The implication of children's science*. London: Heinemann.

Papageorgiou, G. (2013). Can simple particle models support satisfying explanations of chemical changes for young students?" In G. Tsaparlis & H. Sevia (eds.), *Concepts of matter in science education*, pp. 319-329. Dordrecht: Springer.

Papageorgiou, G., Grammatikopoulou, M. and Johnson, P. (2010) Should we Teach Primary Pupils about Chemical Change? *International Journal of Science Education,* 32(12), 1647-1664.

Papageorgiou, G. & Johnson P. (2005). Do particle ideas help or hinder pupils' understanding of phenomena? *International Journal of Science Education*, 27 (11), 1299-1317.

Papageorgiou, G., Stamovlasis, D. and Johnson, P. (2010) Primary Teachers' Particle Ideas and Explanations of Physical Phenomena: The Effect of an In-Service Training Course, *International Journal of Science Education*, 32(5), 629-652.

Peterfalvi, B. (1997), L' indentification d'obstacles par les élèves, *Aster*, 24, 171 – 202. Ανακτήθηκε από τον σύνδεσμο: http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/aster/RA024-08.pdf

Peterfalvi, B. (2001), Obstacles et situations didactiques en sciences: processus intellectuels et confrontations. L'exemple des transformations de la matière. *Thèse de Doctorat, Université de Rouen.* Η περίληψη στο σύνδεσμο: *http://www.inrp.fr/Didactique/These/SVT/Peterfalvi.htm*

Pfunt, H. (1981), Pre-instructional conceptions about substances and transformations of substances. *Proceedings of the International Workshop on "Problems Concerning Students' Representations of Physics and Chemistry Knowledge*, Ludwigsburg, pp. 320-341.

Philipp, S., Johnson, D., & Yezierski, E. (2014). Development of a protocol to evaluate the use of representations in secondary chemistry instruction. *Chemistry Education Research and Practice,* 15(4), 777-786.

Piaget, J. (1978). *The Development of Thought*. Blackwell, Oxford.

Piaget, J. and Inhelder, B. (1974) *The child's construction of quantities* Routledge and Kegan Paul: London

Pinto R. and Ametller F., (2002). Students' difficulties in reading images. Comparing results from four national research groups, *International Journal of Science Education*, 24(3), 333-341.

Pintrich, P. R. (1999). Motivational beliefs as resources for and constraints on conceptual change. In W. Schnotz, S. Vosniadou, & M. Carretero (Eds.), *New perspectives on conceptual change* (pp. 33-50). Oxford, UK: Elsevier Science Ltd.

Pintrich, P. R., Marx, R. W., & Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63(2), 167-199.

Plakitsi, K. (2010). Collective curriculum design as a tool for rethinking scientific literacy, *Cultural Studies of Science Education*, Springer

Plé, E. (1997), Transformation de la matière á l'école élémentaire: Des dispositifs flexibles pour franchir les obstacles, *Aster*, 24, 203 – 229. Ανακτήθηκε από το σύνδεσμο: http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/8674/ASTER_1997_24_203.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211–227.

Pozzer, L.L. & Roth, W.M. (2003). Prevalence, function and structure of photographs in high school biology textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), 1089-1114.

Pozzer-Ardenghi, L. & Roth, W-M. (2004). Making Sense of Photographs. *Science Education*, 89(2), 219-241.

Renstrom, H., (1987). Pupils conceptions of matter. A phenomenographic approach. In: J.D. Novak (ed), *Proceedings of the second seminar "Misconceptions and educational strategies in science and mathematics".* Cornell University, Ithaca, New York, 400-414.

Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in Thinking: Cognitive Development in Social Context.* New York: Oxford University Press.

Russell, T. and Watt, D. (1990). Primary SPACE Research Reports, *Evaporation and Condensation,* Liverpool: University of Liverpool Press

Russell, T., Harlen, W. and Watt, D. (1989) Children's ideas about evaporation *International Journal of Science Education* 11, Issue 5, 566 – 576

Scardamalia, M. & Bereiter, C. (1991). Higher levels of agency for children in knowledge-building: A challenge for the design of new knowledge media. *The Journal of the Learning Sciences*, 1(1), 37-68.

Schnotz W., Bannert, M. (2003). Construction and interference in learning from multiple representation. *Learning and Instruction* 13(2), 141–156.

Schnotz, W., & Kulhavy, R.W. (Eds.). (1994). Comprehension of graphics. Amsterdam: North-Holland.

Schnotz, W., Picard, E. & Hron, A. (1993). How do successful and unsuccessful learners use text and graphics? *Learning and Instruction,* 3(3), 181-199.

Schoenfeld, A., (1985) *Mathematical Problem Solving.* New York: Academic Press.

Schraw, G., & Lehman, S. (2001). Situational interest: A review of the literature and directions for future research. *Educational Psychology Review*, 13(1), 23-52.

Schraw, G., Flowerday, T., & Lehman, S. (2001). Increasing situational interest in the classroom. *Educational Psychology Review*, 13(3), 211-224.

Schwarz, C. V., & White, B. Y. (2005). Metamodeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling. *Cognition and Instruction*, 23(2), 165-205.

Schwarz, C., Reiser, B., Davis, E., Kenyon, L., Acher, A., Fortus, D., Swartz, Y., Hug, B., & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal for Research in Science Teaching*. Volume 46, issue 6, 632-654.

Scott P., Asoko H. & Leach J. (2007). Student Conceptions and Conceptual Learning in Science. *Handbook of Research on Science Education*, Edited by S. Abell & N.G. Lederman, Lawrence Erlbaum Ass. Inc., pp 31-56.

Shamos, A. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.

Shepardson, D. P., & Moje, E. B. (1999). The role of anomalous data in restructuring fourth graders frameworks for understanding electric circuits. *International Journal of Science Education*, 21(1), 77-94.

Sinatra, G.M. (2005). The "warming trend" in conceptual change research: The legacy of Paul Pintrich. *Educational Psychologist*, 40 (2), 107-115.

Sinatra, G.M., & Pintrich, P.R. (2003). The role of intentions in conceptual change learning. In G.M. Sinatra & P.R. Pintrich (Eds.) *Intentional conceptual change*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Skoumios, M. & Hatzinikita, V. (2005). The role of cognitive conflict in science concept learning, *International Journal of Learning*, 12 (7), p. 185-194.

Skoumios, M. (2008). Sociocognitive conflict processes in science learning: benefits and limits, *Journal of Baltic Science Education*, 7 (3), 165-174.

Skoumios, M. (2009) The effect of sociocognitive conflict on students' dialogic argumentation about floating and sinking. *International Journal of Environmental and Science Education,* 4 (4), 381-399.

Smith, C. L., Wiser, M., Anderson, C. W., & Krajcik, J. (2006). Implications of research on children's learning for standards and assessment: A proposed learning progression for matter and the atomic molecular theory. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives* 4(1-2), 1-98.

Snir, J., Smith, C. L., & Raz, G. (2003). Linking phenomena with competing underlying models: A software tool for introducing students to the particulate nature of matter. *Science Education,* 87(6), 794-830.

Solomon, J. (1994). «The Rise and Fall of Constructivism». *Studies in Science Education*, 23(1), 1-19.

Stamovlasis, D., Dimos, A., & Tsaparlis G. (2006). A study of group interactions in learning lower secondary physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(6), 556-576.

Stamovlasis, D., Tsitsipis, G. and Papageorgiou, G. (2010) The effect of logical thinking and two cognitive styles on understanding the structure of matter: An analysis with the random walk method, *Chemistry Education Research and Practice*, 11(3), 173-181.

Stamovlasis, D., Tsitsipis, G. and Papageorgiou, G. (2012) Structural equation modeling in assessing students' understanding the state changes of matter, *Chemistry Education Research and Practice*, 13(3), 357-368.

Stavridou, H. & Solomonidou, C. (1998). Conceptual reorganization and the construction of chemical reaction concept during secondary education. *International Journal of Science Education*, 20 (2) 205-221.

Stavy, R. (1990b) Pupils' problems in understanding conservation of matter *International Journal of Science Education* 12 (5) 501-512

Stavy, R., & Berkovitz, B. (1980). Cognitive conflict as a basis for teaching quantitative aspects of the concept of temperature. *Science Education*, 64(5), 679–692.

Stephen N. Elliott, & el, *Εκπαιδευτική Ψυχολογία*, Εκδόσεις GUTENBERG, Αθήνα 2008. σελ. 377-378, 401, 403, 410

Stewart, J., Cartier, J. L., & Passmore, C. M. (2005). Developing understanding through model-based inquiry. In M. S. Donovan & J. D. Bransford (Eds.), How students learn (pp. 515-565). Washington, DC: National Research Council.

Stinner A., 2001. Linking 'The Book of Nature' and 'The Book of Science': Using Circular Motion as an Exemplar beyond the Textbook. *Science & Education* 10(4): 323–344.

Strauss, A. & Corbin, J. (1998). Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Strike, K.A., & Posner, G.J. (1992). A Revisionist Theory of Conceptual Change. In R.A. Duschl & R.J. Hamilton (Eds.), *Philosophy of Science, Cognitive*

Psychology and Educational Theory and Practice... New York: State University of New York Press.

Swarts, F., Roger Anderson, O. & Swetz, J. F. (1994). Evolution ih Secondary School Biology Textbooks of the PRC, the USA, and the Latter Stages of the USSR. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(5), 475-505.

Sweller, J. (1999). Instructional design in technological areas. Camberwell, Australia: ACER Press.

Tabak, I., & Reiser, B. J. (2008). Software-realized inquiry support for cultivating a disciplinary stance. *Pragmatics and Cognition*, 16(2), 307-355.

Taber K. S., (2013), Revisiting the chemistry triplet: Drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education, Chemistry Education Research and Practice, 14, 156–168.

Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry "triplet". *International Journal of Science Education*, 33, 179–195.

Tao, P.- K., & Gunstone, R. F. (1999). Conceptual change in science through collaborative learning at the computer. *International Journal of Science Education*, 21 (1), 39 – 57.

Thorley, N. R., & Treagust, D. F. (1987). Conflict within dyadic interactions as a stimulant for conceptual change in Physics. *International Journal of Science Education*, 9 (2), 203-216.

TIMSS (1999): http://timss.bc.edu/timss1999i/science_achievement_report.html

Tirosh, D., Stavy, R., & Cohen, S. (1998). Cognitive conflict and intuitive rules. *International Journal of Science Education*, 20(10), 1257-1269.

Toulmin S. (1972). *Human understanding.* Princeton, NJ: Princeton University Press.

Treagust D.F., Chittleborough G.D. and Mamiala T.L., (2003), The role of sub-microscopic and symbolic representations in chemical explanations, *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353-1369.

Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education,* 24(4), 357–368.

Tsai, C.-C. (2000). Enhancing science instruction: The use of "conflict maps". *International Journal of Science Education*, 22(3), 285- 302.

Tsaparlis G. (2009). Learning at the macro level: the role of practical work. In J.K. Gilbert and D.F. Treagust (Eds.), *Multiple representations in chemical education*, Chapter 5, pp. 109-136. Springer

Tsaparlis G., Kolioulis D., & Pappa E. (2010). Lower-secondary introductory chemistry course: A novel approach based on science-education theories, with emphasis on the macroscopic approach, and the delayed meaningful teaching of the concepts of molecule and atom. *Chemistry Education Research and Practice*, 11(2), 107-117.

Tsaparlis, G. (1997). Atomic and molecular structure in chemical education - A critical analysis from various perspectives of science education. *Journal of Chemical Education,* 74(8), 922-925.

Tsaparlis, G., & Gorezi, M. (2007). Addition of a project-based component to a conventional expository physical chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 84(4), 668-670.

Tsaparlis, G., (2008), The rivalry among the separate science subjects for dominance in secondary education: the case of Greece and beyond. In: Coll R., Taylor N. (Eds.) *Science education in context: an international examination of the influence of context on science curricula development and implementation*. Sense Publishers, Rotterdam.

Tsaparlis, G., (2009), Learning at the Macro Level: The Role of Practical Work. In: Gilbert, J.K., Treagust, D.F. (Eds.) *Multiple Representations in Chemical Education, Models and Modelling in Science Education* 4, Springer Science+Business Media B.V.

Tsaparlis, G., Kolioulis, D., & Pappa, E. (2010). Lower-secondary introductory chemistry course: A novel approach based on science-education theories, with emphasis on the macroscopic approach, and the delayed meaningful teaching of the concepts of molecule and atom. *Chemistry Education Research and Practice*, 11(2), 107-117 (plus Supplementary Information)

Tsitsipis, G., Stamovlasis, D. and Papageorgiou, G. (2010) The effect of three cognitive variables on students' understanding of the particulate nature of matter and its changes of state, *International Journal of Science Education*, 32(8), 987-1016.

Van Merrienboer, J. J. G. (1997). Training complex cognitive skills. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Press.

Van Someren, M. W., Reimann, P., Boshuizen, H. P. A., & de Jong, T. (Eds.). (1998). Learning with multiple representations. Oxford: Elsevier.

Verin, A. and Peterfalvi, B. (1994), Fonctions de l'écriture dans le travail d'obstacles en classe de sciences, in A. Giordan and J. L. Martinand (dir.), *Actes JIES XVI, D.I.R.E.S.*

Vesterinen, V-M., Aksela, M. & Lavonen, J. (2013). Quantitative Analysis pf Representations of Nature of Science in Nordic Upper Secondary School Textbooks Using Framework of Analysis Based on Philosophy of Chemistry. *Science & Education*, 22(7), 1839-1855.

von Glasersfeld, E. (1989). *Cognition, construction of knowledge, and teaching*. Synthesis, 80(1), 121 – 140. Ανακτήθηκε από το σύνδεσμο: http://www.univie.ac.at/constructivism/EvG/papers/118.pdf

Vosniadou S. & Ioannidis C. (1998). From conceptual change to science education: a psychological point of view. *International Journal of Science Education*, 20(10), pp. 1213-1230.

Vosniadou, S. (1999). Conceptual change research: State of the art and future directions. In W. Schnotz, S. Vosniadou, & M. Carretero (Eds.), *New perspectives on conceptual change* (pp. 3-13). Oxford, UK: Elsevier Science Ltd.

Vosniadou, S. (2002). On the nature of naive physics. In M. Limon & L. Mason (Eds.), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice*. Dordrecht: Kluwer.

Vosniadou, S. (2003). Is intentional learning necessary for conceptual change? In G. Sinatra and P. Pintrich (Eds.), *Intentional conceptual change*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, Harvard University Press.

Weigold F. M. (2001), Communicating Science – A Review of the literature, *Science Communication*, Vol. 23, No 2, December 2001, p. 164-193.

Wheatley, G. H. (1991). Constructivist perspectives on science and mathematics learning. *Science Education,* 75(1): 9-21

White, B. Y., & Frederiksen, J. R. (1998). Inquiry, modeling, and metacognition: Making science accessible to all students. *Cognition and Instruction*, 16(1), 3-118.

Williamson V.M., Abraham M.R., (1995). The effects of computer animation on the particulate mental models of college chemistry students. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(5), 521-534.

Wilson, M. (2005). Constructing measures: An item response modeling approach. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.

Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education,* 92(5), 941-967.

Wiser, M., & Smith, C., (2008). Learning and teaching about matter in grades K-8: When should the atomic-molecular theory be introduced? In S. Vosniadou, (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change*, pp. 205-239. New York: Routledge.

Wu H. K. and Shah P., (2004), Exploring visuospatial thinking in chemistry learning, *Science Education,* 88(3), 465-492.

Wu, H.-K., Krajcik, J.S., & Soloway, E. (2001). Promoting Understanding of Chemical Representations: Students' Use of a Visualization Tool in the Classroom. *Journal of Research in Science Teaching,* 38(7), 821-842.

Yager, R.E. (1983). The importance of terminology in science teaching K-12 science. *Journal of Research in Science Teaching,* 20(6), 577-588.