ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
026000265184

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

61

Χημικός Συμβολισμός - Ορισμολογία: Προβλήματα, προτάσεις και λύσεις με βάση την ιστορία και τη φιλοσοφία της επιστήμης και την ψυχολογία της μάθησης

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ Θ. ΠΑΛΑΜΙΤΖΟΓΛΟΥ
ΧΗΜΙΚΟΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2008

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ Θ. ΠΑΛΑΜΙΤΖΟΓΛΟΥ
ΧΗΜΙΚΟΣ

Χημικός Συμβολισμός - Ορισμολογία: Προβλήματα, προτάσεις και λύσεις με βάση την ιστορία και τη φιλοσοφία της επιστήμης και την ψυχολογία της μάθησης

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

που εκπονήθηκε στο Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΤΣΑΠΑΡΛΗΣ - Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Χημείας - Επιβλέπων Καθηγητής
2. Καθηγητής ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΤΣΙΠΗΣ - Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Χημείας - Μέλος της Συμβουλευτικής Επιτροπής
3. Επίκουρος Καθηγητής ΕΥΘΥΜΙΟΣ ΜΠΟΚΑΡΗΣ - Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Χημείας - Μέλος της Συμβουλευτικής Επιτροπής

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2008

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Η επταμελής εξεταστική επιτροπή που ορίστηκε για την κρίση της Διδακτορικής Διατριβής του Παναγιώτη Παλαματζόγλου, Χημικού, με μεταπτυχιακό δίπλωμα ειδίκευσης στη διδακτική της Χημείας και στις Νέες Τεχνολογίες (ΔιΧηΝΕΤ), συνήλθε σε συνεδρίαση στην Αίθουσα Συνεδριάσεων του Τμήματος Χημείας της Σχολής Θετικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, την Παρασκευή 16 Μαΐου 2008 και ώρα 16.00, όπου παρακολούθησε την παρουσίαση της διατριβής του με τίτλο:

«Χημικός Συμβολισμός - Ορισμολογία: Προβλήματα, προτάσεις και λύσεις με βάση την ιστορία και τη φιλοσοφία της επιστήμης και την ψυχολογία της μάθησης»

Για την εν λόγω διατριβή, που ανήκει στο επιστημονικό πεδίο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, τα παρόντα μέλη της επιτροπής έκριναν ότι είναι πρωτότυπη και αποτελεί ουσιαστική συμβολή στην πρόοδο της επιστήμης και πρότειναν ομόφωνα την απονομή στον κ. Παλαματζόγλου Παναγιώτη του διδακτορικού διπλώματος με το βαθμό ΑΡΙΣΤΑ.

ΤΑ ΜΕΛΗ ΤΗΣ ΕΠΤΑΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

1. **Παπαγεωργίου Γεώργιος**, Καθηγητής Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης

2. **Κωνσταντίνος Στουρδούλης**, Καθηγητής Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης Πανεπιστημίου Αθηνών (γνωστικό αντικείμενο: «Φυσική και Επιστημολογία Φυσικών Επιστημών στην εκπαίδευση»)

3. **Τσάτσης Κων/νος**, Καθηγητής Τμ. Χημείας Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, Μέλος τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

4. **Ζαρκάδης Αντώνιος**, Αναπλ.. Καθηγητής Τμ. Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

5. **Τσαπαρλής Γεώργιος**, Αναπλ. Καθηγητής Τμ. Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Επιβλέπων καθηγητής, Μέλος τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής

6. **Γαρούφης Αχιλλέας**, Επίκ. Καθηγητής Τμ. Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

7. **Μπόκαρης Ευθύμιος**, Επίκ. Καθηγητής Τμ. Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Μέλος τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Με την υποστήριξη της Διδακτορικής Διατριβής μου ολοκληρώνεται ένας κύκλος της πνευματικής – επιστημονικής μου ζωής, που άρχισε το 1997, όταν, ως μέλος της κεντρικής επιτροπής των γενικών εξετάσεων (ΚΕΓΕ) για την εισαγωγή φοιτητών στα ελληνικά πανεπιστήμια, γνώρισα τον Καθηγητή της Κβαντοχημείας του Α.Π.Θ., κ. Κωνσταντίνο Τσίπη. Στο διάστημα αυτό αναπτύσσεται ένα σημαντικό συγγραφικό έργο από την πλευρά μου, είτε γράφοντας μόνος είτε συμμετέχοντας σε συγγραφικές ομάδες, στις οποίες ηγείται ο κ. Τσίπης. Με την προτροπή του εν λόγω καθηγητή, παρά το προχωρημένο της ηλικίας μου, παρακολουθώ το διαπανεπιστημιακό πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών, διάρκειας τεσσάρων εξαμήνων, με αντικείμενο τη διδακτική των φυσικών επιστημών (με έμφαση στη χημεία) και τις νέες τεχνολογίες (ΔιΧηΝΕΤ). Στο Τμήμα Χημείας του Α.Π.Θ., όπου διεξάγεται το πρόγραμμα των μεταπτυχιακών σπουδών, έρχομαι σε στενότερη επαφή με τον κ. Αναστάσιο Βάρβογλη, καθηγητή της Οργανικής Χημείας, ο οποίος επιβλέπει τη διπλωματική μου εργασία, με τίτλο: «Το Διδακτικό Βιβλίο της Χημείας στη Διάρκεια του 20^{ου} Αιώνα». Την ίδια χρονική περίοδο γνωρίζω και τον κ. Γεώργιο Τσαπαρλή, αναπληρωτή καθηγητή του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, ο οποίος διδάσκει στο ΔιΧηΝΕΤ το μάθημα της Διδακτικής της Χημείας. Με την προτροπή των κ.κ. Τσίπη και Βάρβογλη αποφασίζω να ζητήσω από τον κ. Τσαπαρλή, του οποίου οι γνώσεις στη διδακτική της χημείας με εντυπωσίασαν και ταυτόχρονα με γοήτευσαν, να εκπονήσω Διδακτορική Διατριβή στο επιστημονικό πεδίο της Διδακτικής της Χημείας. Τους τρεις αυτούς Πανεπιστημιακούς Δασκάλους ευχαριστώ από το βάθος της καρδιάς μου για την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν και για τη σημαντική βοήθεια που μου παρείχαν σε όλα τα στάδια της συνεργασίας μας.

Ωστόσο, νοιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω:

Τον αναπληρωτή καθηγητή του Τμήματος Χημείας του Α.Π.Θ., κ. Χρήστο Μπόλο, για τη σημαντική βοήθεια που μου παρείχε στην εξασφάλιση του απαραίτητου αριθμού φοιτητών που ήταν αναγκαίο να συμμετέχουν στην έρευνα.

Τους, εν λόγω, φοιτητές και φοιτήτριες, που ξεπέρασαν τους ενδοιασμούς τους και πήραν μέρος στην έρευνα. Επίσης, τους ευχαριστώ και τους συγχαίρω για τη συνέπεια και τη σοβαρότητα που επέδειξαν κατά τη διάρκεια των μαγνητοφωνημένων συνεντεύξεων.

Τους συναδέλφους χημικούς και διδάκτορες κ.κ. Νικόλαο Χαριστό και Παρα-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

σκευά Καριπίδη για τη βοήθειά τους σε θέματα βιβλιογραφίας. Τον κ. Παρασκευά Καριπίδη, επίσης ευχαριστώ, όπως άλλωστε και το συνάδελφο χημικό κ. Αθανάσιο Τζαμτζή, με δίπλωμα ειδίκευσης στη διδακτική της χημείας, για τη συμμετοχή τους στο μέρος της έρευνας που σχετίζεται με τον έλεγχο αξιοπιστίας περιεχομένου (content validity) των καρτών που χρησιμοποιήθηκαν και των ερωτήσεων που υποβλήθηκαν στους φοιτητές.

Ιδιαίτερα, όμως, νοιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω, εκτός από τον κ. Τσαπαρλή, στον οποίο οφείλω το μεγάλο ευχαριστώ, και τα άλλα δύο μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής, κ.κ Τσίπη και Μπόκαρη, οι παρατηρήσεις και τα σχόλια των οποίων συνέβαλαν πολύ στην ολοκλήρωση του πονήματος αυτού.

Τέλος, ευχαριστώ εκείνους από τους συναδέλφους και φίλους που με ενεθάρρυναν να ξεκινήσω τη διενέργεια της παρούσας έρευνας αλλά και, που με το συνεχές ενδιαφέρον τους για την πορεία της, μου έδιναν δύναμη για να την ολοκληρώσω.

Περισσότερο, από όλους, ευχαριστώ τη σύζυγό μου Μαρίνα Γκρέϊν, καθηγήτρια της Ελληνικής Φιλολογίας, και τα δύο μας παιδιά Γεράσιμο και Μαρία, πολιτικούς μηχανικούς σήμερα, που όχι μόνο με ανέχθηκαν αλλά, με την υπερηφάνεια που έδειχναν ότι νοιώθουν γι' αυτό που έκανα, μου έδιναν δύναμη για να προχωρήσω.

Θεσσαλονίκη 2 Ιανουαρίου 2008

Μετά την παρουσίαση και έγκριση της διατριβής μου, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω θερμά και τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής που δε συμμετείχαν στην τριμελή συμβουλευτική επιτροπή.

Τους καθηγητές αυτούς που κατά σειρά είναι: ο κ. Κωνσταντίνος Σκορδούλης, ο κ. Αχιλλέας Γαρούφης, ο κ. Αντώνιος Ζαρκάδης και ο κ. Γεώργιος Παπαγεωργίου ευχαριστώ, τόσο για το ότι δέχθηκαν να συμμετάσχουν στην εξεταστική επιτροπή όσο και για τις τόσο εύστοχες παρατηρήσεις που έκαναν αλλά και για τα καλά και τιμητικά λόγια που είπαν οι τρεις πρώτοι κατά τη συνεδρίαση της εξεταστικής επιτροπής ο δε τέταρτος μέσω επιστολής που έστειλε προς τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Γεώργιο Τσαπαρλή.

Θεσσαλονίκη 17 Μαΐου 2008

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΧΗΜΙΚΟΣ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΛΟΓΙΑ

Α. Χημικός Συμβολισμός 1

Β. Ιστορική αναφορά και εισαγωγή του όρου «Ορισμολογία» 7

Γ. Προβλήματα που σχετίζονται με το Χημικό Συμβολισμό και την Ορισμολογία 12

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΣΤΗ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ (ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΣΤΗ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ)

Α. Αναφορά στην Ιστορία και στη Φιλοσοφία της Επιστήμης 15

Β. Αναφορά στην Ιστορία και στη Φιλοσοφία της Χημείας 17

1. Η απεικόνιση της εξελικτικής πορείας της φιλοσοφίας και της ιστορίας της χημείας μέσα από τη διοργάνωση συνεδρίων και την εκδοτική δραστηριότητα 20

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η ΨΥΧΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΚΑΙ Η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Α. Ψυχολογία της Μάθησης

1. Γενικά περί Ψυχολογίας και Γνωστικής Ψυχολογίας 27

2. Ψυχολογία της Μάθησης-Έννοια και Ορισμός της Μάθησης- Θεωρίες και Αρχές Μάθησης 34

2.1. Ψυχολογία της Μάθησης 34

2.2. Έννοια και Ορισμός της Μάθησης 35

2.3. Θεωρίες και Αρχές Μάθησης 36

2.3.1. Θεωρίες Μάθησης 36

2.3.2. Ψυχογνωστικές και Κοινωνιογνωστικές Θεωρίες 39

Ι) Ψυχογνωστικές Θεωρίες 40

α) Είδη Εποικοδομισμού 41

β) Αρχές του εποικοδομισμού 42

γ) Μηχανισμός Γνωστικής Αλλαγής και οι Προηγούμενες Αντιλήψεις των Μαθητών στον Εποικοδομισμό 42

i) Η έννοια του γνωστικού σχήματος 42

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ii) Η έννοια της προηγούμενης αντίληψης 44
iii) Η έκφραση των προηγούμενων αντιλήψεων 45
iv) Ο αγώνας ενάντια στις προηγούμενες αντιλήψεις 46
δ) Τα Παιδαγωγικά Προφίλ των Μαθητών 49
ΙΙ) Κοινωνιογνωστικές Θεωρίες 50
Β. Η Διδακτική στις Φυσικές Επιστήμες
1. Γενικά 53
2. Τα μέσα που πρέπει να χρησιμοποιεί ο δάσκαλος της χημείας 56
3. Η Έρευνα στη Διδακτική της Χημείας και η Σχολική Πράξη 71
Γ. Είδη και Μέθοδοι Έρευνας 76

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ
Α. Τα χαρακτηριστικά της Έρευνας 79
1. Διατύπωση Ερευνητικών Ερωτημάτων 79
2. Ανασκόπηση Βιβλιογραφικών Αναφορών 80
3. Τα Υποκείμενα της Έρευνας 82
4. Μέσα και Μέθοδοι 85
Β. Η Δομή και η Λογική της Έρευνας 86
1. Οι κάρτες και οι Ερωτήσεις 87
Γ. Σχέση της παρούσας διατριβής - σύνδεση του ερωτηματολογίου της έρευνας με την Ιστορία και τη Φιλοσοφία της Επιστήμης αλλά και με την Ψυχολογία της Μάθησης 95

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΠΟΥ ΔΟΘΗΚΑΝ ΣΤΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΕΝΟΤΗΤΩΝ
1. ΕΝΟΤΗΤΑ Α΄: Συμβολισμοί και Ορισμολογία, που αναφέρονται στις Χημικές εξισώσεις 103
2. ΕΝΟΤΗΤΑ Β΄: Συμβολισμοί και Ορισμολογία, που αναφέρονται στις ομάδες Υδροξύλιο και Υδροξείδιο 140
3. ΕΝΟΤΗΤΑ Γ΄: Συμβολισμοί και Ορισμολογία, που αναφέρονται στην Ιοντική Δομή των Αλάτων 154
4. ΕΝΟΤΗΤΑ Δ΄: Συμβολισμοί και Ορισμολογία, που αναφέρονται στη Διαλυτότητα Δυσδιαλύτων Αλάτων 169

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Γενικά 185
2. ΕΝΟΤΗΤΑ Α΄: Συμβολισμοί και Ορισμολογία που αναφέρονται στις Χημικές Εξισώσεις 185
3. ΕΝΟΤΗΤΑ Β΄: Συμβολισμοί και Ορισμολογία που αναφέρονται στις ομάδες Υδροξύλιο και Υδροξείδιο 190
4. ΕΝΟΤΗΤΑ Γ΄: Συμβολισμοί και Ορισμολογία που αναφέρονται στην Ιοντική Δομή των Αλάτων 192
5. ΕΝΟΤΗΤΑ Δ΄: Συμβολισμοί και Ορισμολογία που αναφέρονται στη Διαλυτότητα Δυσδιαλύτων Αλάτων 198
6. Απαντήσεις στα Ερευνητικά Ερωτήματα 201

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΛΥΣΕΙΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΤΗ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΨΥΧΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ

Α. Προτάσεις κατά ενότητα 203

Α.1. Ενότητα Α΄: Προτάσεις και λύσεις που αφορούν τα προβλήματα που σχετίζονται με τους συμβολισμούς και την ορισμολογία που αναφέρονται στις χημικές εξισώσεις 203

Α.2. Ενότητα Β΄: Προτάσεις και λύσεις που αφορούν τα προβλήματα που σχετίζονται με τους συμβολισμούς και την ορισμολογία που αναφέρονται στις ομάδες Υδροξύλιο και Υδροξείδιο 207

Α.3. Ενότητα Γ΄: Προτάσεις και λύσεις που αφορούν τα προβλήματα που σχετίζονται με τους συμβολισμούς και την ορισμολογία που αναφέρονται στην Ιοντική Δομή των Αλάτων 208

Α.4. Ενότητα Δ΄: Προτάσεις και λύσεις που αφορούν τα προβλήματα που σχετίζονται με τους συμβολισμούς και την ορισμολογία που αναφέρονται στη Διαλυτότητα Δυσδιαλύτων Αλάτων 209

Β. Γενικές Προτάσεις 209

Αντί επιλόγου 212

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄: ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΣΤΗΡΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΙΣ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ, ΜΕ ΥΠΟΜΝΗΜΑΤΑ ΤΟΥΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

1. ΕΝΟΤΗΤΑ Α΄: Συμβολισμοί και Ορισμολογία που αναφέρονται στις Χημικές εξισώσεις 213
ΚΑΡΤΑ No 1 213
ΚΑΡΤΑ No 2 215
ΚΑΡΤΑ No 3 218
ΚΑΡΤΑ No 4 219
ΚΑΡΤΑ No 5 221
2. ΕΝΟΤΗΤΑ Β΄: Συμβολισμοί και Ορισμολογία που αναφέρονται στις ομάδες Υδροξύλιο και Υδροξείδιο 223
ΚΑΡΤΑ No 6 223
ΚΑΡΤΑ No 7 225
ΚΑΡΤΑ No 8 226
3. ΕΝΟΤΗΤΑ Γ΄: Συμβολισμοί και Ορισμολογία που αναφέρονται στην Ιοντική Δομή των Αλάτων 228
ΚΑΡΤΑ No 9 228
ΚΑΡΤΑ No 10 229
ΚΑΡΤΑ No 11 230
ΚΑΡΤΑ No 12 230
Εργασίες χωρίς κάρτες No 12α 232
Εργασίες χωρίς κάρτες No 12β 233
4. ΕΝΟΤΗΤΑ Δ΄: Συμβολισμοί και Ορισμολογία που αναφέρονται στη Διαλυτότητα Δυσδιαλύτων Αλάτων 234
ΚΑΡΤΑ No 13 234
Εργασίες Χωρίς Κάρτες No13α 236
ΚΑΡΤΑ No 14 237
ΚΑΡΤΑ No 15 238

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΕΣ ΣΤΙΧΟΜΥΘΙΕΣ ΟΠΩΣ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΤΑ ΑΠΟΜΑΓΝΗΤΟΦΩΝΗΜΕΝΑ ΚΕΙΜΕΝΑ 240

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Α. Ελληνόγλωσση 279

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά τη διάρκεια της τριακονταετούς ενασχόλησής μου με τη διδασκαλία της Χημείας στη μέση εκπαίδευση διαπίστωσα ότι γίνονται σημαντικά και αναιτιολόγητα λάθη, τόσο από τους μαθητές όσο και από τους διδάσκοντες το μάθημα της Χημείας, που αφορούν τους χημικούς συμβολισμούς αλλά και την ορισμολογία.

Τα λάθη αυτά δημιουργούν προβλήματα κατανόησης αλλά και επικοινωνίας μεταξύ των μαθητών, καθώς και μεταξύ διδασκόντων και μαθητών, καθιστώντας το μάθημα της χημείας περισσότερο δυσνόητο και λιγότερο γοητευτικό.

Ταυτόχρονα, επισημαίνεται ότι ορισμένοι από τους διδάσκοντες το μάθημα της Χημείας, στη μέση εκπαίδευση, αρκετά συχνά χρησιμοποιούν χημικούς όρους, και σύμβολα χωρίς την απαιτούμενη συνέπεια (Moore, 2005). Ωστόσο, στη μέση εκπαίδευση, αυτό αφορά, κατά κανόνα, τους μη ειδικούς δασκάλους της Χημείας.

Τα λάθη αυτά θα μπορούσαν να επισημαίνονται και να διδάσκονται οι μαθητές το ορθό κατά τρόπο ρητό, έτσι ώστε να μειώνεται κατά πολύ η πιθανότητα να επαναληφθούν στο μέλλον.

Η έρευνα αυτή, που διεξήχθη στο Χημικό Τμήμα του Α.Π.Θ. με τη βοήθεια φοιτητών του α΄ εξαμήνου του ακαδημαϊκού έτους 2004-2005, έχει ως στόχο την επισήμανση προβλημάτων που έχουν σχέση με την κατανόηση α) του σημαινόμενου από ορισμένους χημικούς συμβολισμούς και β) του οριζόμενου από το εννοιολογικό περιεχόμενο λέξεων, όρων και αρχών ή νόμων.

Πιο συγκεκριμένα, ασχολείται με τα σφάλματα που γίνονται κατά τη χρήση των όρων και των χημικών συμβολισμών, που σχετίζονται: α) με τη χημική εξίσωση, β) το υδροξείδιο και το υδροξύλιο, γ) την ιοντική δομή και τη γραφή των χημικών τύπων των αλάτων και δ) τη διαλυτότητα των δυσδιάλυτων εξ αυτών, επειδή θεωρήθηκε ότι αυτά είναι από τα πλέον συχνά εμφανιζόμενα και, ταυτόχρονα, φαίνεται να περιέχουν έννοιες και σύμβολα που δεν είναι πλήρως αφομοιωμένα από τους μαθητές.

Ο ερευνητής, έχοντας υπόψη ότι η επιστημονική γνώση προέρχεται από διαπραγμάτευση και επιχειρηματολογία και ότι, κατά βάση, είναι συλλογική και όχι ιδιοσυγκρασιακή, Bertrand (1994), θέτει στην κρίση των συναδέλφων, για περαιτέρω αξιολόγηση τα ευρήματα, τις προτάσεις και τις λύσεις που προτείνονται και πιστεύει ότι θα εκτιμηθεί η λογική και πρακτική αξία της προσπάθειάς του.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΧΗΜΙΚΟΣ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΛΟΓΙΑ

Α. Χημικός Συμβολισμός

«Κάθε σημάδι (σύμβολο) μόνο του μοιάζει νεκρό. Τι του δίνει ζωή; Αυτό που ζει μέσα του, η ίδια η χρήση του. Έχει μέσα του τη ζωοποιό πνοή; Ή, η πνοή του είναι η χρήση του;»

«Πώς συμβαίνει το βέλος (→) να δείχνει; Δεν μοιάζει σα να κομίζει μέσα του και κάτι άλλο εκτός από τον εαυτό του; - «Όχι δεν είναι η νεκρή γραμμή πάνω στο χαρτί που μπορεί να το κάνει αυτό. Μόνο το ψυχικό, η σημασία, μπορεί». – Αυτό είναι και αληθές και ψευδές. Το βέλος δείχνει μονάχα την εφαρμογή του, εφαρμογή που το κάνει ένα ζωντανό όν.

Αυτό το δείξιμο δεν είναι μια μαγγανεία, που μπορεί να την πραγματοποιήσει μόνο η ψυχή. Θέλουμε να πούμε: «Όταν εννοούμε κάτι, εδώ δεν υπάρχει καμιά νεκρή εικόνα (κανενός είδους), αλλά είναι σα να πηγαίνουμε προς κάποιον». Πηγαίνουμε προς το πράγμα που εννοούμε.

«Είναι φανερό ότι μπορώ να διαπιστώσω εμπειρικά πως ένας άνθρωπος αντιδρά σ' ένα σημείο, όπως εγώ θέλω να αντιδράσει, και ότι σε άλλο δεν αντιδρά. Ότι λ.χ. ένας άνθρωπος, όταν του παρουσιάσω το σημείο (το σύμβολο) «→» πάει δεξιά, ενώ πάει αριστερά, όταν δει το σύμβολο «←»· αλλά ότι στο σύμβολο «ο—Ι» δεν αντιδρά όπως και στο «←», κτλ.» Και ούτε καν χρειάζεται να επινοήσω περιπτώσεις· φτάνει να παρατηρήσω αυτό που συμβαίνει πραγματικά: δηλαδή ότι δεν μπορώ να καθοδηγήσω έναν άνθρωπο που έμαθε μόνο γερμανικά, παρά μόνο μέσα από τη γερμανική γλώσσα. .....» (Wittgenstein, 1997).

Η υπομικροσκοπική, κυρίως, φύση της Χημείας, και δευτερευόντως η μακροσκοπική, επιβάλλει τη χρήση συμβολισμών. Ως τέτοιους πρέπει να θεωρήσουμε τους διάφορους χημικούς τύπους, μοριακούς, συντακτικούς, στερεοχημικούς κ.α., τις χημικές εξισώσεις που αναπαριστούν τα χημικά φαινόμενα, τα μοντέλα, και τα σύμβολα, όπως τα βέλη, ή τις διάφορες συντομογραφίες (aq) ή γράμματα (g, s, l). Ωστόσο, στην κατηγορία των χημικών συμβολισμών θα μπορούσε να συμπεριληφθεί και η συστη-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ματική ονοματολογία των χημικών ενώσεων, που αποτελεί πολύτιμο εργαλείο ταξινόμησης.

Η *συμβολική αναπαράσταση*, κατά την οποία η πληροφορία αποθηκεύεται χρησιμοποιώντας σύμβολα τα οποία την αντιπροσωπεύουν, αναπτύσσεται πλήρως στην εφηβεία και επιτρέπει την ανάπτυξη της εννοιολογικής και αφηρημένης σκέψης και της φαντασίας, ενώ η *εικονική αναπαράσταση* κατά την οποία οι πληροφορίες αποθηκεύονται ως αισθητήριο είδωλο, συχνά εικόνες ή σχήματα (βλ. βέλος), αναπτύσσεται στην παιδική ηλικία και συνήθως είναι πολύ ισχυρή. Εκτός από αυτές τις δύο μορφές αναπαράστασης έχουμε και την *πραξιακή αναπαράσταση*, κατά την οποία η πληροφορία αποθηκεύεται ως ενέργεια ή μυϊκές μνήμες και είναι κύριος τύπος νοητικής αναπαράστασης για τα βρέφη. Η αναπαράσταση αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο κωδικοποιούμε τις πληροφορίες νοητικά και αποτελεί ιδιαίτερο κλάδο έρευνας της σκέψης (Hayes, 2000).

Μέσω της δυνατότητας αναπαράστασης, που είναι μια «συμβολική» ή «σημειωτική» λειτουργία και η οποία εμφανίζεται γύρω στην ηλικία των 1 ½ έως 2 χρόνων, το παιδί αποκτά την ικανότητα να παριστάνει κάτι (το σημαινόμενο), με κάτι άλλο (το σημαίνον), δηλαδή έχει πλέον τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί σύμβολα και σημεία. Εδώ, θα πρέπει να τονιστεί ότι η έννοια του συμβόλου στην καθομιλουμένη και στις διάφορες επιστήμες χρησιμοποιείται διαφορετικά απ' ό,τι στην ψυχολογία της μάθησης. Ένα *σύμβολο*, στην ψυχολογία της μάθησης, είναι ένα σημαίνον, το οποίο έχει κάποια ομοιότητα με το σημαινόμενο. Τα σύμβολα, δηλαδή τα σημαίνοντα, των οποίων η σημασία εξαρτάται από τα Νοητικά Σχήματα του συγκεκριμένου παιδιού, έχουν προσωπικό χαρακτήρα.

Αντίθετα, ένα *σημείο* είναι ένα σημαίνον, του οποίου η σχέση με το σημαινόμενο είναι συμβατική, δηλαδή είναι κοινωνικά συμφωνημένη. Για παράδειγμα, οι λέξεις μιας γλώσσας είναι σημεία. Ως σημεία θα μπορούσαν να θεωρηθούν και όλα τα σύμβολα και οι συμβολισμοί που χρησιμοποιούνται από τη χημεία (Βαρνάβα-Σκούρα, 1994). Ωστόσο, στην παρούσα εργασία θα εξακολουθήσουμε να χρησιμοποιούμε τον όρο «σύμβολο», όπως συνηθίζεται μέχρι σήμερα στην καθομιλουμένη και σε όλες τις επιστήμες πλην της ψυχολογίας.

Η ανάγκη για χρήση συμβολισμών στη χημεία ανάγεται στην αρχαιότητα και αποδίδεται στους Αιγυπτίους, οι οποίοι συνέδεσαν τους επτά γι' αυτούς πλανήτες με τα επτά τότε γνωστά χημικά στοιχεία. Συμβόλισαν, δηλαδή, το χρυσό με τον Ήλιο, τον άργυρο με τη Σελήνη, το χαλκό με την Αφροδίτη κ.ο.κ. Σε εντελώς πρακτικό επί-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

πεδο, αυτή η σύνδεση πρόσφερε στους μάγους (χημικούς της εποχής) και ένα τρόπο προφύλαξης των μυστικών της τέχνης, η οποία τους χάριζε τα προς το ζην. Για παράδειγμα, αντί να περιγράψουν πώς σχηματίζεται το κράμα δύο μετάλλων για τη δημιουργία του μπρούντζου (ορείχαλκου), μπορούσαν να αναφέρονται στην αστρολογική συζυγία της Αφροδίτης (χαλκός) με το Δία (κασσίτερος) (Strathern, 2000).

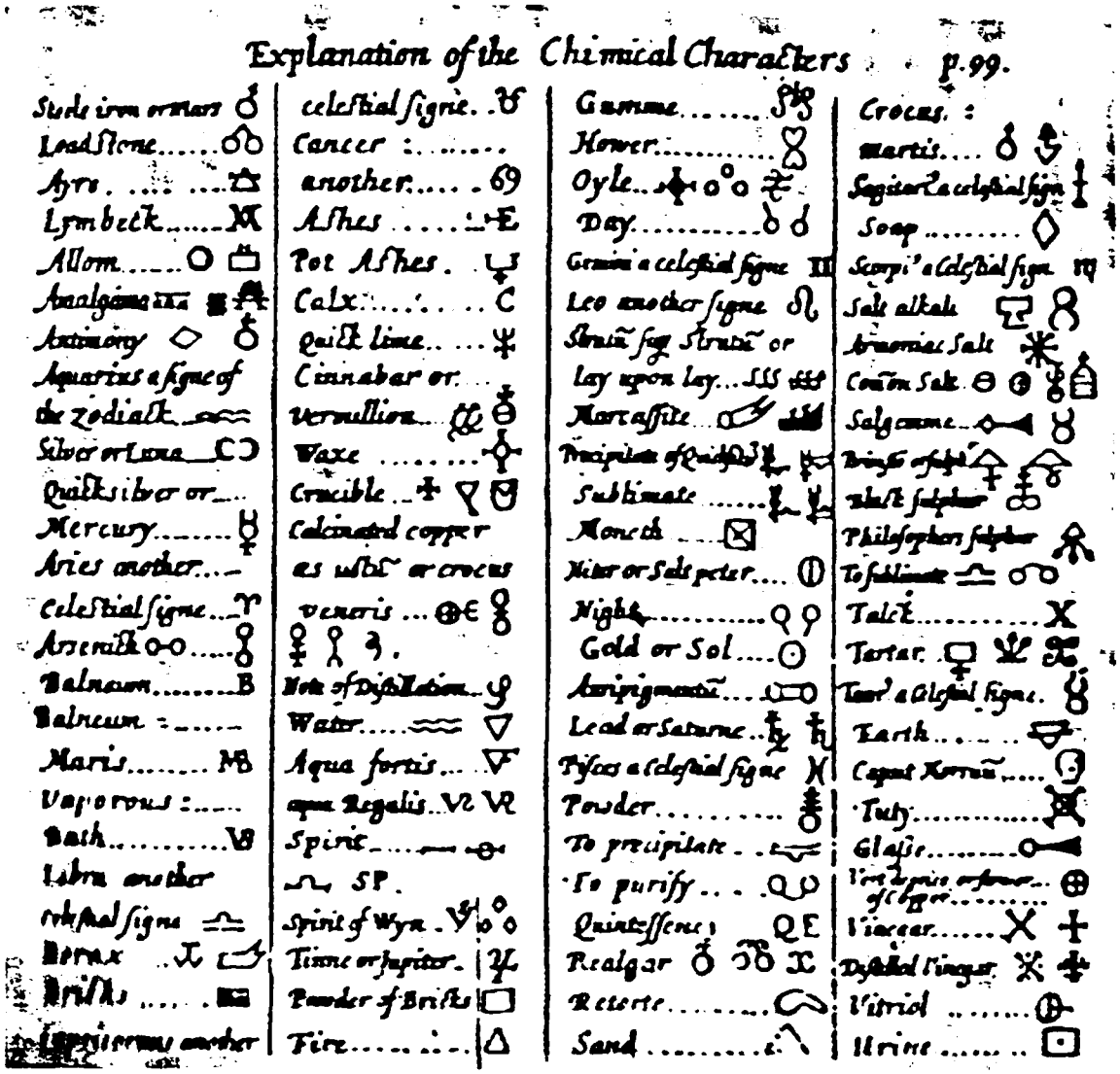
Γενικότερα, θα λέγαμε ότι ο χημικός συμβολισμός εξυπηρετείται στην αρχαιότητα από θεολογικές, μυστικιστικές, μυθικές, αστρολογικές και λειτουργικές αναφορές. Ως τέτοιες αναφέρονται:

- Η περίπτωση ενός στρατιώτη που σπρώχνει ένα βασιλιά και μια βασίλισσα, να μπουν σε ένα λουτρό, απειλώντας τους με το ξίφος του: Ο στρατιώτης είναι ο διαλύτης που σπρώχνει τις δύο ουσίες σε αντίδραση. Ο βασιλιάς είναι το θειάφι και η βασίλισσα ο υδράργυρος.
- Η περίπτωση της πτώσης της Τροίας και ο θάνατος του Πριάμου: Ο θάνατος του Πριάμου είναι η διάλυση ή η τήξη μιας σύνθετης ουσίας που παριστάνεται από την πόλη της Τροίας.
- Η περίπτωση ενός λύκου που καταβροχθίζει ένα νεκρό βασιλιά: Ο λύκος είναι το αντιμόνιο που καταβροχθίζει το χρυσό, πριν το εξαγνιστικό πυρ αναγεννήσει ένα ζωντανό δρώντα βασιλιά.
- Οι αναφορές αυτές εμπλουτίζονται με θέματα που προσιδιάζουν στη χριστιανική δύση, όπως, για παράδειγμα, ο Άγιος Γεώργιος που κατατροπώνει το δράκοντα (Stengers et al., 1999).

Στις αρχές του 14^{ου} αιώνα, ο αλχημικός συμβολισμός αρχίζει να συγκροτείται με τη μορφή γεωμετρικών παραστάσεων, ιδιαίτερα με τον Raymond Lulle (Stengers et al., 1999). Ο Πλάτων που θεωρούσε τη Γεωμετρία όχι σαν απλή επιστήμη αλλά σαν μια ιδανική και αινιγματική ταυτόχρονα φύση, είχε χρησιμοποιήσει την επιγραφή «Μηδείς αγεωμέτρητος εισίτω» που σημαίνει: «να μην εισέλθει κανένας που δε γνωρίζει Γεωμετρία) (http://www.astro.gr/kipouros/alchemy /alchgr.htm). Τα τέσσερα στοιχεία του Αριστοτέλη, οι τέσσερις ποιότητες, τα διάφορα μέταλλα, πνεύματα και άλατα συμβολίζονται με τετράγωνα, τρίγωνα, αστέρια, κύκλους, που επιτρέπουν την ανάπτυξη σχέσεων μεταξύ τους (Stengers et al., 1999). Τα αλχημικά γραφικά σύμβολα, κατάλληλα συνδεδεμένα, δίνουν πολύπλοκες ή μη σειρές νοημάτων, που οι αλχημιστές γνώριζαν κατόπιν ειδικής παιδείας (μύησης). Στον πίνακα (Τσίπης, 1996) της σελίδας που ακολουθεί παριστάνονται αλχημικά σύμβολα που αντιστοιχούν σε χημι-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

κά στοιχεία και χημικές ενώσεις, σε φυσικές καταστάσεις, χημικές αντιδράσεις, αστρολογικά σημεία, χρονικές διάρκειες κ.λπ.



Ο Sebastien Basso, το 1836, συγκρίνει τα άτομα με τους χαρακτήρες του αλφάβητου ή με τα τούβλα ενός οικοδομήματος (Stengers et al., 1999) .

Ο χημικός Nicolas Lemery (1645-1715), που παρουσιάζει, σε περισσότερες από χίλιες σελίδες, την εμπειρική γνώση της χημείας του 17^{ου} αιώνα, αναρωτιόταν γιατί ένα υγρό είναι όξινο. Η απάντηση που έδινε ήταν: επειδή περιέχει αιχμηρά σωματίδια, όπως το μαρτυρούν το τσούξιμο στη γλώσσα και τα σχήματα που παίρνουν τα κρυσταλλοποιημένα άλατά τους (Stengers et al., 1999).

Τριάντα περίπου χρόνια αργότερα, ο Homberg, ο οποίος, αντίθετα από το Lemery, γνωρίζει ότι κάποια ουδέτερα άλατα, που η σύνθεσή τους γίνεται με οξέα, μπορούν να αποδομηθούν και να αποδώσουν ένα οξύ, περιορίζεται στο να απαλύνει

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

την εικονογραφία. Οι αιχμές των οξέων δεν τσακίζονται πια, αλλά εισχωρούν όπα ένα ξίφος στη θήκη του, από όπου μπορεί να ξαναβγεί. Η χημική αντίδραση καλύπτι την οξύτητα αλλά δεν την καταστρέφει.

Ο συμβολισμός των χημικών στοιχείων καθιερώνεται μετά τη δημοσίευση το έργου, *A new system of Chemical Philosofy*, (1808-1810), του J. Dalton (1766-1844 που φυλάσσεται στην Εθνική Βιβλιοθήκη των Παρισίων (Stengers et al., 1999), κα παίρνει τη σημερινή του μορφή από τον Berzelius, που ήταν ο πρώτος που εισήγαγ το συμβολισμό με λατινικά γράμματα. Στο συμβολισμό μάλιστα αυτόν έδωσε κα ποσοτική έννοια. Έτσι, σε κάθε χημικό σύμβολο αντιστοιχεί μια ορισμένη ποσότητ του κάθε στοιχείου, που σήμερα την αποκαλούμε ατομικό βάρος του στοιχείου. Στο πίνακα (Γεωργιάδου κ.α., 2005) που ακολουθεί εμφανίζονται τα σύμβολα των γνω στών, σε κάθε περίπτωση, χημικών στοιχείων.

Συμβολισμός των στοιχείων ανά τους αιώνες

ονομασία στοιχείου	χημικά σύμβολα των αρχαίων Ελλήνων	χημικά σύμβολα του 15ου αιώνα	χημικά σύμβολα του 16ου αιώνα	χημικά σύμβολα του 17ου αιώνα	χημικά σύμβολα του 18ου αιώνα	χημικά σύμβολα του 19ου αιώνα κατά DALTON	Σύγχρονος συμβολισμός των στοιχείων* -τον εισήγαγε ο σουηδός χημικός Μπερζέλιους (Berzelius) το 19ο αιώνα
άνθρακας						●	C
άργυρος	☾	☽			☽	Ⓢ	Ag
αρσενικό	♈			♉ ή o–o	o–o		As
θείο	♏ ή ♎	ω		♎	♎	⊕	S
κασσίτερος	♃ ή ☿	♃	♃	♃	♃	Ⓣ	Sn
μόλυβδος	♄	♄	♄	♄	♄	Ⓛ	Pb
σίδηρος	♂ ή ♂	♂	♂	♂	♂	Ⓘ	Fe
υδρογόνο						⊙	H
υδράργυρος	☽	♅	♆	☿	☿	☸	Hg
χαλκός	♀ ή ♀	♀	♀	♀	♀	Ⓒ	Cu
χρυσός	☉ ή ☉	☉	☉	☉	☉	Ⓖ	Au

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Αργότερα, και μετά τη δημοσίευση του έργου του Charles Gerhardt (1816-1856), *Traite de chimie organique (Πραγματεία περί οργανικής χημείας)*, σηματοδοτείται η εμφάνιση της συστηματικής γραφής των χημικών τύπων. Προς τα μέσα του 19ου αιώνα, επτά έως οκτώ χιλιάδες ενώσεις έχουν ταυτοποιηθεί, όλο και περισσότερες αλκοόλες, ενώ προστίθενται και οι αιθέρες και οι αλδεΰδες. Στις αρχές Σεπτεμβρίου 1860, εκατόν σαράντα χημικοί από όλο τον κόσμο συνέρχονται στην Καλσρούη, όπου γίνεται το πρώτο διεθνές συνέδριο χημείας για τη γραφή των χημικών τύπων (Stengers et al., 1999).

Σε ό,τι αφορά τις χημικές αντιδράσεις επιχειρείται από το Σουηδό Berkman, να παρασταθούν αυτές με διάφορους τρόπους. Η προσπάθεια αυτή συνίσταται στη μελέτη όλων των εφικτών χημικών αντιδράσεων με στόχο την ταξινόμησή τους. Η ταξινόμηση αυτή δημοσιεύτηκε σε πίνακες, από το 1775 έως το 1783, που αποτελούνται από 49 στήλες (27 οξέα, 8 βάσεις, 14 μέταλλα και άλλα). Στους πίνακες αυτούς κατατάσσονται πολλές χιλιάδες χημικών αντιδράσεων.

Ο Berkman, ταυτόχρονα, απέδωσε τις χημικές αντιδράσεις με σύμβολα που οδηγούσαν στην κατανόησή τους με όρους σύνθεσης και αποσύνθεσης συστατικών, τα οποία παραμένουν αναλλοίωτα. Τα σύμβολα αυτά ήταν εμπνευσμένα από την αλχημεία, κατά τρόπο τέτοιο, ώστε το σύνθετο σώμα να τοποθετείται στο εξωτερικό μέρος μιας αγκύλης η οποία ενώνει τα συστατικά. Π.χ.

$$\left.\begin{matrix} A \\ B \end{matrix}\right\} AB$$

Το 1802, μετά από πολλά πειράματα πάνω στον κασσίτερο, στο αντιμόνιο και στο σίδηρο, ο Proust διατυπώνει το γενικό νόμο των σταθερών λόγων: «Οι λόγοι των μαζών, με τις οποίες συνδυάζονται δύο ή περισσότερα στοιχεία, είναι σταθεροί και δεν υπόκεινται σε μεταβολές». Συνέπεια της διατύπωσης αυτής είναι η εισαγωγή της στοιχειομετρίας στη συμβολική γραφή μιας χημικής αντίδρασης.

Τον Αύγουστο του 1838 ο Duma υποβάλει σε αντίδραση ένα λίτρο χλωρίου, σε αέρια κατάσταση, με 0,9 mg παγωμένου οξικού οξέος, σε μια φιάλη εκτεθειμένη στις ηλιακές ακτίνες και παράγει κρυστάλλους χλωροξικού οξέος. Ο Duma γι' αυτή τη χημική αντίδραση γράφει τη χημική εξίσωση:

$$C_4H_4O_2 + Cl_6 = C_4HCl_3O_2 + 3HCl \qquad \text{για } C = 6$$

Το γιγαντιαίο και επίπονο έργο του Berkman, που αναφέρθηκε παραπάνω, συνοδευόταν από μια εργασία για την ονοματολογία. Σε στενή επαφή με τον Berkman, ο χημικός Gitton de Morvo από την Ντιζόν είχε ξεκινήσει, από το 1782, ένα

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

τεράστιο έργο αναδόμησης της ονοματολογίας. Η γενική αρχή ήταν να υποδηλώνεται η σύσταση μιας ουσίας από το όνομά της. Έτσι, προκύπτει το νέο σύστημα ονοματολογίας που δημοσιεύεται το 1787 με τον τίτλο: Μέθοδος χημικής ονοματολογίας (Methode de nomenclature chimique). Το σύστημα αυτό φέρει την υπογραφή των συγγραφέων Giton de Morvo, Lovoisier, Bertolle και Fourcroy.

Η προσπάθεια να διαβάσει κάποιος κείμενα χημείας, πριν από την εποχή του Lovoisier (18ος αιώνας) (Crosland, 1972), μπορεί να είναι ένας πειρασμός στην κυριολεξία, αλλά είναι βέβαιο ότι θα χαθεί σε μια ζούγκλα λέξεων και ονομάτων. Σε κάθε σελίδα αναρωτιέται κανείς για ποιο πράγμα πρόκειται, ποια είναι η ουσία η οποία αναφέρεται. Αυτό αποτελεί απόδειξη της αξίας της συστηματικής ονοματολογίας και του χημικού συμβολισμού γενικότερα (Stengers et al., 1999).

Β. Ιστορική αναφορά και εισαγωγή του όρου «Ορισμολογία»

Κατά τον John Dewey, ένας από τους τρόπους αύξησης του κεφαλαίου των λέξεων και των προσλήψεων είναι η αποκάλυψη των αποχρώσεων της έννοιας και της ονομασίας τους, δηλαδή η δημιουργία ακριβέστερου λεξιλογίου. Η χρησιμοποίηση σύμμεικτων όρων αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα ελλιπούς κατάρτισης και η αμφίβολη αναφορά τους αποτελεί αιτία σύγχυσης εννοιών και πραγμάτων, τα οποία θα έπρεπε να είναι διακεκριμένα.

Οι λέξεις αλλάζουν έννοια έτσι, ώστε να μεταβάλλονται οι λογικές τους λειτουργίες. Στην ιστορία της γλώσσας βρίσκουμε και τις δύο απόψεις εξέλιξης του λεξιλογίου. Συναντάμε, δηλαδή, λέξεις που αρχικά είχαν ευρεία έννοια, η οποία με την πάροδο του χρόνου περιεστάλη κατά την εφαρμογή τους προς δήλωση αποχρώσεως της έννοιας, και άλλες ειδικές αρχικά, που στην πορεία διευρύνθηκαν. Στην πρώτη περίπτωση ανήκει η λέξη *δημοσίευση*, της οποίας η αρχική σημασία, *η δια παντός μεσου ανακοίνωση*, περιεστάλη σε *δια του τύπου ανακοίνωση*. Στη δεύτερη περίπτωση ανήκει η λέξη *αγορά*, της οποίας η αρχική σημασία διευρύνθηκε σε οποιαδήποτε αγοραπωλησία αλλά ταυτόχρονα και στη συγκέντρωση καταστημάτων.

Λέξεις που χρησιμοποιούνται με τέτοια ακρίβεια, ώστε να εκφράζουν κάποια έννοια, το σύνολο της έννοιας, και μόνον αυτό, καλούνται τεχνικοί ή επιστημονικοί όροι. Οι όροι αναπτύσσονται όταν η σκέψη αποβεί ακριβέστερη.

Από ένστικτο υποκινείται η αντίδραση για αποστροφή σε λέξεις που δίδουν την επίφαση και όχι την πραγματικότητα της έννοιας. Η θεμελιώδης δυσκολία υπάρ-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

χει όχι ως προς τη λέξη αλλά ως προς την ιδέα. Εάν η ιδέα δεν έχει συλληφθεί, τίποτε δεν κερδίζεται με τη χρήση περισσότερο οικείας λέξης. Εάν η ιδέα έχει συλληφθεί, η χρήση του όρου ο οποίος την ονομάζει ακριβώς μπορεί να βοηθήσει στη σταθερότητα της ιδέας.

Η γλώσσα συνδέει και διοργανώνει τις έννοιες καθώς επίσης τις διακρίνει και τις ορίζει. Όπως κάθε έννοια είναι σε τάξη και πλοκή μέσα σε μία κατάσταση, έτσι και κάθε λέξη σε συγκεκριμένη χρήση ανήκει σε μία πρόταση και η πρόταση σε μία ευρύτερη διήγηση, περιγραφή ή συλλογιστική πορεία. Είναι αναγκαίο να τονιστεί η σπουδαιότητα της συνέχειας και της τάξης των εννοιών.

Η ραγδαία αύξηση της επιστημονικής γνώσης, η κατασκευή νέων τεχνολογικών συσκευών και μέσων μελέτης και έρευνας, καθώς και η παραπέρα ειδίκευση του επιστημονικού δυναμικού οδήγησαν γρήγορα στην εμβάθυνση της γνώσης και στην εμφάνιση νέων επιστημονικών πεδίων. Στο πλαίσιο της διαδικασίας της μάθησης, η επιθυμητή μεταφορά των πληροφοριών από τον πομπό, που είναι ο δάσκαλος ή το βιβλίο, στο δέκτη, που είναι ο μαθητής, θα πρέπει να γίνεται με λέξεις ή φράσεις που είναι ικανές να περιγράφουν ακριβώς τα αντικείμενα, τα γεγονότα ή τις ιδέες και τις αφηρημένες έννοιες.

Δεδομένου ότι η επιστήμη, ειδικά, καθώς επίσης και σχεδόν κάθε άλλη ανθρώπινη δραστηριότητα, γενικότερα, σχετίζεται με μια συνεχή μελέτη και αέναη προσπάθεια για αύξηση των γνώσεων, είναι αναγκαίο να καθορίζονται και συνεχώς, εφόσον απαιτείται, να επαναπροσδιορίζονται οι λέξεις που χρησιμοποιούνται. Επιπλέον, η κακή χρήση των λέξεων οδηγεί συχνά στη δημιουργία σημαντικών προβλημάτων στην επικοινωνία και στη μεταφορά γνώσεων και πληροφοριών.

Δε θα πρέπει να παραβλέπουμε ότι η γλώσσα παραμένει το θεμελιώδες χαρακτηριστικό του ανθρώπινου πνεύματος και δεν είναι τίποτε άλλο από υλοποιημένη σκέψη ή ότι δεν υπάρχουν άλλες σκέψεις εκτός από εκείνες που εκφράζουμε με το λόγο. Ο Μπενβενίστε έλεγε «ότι η γλώσσα έχει γίνει ο θεμέλιος λίθος κάθε σύγχρονου στοχασμού. Ως μεταφορικό μέσο όλων των σκέψεών μας, ακόμη κι αν είναι συγκαλυμμένες, η γλώσσα αποτελεί το πλαίσιο του οπτικο-ακουστικού σημερινού πολιτισμού μας, και μάλιστα σε τέτοιο βαθμό, που μπορούμε να μιλάμε για έναν «ιμπεριαλισμό της γλώσσας», για μια «εξουσία της ομιλίας», καθόσον αυτό που μπορούμε να πούμε οριοθετεί και οργανώνει ό,τι μπορούμε να σκεφτούμε».

Ο εποικοδομισμός, ως πηγή του σύγχρονου φιλοσοφικού ρεύματος, έχει τη γλώσσα ως δομή, χωρίς, ωστόσο, να περιορίζεται μόνο στην ανάλυση της γλώσσας

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

(Huisman, 1998).

Ο Tracatus στο *Logico-Philosophicus* (1921), που είναι η βίβλος του φιλοσοφικού κινήματος της λογικής ανάλυσης που δέσποσε στη δεκαετία του 1930, καθιέρωσε τη στροφή προς τη γλώσσα ως το καθαυτό αντικείμενο της φιλοσοφικής έρευνας.

Σημείο επαφής της λέξης με τον κόσμο είναι το όνομα. «Το όνομα σημαίνει το αντικείμενο. Το αντικείμενο είναι η σημασία του». Η πρόταση, ως συνδυασμός ονομάτων, απεικονίζει το γεγονός. «Το *όνομα* υποσημαίνει μόνο εκείνο που είναι στοιχείο της πραγματικότητας. Εκείνο που δεν μπορεί να καταστραφεί· εκείνο που μένει το ίδιο σε όλες τις μεταβολές. Φτάνει να ξέρεις τι πράγμα υποσημαίνει η λέξη για να την καταλαβαίνεις, για να γνωρίζεις ολόκληρη τη χρήση της» (Wittgenstein, 1997).

Στην επιστήμη, η ανάγκη επίτευξης ενός πολύ μεγάλου βαθμού ακρίβειας οδήγησε στη χρήση της λέξης *όρος* και στη δημιουργία του κλάδου και της λέξης *ορολογία*.

Η λέξη *όρος* ανάγεται στη λατινική γλώσσα (terminus=έκφραση). Ως *όρος* εκλαμβάνεται μία λέξη ή φράση που έχει μία ακριβή έννοια σε όλες τις χρήσεις σε μια επιστήμη, τέχνη ή επάγγελμα.

Η λέξη *ορολογία* (terminology) ανάγεται κατά το ήμισυ στη λατινική και κατά το άλλο ήμισυ στην ελληνική γλώσσα. Το επίθημα *-λογία-* στη λέξη *ορολογία* δείχνει τη μελέτη ή την επιστήμη.

Ο καθορισμός των όρων, ειδικά στις επιστήμες, αντιμετωπίζεται ως νέα γνώση και συχνά στρέφει την προσοχή μας στη μικρή διαφορά που εμφανίζουν στο εννοιολογικό περιεχόμενό τους λέξεις που, μέχρι κάποια στιγμή, μπορούσαν να ήταν και συνώνυμες.

Η λέξη *ορισμολογία* (orismology) δημιουργήθηκε αρχικά το 1816 εκλαμβανόμενη ως απολύτως συνώνυμη της λέξης *ορολογία*, σύμφωνα με το αγγλικό λεξικό της Οξφόρδης, με πρόθεση την επίτευξη γλωσσικής καθαρότητας, επειδή η λέξη ορολογία είχε ανάμεικτη ετυμολογία (κατά το πρώτο ήμισυ λατινική και κατά το δεύτερο ήμισυ ελληνική). Να σημειωθεί ότι η λέξη *ορισμολογία* προέρχεται από την ελληνική λέξη *ορισμός* (horismos), που σημαίνει τον «καθορισμό = τον ακριβή ορισμό» και το ίδιο επίθημα *-ology-* που χρησιμοποιήθηκε στη λέξη *ορολογία* (terminology) (Elk (1), 1998). *Ορισμός* σημαίνει κυρίως την εξέλιξη μιας έννοιας από την αοριστία στην οριστικότητα.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Η λέξη orismology ποτέ δε χρησιμοποιήθηκε στο παρελθόν από την επιστημονική κοινότητα. Τα τελευταία έτη, όμως, άρχισε να χρησιμοποιείται, ύστερα από τη διαπίστωση ότι η υπάρχουσα terminology δεν ήταν πάντοτε ικανή να ανταποκριθεί στις ανάγκες προσδιορισμού της έννοιας ορισμένων όρων με την απαιτούμενη ακρίβεια, και τη διαπίστωση της ύπαρξης μιας ειδικής απόχρωσης της λέξης orismology από τη λέξη terminology. Επομένως, θα λέγαμε ότι η λέξη orismology επιβλήθηκε από την απαίτηση της επιστήμης να χρησιμοποιείται μια λέξη ακριβώς γι' αυτό που επιλέγεται να σημαίνει και όχι για κάτι περισσότερο ή για κάτι λιγότερο. Έτσι, φτάσαμε στη δημιουργία ενός νέου και σημαντικού κλάδου της γνώσης, που πραγματεύεται τον ακριβή ορισμό των εννοιών και καλύπτει όλες τις επιστήμες και τις γλώσσες και κατ' εξοχήν τη Χημεία.

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι για πρώτη φορά με τον ακριβή ορισμό των εννοιών ασχολήθηκε ο αρχαίος Έλληνας φιλόσοφος Σωκράτης, ο οποίος δίκαια θεωρείται θεμελιωτής των επιστημών, επειδή, όπως αναφέρει ο Αριστοτέλης, ασχολήθηκε με το *καθορίζεσθαι τις έννοιες καθόλου* (καθολοκληρίαν = επακριβώς) και με τους *επακτικούς λόγους*, δηλαδή την επαγωγική μέθοδο (Λιαντίνης, 1997). Ο Δ. Λιαντίνης στην Γκέμμα αναφέρει τη ρήση του Αριστοτέλη: «*δύο γαρ έστιν ά τις αν αποδώη Σωκράτει δικαίως, τους τ' επακτικούς λόγους καί τό ορίζεσθαι καθόλου· ταύτα γάρ έστιν άμφω περι αρχήν επιστήμης*», Μετά τα Φυσικά 1078b.- (*Γιατί δύο πράγματα οφείλει να καταλογίσει με σιγουριά κάποιος στο Σωκράτη, την επαγωγική μέθοδο και τον ακριβή ορισμό των εννοιών. Και τα δύο αυτά είναι το θεμέλιο για κάθε επιστήμη.*)- Δηλαδή, για να ορίσεις μια έννοια, έλεγε ο Σωκράτης, πρέπει να την περιγράψεις με τόσες και τέτοιες λέξεις, ώστε να μη δύνασαι να προσθέσεις ή να αφαιρέσεις ούτε μία, και να μη δύνασαι να αλλάξεις ούτε μία. Ταυτόχρονα, θεωρούσε ότι ο ορισμός μιας έννοιας είναι το πιο δύσκολο έργο του ανθρώπινου μυαλού. Δεν πρέπει βέβαια να μας διαφεύγει ότι ο Σωκράτης αναφερόταν κυρίως σε έννοιες, όπως η αρετή, ο έρωτας, η ευσέβεια, η δικαιοσύνη κ.λπ.

Στη χημεία, για πρώτη φορά, γίνεται αναφορά της λέξης orismology το έτος 1968 σε ένα άρθρο του Seymour B. Elk (2), που δημοσιεύθηκε στο *Carib. J. Sci Math.* 1968, *I*, 1-30, με τίτλο: *An Application of Geometry to the Discovery of New Classes of Chemical Compounds*. (Μια εφαρμογή της γεωμετρίας στην ανακάλυψη νέων κατηγοριών χημικών ενώσεων). Στο άρθρο αυτό αναφέρονται μεταξύ των άλλων και τα εξής: «*Στα διάφορα βιβλία Οργανικής Χημείας χρησιμοποιούνται, χωρίς απολύτως καμία διαφορά, οι όροι enantiomer και enantiomorf για το χαρακτηρισμό*

των ενώσεων που περιέχουν ένα ασύμμετρο άτομο άνθρακα και έχουν μεταξύ τους σχέση ειδώλου-αντικειμένου. (Η ετυμολογία αυτών των δύο λέξεων προκύπτει από τις ελληνικές λέξεις ενάντιος=enantios, μέρος=-mer και μορφή=-morf). Αργότερα, όταν έγινε αναφορά στη στερεοχημεία των ενώσεων που φέρουν κεντρικό άτομο που δύναται να συνδεθεί με έξι υποκαταστάτες (ligands), όπως, για παράδειγμα, το θείο, (S), αυθαίρετα χρησιμοποιήθηκε ο όρος enantiomorf, για την αναφορά στα 30 δυνατά στερεοϊσομερή, και ο όρος enantiomer για τις ενώσεις που είχαν μεταξύ τους, ανά δύο, σχέση ειδώλου-αντικειμένου. Στη συνέχεια, και χωρίς να αναφέρεται πουθενά η κατάργηση της χρήσης του όρου enantiomorf αυτός αντικαταστάθηκε, σχεδόν αποκλειστικά, από τον όρο enantiomer, χωρίς να αποκλείεται στο μέλλον νέα χρήση του. Τελικά, προς αποφυγή παρεξηγήσεων, δημιουργείται - καθορίζεται νέος όρος, ο όρος chirotopic, για να αποδοθεί η σχέση ειδώλου – αντικειμένου μεταξύ των στερεοϊσομερών αυτής της κατηγορίας» (Elk (3), 1995). Με τον τρόπο αυτό κάνει την εμφάνισή της η ορισμολογία.

Σήμερα, η ορισμολογία στη Χημεία θεωρείται ο επιστημονικός κλάδος του καθορισμού των λέξεων και διαδραματίζει ένα σημαντικό ρόλο στην κατανόηση των εννοιών, οι οποίες συχνά επηρεάζουν την κατεύθυνση στην οποία προχωρούν η εργαστηριακή και η θεωρητική έρευνα. Εξετάζει τους προσδιορισμούς και τις υποδηλώσεις των λέξεων που χρησιμοποιούνται για την καλύτερη κατανόηση της χημικής δομής, της ταξινομίας και της ονοματολογίας. Στο πλαίσιο της ορισμολογίας οι λέξεις οριοθετούνται αυστηρά, έτσι ώστε να προκύπτει μια διάκριση ανάμεσα στη λέξη που μπορεί να έχει μια γενική έννοια έναντι της ίδιας λέξης που μπορεί να χρησιμοποιείται ως όρος στο πλαίσιο μιας επιστήμης, οπότε απαιτείται να έχει ένα μεγαλύτερο βαθμό ακρίβειας. Για παράδειγμα, η λέξη *βάση* στην καθημερινότητα μπορεί να χρησιμοποιείται για την υποδήλωση του στηρίγματος κυριολεκτικά ή μεταφορικά, αλλά ως χημικός όρος πρέπει να χρησιμοποιείται έτσι, ώστε να υποδηλώνει κάτι το πολύ συγκεκριμένο.

Στην προσπάθεια να διευκρινιστούν κάποιες έννοιες της Χημείας διαπιστώνουμε ότι η ασάφεια μερικές φορές σχετίζεται με την έλλειψη ικανότητας να χρησιμοποιήσουμε, ως επιστήμονες, τις λέξεις εκείνες που ακριβώς υποδηλώνουν τις πληροφορίες που θέλουμε να μεταφέρουμε. Αυτό, βέβαια, έχει ως αποτέλεσμα να επηρεάζεται η αντίληψη του ακροατηρίου ή του αναγνωστικού κοινού γύρω από αυτό που αποτελεί τη χημική πραγματικότητα. Το ίδιο αποτέλεσμα έχει και η χρήση συνω-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

νύμων, παρά το γεγονός ότι στην επιστήμη, η οποία αποτελεί εξελισσόμενη οντότητα, δεν υπάρχει κανένας όρος που να παραμένει ως συνώνυμος επί πολύ (Elk (4), 1996).

Η ορισμολογία παρεμβαίνει έτσι, ώστε επιβάλλοντας γραμμές οροθεσίας μεταξύ των λέξεων να ξεπερνιέται το γλωσσικό πρόβλημα (Elk (5), 1997).

Γ. Προβλήματα που σχετίζονται με το Χημικό Συμβολισμό και την Ορισμολογία

Είναι εύκολο να διαπιστωθεί, από όσους έχουν τη διδασκαλία της Χημείας στη μέση εκπαίδευση, ως βασική επαγγελματική απασχόληση, ότι δημιουργούνται προβλήματα κατανόησης και επικοινωνίας λόγω των σημαντικών και αναιτιολόγητων λαθών που γίνονται, τόσο από τους μαθητές όσο και από τους διδάσκοντες το μάθημα της Χημείας, συνήθως μη ειδικούς στο αντικείμενο. Τα λάθη αυτά αφορούν τους χημικούς συμβολισμούς αλλά και την κατανόηση των ορισμών των εννοιών (ορισμολογία). Λάθη τέτοιου είδους εντοπίσθηκαν και καταγράφηκαν και από άλλους ερευνητές σε διάφορες χώρες (Tomlinson et al., 2001). Αλλά και στον τομέα της παραγωγής (βιομηχανία) διαπιστώνεται ότι τα στελέχη της, που προέρχονται από τα Χημικά Τμήματα των Πανεπιστημίων, διακρίνονται για τη μη σωστή κατανόηση πολλών βασικών αρχών της Χημείας (Phillips, 2001).

Τα λάθη και οι παρανοήσεις, οφείλονται, κυρίως, στο γεγονός ότι οι σπουδαστές:

α) δε χρησιμοποιούν με αποτελεσματικό τρόπο τη γλώσσα, όχι μόνο στην επιστήμη της Χημείας αλλά και σε άλλες επιστήμες (Tomlinson et al., 2001)

β) δεν έχουν υιοθετήσει τις αρχές της ορισμολογίας (Elk,1998), και

γ) δε διδάσκονται κατά τρόπο ρητό (ξεχωριστό) τα λάθη που σχετίζονται με τον ορισμό των εννοιών και των συμβόλων (Ryder et al., 2002).

Πρέπει να επισημανθεί ότι κάθε σύμβολο χάνει την αξία του, όταν δε χρησιμοποιείται σωστά, και ότι κάθε λέξη για να την καταλαβαίνεις, δηλαδή για να γνωρίζεις την πληρότητα της χρήσης της, πρέπει να εννοείς το εννοιολογικό της περιεχόμενο (Wittgenstein, 1997).

Μεγάλο μέρος ευθύνης στη συνέχιση της μετάδοσης των λαθών αυτών φέρουν οι διδάσκοντες, κυρίως, επειδή δεν επιμένουν στην κατανόηση, από μέρους των μαθητών, βασικών εννοιών και συμβολισμών. Η μετάδοση των λαθών επιδρά δυσμε-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

νώς στους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης αλλά και στους φοιτητές που διδάσκονται τη Χημεία στο πανεπιστήμιο, σε ό,τι αφορά τη στάση τους απέναντι στο συγκεκριμένο μάθημα αλλά και στην επιστήμη της Χημείας, γενικότερα. Το αποτέλεσμα όλων αυτών είναι η Χημεία να καθίσταται ολοένα και λιγότερο γοητευτική και η διδασκαλία της να υποβαθμίζεται διεθνώς, αν και η πραγματική μορφή της υποβάθμισης ποικίλλει με την περιοχή (Price et al., 2004).

Η παρούσα έρευνα αφορά τα σημαντικότερα σφάλματα που γίνονται και τα προβλήματα που δημιουργούνται και αφορούν:

1) Την ορθότητα και την πληρότητα των ποιοτικών και ποσοτικών πληροφοριών που μπορούν να αντληθούν από τη *χημική εξίσωση* που αντιστοιχεί σε μία χημική αντίδραση, και κυρίως με το σημαινόμενο από το *βέλος* που τίθεται ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα.

2) Τη χρήση των συμβολισμών και της ορισμολογίας που αναφέρονται στις ομάδες *υδροξύλιο* και *υδροξείδιο*.

3) Τη χρήση των συμβολισμών και της ορισμολογίας που αναφέρονται στην *ιοντική δομή* των *αλάτων*, και

4) Τη χρήση των συμβολισμών και της ορισμολογίας που αναφέρονται στη *διαλυτότητα δυσδιαλύτων αλάτων*.

Η έρευνα που διεξάγεται σε όλο τον κόσμο έχει δείξει ότι οι έννοιες που συνδέονται με τη χημική δομή, τα μόρια, τα ιόντα και τη δεσμικότητα, είναι αφηρημένες και είναι ιδιαίτερα βασισμένες στην υπομικροσκοπική (sub-microscopic) φύση της χημείας (Levy Nahum et al., 2004). Ως εκ τούτου, για τις έννοιες αυτές είναι εύκολο να διατυπωθούν διαφορετικές απόψεις που οδηγούν σε παρανοήσεις, αντιθέσεις, ακόμη και αντιπαλότητες, οι οποίες έχουν καταγραφεί από την ιστορία της Χημείας.

Για παράδειγμα, «Σε μια εποχή που οι χημικοί ακόμα «ξιφομαχούσαν» για το «εάν υπάρχουν άτομα» - και οι μεν υποστήριζαν ότι τα άτομα πράγματι υπάρχουν, ενώ οι δε επέμεναν ότι δεν αποτελούν τίποτε άλλο από πλάσματα της ανθρώπινης νόησής μας – ο Φρειδερίκος Αύγουστος Κεκουλέ έκανε αποφασιστικά την επιλογή του. Τα άτομα σίγουρα υπήρχαν ως βασικά δομικά συστατικά της ύλης και όχι μόνον αυτό. Μπορούσε και τα έβλεπε, εννοείται με το βλέμμα της σκέψης. Και δεν ήταν μόνο το όνειρο που είδε μισοκοιμισμένος πάνω στην πολυθρόνα, μπροστά στο τζάκι. Έβλεπα τα άτομα να σχηματίζουν μακρόστενες αλυσίδες. Πολλά ήταν ενωμένα μεταξύ τους, βρίσκονταν όμως όλα σε αδιάκοπη κίνηση. Έβλεπα τις αλυσίδες να μπλέκονται και να περιστρέφονται σαν να ήταν μακρόστενα φίδια. Ένα όμως από αυτά

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

τράβηξε την προσοχή μου. Τι ήταν αυτό εκεί κάτω; Ένα από τα φίδια είχε δαγκώσει την ίδια την ουρά του και στριφογύριζε με έναν αστείο τρόπο μπροστά στα μάτια μου. Ξύπνησα με μια ξαφνική έκλαμψη ...). Έτσι ανακαλύφθηκε η μοριακή δομή του βενζολίου, κατά τα μέσα του δέκατου ένατου αιώνα. Πριν από επτά χρόνια, σ' ένα λονδρέζικο λεωφορείο είχε «πρωτοδεί» άτομα να πηδούν μπροστά στα μάτια του· στα μάτια της σκέψης του εννοείται. Είχε οδηγηθεί στο συμπέρασμα ότι τα άτομα του άνθρακα μπορούσαν να συγκροτούν μακρόστενες αλυσίδες» (Stengers et al., 1999). Σ' αυτό το σημείο, αξίζει να σημειωθεί ότι, κατά παράξενο τρόπο, οι πιο έντονες επιθέσεις ενάντια στο όραμα του Κεκουλέ δεν έγιναν από θεολόγους – όπως κανείς θα περίμενε – αλλά από τους χημικούς της εποχής του. Θεωρούσαν απαράδεκτο το ότι μια καινούρια επιστήμη, μόλις – και ύστερα από μακροχρόνιο μόχθο – απελευθερωμένη από το παλιό αλχημιστικό της παρελθόν, θα μπορούσε να οικοδομηθεί πάνω στο όραμα ενός φιδιού που δαγκώνει την ουρά του.» (Ortoli et al., 1997).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΣΤΗ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ (ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΣΤΗ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ)

Α. Αναφορά στην Ιστορία και στη Φιλοσοφία της Επιστήμης

Ο Αριστοτέλης, αναφερόμενος στη φιλοσοφία, μίλησε για την «*αναζήτηση των πρώτων αρχών και των πρώτων αιτίων*». Ο Γάλλος φιλόσοφος Μαρσέλ Ασάρ, στην εναρκτήρια ομιλία του, στη Γαλλική Ακαδημία, είπε: «*Η φιλοσοφία είναι η τρέλα με ένδυμα χορού*».

Ανάμεσα σ' αυτές τις δύο πολύ διακριτές αναφορές για το τι είναι η φιλοσοφία, πολλά έχουν λεχθεί, κατά καιρούς, και έχουν διατυπωθεί, ως ορισμοί. Μερικές τέτοιου είδους αναφορές, είναι:

«*Η Φιλοσοφία είναι η αναζήτηση της αλήθειας ή μιας αλήθειας*».

«*Η Φιλοσοφία, βασίζεται σε ένα κριτικό πνεύμα, σε μια ανασκόπηση, που τα θέτει όλα σε αμφισβήτηση, που αποκλείει την a priori πίστη*».

«*Ερωτήματα, αμφιβολία και αβεβαιότητα είναι τα καλύτερα κριτήρια της φιλοσοφικής πράξης*» (Huisnan, 1998).

Στο έργο του Κωνσταντίνου Κούμα, «*Εισαγωγή: Θεμελιώδης Φιλοσοφία*», (1997) αναφέρεται:

-«*Όποιος λοιπόν θέλει ορθώς να φιλοσοφίση, ούτε περί όλων πρέπει να αμφιβάλλη, ούτε να εκλαμβάνει κάθε τι ως αληθές και βέβαιον, το οποίον έχει μόνον την επιφάνειαν της αληθείας και βεβαιότητος*».

-«*Από το κατά τύχην όνομά της δεν εξάγεται τίποτε, όθεν φιλοσοφούντες καταλαμβάνομεν ταύτην*».

-«*Επιστροφήν είε εαυτόν και προσοχή εαυτού εις γνώσιν εαυτού εμμέσως και των άλλων*»...

-«*Η φιλοσοφία. είναι επιστήμη ήτις κάμνει τον άνθρωπον να δώση όσον το δυνατόν ακριβή λογαριασμόν των πληροφοριών και των πράξεών του*».

-«*Επειδή δια του φιλοσοφείν ζητούμεν να μάθωμέν τι, θέτομεν την υποθετικήν*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

άγνοιαν δια να βεβαιώσωμεν όσα εμάθαμεν και ηξεύρομεν».

-«Εκείνο δι ού μέλλει να δοκιμάσωμεν την αλήθειαν των όσων ηξεύρομεν, πρέπει να είναι βέβαιον» (Κούμας,1997).

Ανάμεσα στις άλλες απόψεις που έχουν διατυπωθεί στο παρελθόν για τη φιλοσοφία, αναφέρουμε, ως πλέον χαρακτηριστικές,

α) του Ludwig Wittgenstein:

«Η φροντίδα του φιλοσόφου για ένα ερώτημα είναι σαν τη θεραπεία μιας αρρώστιας.» και «Στη φιλοσοφία δε βγαίνουν συμπεράσματα». Η πρόταση: «Ασφαλώς έτσι πρέπει να έχει το πράγμα!» δεν είναι πρόταση της φιλοσοφίας. Η φιλοσοφία διαπιστώνει μονάχα εκείνο που όλοι παραδέχονται, και

β) του Hans – Michael Elzer:

«Η Φιλοσοφία θέλει να βοηθήσει, ώστε να εμφανιστεί η πραγματικότητα του κόσμου, της ανθρώπινης ύπαρξης σε μια ευρύτερη αυτονόητη αμεσότητα. Η Φιλοσοφία έχει μια σαφή ρεαλιστική πορεία και μια διαυγή ροπή. Δεν αερολογεί, αλλά είναι προσγειωμένη και θέλει να λύσει τα προβλήματα του ανθρώπου με γεγονότα που κατανοούνται. Γι' αυτό και εξετάζει διεξοδικά πρώτα - πρώτα τα καθημερινά προβλήματα».

Ο Ernest Renan αναφερόμενος στην επιστήμη διατύπωσε την άποψη ότι αυτή αναζητάει την καθαρή αλήθεια, αιτιολογώντας την και κάνοντας αυστηρή κριτική στη χρήση των αποδεικτικών μέσων. Ταυτόχρονα, θα λέγαμε ότι η επιστήμη πηγαίνει μπροστά χάρη στην αμφισβήτηση προγενέστερων παραδοχών, με εξαίρεση τη θεολογία στην οποία κάθε αμφισβήτηση σημαίνει αίρεση (Strathern, 2000).

Η πρώτη γνήσια επιστημονική σκέψη αποδίδεται, κατά παράδοση, στο Θαλή το Μιλήσιο. Η σκέψη του Θαλή ήταν επιστημονική, γιατί ήταν σε θέση να προσφέρει αποδείξεις για τα συμπεράσματα στα οποία κατέληγε. Ωστόσο, ήταν και φιλοσοφία στο βαθμό που χρησιμοποιούσε τη λογική για την εξαγωγή των διαφόρων συμπερασμάτων. Δεν επικαλείτο τους θεούς ούτε και μυστηριώδεις υπερφυσικές δυνάμεις (Strathern, 2000). Αρχικά, λοιπόν, η φιλοσοφία εμπεριείχε την επιστήμη και ήταν γνωστή ως «Φυσική Φιλοσοφία».

Ο Ανρύ Πουανκαρέ διαχωρίζει την επιστήμη από τη φιλοσοφία λέγοντας: «*Η επιστήμη απαντά στο ερώτημα «Πώς;» ενώ η Φιλοσοφία στο ερώτημα «Γιατί;»*» (Huisnan, 1998).

Σήμερα, «Φιλοσοφία της Επιστήμης» ονομάζεται ο κλάδος της φιλοσοφίας που έχει ως σκοπό την κριτική ανάλυση της επιστήμης και το στοχασμό πάνω σ'

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

αυτή. Είναι ο κλάδος που επιχειρεί να κατανοήσει τους σκοπούς και τις μεθόδους της επιστήμης, παράλληλα με τις αρχές, τις πρακτικές και τα επιτεύγματά της.

Ερωτήματα που απασχολούν τους φιλοσόφους της επιστήμης είναι:

Ποιοι είναι οι στόχοι της επιστήμης;

Τι ρόλο παίζουν οι παρατηρήσεις και τα πειράματα στην απόκτηση της επιστημονικής γνώσης;

Πώς οι επιστήμονες δικαιολογούν τους ισχυρισμούς τους;

Τι είναι η επιστημονική απόδειξη;

Τι είναι ο επιστημονικός νόμος;

Υπάρχουν μέθοδοι για να γίνονται επιστημονικές ανακαλύψεις;

Πώς η επιστημονική γνώση προάγεται και αυξάνεται;

Με ποιο τρόπο επιδρά το ιστορικό και πολιτισμικό πλαίσιο, μέσα στο οποίο υπηρετείται μια επιστήμη, στο περιεχόμενο και στην ποιότητα της επιστημονικής γνώσης που παράγεται;

Υπάρχει κάποια ειδική γλώσσα που η επιστήμη χρησιμοποιεί ή απαιτεί; (Salmon et al. 2001).

Πολλά πανεπιστήμια στον κόσμο διαθέτουν τμήματα ή τομείς της φιλοσοφίας της επιστήμης. Εάν δε συμβαίνει αυτό, τότε είναι σχεδόν βέβαιο, ότι τα τμήματα φιλοσοφίας θα διαθέτουν ένα ή δύο μέλη από το διδακτικό τους προσωπικό που διδάσκουν και κάνουν την έρευνα στη φιλοσοφία της επιστήμης (Lacatos et al, 2000).

Β. Αναφορά στην Ιστορία και στη Φιλοσοφία της Χημείας

Οι παραδοσιακές εφαρμογές της ιστορίας και της φιλοσοφίας της επιστήμης στην εκπαίδευση της χημείας είχαν επικεντρωθεί, αποκλειστικά, στη διδασκαλία και στην εκμάθηση της ιστορίας της χημείας.

Οι αποκαλούμενοι «χημικοί-ιστορικοί» με κύριους εκπροσώπους τους Kopp, Thomson, Berthelot, Ostwald και Ihde έχουν συμβάλλει στη μακροχρόνια διατήρηση του ενδιαφέροντος για την ιστορία της χημείας. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι προτάσεις για την υπαγωγή της ιστορίας της χημείας στη διδασκαλία του μαθήματος της χημείας ανάγονται στη δεκαετία του '30 (Jaffe, 1938 – Oppe, 1936 και Sammis, 1932). Το κεντρικό επιχείρημα για την υπαγωγή της ιστορίας της χημείας στη διδασκαλία του μαθήματος αυτού, γενικά, έχει στηριχτεί στην ανάγκη να παρακινηθεί το

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ενδιαφέρον των σπουδαστών που κάμπτεται, ειδικά, τις τρεις τελευταίες δεκαετίες (Erduran, 2001).

Η φιλοσοφία της χημείας είναι ένας τομέας που ήταν στη πρώτη γραμμή της επιστημονικής έρευνας πριν από την είσοδο του εικοστού αιώνα. Το ενδιαφέρον όμως των φιλοσόφων της επιστήμης για τη θεωρητική φυσική, την κβαντική και τη βιολογία ήταν, κατά ένα μεγάλο μέρος, ο λόγος που επισκιάστηκε το ενδιαφέρον για τη φιλοσοφία της χημείας (Scerri, 2001). Αν εξαιρέσουμε την ατομική θεωρία, σπάνια βρίσκει κάποιος στα γραπτά κείμενα φιλοσόφων της επιστήμης να συμπεριλαμβάνονται θέματα θεωρίας χημείας (Paneth, 2003).

Στη διάρκεια των δύο τελευταίων δεκαετιών έγιναν κάποιες προσπάθειες (Erduran, 1997 και Kauffman, 1989) για την εφαρμογή της ιστορίας και της φιλοσοφίας της επιστήμης (HPS) και στη χημεία (Erduran, 2001). Ωστόσο, μερικά βασικά ζητήματα στη σύγχρονη φιλοσοφία της χημείας αρχίζουν να αναθεωρούνται και, ταυτόχρονα, συζητούνται οι τρόποι με τους οποίους αυτός ο νέος κλάδος της επιστήμης μπορεί να ωφελήσει τη χημική εκπαίδευση.

Είναι, οπωσδήποτε, ειρωνεία της ιστορίας της επιστήμης ότι η φιλοσοφία της χημείας προέκυψε σε μια εποχή που η έρευνα έγινε όλο και περισσότερο διεπιστημονική (Christie, 2002). Ίσως, η εμφάνιση της νέας φιλοσοφίας της χημείας, που σχετίζεται περισσότερο με τους χημικούς της εκπαίδευσης, να οδηγήσει σε ένα πιο έντονο ενδιαφέρον για τη βαθύτερη εξέταση των βασικών ζητημάτων και των εννοιών της χημείας, που δε σχετίζονται άμεσα με το καθαρό χημικό περιεχόμενο (Scerri, 2001).

Τι γίνεται όμως με τους δασκάλους της χημείας; Συμφωνούν όλοι στην ένταξη της ιστορίας και της φιλοσοφίας της χημείας στα προγράμματα σπουδών; Ορισμένοι εξέχοντες πανεπιστημιακοί δάσκαλοι, όπως ο Ted, του Πανεπιστημίου του Kent (UK), υποστήριξαν ότι οι σπουδαστές τους θα έχουν την ευκαιρία να εκτιμήσουν τις ευρύτερες πτυχές του επιστημονικού αντικειμένου διδασκόμενοι και θέματα ιστορίας και φιλοσοφίας της χημείας. Η άποψη αυτή καταψηφίστηκε μερικές φορές από τους πανεπιστημιακούς συναδέλφους του, οι οποίοι υποστήριξαν ότι αυτό θα μείωνε το χρόνο που θα μπορούσε να διατεθεί για τη διδασκαλία περισσότερων χημικών γνώσεων (Caldin, 2002).

Εντούτοις, σε ορισμένα πανεπιστήμια, όπως αυτό του Exeter (UK), η διδασκαλία μιας προπτυχιακής σειράς μαθημάτων ιστορίας και φιλοσοφίας της χημείας στους φοιτητές του χημικού τμήματος, διαπιστώθηκε ότι δημιούργησε πρόκληση του ενδιαφέροντός τους για την επιστήμη.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

Τον Οκτώβριο του 1999 η σχολή της χημείας στο πανεπιστήμιο του Exeter (UK) είχε εισαγάγει μια προαιρετική σειρά μαθημάτων "στην ιστορία και στη φιλοσοφία της χημείας" για τους προπτυχιακούς φοιτητές χημείας του 2ου και 3ου έτους. Τα μαθήματα φιλοσοφίας αποτελούσαν 11 διαλέξεις, με τον πρόσθετο σχετικό χρόνο μελέτης 40 ωρών. Το πρόγραμμα σπουδών είναι, επίσης, συνεχώς ενημερωμένο, για να παρέχει στους σπουδαστές φιλοσοφικές έννοιες σχετικές με τη σύγχρονη χημεία. Αυτή η σειρά μαθημάτων έχει αυξήσει από τότε τη δημοτικότητά της μεταξύ των σπουδαστών.

Η τρέχουσα διδακτέα ύλη του μαθήματος της Ιστορίας και Φιλοσοφίας της Χημείας εξετάζει τρία φιλοσοφικά θέματα: θεωρία της επιστήμης, της λογικής των επιχειρημάτων και της ηθικής.

Το πρώτο μέρος καλύπτει τις βασικές έννοιες της επιστημολογίας, όπως η επιστημονική έναντι της λογικής αλήθειας, η επαλήθευση, η παραποίηση, και οι μέθοδοι επιστημονικού συμπεράσματος (επαγωγή και αφαίρεση).

Το δεύτερο μέρος αναφέρεται στη συστηματική λογική ανάλυση του χημικού συλλογισμού, μια τεχνική που βοηθάει τους σπουδαστές που κάνουν βιβλιογραφική επισκόπηση με παραδοσιακούς τρόπους.

Το τμήμα ηθικής εισάγει την έννοια της ευθύνης, εξηγεί τις χρηστικές και κανονιστικές προσεγγίσεις προς τη χημική έρευνα (π.χ. χημική έρευνα όπλων και ιατρικό σχέδιο φαρμάκων, δοκιμή των χημικών ουσιών και διανομή των πόρων). Αν και δεν υπάρχει κανένα συγκεκριμένο (ειδικό) εγχειρίδιο για αυτή τη σειρά μαθημάτων, εντούτοις χρησιμοποιούνται βιβλία από τη βασική φιλοσοφική λογοτεχνία, μερικά από τα οποία εμπεριέχουν παραδείγματα από τη χημεία (π.χ. W. Hodges, "Λογική" και H.C. Byerly, "Ένα αναγνωστικό της λογικής"). Επίσης, χρησιμοποιείται το βιβλίο "Ηθικός κώδικας της χημείας", Issue of Hyle (Vol. 7, 2001), που παρέχει τη βάση για τη συζήτηση ηθικών πτυχών σχετικών με τη χημεία.

Από την άποψη ενός δασκάλου, η σειρά μαθημάτων "φιλοσοφίας της χημείας" είναι μια πρόκληση δεδομένου ότι διαφοροποιεί την παραδοσιακή διδασκαλία της χημείας. Προκαλεί σκόπιμα την κρίσιμη σκέψη, υποκινεί την εκμάθηση των νέων θεμάτων και χρησιμοποιεί ένα συγκεκριμένο - μη συμβατικό για τη χημεία - ύφος διδασκαλίας και εκμάθησης. Παραδείγματος χάριν, οι σπουδαστές καλούνται να εξετάσουν τις έννοιες που έχουν δεχθεί ως δεδομένες μέχρι τώρα και να συμμετέχουν στις συζητήσεις της επιστημονικής ισχύος και της ηθικής συμπεριφοράς στο εργαστήριο. Σαφώς, αυτό έρχεται σε αντίθεση με την εκμάθηση των εννοιών από τα εγ-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

χειρίδια. Το περιεχόμενο της σειράς μαθημάτων, αν και προσαρμόζεται στη χημεία, εισάγει, επίσης, θέματα από άλλους τομείς (π.χ. λογική, θεωρία της επιστήμης, ηθική), και, ως εκ τούτου, αυξάνεται σημαντικά η διδακτέα ύλη της χημείας. Ο συνδυασμός με την ιστορία της χημείας διευρύνει περαιτέρω την προοπτική και, επίσης, παρέχει ένα πρόσθετο πλαίσιο με την αφθονία των ιστορικών παραδειγμάτων.

Όπως ήταν αναμενόμενο, η σειρά αυτών των μαθημάτων απαιτεί ένα διαλογικό ύφος διδασκαλίας, όπου οι ερωτήσεις από και προς τον ομιλητή, οι συζητήσεις, η ανατροφοδότηση και η ειδική σύλληψη διαδραματίζουν ένα σημαντικό ρόλο. Κάποιοι από τους σπουδαστές αρέσκονται να δραστηριοποιούνται δυναμικά στη διάρκεια ενός τέτοιου μαθήματος για να μπορούν να θυμούνται εύκολα "τις" δικές τους έννοιες, κατά τη διενέργεια κάποιας γραπτής εξέτασης που θα ακολουθήσει. Αυτό επιτρέπει επίσης στον ομιλητή να παρακολουθεί στενά την πρόοδο των σπουδαστών και να εντοπίζει τις ακριβείς μαθησιακές τους δυσκολίες (Jones et al., 2003).

1. Η απεικόνιση της εξελικτικής πορείας της φιλοσοφίας και της ιστορίας της χημείας μέσα από τη διοργάνωση συνεδρίων και την εκδοτική δραστηριότητα

Πολλά συνέδρια, συμπόσια ή διασκέψεις πραγματοποιούνται με θέμα τη φιλοσοφία της χημείας. Στόχος όλων αυτών είναι να φέρουν κοντά τους χημικούς και τους φιλοσόφους σε θέματα επιστήμης. Είναι σημαντικό να σχολιάσουμε μερικά από όσα συνέβησαν ή ανακοινώθηκαν σ' αυτά, για να σχηματίσουμε καλύτερη άποψη γύρω από το πού πορεύεται η φιλοσοφία της επιστήμης.

Το τρίτο συνέδριο που έγινε στο Marburg της Γερμανίας, το Σεπτέμβριο του 1996, είχε ως θέμα την αυτονομία της χημείας. Κατά τον Jaap van Brakel, από τα δεκατρία έγγραφα που δημοσιοποιήθηκαν στο συνέδριο αυτό, μόνο τρία υπήρξαν πραγματικά σημαντικά για την προοπτική ανάπτυξης της φιλοσοφίας της χημείας. Υπάρχουν ενδιαφέροντα σχόλια σε μερικά από τα άλλα έγγραφα, αλλά είτε αναφέρονται αμέσως στην ιστορία της χημείας, παρουσιάζοντας προσωπικές απόψεις, είτε στοχεύουν στο να καλύψουν εργασίες που αναφέρονται σε πολλά έτη έρευνας, μέσα σε δέκα σελίδες. Οι απόψεις που κυριάρχησαν ήταν: του Peter Janich, «... *είναι σίγουρα σωστό ότι η χημεία είναι και θα παραμείνει αυτόνομη στην ανάπτυξή της* (σε σχέση με τις άλλες φυσικές επιστήμες)» και του Peter Buck, «... *παρά την αλληλεπίδρασή τους, η φυσική και η χημεία είναι διαφορετικές και ότι η φυσική κατανόηση είναι ψυχολογικά*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

διαφορετική από τη χημική κατανόηση». Ωστόσο, επισημαίνεται ότι ως γενική άποψη διατυπώθηκε ότι «*Η χημεία, ως αληθινή επιστήμη, είναι ακόμη σε ένα αναπτυσσόμενο στάδιο, επειδή η κβαντική χημική έρευνα των πολλών χημικών φαινομένων είναι ακόμη σε νηπιακή ηλικία.*» (Van Brakel, 1999).

Στη διάσκεψη της διεθνούς κοινωνίας της φιλοσοφίας της χημείας, που έγινε από τις 3 έως τις 7 Αυγούστου 1998, στο Κέμπριτζ, αντικείμενο ήταν οι αλλαγές που υφίσταται αυτή καθ' αυτή η επιστήμη της χημείας. Ο Klaus Ruthenberg (Coburg Πανεπιστήμιο των Εφαρμοσμένων Επιστημών, Γερμανία) μίλησε για «*τη φιλοσοφία και την αλχημεία*». Επισήμανε ότι η αλχημεία είναι πιο κοντά στη φυσική φιλοσοφία (*closer to natural philosophy*) από ό,τι είναι η σύγχρονη χημεία.

Ο Heinrich Zollinger (Ομοσπονδιακό Ίδρυμα Τεχνολογίας, Ζυρίχη, Ελβετία) έδωσε μια διάλεξη με θέμα, «*Η λογική, η ψυχολογία και το χάρισμα των επιστημονικών ανακαλύψεων: μια περιπτωσιολογική μελέτη στη σύγχρονη χημεία*», υποστήριξε ότι οι χημικοί πρέπει να ξέρουν περισσότερα για τη φιλοσοφική βάση της επιστήμης τους.

Ο John Green (Πανεπιστημιακό Κολλέγιο, Λονδίνου, UK) διάβασε ένα έγγραφο για τη μεσομέρεια του Ingold, τη μεσομέρεια του Pauling και τη σοβιετική χημική διαμάχη, (*«Ingold's 'Mesomerism', Pauling's 'Resonance' and the Soviet Chemical Controversy»*), στο οποίο αναφερόταν η ιστορία της απόρριψης μιας έξυπνης θεωρίας από τους πρωταγωνιστές μιας επίμονης, άκαμπτης, και κρατικο-κυβερνητικής "διαλεκτικής υλιστικής" φιλοσοφίας.

Όλες οι εργασίες συζητήθηκαν ζωντανά, μερικές δε από αυτές ακόμη και κατά τη διάρκεια του υποχρεωτικού ποτάμιου ταξιδιού στον ποταμό Cam. Κατά τη διάρκεια των εργασιών του συνεδρίου συζητήθηκε η εφαρμογή μιας σειράς μαθημάτων για τη φιλοσοφία της χημείας, στα κολλέγια και στα πανεπιστήμια, κάτι που απετέλεσε μια άλλη πραγματική επιτυχία του συνεδρίου (Ruthenberg, 1998).

Στο τρίτο θερινό συμπόσιο για τη φιλοσοφία της χημείας, που πραγματοποιήθηκε από τη διεθνή κοινωνία για τη φιλοσοφία της χημείας (ISPC), στην Κολούμπια της Νότιας Καρολίνας, ΗΠΑ, 28 Ιουλίου - 1 Αυγούστου 1999, δημοσιοποιήθηκαν 33 εργασίες. Οι 12 από αυτές αναφέρονταν στην επιστημολογία και στα γενικά θέματα, 6 στα ιστορικά ζητήματα, 5 είχαν τίτλο που σχετιζόταν με την εξήγηση στη χημεία, 4 στις θεωρητικές έννοιες, δύο στην ηθική στη χημεία, και μία στη διδακτική.

Ο Tony Edmonds, ένας επαγγελματίας αναλυτικός χημικός από το Πανεπιστήμιο του Loughborough, UK, μίλησε για «μια φιλοσοφική προσέγγιση της αναλυ-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

τικής χημείας». Ο Edmonds προσεγγίζει τη Φιλοσοφία με μεγάλη σοβαρότητα και, επιπλέον, με μια ανανεωτική ματιά, παρά μέσα από τα παραδοσιακά δύσκαμπτα πλαίσια. Κατά συνέπεια, ένα από τα συμπεράσματά του είναι ότι, ενώ οι αναλυτικοί χημικοί εκτελούν την τριάδα των εργασιών: καθαρισμός, σύνθεση και σύγκριση, το μεγαλύτερο, τουλάχιστον, μέρος της βιβλιογραφίας της αναλυτικής χημείας δε συζητά ή δεν αναφέρει καθόλου κάποια από αυτές τις έννοιες. Ως ένα βαθμό, αυτό είναι εντυπωσιακά ασυνήθιστο.

Αποτέλεσμα των πολύτιμων προσπαθειών του Davis Baird, κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών, στις οποίες συμπεριλαμβάνεται και αυτή της διοργάνωσης αυτού του πολύ πετυχημένου συμποσίου ήταν να εκλεγεί μέλος της Επιστημονικής Επιτροπής του ISPC, κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής του συνεδρίου. Την επιτροπή αυτή αποτελούσαν οι Akeroyd, Baird, Rothbart, Ruthenberg, και Scerri (Ruthenberg, 1999).

Στην Αθήνα, κατά τη διάρκεια του Απριλίου του 1996, διοργανώθηκε η Διεθνής Διάσκεψη για τη Φιλοσοφία της Χημείας και της Βιοχημείας και τα σχετικά με αυτές Ιστορικά Προβλήματα. Το *ARS Mutandi* είναι μια έκδοση των εγγράφων που παρουσιάστηκαν σ' αυτή τη διεθνή διάσκεψη.

Τα πρακτικά αποτελούνται από δεκαεπτά έγγραφα που υποβλήθηκαν από τους συμμετέχοντες και μπορούν να διαιρεθούν σε επτά διαφορετικές ενότητες: Νοθευτές και χημεία (2 έγγραφα), χημική επιστημολογία και ιστορία της χημείας (2 έγγραφα), εξέλιξη της χημείας (4 έγγραφα), για τις χημικές οντότητες (3 έγγραφα), τη χημεία και την κβαντική μηχανική (2 έγγραφα), τη χημεία και τις συγγενείς επιστήμες (3 έγγραφα) και τη χημική κληρονομιά του αρχαίου ελληνικού κόσμου (1 έγγραφο).

Το *ARS Mutandi* αρχίζει με μια σύνοψη τεσσάρων σελίδων, που αποτελεί την εισαγωγή που υπογράφουν οι συντάκτες Nikolaos Psarros και Kostas Gauroglou, στην οποία παρουσιάζουν τη λογική στην οποία στηρίχθηκαν, για να οργανώσουν μια διεθνή διάσκεψη για τη φιλοσοφία και την ιστορία της χημείας, και συζητούν το αυξανόμενο επίπεδο προσοχής που ο επιστημονικός αυτός τομέας επάξια συγκεντρώνει.

Το άρθρο, «Φουλλερένια: Οι φιλοσοφικές πτυχές της ανακάλυψής τους» από την Danuta Sobczynska (Pozna, Πολωνία) σχετικά με το μετασχηματισμό των φουλλερενίων από μια θεωρητική οντότητα σε μια πειραματική, είναι ένα θαυμάσιο παράδειγμα της ιστορίας της χημείας, που αναφέρεται στην παραγωγική διαδικασία. Τέλος, η αναφορά του Nikolaos Psarros παρέχει μια θαυμάσια σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων και των συνεπειών ενός πειράματος.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

Το τελευταίο τμήμα, χημική κληρονομιά του αρχαίου ελληνικού κόσμου, περιέχει ένα ενιαίο άρθρο που τιτλοφορείται: Πειραματικές Τεχνικές και Εργαστηριακές Συσκευές στην Αρχαία Ελλάδα (*Experimental Techniques and Laboratory Apparatus in Ancient Greece*) από την Evangelina Varella (Θεσσαλονίκη, Ελλάδα). Ενώ συχνά σκεφτόμαστε την αρχαία Ελλάδα ως τον κόσμο της φιλοσοφίας και των αντιθέσεων στην επιστήμη, τα αποσπάσματα της Varella από την αρχαία λογοτεχνία δίνουν έμφαση στην παρουσία και στη σπουδαιότητα μιας ποικιλίας πειραματικών τεχνικών. Αν και ένα ισχυρό επιχείρημα μπορεί να προβληθεί ότι, δηλαδή, τα παραδείγματα είναι από την τεχνολογία και όχι από την επιστήμη, αυτό δεν παύει να είναι ενδιαφέρον και σημαντικό για να το διαβάσει κανείς και για να γνωρίσει τις εργαστηριακές τεχνικές του παρελθόντος.

Τελικά, το *ARS Mutandi* είναι μια σημαντική προσθήκη σε μια προσωπική ή οργανωμένη βιβλιοθήκη. Τα ζητήματα που συζητούνται είναι ποικίλα και μπορούν να ενδιαφέρουν καθένα που ασχολείται με θέματα που σχετίζονται με τη φιλοσοφία της χημείας. Τα πολυάριθμα άρθρα είναι κατάλληλα για να συμπεριληφθούν στο προπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών, ως θέματα συζήτησης. Αυτό είναι μια σημαντική πτυχή, δεδομένου ότι μια αυξανόμενη συνειδητοποίηση των φιλοσοφικών ζητημάτων θα εμφανιστεί μόνο εάν εκθέσουμε στους σπουδαστές μας στην ύπαρξή τους (Allin, 2001).

Το έκτο Καλοκαιρινό Συμπόσιο της Διεθνούς Κοινωνίας για τη Φιλοσοφία της Χημείας (ISPC), διοργανώθηκε από το Πανεπιστήμιο του Georgetown, Ουάσιγκτον, ΗΠΑ, στις 4-8 Αυγούστου του 2002. Το γενικό θέμα ήταν: "Η χημική εξήγηση". Σημαντικότερες ομιλίες ήταν του Schummer, ο οποίος εξέτασε την προέλευση και τις προοπτικές της φιλοσοφίας της χημείας, του Scerri, που υποστήριξε ότι η περισσότερη έρευνα για τη χημική εκπαίδευση πάσχει από τη φιλοσοφική παρανόηση εκ μέρους των ερευνητών, και των Ellis και Seely, που αναφέρθηκαν στο πώς το Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών (NSF: National Science Foundation) υποστηρίζει τη φιλοσοφία της χημείας (Earley, 2002).

Σε ό,τι αφορά τη συγγραφική και εκδοτική δραστηριότητα αναφέρουμε, από τα παλαιά, το διάσημο βιβλίο του Boyle, «*Στη φύση των μορφών και των ιδιοτήτων*», το οποίο είναι ένα από τα μεγάλα κλασικά βιβλία της φιλοσοφίας της χημείας.

Από τη νεότερη βιβλιογραφία αναφέρουμε:

1) Το βιβλίο του Jaap van Brakel, *Philosophy of Chemistry. Between the Manifest and the Scientific Image*, (*Φιλοσοφία της χημείας. Μεταξύ της προφανούς και επιστημονικής εικόνας*) Leuven University Press, (Leuven, 2000). Πρόκειται για ένα

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

μοναδικό βιβλίο. Για πρώτη φορά, μιας πλήρους κλίμακας σοβαρή μελέτη έχει επιχειρηθεί στο χώρο της χημείας, ως διακριτού και αμείωτου ενδιαφέροντος επιστημονικού κλάδου. Είναι η πρώτη σημαντική προσπάθεια που γίνεται με στόχο να ερευνηθεί τι μπορεί να περιλαμβάνεται στο επιστημονικό πεδίο της φιλοσοφίας της χημείας (Hanné, 2001).

Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί το αρκετά σημαντικό πρόβλημα που υπάρχει διεθνώς, σε σχέση με την εκδοτική δραστηριότητα. Είναι γνωστό ότι οι μεγάλοι εκδοτικοί οίκοι είναι πολύ αργοί σε ό,τι αφορά την αναγνώριση των νέων λόγιων τάσεων και ακόμα πολύ πιο αργοί στην παραγωγή των σχετικών βιβλίων. Στους γρήγορα αυξανόμενους τομείς, όπως η φιλοσοφία της χημείας, αυτό προκαλεί ιδιαίτερα προβλήματα.

Οι συγγραφείς και οι συντάκτες αναγκάζονται να επιλέγουν τους μικρούς και ευέλικτους εκδότες, απευθυνόμενοι σε ένα μικρότερο αναγνωστικό κοινό, παρά τους μεγάλους και αργούς, με κίνδυνο το βιβλίο τους να είναι ήδη ξεπερασμένο κατά την διάρκεια της δημοσίευσής του (Schummer, 2002).

Σε ό,τι αφορά τα δοκίμια, που αφορούν τις γενικές ανησυχίες και τις προοπτικές της χημείας και τα οποία απευθύνονται σε ένα ευρύτερο αναγνωστικό κοινό, θα πρέπει να διακρίνονται, σαφώς, από τα λόγια άρθρα και να θίγουν τα γενικά ζητήματα χημείας με τρόπο που να προκαλεί το ενδιαφέρον. Ταυτόχρονα, θα πρέπει να γράφονται σε ένα ελκυστικό και συναρπαστικό ύφος, αλλά με τρόπο ισορροπημένο, ώστε να μη καθίστανται εξεζητημένα (Altunata, 2001).

Τέλος, θα ήταν μεγάλη παράλειψη, αν δε γινόταν αναφορά στη διαχρονική παρουσία θεμάτων ιστορίας και φιλοσοφίας της χημείας στα διδακτικά εγχειρίδια.

Από τη μελέτη των Mansoor Niaz and María A. Rodriguez, γίνεται φανερό ότι, αν και η σημασία της ιστορίας και της φιλοσοφίας της επιστήμης αναγνωρίστηκε από την αρχή της δεκαετίας του '20, στην πραγματικότητα για τα περισσότερα εγχειρίδια χημείας έχει χρησιμεύσει μόνο ως ρητορική αναφορά. Τα νέα εγχειρίδια (που δημοσιεύονται μεταξύ του 1970-92) έχουν βελτιωθεί ελαφρώς σε σύγκριση με τα παλαιά εγχειρίδια (που δημοσιεύονται μεταξύ του 1929-67). Εντούτοις, και τα παλαιά και τα νέα εγχειρίδια όχι μόνο αγνοούν την προοπτική της ιστορίας και της φιλοσοφίας της επιστήμης (HPS), αλλά παρουσιάζουν και τα πειραματικά συμπεράσματα ως ρητορική αναφορά των συμπερασμάτων. Είναι αυτονόητο ότι τέτοιες παρουσιάσεις στα εγχειρίδια δε συμβάλλουν προς μια καλύτερη κατανόηση της επιστημονικής προόδου (Niaz et al., 2000).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

Οι Mansoor Niaz and María A. Rodriguez επανέρχονται με νεότερο άρθρο, στο οποίο επισημαίνουν ότι διάφορα θέματα του γενικού προγράμματος χημείας, τόσο στο επίπεδο της μέσης εκπαίδευσης όσο και στο επίπεδο των πρωτοετών φοιτητών, μέσα από τα οποία φαίνεται η εξελικτική πορεία της ιστορίας και της φιλοσοφίας της επιστήμης, διδάσκονται ήδη, πράγμα που σημαίνει ότι δεν είναι απαραίτητο να περιμένει ή να ζητάει κάποιος το συνυπολογισμό τους στο πρόγραμμα σπουδών της χημείας (Niaz et al., 2001).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Η ΨΥΧΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΚΑΙ Η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Α. Ψυχολογία της μάθησης

1. Γενικά περί Ψυχολογίας και Γνωστικής Ψυχολογίας

Τις τελευταίες δεκαετίες του 19ου αιώνα, αποσπάστηκε η **Ψυχολογία** από τη Φιλοσοφία και εντάχθηκε στην περιοχή των πειραματικών και εργαστηριακών ή όπως αλλιώς λέγονται εφαρμοσμένων επιστημών.

Ο Wundt, ο ιδρυτής της πειραματικής ψυχολογίας είχε ορίσει την ψυχολογία ως την επιστήμη της συνειδητής εμπειρίας, εξαιρώντας έτσι από την έρευνα εξ ορισμού ολόκληρο το ζήτημα των ασυνείδητων λειτουργιών (Ντάβου, 2000).

Ο τομέας της πειραματικής διερεύνησης της μάθησης απεικονίζει σαφέστατα την εξέλιξη και πρόοδο της επιστημονικής Ψυχολογίας και, ενώ στα πρώτα βήματά της ερευνά το φαινόμενο της μάθησης σχεδόν αποκλειστικά σε ζώα και, κατά κάποιο τρόπο αυθαίρετο, μεταφέρει τα πορίσματά της στην ερμηνεία της συμπεριφοράς του ανθρώπου, σήμερα ερευνά κυρίως το ρόλο της **μνήμης** του ανθρώπου για την πρόσκτηση και επεξεργασία των πληροφοριών (Κολιάδης, 1996).

Τέλος, τις διάφορες αντίρροπες τάσεις που υπήρχαν σε ό,τι αφορά τον ορισμό της ψυχολογίας συνδύασαν οι Hilgard, Atkinson & Atkinson το 1975 ορίζοντας την ψυχολογία ως την επιστήμη η οποία μελετά τις νοητικές λειτουργίες και τη συμπεριφορά (Δημητρόπουλος, 1999).

Η **Γνωστική Ψυχολογία** είναι η επιστημονική προσέγγιση της ψυχολογίας, που προσπαθεί να ερμηνεύσει τα φαινόμενα της αντίληψης και των νοητικών διεργασιών, υποστηρίζοντας ότι έτσι μπορεί να εξηγηθεί η ανθρώπινη συμπεριφορά. Ο τομέας αυτός της επιστήμης της ψυχολογίας καλύπτει ένα ευρύ φάσμα περιοχών έρευνας, στο οποίο συμπεριλαμβάνεται η λειτουργία της **μάθησης**, **μνήμης**, **προσοχής**, **αντίληψης**, **αναπαράστασης** της **γνώσης**, **σκέψης**, **δημιουργικότητας** και **επίλυσης προβλημάτων**. Με άλλα λόγια, δηλαδή, οι λειτουργίες αυτές αποτελούν ..

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

επιστημονικό αντικείμενο του τομέα της Γνωστικής Ψυχολογίας (Σαμαρτζή, 1995 και Γωνίδα κ. α., 2003).

Ο όρος *Γνωστική Ψυχολογία* παρουσιάστηκε για πρώτη φορά στο βιβλίο *Cognitive Psychology* από τον Ulrich Neisser το 1967 (Ντάβου, 2000), όπου δίνεται ένας πολύ ευρύς ορισμός, ο οποίος δίνει έμφαση στην άποψη ότι η νόηση έχει συγκεκριμένες θεμελιώδεις δομές. Αυτός ο ορισμός δίνει τη δυνατότητα μελέτης υψηλότερου επιπέδου εννοιών, όπως της *σκέψης* την οποία συνήθως τα μοντέρνα βιβλία συμπεριλαμβάνουν στην προσπάθειά τους να ορίσουν τη Γνωστική Ψυχολογία.

Το βασικό ερώτημα της Γνωστικής Ψυχολογίας είναι το **πώς ένα άτομο αποκτά τη γνώση**. Επάνω στο ζήτημα αυτό η βασική της θέση είναι ότι η είσοδος και η επεξεργασία πληροφοριών, που οδηγούν στη μάθηση και στη γνώση, ακολουθούν μια διαδικασία παρόμοια με εκείνη της επεξεργασίας των τροφών με τη λειτουργία της πέψης. Κατά την επεξεργασία αυτή οι γνώσεις μετασχηματίζονται και αποθηκεύονται για να ενεργοποιηθούν, όταν τις χρειαστούμε. Αυτό σημαίνει ότι, για να μετατραπεί η πληροφορία σε γνώση, μεσολαβούν όχι μόνο οι αισθήσεις, οι οποίες φιλτράρουν τα εξωτερικά ερεθίσματα, αλλά και κάποιες διαδικασίες επεξεργασίας, οι οποίες μετασχηματίζουν τα δεδομένα σε γνώση.

Η Γνωστική Ψυχολογία θεωρεί ότι για να μελετηθεί η μάθηση πρέπει να μελετήσουμε αναλυτικά το μετασχηματισμό της πληροφορίας σε γνώση, δηλαδή τις φάσεις της γνωστικής επεξεργασίας πληροφοριών, και ρίχνει το βάρος της στη μελέτη των γνωστικών λειτουργιών που αναφέρθηκαν παραπάνω ("http://el.wikipedia.org/wiki). Στις σημαντικότερες από αυτές τις λειτουργίες που συνεπικουρούν τη λειτουργία της μάθησης, κρίνεται σκόπιμο να αναφερθούμε εν συντομία, πριν από τη διεξοδική εξέταση της λειτουργίας της μάθησης.

Η **αντίληψη** είναι η διεργασία που περιλαμβάνει την πρόσληψη πληροφοριών διαμέσου των αισθήσεών μας και, επιπλέον, την επεξεργασία αυτών των πληροφοριών, ώστε να αποκτήσουν νόημα. Η αντίληψη, ως ενεργητική και όχι παθητική λειτουργία, είναι επιλεκτική, κατασκευαστική και ερμηνευτική. Συχνά αντιλαμβανόμαστε αυτό που προσδοκούμε να αντιληφθούμε (εικόνα του Escher: πρόσωπο νέας ή γηραιάς κυρίας) (Cassells και Green, 1999).

Η αντίληψη αποτελεί τη μόνη πραγματικότητα για κάθε άτομο και είναι η βασικότερη εσωτερική οργάνωση που, κατά τη λειτουργία της, λαμβάνει χώρα ο διαχωρισμός του αντιληπτικού πεδίου σε δύο μέρη:

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

α) Στη *μορφή*, η οποία είναι το ουσιαστικότερο, το κυρίαρχο μέρος, το επίκεντρο της προσοχής του ατόμου.

Η ικανότητα να αναγνωρίζουμε ένα πλήθος μορφών ως το ίδιο στοιχείο είναι μια πολύ εντυπωσιακή πλευρά της οπτικής αντίληψης. Είναι προφανές ότι, για να το κατορθώσουμε αυτό, πρέπει να λαμβάνει χώρα κάποιο είδος αναγνώρισης μορφών (Cassells and Green, 1999).

β) Στο *πλαίσιο*, το οποίο αποτελεί το υπόβαθρο της μορφής. Όταν παρατηρούμε κάτι στη φύση, αυτό είναι η μορφή, και κάθε τι γύρω του, στο οποίο δεν έχουμε εστιάσει την προσοχή μας, είναι το πλαίσιο (Δημητρόπουλος, 1999).

Ο όρος *αντιληπτική σταθερότητα*, που συχνά χρησιμοποιείται, αναφέρεται στο γεγονός ότι ένα αντικείμενο το αντιλαμβανόμαστε ως ίδιο, έστω κι αν οι προϋποθέσεις που το συνοδεύουν, δηλαδή το πλαίσιό του, αλλάξουν. Έτσι, αντιλαμβανόμαστε την πόρτα ως πόρτα είτε τη βλέπουμε κάθετα είτε οριζόντια είτε σαν εξωτερική είσοδο είτε σαν εξωτερική πόρτα (Δημητρόπουλος, 1999 και Hayes, 2000).

Η ύπαρξη ασυμφωνίας μεταξύ της πραγματικότητας και του τι γίνεται αντιληπτό μπορεί να είναι αποτέλεσμα αντιληπτικής σταθερότητας, ασάφειας ή πλάνης.

Σε κάθε στιγμή, το τι αντιλαμβανόμαστε είναι συνάρτηση της *αντιληπτικής προσδιοριστικής τάσης*.

Ο Allport (1955) όρισε την αντιληπτική προσδιοριστική τάση ως «μια αντιληπτική προκατάληψη ή προδιάθεση ή ετοιμότητα να αντιληφθούμε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά ενός ερεθισμού». Με άλλα λόγια, η αντιληπτική προσδιοριστική τάση είναι σε λειτουργία όταν προσέχουμε κάποια χαρακτηριστικά ενός ερεθισμού και αγνοούμε τα άλλα, για παράδειγμα, το βέλος ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα μιας χημικής εξίσωσης (Cassells και Green, 1999).

Επίσης, δε θα πρέπει να διαφεύγει της προσοχής μας ο ρόλος που παίζουν οι *νοητικές τάσεις* που αναπτύσσουν οι άνθρωποι. Στις νοητικές τάσεις οφείλονται οι παγειωμένες ιδέες που έχουν οι άνθρωποι σχετικά με τη λειτουργία ενός αντικειμένου, ώστε να μην μπορούν να δουν ότι αυτό θα ήταν δυνατό να χρησιμοποιηθεί για κάτι εντελώς διαφορετικό (Hayes, 2000).

Οι μορφολογικοί ψυχολόγοι συμπεραίνουν ότι, αν και ο πραγματικός ερεθισμός αλλάζει ριζικά, η έννοια του αντικειμένου παραμένει σταθερή. Επίσης, η έννοια του αντικειμένου είναι εκείνη που έχει σημασία κι' όχι ο εξωτερικός ερεθισμός που συνοδεύει το αντικείμενο αυτό. Έχουμε και εδώ ένα καλό παράδειγμα του τρόπου με

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

τον οποίο ο νους οργανώνει τις αισθητήριες πληροφορίες σε ενιαία σύνολα με νόημα (Δημητρόπουλος, 1999).

Η **μνήμη** ως διεργασία συγκράτησης ή αποθήκευσης πληροφοριών διακρίνεται σε δύο τύπους:

α) στη *βραχύχρονη μνήμη (ΒΜ)*, η οποία συγκρατεί έναν περιορισμένο αριθμό στοιχείων και εξασθενεί μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα, και

β) στη *μακρόχρονη μνήμη (ΜΜ)*, η οποία μπορεί να συγκρατήσει ένα αρκετά μεγάλο αριθμό πληροφοριών και για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα. Αυτή η θεωρία υποστηρίζει ότι η βραχύχρονη αποθήκευση δρα ως ένας προθάλαμος για να περάσουν οι πληροφορίες στη μακρόχρονη μνήμη.

Διεξοδικότερα, θα λέγαμε ότι κάθε εισερχόμενη εμπειρία - πληροφορία παραμένει για ένα διάστημα στη βραχύχρονη μνήμη (ΒΜ), της οποίας η χωρητικότητα είναι πολύ περιορισμένη και στη συνέχεια ή κωδικοποιείται και αποθηκεύεται μόνιμα στη μακρόχρονη μνήμη (ΜΜ) ή απωθείται στη λήθη και χάνεται, πράγμα που συμβαίνει με πολλές πληροφορίες, δεδομένου ότι το χώρο της ΒΜ πρέπει να καταλάβουν άλλα εισερχόμενα στοιχεία (Δημητρόπουλος, 1999).

Για την κατανόηση της λειτουργίας της μνημονικής αποθήκευσης είναι σκόπιμο να αναφερθούμε στην έννοια και στο ρόλο της *εργαζόμενης μνήμης*. Αυτή θεωρείται, στην ουσία, κάτι ανάλογο με την εργαζόμενη μνήμη του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Εκεί συμβαίνουν οι αλλαγές και εκεί πραγματοποιούνται οι υπολογισμοί ή η επεξεργασία πληροφοριών, προτού οι πληροφορίες τεθούν σε χρήση ή τοποθετηθούν πίσω στη μακρόχρονη αποθήκευση (Hayes, 2000).

Ο Koffka (1935) προσπάθησε να συνδέσει το παρελθόν με το παρόν χρησιμοποιώντας την έννοια του μνημονικού ίχνους. Υποστήριξε ότι κάθε εμπειρία προκαλούσε την έναρξη μιας νοητικής διεργασίας, την οποία ονόμασε *διαδικασία*, και η οποία είναι η δραστηριότητα που η εμπειρία προκαλεί στο νου. Όταν η «διαδικασία» τελειώνει, η εμπειρία δεν εξαφανίζεται, αλλά στον εγκέφαλο παραμένει ένα ίχνος της διαδικασίας, το *μνημονικό ίχνος*. Το ίχνος αυτό επηρεάζει παρόμοιες διαδικασίες που θα λάβουν χώρα στο μέλλον (Δημητρόπουλος, 1999).

Η **σκέψη** δεν είναι τίποτε άλλο από τη διεργασία της χρήσης της γνώσης για τη λύση προβλημάτων ή την παραγωγή νέας γνώσης (Γωνίδα κ. α., 2003).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ένας διαφορετικός κλάδος έρευνας της σκέψης ασχολείται με την αναπαράσταση. Η *αναπαράσταση* αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο κωδικοποιούμε τις πληροφορίες νοητικά.

Ως μορφές αναπαράστασης εκτός από την «πραξιακή», κατά την οποία η πληροφορία αποθηκεύεται ως ενέργεια ή μυϊκές μνήμες και είναι κύριος τύπος νοητικής αναπαράστασης για τα βρέφη, υπάρχουν:

α) η «*εικονική αναπαράσταση*», κατά την οποία οι πληροφορίες αποθηκεύονται ως αισθητήριο είδωλο, συχνά εικόνες. Η εικονική αναπαράσταση αναπτύσσεται στην παιδική ηλικία και συχνά είναι πολύ ισχυρή, και

β) η «*συμβολική αναπαράσταση*», κατά την οποία η πληροφορία αποθηκεύεται χρησιμοποιώντας σύμβολα, τα οποία «αντιπροσωπεύουν» την ιδέα. Η συμβολική αναπαράσταση αναπτύσσεται πλήρως στην εφηβεία και επιτρέπει την ανάπτυξη της εννοιολογικής και αφηρημένης σκέψης και της φαντασίας.

Κατά τον J. Dewey, η σκέψη χρησιμοποιεί και επεκτείνει συγχρόνως τις *εποπτείες* ή *πρότυπες έννοιες* (τις κατ' αίσθηση και τις πνευματικές). Κάθε έννοια που καθορίζεται με λέξεις και εξατομικεύεται αρκετά, ώστε να γίνεται αμέσως αντιληπτή και να χρησιμοποιείται έτοιμη, θεωρείται *εποπτεία ή κατ' αίσθηση ή πνευματική*. Η σκέψη, δηλαδή, χρησιμοποιεί, κατά την επαγωγή και την κρίση, έννοιες και η χρήση τους τις διορθώνει και τις διευρύνει. Για την επισήμανση της θεμελιώδους σπουδαιότητας των εποπτειών ή πρότυπων εννοιών είναι αρκετό να πούμε ότι αυτές είναι όργανα ταυτοποίησης, συμπλήρωσης και τοποθέτησης σε ένα σύστημα. Από τη στιγμή που μία έννοια αποκτάται είναι όργανο περαιτέρω αντιλήψεων, όργανο κατανόησης άλλων εννοιών και πραγμάτων. Το ακαθόριστο της έννοιας αποτελεί διαρκή πηγή παρανόησης και σφάλματος. Η αοριστία αποκρύπτει την ασυνείδητη ανάμειξη διαφόρων εννοιών, διευκολύνει την υποκατάσταση μιας έννοιας στη θέση άλλης και συγκαλύπτει την τέλεια έλλειψη ακριβούς κατοχής μιας άλλης. Είναι το πρωταρχικό αμάρτημα, η πηγή από την οποία αναβλύζουν πολλές κακές συνέπειες. Για να αποβεί σαφής ή διαφανής μια έννοια πρέπει να αποχωριστεί, να απομονωθεί και να αυτοπεριέχεται, δηλαδή να είναι, όπως θα λέγαμε, ομογενής συνολικά (Dewey, 1910).

Ανακεφαλαιωτικά, για τη σκέψη αναφέρουμε ότι είναι μια λειτουργία του ανθρώπινου πνεύματος, η οποία επιτρέπει την κατανόηση των πραγμάτων και, ταυτόχρονα, την υπέρβαση του γνωστού, μέσω της δημιουργίας νέων καταστάσεων γνώσης. Η σκέψη προσδιορίζεται από παράγοντες ικανότητας (κατασκευαστικού δυναμι-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

κού), από παράγοντες εξελικτικούς-αναπτυξιακούς, από παράγοντες ιδιοσυγκρασίας, από την ύπαρξη προηγούμενων γνώσεων και δεξιοτήτων και από το ευρύτερο κοινωνικό και πολιτισμικό πλαίσιο μέσα στο οποίο κινείται κάποιος (Cole και Scribner, 1974-Dasen, 1977- Laboratory of Comparative Human Cognition, 1982-Sternberg, και Powell, 1982) (Κωσταρίδου – Ευκλείδη, 2003).

Η **γλώσσα**, ως νοητική λειτουργία, είναι ιδιαίτερα σημαντική, όχι μόνο επειδή μας επιτρέπει να επικοινωνούμε μεταξύ μας, αλλά και επειδή, όπως έχουν δείξει πειραματικές έρευνες, μπορεί να επηρεάζει τη μνήμη, την αντίληψη και τη λύση προβλημάτων (Hayes, 2000).

Η γλώσσα έχει τόσο στενή σχέση με τη σκέψη, ώστε να θεωρείται ότι είναι όργανό της και, ως εκ τούτου, απαιτεί ιδιαίτερη διερεύνηση. Η ίδια η λέξη *λογική* παράγεται από τη λέξη *λόγος* που σημαίνει και λόγο ή ομιλία και σκέψη ή αιτία, αλλά και διανοητική στειρότητα. Η πεποίθηση ότι αυτή είναι αναγκαία για τη σκέψη ή και ταυτόσημη με αυτή ανταγωνίζεται την αντίθετη άποψη ότι η γλώσσα διαστρέφει και αποκρύπτει τη σκέψη.

Κατά μία άλλη άποψη, η γλώσσα είναι αναγκαίο όργανο της σκέψης και, όταν λέμε ότι η σκέψη είναι αδύνατη χωρίς τη χρήση της γλώσσας, πρέπει να έχουμε κατά νου ότι η γλώσσα περιλαμβάνει πολύ περισσότερα εκτός από την προφορική και τη γραπτή ομιλία. Κινήσεις, εικόνες, οπτικές παραστάσεις, χειρονομίες και κάθε τι που χρησιμοποιείται συνειδητά ως σύμβολο ή σημείο είναι, λογικά, γλώσσα (βλέπε γλώσσα του σώματος).

Τρεις τυπικές απόψεις υποστηρίχθηκαν ως προς τη σχέση σκέψης και γλώσσας. Η πρώτη ότι ταυτίζονται, η δεύτερη ότι οι λέξεις είναι στολή ή ένδυμα της σκέψης, αναγκαία όχι για τη σκέψη αλλά μόνο για τη μετάδοσή της, και η τρίτη, όπως υποστηρίζει ο John Dewey, ότι ενώ η γλώσσα δεν είναι σκέψη είναι αναγκαία για τη σκέψη ακριβώς, όπως και για τη μετάδοση της σκέψης.

Η γλώσσα από μόνη της καθορίζει τις έννοιες. Οι έννοιες δεν είναι καθαυτές ορισμένες και ούτε είναι δυνατό να μεταδοθούν, αν δε στερεωθούν με την προσκόλλησή τους επάνω σε κάποιες ειδικά επιλεγείσες υπάρξεις που χαρακτηρίζονται *σημεία* ή *σύμβολα*.

Ένα σημείο ή σύμβολο διαφυλάσσει μία έννοια· και μια έννοια που ορίσθηκε με γλωσσικό σύμβολο διαφυλάσσεται για μελλοντική χρήση. Και αν ακόμη το πράγμα δεν είναι παρόν για την αναπαράσταση της έννοιας, η λέξη είναι δυνατό να προ-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

βληθεί έτσι ώστε να προκαλέσει την έννοια. Και εφόσον η διανοητική ζωή εξαρτάται από την κατοχή αποθέματος εννοιών, η σπουδαιότητα της γλώσσας ως οργάνου διατήρησης των εννοιών δε δύναται να υπερκερασθεί. Βέβαια, η μέθοδος αποθήκευσης δεν είναι τελείως ασηπτική. Οι λέξεις, πολλές φορές, φθείρουν και τροποποιούν τις έννοιες, τις οποίες υποτίθεται ότι τηρούν ανέπαφες. Ωστόσο, το να υπόκειται κάτι σε φθορά αποτελεί το τίμημα που πληρώνει κάθε ζωντανό πράγμα για το προνόμιο της ζωής.

Ένα σημείο ή σύμβολο μεταβιβάζει μία έννοια όταν αυτή διακριθεί και καθορισθεί με αυτό. Οι γλωσσικές μορφές είναι οι μεγάλοι φορείς, τα ευκίνητα οχήματα, δια των οποίων μεταβιβάζονται οι έννοιες. Η λογική οργάνωση εξαρτάται από τα σημεία τα οποία όχι μόνο διακρίνουν τις ειδικές ή ατομικές έννοιες, αλλά είναι επίσης όργανα συστηματοποίησης των εννοιών (Dewey, 1910).

Υπάρχει μια ασυνείδητη πίστη, που τη διατηρούν πολλοί άνθρωποι, ότι η ικανότητά μας να σκεφτόμαστε εξαρτάται από το πώς χρησιμοποιούμε τη γλώσσα. Δεν είναι όμως μόνο ο τρόπος που χρησιμοποιούμε τη γλώσσα. Μια ομάδα από θεωρίες υποστηρίζει ότι πρέπει να διαθέτουμε τις λέξεις για κάτι, πριν να μπορέσουμε να σκεφτούμε. Αυτό είναι γνωστό ως η ισχυρή μορφή της υπόθεσης της γλωσσικής σχετικότητας. Αν δεν κατέχουμε τις λέξεις για να περιγράψουμε κάτι, πίστευε ο Bernstein, τότε στην πραγματικότητα δεν μπορούμε να το σκεφτούμε.

Ο μεγάλος Ρώσος εξελικτικός ψυχολόγος Vygotsky πρότεινε ότι η γλώσσα και η σκέψη ξεκινούν ως ανεξάρτητες λειτουργίες, όμως, καθώς αποκτούμε τη δεξιότητα χρήσης της γλώσσας, διαμορφώνουμε ένα εργαλείο, το οποίο μπορεί να μας βοηθήσει στη σκέψη μας. Ο Vygotsky υποστήριξε ότι η σκέψη αρχίζει, όταν πρέπει να επαναδομήσομε μια κατάσταση νοητικά (Hayes, 2000).

Ο Chomsky, στο Τεχνολογικό Ινστιτούτο της Μασαχουσέτης (Μ.Ι.Τ.), κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '50, ανέπτυξε μία μέθοδο ανάλυσης της δομής της γλώσσας. Οι γλωσσολογικές του αναλύσεις υπεδείκνυαν ότι η λειτουργία της γλώσσας ήταν πολύ συνθετότερη από όσο είχαν μέχρι τότε προτείνει οι συμπεριφοριστικές έρευνες και επεσήμαναν την επιτακτική ανάγκη να αναπτυχθεί μια ολοκληρωμένη θεωρία της σκέψης, που να μπορεί να εξηγήσει και τις γλωσσικές λειτουργίες. Την ίδια εποχή αναπτυσσόταν η υπολογιστική επιστήμη και μέσα σ' αυτή ο κλάδος της τεχνητής νοημοσύνης (Ντάβου, 2000).

Επειδή η σχολική εργασία έχει ως κύριο όργανο διδασκαλίας τη γλώσσα και, πολύ συχνά, ως κύριο θέμα, οι εκπαιδευτικοί αναμορφωτές επί αιώνες εξέφεραν τις

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

αυστηρότερες κατηγορίες εναντίον της τρέχουσας χρήσης της γλώσσας στα σχολεία και στα άλλα εκπαιδευτικά ιδρύματα.

Για τον Αριστοτέλη, η γλώσσα ήταν ένας άμεσος εκφραστής της πραγματικότητας. Μόνα τους, έλεγε, τα απλά στοιχεία δε δηλώνουν καμία κρίση. Οι προτάσεις όμως εκφράζουν κρίσεις που μπορεί να είναι ορθές ή εσφαλμένες (Αριστοτέλης Περί Ερμηνείας 1. 16α. 10. και 4. 16β. 25). Η γλώσσα είναι όργανο της σκέψης και δείχνει με ποιο τρόπο βλέπει ο άνθρωπος τον κόσμο (Μουρέλος, 1968).

Η κακή χρήση της γλώσσας οδηγεί σε σφάλματα και παρανοήσεις. Στο πλαίσιο της διδακτικής των επιστημών και σε διεθνές επίπεδο διεξάγονται πολλές έρευνες σχετικές με τις παρερμηνείες μαθητών και σπουδαστών σε θέματα επιστήμης, που οφείλονται στη μη αποτελεσματική χρήση της γλώσσας.

Ακόμη και η λέξη "λάθος" είναι μια πηγή σύγχυσης για πολλούς σπουδαστές, δεδομένου ότι θεωρούν συνήθως τα λάθη (errors) ως προσωπικά σφάλματα (mistakes). Οι Jane Tomlinson, Paul J. Dyson και John Garratt δημοσίευσαν πρόσφατα τα στοιχεία μιας έρευνας από την οποία προκύπτει ότι οι σπουδαστές χημείας του πρώτου έτους δεν έχουν αναπτύξει μια αποτελεσματική χρήση της γλώσσας, για να χειριστούν τα λάθη και την αβεβαιότητα που προκύπτει. Αποτέλεσμα αυτής της πραγματικότητας είναι να διατυπώνεται από τους εποικοδομιστές της διδακτικής η άποψη ότι δεν είναι εύκολο να επέλθει η αναδημιουργία μιας παρανοημένης έννοιας, που ενσωματώθηκε ήδη στο μυαλό (Tomlinson et al., 2001).

2. Ψυχολογία της Μάθησης - Έννοια και Ορισμός της Μάθησης - Θεωρίες και Αρχές Μάθησης

2.1. Ψυχολογία της Μάθησης

Ο επιστημονικός κλάδος της **Ψυχολογίας της Μάθησης** ή, κατ' άλλους, της **Παιδαγωγικής Ψυχολογίας** (Δημητρόπουλος, 1999) δημιουργήθηκε εκ του γεγονότος ότι το φαινόμενο της μάθησης βρισκόταν πάντοτε στο επίκεντρο των ερευνητικών διαφερόντων, τόσο των θεωρητικών όσο και των εμπειρικών επιστημόνων-ψυχολόγων. Το ενδιαφέρον αυτό σχετίζεται με τον αποφασιστικό ρόλο που διαδραματίζει η μάθηση στη διατήρηση, στην εξέλιξη και στην πρόοδο του ανθρώπου (Κολιάδης, 1996).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

Δεν υπάρχει συμφωνία όσον αφορά τη θεματική του μαθήματος της Παιδαγωγικής Ψυχολογίας (Ψυχολογίας της Μάθησης). Το πρόβλημα κυρίως εντοπίζεται στη σχέση του περιεχομένου της Παιδαγωγικής Ψυχολογίας ή Ψυχολογίας της Μάθησης με το περιεχόμενο της Παιδαγωγικής και της Διδακτικής, αφενός, και των άλλων κλάδων της ψυχολογίας, αφετέρου. Έτσι, παρουσιάζεται το φαινόμενο να γράφονται βιβλία με τίτλο «Παιδαγωγική Ψυχολογία» και να αναφέρονται κατά κύριο λόγο ή ακόμη και αποκλειστικά στη γενική ψυχολογία και θεραπευτική ή στη διδακτική (Δημητρόπουλος, 1999).

Η Παιδαγωγική Ψυχολογία ορίζεται ως ο κλάδος εκείνος ο οποίος μελετά τις ψυχολογικές όψεις της διαδικασίας της αγωγής, δηλαδή μελετά τη φύση της μάθησης και εφαρμόζει τις αρχές της ψυχολογίας στην παιδεία.

Η αποστολή της ψυχολογίας της μάθησης είναι, κατά τη γνώμη μας, τετραπλή και συνοψίζεται στα παρακάτω:

1. Στην κατανόηση του φαινομένου της μάθησης
2. Στην πρόβλεψη της πορείας της μάθησης
3. Στον έλεγχο της διαδικασίας της κατάστασης μάθησης
4. Στη διευκόλυνση της διεργασίας της μάθησης (Δημητρόπουλος, 1999).

Ανεξάρτητα με το αν δε συμφωνούν απόλυτα μεταξύ τους οι επιστήμονες για το πιο ακριβώς είναι το αντικείμενο της μελέτης της Παιδαγωγικής Ψυχολογίας ή Ψυχολογίας της Μάθησης, εκείνο το οποίο συνάγεται είναι ότι αποτελεί κοινή πίστη ότι στο πλαίσιο αυτού του επιστημονικού κλάδου ερευνάται το φαινόμενο της μάθησης σε όλες του τις πτυχές.

2.2. Έννοια και Ορισμός της Μάθησης

Σε ό,τι αφορά την **έννοια της μάθησης** ο Kimble ορίζει τη μάθηση ως τη σχετικά μόνιμη αλλαγή στο δυναμικό της συμπεριφοράς, η οποία είναι αποτέλεσμα ενισχυόμενης άσκησης.

Σύμφωνα με έναν πληρέστερο **ορισμό**: «Μάθηση είναι η σχετικά μόνιμη αλλαγή στη συμπεριφορά, στην ίδια ή στο δυναμικό για συμπεριφορά, που είναι αποτέλεσμα εμπειρίας και δεν μπορεί να αποδοθεί σε φυσικές αντιδράσεις, ωρίμανση ή προσωρινές σωματικές καταστάσεις, όπως αυτές που προκαλούνται από ασθένεια, κόπωση, ή χρήση ναρκωτικών» (Δημητρόπουλος, 1999).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Πρέπει η μάθηση να καταλήγει οπωσδήποτε σε αλλαγή συμπεριφοράς; Η ψυχολογία της μάθησης σήμερα, κατά ένα μεγάλο ποσοστό, ανήκει στην περιοχή της ψυχολογίας της συμπεριφοράς.

Η μάθηση, όπως πιστεύουν όλοι οι θεωρητικοί της συμπεριφοράς πλην του Skinner, μπορεί να συμπεραίνεται μόνο από τις αντιδράσεις (Δημητρόπουλος, 1999).

Μια λειτουργία που επηρεάζει τη μάθηση είναι η λήθη. Σύμφωνα με τη *θεωρία της παρεμβολής* του Guthrie, λήθη σημαίνει παρεμβολή. Αν δεν υπάρχει παρεμβολή, δηλαδή άλλη μάθηση, δεν υπάρχει λήθη. Η λήθη επέρχεται λόγω αναδρομικής επίσχεσης, κατά την οποία νέα μάθηση προκαλεί αποβολή, απομάθηση προηγούμενης μάθησης. Εκτός από την αναδρομική επίσχεση υπάρχει και η προδρομική επίσχεση, κατά την οποία παλαιά μάθηση παρεμβάλλεται και παρακωλύει τη νέα μάθηση.

2.3. Θεωρίες και Αρχές Μάθησης

2.3.1. Θεωρίες Μάθησης

Ο νους, ο οποίος κατά τη γέννηση του ανθρώπου είναι άγραφος χάρτης, δέχεται δύο ειδών εμπειρίες: α) τις *εντυπώσεις*, που οφείλονται σε εξωτερικά ερεθίσματα και εισέρχονται μέσω των αισθήσεων και β) τις *ιδέες* που είναι ανεξάρτητες εσωτερικές, πνευματικές εμπειρίες, που προέρχονται από τη λειτουργία του νου. Κατά τον Herdart, μόνιμο πεδίο ανταγωνισμού μεταξύ των εξωτερικών εμπειριών και των ιδεών είναι η συνείδηση του ανθρώπου.

Ως θεωρίες μάθησης χαρακτηρίζονται εκείνες οι επιστημονικές διατυπώσεις των θεωρητικών που στόχο έχουν να ερμηνεύσουν αποτελεσματικά το φαινόμενο της μάθησης.

Μεταξύ 1900 και 1930 διαμορφώθηκαν στους κόλπους της νεογέννητης επιστήμης της Ψυχολογίας της Μάθησης πολλές σχολές, οι οποίες έδωσαν η κάθε μια, με βάση το διαφορετικό φιλοσοφικό προσανατολισμό αλλά και τη χρήση διαφορετικών μεθόδων έρευνας, μια διαφορετική εννοιολογική και θεωρητική ερμηνεία στο φαινόμενο της μάθησης, με αποτέλεσμα να διατυπωθούν ποικίλες διαφορετικές θεωρίες για την ανθρώπινη μάθηση (Κολιάδης, 1996).

Οι πιο γνωστές από τις θεωρίες μάθησης μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

1) Στις Συμπεριφοριστικές ή και Συνειρμικές
2) Στις Μορφολογικές και
3) Στις Γνωστικές

Οι θεωρίες μάθησης θα μπορούσαν κάλλιστα να τοποθετηθούν πάνω σε μια «διπολική γραμμή συνεχείας», της οποίας το ένα άκρο να κατέχουν οι θεωρίες που πρόσκεινται στην ψυχολογία της συμπεριφοράς και το άλλο εκείνες που πρόσκεινται στη γνωστική ψυχολογία (Δημητρόπουλος, 1999).

Στις **Συμπεριφοριστικές ή Συνειρμικές** συγκαταλέγονται εκείνες που προέρχονται από τους εμπειριστές του 19ου αιώνα και έχουν ως βασική θέση (*βασική θέση του συμπεριφορισμού*), ότι η μάθηση στηρίζεται στη δημιουργία σχέσεων ή συνειρμών είτε μεταξύ του ερεθίσματος (S) που δέχεται το υποκείμενο και της απάντησης (αντίδρασης) που παρουσιάζει στο ερέθισμα αυτό (R), είτε μεταξύ διαφορετικών ερεθισμάτων.

Στο ερώτημα τι μαθαίνεται (φύση της μαθήσεως), οι θεωρητικοί της συμπεριφοράς απαντούν ότι αυτό που μαθαίνει ο οργανισμός είναι οι συνήθειες της συμπεριφοράς, ενώ μερικοί άλλοι, όπως οι Watson, Guthrie, Skinner και Hull, πίστευαν πως αυτό που μαθαίνεται είναι οι δεσμοί Ερεθισμάτων – Αντιδράσεων (Δημητρόπουλος, 1999).

Οι θεωρίες της ανθρώπινης συμπεριφοράς (συμπεριφοριστικές) ενδιαφέρονται περισσότερο για την επίδραση του περιβάλλοντος στην εκμάθηση και, ακριβέστερα, για τις λειτουργικές θέσεις μεταξύ της οργάνωσης του περιβάλλοντος και της συμπεριφοράς του ανθρώπινου όντος (Bertrand, 1994).

Οι αρχές και οι νόμοι που διέπουν το συμπεριφορισμό είναι:

α) Αρχές μάθησης του Συμπεριφορισμού – Προγραμματισμένη διδασκαλία (κατά B.F. Skinner)
   - Ενεργός συμμετοχή του μαθητή
   - Δόμηση της διδακτέας ύλης σε σύντομες διδακτικές ενότητες
   - Παρουσίαση της ύλης σύμφωνα με τους ρυθμούς του μαθητή
   - Ενίσχυση των προσπαθειών του μαθητή και άμεση επαλήθευση της απάντησής του
   - Επιβράβευση της σωστής απάντησης

β) Νόμοι μάθησης του Συμπεριφορισμού - Συνδετική θεωρία (κατά E.L. Thorndike)

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ο E.L. Thorndike, ως πρώιμος συνειρμικός ψυχολόγος, είναι στο χώρο της Ψυχολογίας της Μάθησης ένας από τους πρώτους που επινοεί και εισάγει την πειραματική διαδικασία με τα πειραματόζωα για τον έλεγχο των θεωρητικών υποθέσεων, επειδή λόγω ηθικών και νομικών δεσμεύσεων δεν μπορούσαν να γίνουν πειράματα με ανθρώπινους οργανισμούς. Όπως όλοι οι πρώιμοι συμπεριφοριστές έτσι και ο Thorndike μετέφερε τα συμπεράσματά του από τα πειραματόζωα και ερμήνευσε κατ' αναλογία την ανθρώπινη μάθηση, πράγμα που προκάλεσε και εξακολουθεί να προκαλεί σοβαρές επιφυλάξεις.

Η σπουδαιότερη συνεισφορά του Thorndike στην εξέλιξη της Ψυχολογίας της Μάθησης βρίσκεται στη διατύπωση των νόμων της μάθησης, από τους οποίους σπουδαιότεροι είναι οι νόμοι της άσκησης και του αποτελέσματος.

- **Νόμος της άσκησης**
  Ο δεσμός μεταξύ ερεθίσματος - αντίδρασης ισχυροποιείται με τη συνεχή άσκηση
- **Νόμος του αποτελέσματος**
  Η σύνδεση μεταξύ μιας αντίδρασης και του ερεθίσματος που την προκαλεί γίνεται πιο ισχυρή, όταν η αντίδραση συνοδεύεται από ένα ευχάριστο αποτέλεσμα.

(www.unipi.gr/faculty/dghinis/ts/diafl 1.pdf)

Ο μοναδικός νόμος της μάθησης κατά τον Guthrie, που αποτελεί και τον ακρογωνιαίο λίθο της θεωρίας του, είναι ο **νόμος της συνάφειας**. Κατά το νόμο αυτό: «Εάν σε μια δεδομένη κατάσταση ο οργανισμός εκδήλωσε μια συγκεκριμένη συμπεριφορά, η ίδια συμπεριφορά θα επαναληφθεί, αν ο οργανισμός βρεθεί στην ίδια κατάσταση».

Ο Guthrie τροποποίησε το νόμο ως εξής: «Αυτό που κάνει ο οργανισμός είναι αποτέλεσμα εκείνου που αντιλαμβάνεται», θέλοντας μ' αυτό να δώσει έμφαση στο γεγονός ότι από μια ομάδα ερεθισμάτων που υπάρχουν στη δεδομένη κατάσταση, μόνο μερικά «αντιλαμβάνεται» ο οργανισμός και σ' εκείνα αντιδρά (Δημητρόπουλος, 1999).

Στις **Μορφολογικές** συγκαταλέγονται οι θεωρίες που έδωσαν πιο ενεργό ρόλο στο νου. Οι μορφολογικοί ψυχολόγοι υποστηρίζουν ότι ο νους οργανώνει τις εισερχόμενες αισθητήριες πληροφορίες και τους δίνει νόημα, δηλαδή ότι ο οργανισμός προσθέτει στην εξωτερική εμπειρία κάτι που δεν υπήρχε σ' αυτήν, δηλαδή την οργάνωση

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ή μορφή, που ονομάζεται «Gestalt». Για παράδειγμα, το περιβάλλον το αντιλαμβανόμαστε στη μορφή «όλων», δηλαδή συνολικών οργανωμένων μορφών (Gestalten) και όχι ως μεμονωμένα ερεθίσματα. Βλέπουμε ανθρώπους, καρέκλες, δέντρα και όχι γραμμές ή κομμάτια.

Η μορφολογική θεωρία ξεκίνησε ως μια άλλη κίνηση, μια άλλη ψυχολογική σχολή στη Γερμανία, από τον Wertheimer, το 1912, όταν στην Αμερική διαμορφωνόταν η ψυχολογία της συμπεριφοράς και αποτέλεσε το κεντρικό θεωρητικό υπόβαθρο σε δύο από τις σημαντικές θεωρίες μάθησης, της θεωρίας του Tolman και της θεωρίας του Piaget (Δημητρόπουλος, 1999).

Στις **Γνωστικές** συγκαταλέγονται θεωρίες που υποστηρίζουν ότι η καθαρή γνώση αποκτιέται όχι τόσο με την αισθησιακή εμπειρία, αλλά με βάση τις προϋπάρχουσες υπερβατικές αρχές (a priori-συνθετικές κρίσεις) της ανθρώπινης νόησης. Με βάση αυτές τις αρχές, υποστηρίζει ο Kant στο έργο του «Κριτική του Καθαρού Λόγου» ότι ο ανθρώπινος νους διαθέτει την ικανότητα να προσαρμόζει τις γνώσεις των αντικειμένων (πληροφορίες) στις προϋπάρχουσες γνωστικές του ικανότητες (Κολιάδης, 1996).

Γενικότερα, οι γνωστικοί - νοητικοί ψυχολόγοι πιστεύουν ότι αυτό που ελέγχει τη συμπεριφορά είναι οι κεντρικές νοητικές διεργασίες, και στο ερώτημα τι μαθαίνεται (φύση της μαθήσεως) απαντούν ότι αὐτό που μαθαίνει ο οργανισμός είναι οι *νοητικές δομές* (Δημητρόπουλος, 1999).

Οι γνωστικές θεωρίες ενδιαφέρονται περισσότερο για την εσωτερική εξέλιξη του νου (Bertrand, 1994).

Γνωστικές θεωρίες είναι:

1) Οι Πνευματιστικές, 2) Οι Περσοναλιστικές, 3) Οι Ψυχογνωστικές, 4) Οι Τεχνολογικές, 5) Οι Κοινωνιογνωστικές, 6) Οι Κοινωνικές και 7) Οι Ακαδημαϊκές.

2.3.2. Ψυχογνωστικές και Κοινωνιογνωστικές Θεωρίες

Από την τρίτη κατηγορία θεωριών μάθησης, τις Γνωστικές Θεωρίες, αυτές που παρουσιάζουν σήμερα ξεχωριστό ενδιαφέρον για την εκπαίδευση είναι οι **Ψυχογνωστικές** και οι **Κοινωνιογνωστικές**.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ι) Ψυχογνωστικές Θεωρίες

Οι πλέον ενδιαφέρουσες θεωρίες μάθησης για την εκπαίδευση, σήμερα, είναι οι ψυχογνωστικές και από αυτές, σε ό,τι αφορά τη Μέση Εκπαίδευση, η Εποικοδομιστική ή Δομική Θεωρία ή ο **Εποικοδομισμός**, όπως αλλιώς λέγεται (Bertrand, 1994).

Στον Εποικοδομισμό (Constructivism) υποστηρίζεται ότι η επιστημονική γνώση δεν ανακαλύπτεται τόσο πολύ, αλλά συζητιέται ή "κατασκευάζεται" από τους κοινωνικούς παράγοντες ή στο μυαλό του επιστήμονα ή του μαθητή. Πρόταση του Εποικοδομισμού είναι ότι οι νόμοι της φύσης, δεδομένου ότι τους ξέρουμε, είναι κοινωνικά κατασκευάσματα, ουσιαστικά νόμοι που έχουν συμφωνηθεί από τους επιστήμονες και δεν έχουν οποιαδήποτε θεμελιώδη σημασία. Οι δομιστές θεωρούν ότι δεν είναι η φύση, αλλά η ίδια η επιστημονική κοινότητα που επιλέγει μεταξύ των πιθανών νόμων της φύσης (Scerri, 2003).

Η φιλοσοφική σύγχυση που παρατηρείται στις εργασίες των δομιστών ερευνητών της εκπαίδευσης και οι συνέπειές της, κατά τον Scerri (2003), έχει σημαντικές επιπτώσεις και στη διδασκαλία και στην πρακτική της επιστήμης. Με έμφαση επισημαίνεται ότι η σύγχυση αυτή οφείλεται στην απρόσεκτη χρήση των φιλοσοφικών όρων και στην τάση των ψυχογνωστικών δομιστών να πάνε από τις ψυχολογικές βάσεις συλλογισμού (psychological premises) στα αδικαιολόγητα επιστημολογικά συμπεράσματα (Bernal, 2005).

Στην πραγματικότητα, ο **Εποικοδομισμός** είναι η θεωρία σύμφωνα με την οποία **ο μαθητής οικοδομεί τη γνώση**. Μέσα στο πλαίσιο αυτής της θεωρίας θα εξετάσουμε δύο τάσεις:

1) Την τάση που δίνει έμφαση στις προηγούμενες αντιλήψεις του μαθητή, την οποία θα χαρακτηρίσουμε εποικοδομιστική διδακτική, και
2) Την τάση που επεξεργάζεται τα παιδαγωγικά προφίλ των μαθητών.

Δύο πρόσωπα σφράγισαν το ξεκίνημα αυτών των ερευνών για τη μάθηση, ο Piaget και ο Bachelard, αντίστοιχα.

Οι εργασίες του Piaget στη γενετική επιστημολογία επηρέασαν τόσο τη γενετική ψυχολογία όσο και την εκπαιδευτική έρευνα.

Αν και δεν είναι λίγοι αυτοί που αμφιβάλλουν, εντούτοις η οπτική (γωνία) του **Piaget** είναι κυρίαρχα εποικοδομιστική. Το **1979**, ένα χρόνο πριν από το θάνατό του συμπέρανε: «*Πενήντα χρόνια εμπειρίας μάς δίδαξαν πως δεν υπάρχουν γνώσεις που να προκύπτουν από μία απλή καταγραφή παρατηρήσεων, χωρίς προσαρμογή σε μία κατάσκευή (σχέδιο-πλάνο) που να οφείλεται στις δραστηριότητες του υποκειμένου. Επίσης*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Υ(στον άνθρωπο) δεν υπάρχουν εκ των προτέρων έμφυτες γνωστικές δομές: αυτό που είναι κληρονομικό είναι μόνο η έμφυτη λειτουργία του νου, που δε δημιουργεί δομές παρά μόνο μέσω της οργάνωσης των διαδοχικών δράσεων πάνω στα αντικείμενα. Προκύπτει ότι μια επιστημολογία προσαρμοσμένη στα δεδομένα της ψυχογένεσης δε θα μπορούσε να βασίζεται ούτε στην εμπειρία ούτε σε προκατασκευασμένες δομές, δε θα μπορούσε παρά να είναι εποικοδομιστική και να συνοδεύεται από τη συνεχή κατασκευή νέων εγχειρημάτων και δομών» (Bertrand, 1994).

Η φιλοσοφία του **Bachelard** είναι, κυρίως, διαλεκτική και εποικοδομιστική. Ένα άτομο οικοδομεί τη γνώση του μέσω της κριτικής εξέτασης των γνώσεων που ήδη διαθέτει και των εμπειριών του. Το άτομο εξελίσσεται μέσα από τον τρόπο που αντιλαμβάνεται την πραγματικότητα. Έτσι, ο **Bachelard** εισάγει την έννοια του *επιστημολογικού* προφίλ (στο *Philosophie du non*, 1940), στο οποίο θα επανέλθει με πολλές μορφές, στις έρευνες που θα ακολουθήσουν. Αναφερόμενοι, με συνοπτικό τρόπο, στην έννοια αυτή, θα λέγαμε ότι το άτομο διαθέτει μια επιστημονική γνώση που ξεκινά από τον αφελή πραγματισμό για να καταλήξει στον επαγωγικό ορθολογισμό:

Ήδη, ο **Bachelard,** στο βιβλίο του *La formation de l'esprit scientifique* (1938), σημειώνει: «*Πάντοτε μου έκανε εντύπωση ότι οι καθηγητές των θετικών επιστημών, περισσότερο από άλλους, δεν μπορούν να κατανοήσουν πως οι μαθητές τους δεν καταλαβαίνουν. Το γεγονός πως ο μαθητής φτάνει στο σχολείο κατέχοντας ήδη συγκροτημένες εμπειρικές γνώσεις δεν τους έχει προβληματίσει. Το πρόβλημα δεν είναι να αποκτήσουν οι μαθητές μια πειραματική γνώση, αλλά να αλλάξουν τη γνώση ανατρέποντας τα εμπόδια που τους έχει συσσωρεύσει η καθημερινή ζωή*» (Bertrand, 1994).

α) Είδη Εποικοδομισμού

Στον εποικοδομισμό περιέχονται οι εξής φιλοσοφικές-παιδαγωγικές αντιλήψεις:

i) Ο ψυχολογικός εποικοδομισμός του Piaget, που υποστηρίζει ότι η μάθηση εξαρτάται από το μαθητή και γίνεται μέσω των γνωστικών συγκρούσεων.

ii) Ο κοινωνικός εποικοδομισμός του Durkheim, που υποστηρίζει ότι η μάθηση εξαρτάται από την επίδραση του κοινωνικού περιβάλλοντος στις αντιλήψεις του υποκειμένου.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

iii) Ο ριζοσπαστικός εποικοδομισμός του Von Glasersfeld, ο οποίος υποστήριξε ότι η γνώση δεν είναι αντικειμενική, αλλά αποτελεί απλώς την οργάνωση των εμπειριών μας.

β) Αρχές του εποικοδομισμού

Η πλέον σημαντική αλλά και καθοριστική αρχή του εποικοδομισμού είναι η αρχή της *εννοιολογικής αλλαγής*. Η αρχή αυτή αναφέρεται στην ανάγκη αλλαγής της προηγούμενης αντίληψης που έχουν συχνά οι μαθητές για διάφορες έννοιες και φαινόμενα πριν, ακόμη να έλθουν στο σχολείο.

γ) Ο Μηχανισμός της Γνωστικής Αλλαγής και οι Προηγούμενες Αντιλήψεις των Μαθητών στον Εποικοδομισμό

i) Η έννοια του γνωστικού σχήματος

Το κεντρικό πρόβλημα της μάθησης είναι η δόμηση της σημασίας των εννοιών (Τσουμπέλης, 2003).

Οι οργανωμένες πληροφορίες στο νου του ανθρώπου, κατά τη γνωστική ψυχολογία, αποτελούν την έννοια του γνωστικού σχήματος (cognitive schema). Ωστόσο, και σε άλλους τομείς της ψυχολογίας υιοθετήθηκε η χρήση του όρου πρόσφατα, για να περιγράψει αισθήσεις, συναισθήματα και διαπροσωπικές εμπειρίες.

Στην *Κριτική του Καθαρού Λόγου*, ο Kant (μετάφραση Γιανναρά, 1979, σελ. 160) ονομάζει *σχήμα* μιας έννοιας «... την παράσταση μιας γενικής λειτουργίας της φαντασίας, που έγκειται στο να προμηθεύει σε κάθε έννοια την εικόνα της».

Κατά τον Piaget, το δυναμικό να αντιδρά το άτομο, κατά κάποιο τρόπο, αποτελεί αυτό που ονομάζεται γνωστικό σχήμα. Για παράδειγμα, το δυναμικό να παρατηρεί το παιδί ένα αντικείμενο είναι το σχήμα της παρατήρησης. Αυτό το σχήμα θεωρείται ως η νοητική εκείνη δομή η οποία καθιστά δυνατή την παρατήρηση.

Όταν το παιδί παρατηρεί κάτι το συγκεκριμένο, τότε στην ουσία αντιδρά σε κάποιο συγκεκριμένο ερέθισμα. Το ερέθισμα μαζί με τις ειδικές συνθήκες μέσα στις οποίες εκδηλώνεται η αντίδραση αποτελούν το περιεχόμενο του σχήματος. Επίσης, η διαδικασία κατά την οποία ο οργανισμός αντιδρά προς το περιβάλλον με την ενσωμάτωση εμπειριών στα υπάρχοντα σχήματα λέγεται *αφομοίωση* (Δημητρόπουλος,

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

1999).

Η θεωρία που προτείνει ο Piaget για τη γνωστική διαδικασία είναι ότι κάθε πρόσκτηση εξαρτάται από τα γνωστικά σχήματα του υποκειμένου. Με άλλα λόγια, ενώ η συνειρμική προσέγγιση θεωρεί ως μονόδρομη τη σχέση ανάμεσα στο ερέθισμα και στην ανταπόκριση του υποκειμένου, ο Piaget με τη διαδικασία της αφομοίωσης-εναρμόνισης διαβλέπει αμφίδρομες διεργασίες σ' αυτή τη σχέση, που στηρίζονται σε μεγάλο βαθμό και στην εσωτερική οργανωτική δομή του υποκειμένου. Αυτό σημαίνει πως το κάθε στοιχείο του περιβάλλοντος, που αποτελεί ερέθισμα για το υποκείμενο, διηθείται και ως ένα βαθμό μετασχηματίζεται από τις εσωτερικές δομές του ατόμου. Με τη σειρά τους οι εσωτερικές δομές εμπλουτισμένες από τις αφομοιωμένες προσκτήσεις γίνονται πιο ευέλικτες και μπορούν, ως ένα βαθμό, να μετασχηματισθούν έτσι, ώστε να ενταχθούν σ' αυτές στοιχεία του περιβάλλοντος που δεν μπορούσαν να ενσωματωθούν στις προηγούμενες δομές του υποκειμένου (Βαρνάβα-Σκούρα, 1994).

Το μνημονικό ίχνος, το οποίο αντιστοιχεί σε κάθε νέα γνώση, τείνει να κάνει κάθε νέα «διαδικασία» να μοιάζει με την αρχική διαδικασία, η οποία άφησε το ίχνος. Όσο πιο δυνατό είναι το ίχνος τόσο πιο ισχυρή είναι η επίδρασή του στις νέες διαδικασίες. Για να είναι δυνατό να επέλθει μάθηση, οι πληροφορίες πρέπει να παρουσιάζονται κατά τρόπο, ώστε να είναι δυνατή η αφομοίωσή τους στη νοητική δομή του ατόμου. Αν οι πληροφορίες είναι εντελώς άγνωστες, δεν μπορεί να προκληθεί αφομοίωση ή διαμόρφωση, άρα είναι αδύνατη η μάθηση. Αν είναι εντελώς όμοιες με τα σχήματα, δεν υπάρχει ανάγκη για μάθηση. Στην πραγματικότητα, στη θεωρία του Piaget «αφομοιώνω σημαίνει καταλαβαίνω, και διαμορφώνω σημαίνει μαθαίνω». Οι προσφερόμενες εμπειρίες πρέπει να είναι μερικώς νέες, ώστε να προκαλούν διαμόρφωση και, συνεπώς, νοητική ανάπτυξη (Δημητρόπουλος, 1999).

Κατά τον Rumelhart και τους συνεργάτες του (Rumelhart και Ontory, 1977-Rumelhart και Norman, 1985), **τα βασικά χαρακτηριστικά του γνωστικού σχήματος** είναι τα εξής:

(α) Τα *γνωστικά σχήματα είναι πακέτα πληροφοριών*, που αποτελούνται από ένα σταθερό πυρήνα και από διάφορες μεταβλητές διαστάσεις.

(β) *Τα σχήματα αναπαριστούν γενικές έννοιες*, οι οποίες ποικίλλουν ως προς τα επίπεδα αφαίρεσης.

(γ) *Τα σχήματα δεν είναι αλληλοαναιρούμενα πακέτα πληροφοριών, αλλά «φωλιάζουν» το ένα μέσα στο άλλο, μπορούν δηλαδή να υπάρχουν συγχωνευμένα (embedded) το ένα μέσα στο άλλο*, όπως παραδείγματος χάρη το σχήμα του κεφαλιού, που περι-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

λαμβάνει ένα πρόσωπο, μάτια, μύτη, στόμα, καθένα από τα οποία είναι ξεχωριστό σχήμα.

(δ) *Αναπαριστούν γνώση και όχι ορισμούς γνώσης.* Τα γνωστικά σχήματα αποτελούν τη γνώση και την εμπειρία του ατόμου για τον κόσμο και όχι αφηρημένους κανόνες.

(ε) Τα σχήματα είναι ενεργές «συσκευές» αναγνώρισης, τις οποίες το υποκείμενο χρησιμοποιεί προσπαθώντας να αποδώσει νόημα σε ελλιπείς πληροφορίες (Ντάβου, 2000).

ii) Η έννοια της προηγούμενης αντίληψης

Σύμφωνα με τον Giordan (1990) οι προηγούμενες αντιλήψεις είναι πολύπλοκες και αποτελούνται από ερωτήματα, αμετάβλητους τρόπους σκέψης, πλαίσια σημασιών και σημείων αναφοράς, καθώς και σημαίνοντα, που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Επιπλέον, οι αντιλήψεις αυτές κινητοποιούνται ανάλογα με την ισχύουσα κατάσταση και προσαρμόζονται σε αυτήν. Οι αναπαραστάσεις αυτές λειτουργούν ταυτόχρονα ως δομές αποκωδικοποίησης, που δίνουν νόημα στις συσσωρευμένες πληροφορίες, αλλά και ως δομές υποδοχής, οι οποίες επιτρέπουν ενδεχομένως την αφομοίωση νέων δεδομένων. Έχουν, δηλαδή, ένα ενδιάμεσο ρόλο μεταξύ της γνώσης και των δομών σκέψης του ατόμου: ο μαθητής δομεί τη γνώση του με την αλληλεπίδραση των προηγούμενων αντιλήψεών του και των πληροφοριών που είναι δυνατό να προσλάβει δια μέσου αυτών. Οι προηγούμενες αντιλήψεις αναπλάθονται συνεχώς και η καινούργια γνώση πρέπει να ενταχθεί στις προϋπάρχουσες δομές που διαθέτει ο μαθητής (Bertrand, 1994).

Αυτές οι προηγούμενες αντιλήψεις αποτελούν και επιστημολογικά εμπόδια. Για παράδειγμα, οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών για το άτομο είναι ασυμβίβαστες με τη σύγχρονη επιστημονική άποψη και προέρχονται -τουλάχιστον εν μέρει - από τον τρόπο που οι ιδέες για τα άτομα παρουσιάζονται στο πρόγραμμα σπουδών των σχολείων και των κολλεγίων. Ειδικότερα, υποστηρίζεται ότι η έννοια του ατόμου στην εκπαίδευση είναι ένα ασυνάρτητο υβρίδιο των ιστορικών προτύπων και ότι αυτό εξηγεί γιατί οι μη μυημένοι μαθητές αποδίδουν συνήθως στα άτομα ιδιότητες που ανήκουν σωστότερα σε άλλες χημικές οντότητες, όπως τα μόρια ή τα υποατομικά σωματίδια.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Μεταξύ των άλλων και ο Bachelard πιστεύει ότι οι αρχαΐζουσες και αναχρονιστικές επιστημονικές ιδέες για το άτομο, που επιζούν στο πρόγραμμα σπουδών χημείας, ενεργούν ως επιστημολογικά εμπόδια και ότι αυτά τα εννοιολογικά απολιθώματα ενθαρρύνουν τους μαθητές για να αναπτύξουν μια ατομική οντολογία και ένα ανάλογο επεξηγηματικό πλαίσιο, για την περιγραφή των χημικών αντιδράσεων. Αυτές οι ιδέες ενεργούν έπειτα ως εμπόδια στην ανάπτυξη μιας σύγχρονης χημικής προοπτικής για τη δομή του ατόμου και για την εκτίμηση της φύσης των χημικών αλλαγών σε μοριακό επίπεδο (Taber, 2003).

Ταυτόχρονα, οι Kruse και Roehrig καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι οι παρερμηνείες των σπουδαστών, αν και πολυαριθμότερες, παραλληλίζονται με εκείνες των δασκάλων τους. Αυτό μπορεί να σημάνει ότι οι παρερμηνείες των δασκάλων μεταφέρονται στους σπουδαστές (Moore, 2005).

iii) Η έκφραση των προηγούμενων αντιλήψεων

Η έκφραση των προηγούμενων αντιλήψεων αντιμετωπίζεται ως το μόνο μέσο μάθησης. Σύμφωνα με την άποψη αυτή, ο παιδαγωγός δημιουργεί μια κατάσταση εκκίνησης που σκοπό έχει να οδηγήσει το μαθητή στην έκφραση των αντιλήψεών του για την πραγματικότητα. Στη συνέχεια, είτε μέσω της εργασίας σε ομάδες είτε εργαζόμενος με όλη την τάξη, οδηγεί αυτές τις διαφορετικές αντιλήψεις είτε στη σύγκλησή τους είτε στην απόκλισή τους. Έτσι, προκύπτουν συζητήσεις που οδηγούν τους μαθητές στην αποστασιοποίησή τους από τις προσωπικές τους ιδέες, ενδεχομένως στην ανάπτυξή τους και κάποτε στην αναδιοργάνωσή τους. Η πρακτική αυτή αντιτίθεται στις σχολαστικές πρακτικές της από καθέδρας διδασκαλίας, μιας και ο εκπαιδευτικός επικεντρώνεται κυρίως στο μαθητή. Ο εκπαιδευτικός λειτουργεί ως εκείνος που διευκολύνει τη μάθηση και είναι αυθεντικός. Ο μαθητής αφήνεται ελεύθερος να λειτουργήσει με πολλαπλούς τρόπους και σύμφωνα με τις ικανότητές του στην πορεία της κατάκτησης των γνώσεων που ο ίδιος θεωρεί σημαντικές. Η παιδαγωγική αυτή παρουσιάζει ενδιαφέρον και είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στις αρχικές φάσεις της μύησης, τόσο για τους νέους όσο και για τους ενήλικες. Αποτελεί, όπως λέει ο Giordan (Bertrand, 1994), μία απαραίτητη περίοδο στην καταπολέμηση κάποιων αναστολών που προέρχονται από τις παραδοσιακές παιδαγωγικές. Αποκαθιστά και ερεθίζει την περιέργεια, ενισχύει την εμπιστοσύνη στον εαυτό μας, αναπτύσσει την επικοινω-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

νία και ενθαρρύνει το μαθητή στην επιλογή ορισμένων στόχων σε σχέση με τα ιδιαίτερα ενδιαφέροντά του (Bertrand, 1994).

Κατά τους Giordan (1990), Larochelle και Desautels (1992), γρήγορα γίνονται αισθητά τα όρια αυτής της πρώτης επιλογής σε ό,τι αφορά την οικοδόμηση της γνώσης. Ιδιαίτερα, κατά τη διάρκεια της εκμάθησης βασικών εννοιών, δεν επιτρέπει την πραγματική υπέρβαση των προηγούμενων αντιλήψεων. Αυτό συμβαίνει, διότι η παιδαγωγική αυτή προσέγγιση προϋποθέτει μια συνέχεια ανάμεσα στην άμεση κατάνόηση της πραγματικότητας και στη διδασκόμενη γνώση και διότι δεν είναι δυνατό να περάσουμε από τη μια στην άλλη, παρά μόνο μέσω τομών και ρήξεων (Bertrand, 1994).

iv) Ο αγώνας ενάντια στις προηγούμενες αντιλήψεις
(Επιστημολογική διαταραχή - Η έννοια της γνωστικής σύγκρουσης).

Η διδασκαλία θα πρέπει να εναντιωθεί σε εκείνες τις αναπαραστάσεις των μαθητών που εμποδίζουν τη μάθηση. Για τους ερευνητές που προτείνουν αυτή την υπόθεση, οι προηγούμενες αντιλήψεις είναι ενδιαφέρουσες λόγω των λαθών που φανερώνουν. Ο εκπαιδευτικός έχει υπερβολικά συχνά την τάση να αποκαλύπτει το γνωστικό στόχο που προτίθεται να θέσει και να υποτιμά πολύ συχνά την αντίσταση των προηγούμενων αντιλήψεων ή θεωρεί αρκετή την παρουσίαση ενός μοναδικού επιχειρήματος ή ενός κρίσιμου πειράματος, ώστε να ξεπεράσει τα εμπόδια (Bertrand, 1994).

Οι εναλλακτικές ιδέες των αρχαρίων σε ό,τι αφορά την έννοια του ατόμου, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως (σελ. 45), προέρχονται, τουλάχιστον εν μέρει, από τον τρόπο που οι ιδέες για τα άτομα παρουσιάζονται στο πρόγραμμα σπουδών των σχολείων. Αυτές οι ιδέες ενεργούν έπειτα ως εμπόδια στην ανάπτυξη μιας σύγχρονης χημικής αντίληψης για τη δομή της ύλης. Η κυριολεκτική έννοια "του ατόμου" έχει γίνει μια νεκρή μεταφορά, δηλαδή η αρχική έννοια του όρου έχει χαθεί, δεδομένου ότι η σύγχρονη θεωρητική οντότητα είναι διαφορετική και στηρίζεται στην κβαντοχημεία. Για το Δημόκριτο όλες οι ουσίες αποτελούνταν από τα άτομα, και οι σύγχρονοι, αρχάριοι μαθητές στη χημεία, αποκτούν την ίδια πεποίθηση (Taber, 2003).

Το να ανασκευάσουμε, όμως, μια προηγούμενη αντίληψη δεν είναι εύκολο, αφού αυτή αντιστέκεται βασισμένη σε μια εξαιρετικά επεξεργασμένη επιχειρηματολογία, που εντάσσεται σε μια ευρύτερη συνεκτική δομή, που διαθέτει τα λογικά της

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

επιχειρήματα και τα εννοιολογικά της συστήματα. Οι προηγούμενες αντιλήψεις δεν αποτελούν πάντοτε εμπόδιο για το μαθητή. Αντίθετα, υποδεικνύουν στο διδάσκοντα το δρόμο που μένει να διανύσει, ενώ ταυτόχρονα του αποκαλύπτουν τις δυσκολίες που είναι δυνατό να συναντήσουν οι μαθητές του (Giordan και De Vecchi, 1987- Giordan, 1990 - Bertrand, 1994).

Είναι σημαντικό για το δάσκαλο να γνωρίζει ότι κατά τη διδασκαλία των αφηρημένων και άγνωστων εννοιών, για «να δέσει» τη νέα γνώση με την προϋπάρχουσα, μπορεί να χρησιμοποιεί τις μεταφορές ή τις αναλογίες. Ακόμη, είναι γνωστό ότι μερικές εναλλακτικές συλλήψεις μπορούν να είναι πολύ ανθεκτικές στην αλλαγή (Chi et al, 1994 - Garnett et al, 1995), και οι δάσκαλοι θα πρέπει ίσως να δουλέψουν πολύ σκληρά για να πείσουν τους αρχαρίους να αλλάξουν μερικές ιδέες, αν αυτές έχουν εδραιωθεί στη συνείδησή τους (Hewson και Hewson, 1984). Ο Bachelard, ο οποίος είχε διδάξει τη χημεία και τη φυσική στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και γνώρισε πολύ καλά τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, θεώρησε ότι αυτές θα έπρεπε να κατεδαφιστούν, προτού προλάβει να εμφανιστεί η αποτελεσματική εκμάθηση (Souque, 1988- Goldhammer, 1984, σελ. xxiv - Taber, 2003).

Διάφορες έρευνες έδειξαν ότι οι σπουδαστές επιμένουν στις παρανοήσεις τους και ότι, ενώ πολλοί από αυτούς μετατοπίστηκαν, εντούτοις υπάρχει δυσκολία στο να αλλάξουν κάποιες από αυτές, έστω κι αν χρησιμοποιήθηκε μια διαδικασία διδασκαλίας (κύκλος εκμάθησης) γνωστή για την αποτελεσματικότητά της στην αποφυγή/αντικατάσταση των παρανοήσεων των σπουδαστών (Sandoval, 1995) και την προώθηση της εννοιολογικής αλλαγής (Ebenezer και Haggerty, 1999).

Η ύπαρξη ασυμφωνίας μεταξύ της πραγματικότητας και του τι γίνεται αντιληπτό μπορεί να είναι αποτέλεσμα αντιληπτικής σταθερότητας, ασάφειας ή πλάνης (Cassells και Green, 1999). Επιπλέον, η σταθερότητα των παρερμηνειών ερευνήθηκε ως λειτουργία του εκπαιδευτικού επιπέδου, δείχνοντας ότι οι παρερμηνείες μερικών σπουδαστών είναι ανθεκτικές στην αλλαγή, παρά το υψηλό επίπεδο γνώσεων χημείας που έχουν λάβει κατά τη χημική τους εκπαίδευση (Nicoll, 2001).

Η χρήση των επιδείξεων, των αναλογιών και των εκπαιδευτικών εφαρμογών είναι πολύ καλά πρακτικά διδακτικά μέσα, που έχουν χρησιμοποιηθεί για να προκαλέσουν τους σπουδαστές, ώστε να εξετάσουν τις βαθιές παρερμηνείες τους. Επίσης, η χρήση της τεχνολογίας, σήμερα, μπορεί κι' αυτή να βοηθήσει προς την κατεύθυνση της αποβολής αυτών των επίμονων παρερμηνειών. Όλοι πρέπει να δώσουμε προσοχή σε αυτά τα μέσα, τα οποία μπορούν να μας βοηθήσουν στη βελτίωση της εκμάθησης

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

κατά τη διδασκαλία. Όπως επισημαίνουν οι Wood, Breyfogle και Whitfield, το μεγαλύτερο πρώτο βήμα είναι να προκληθούν οι σπουδαστές έτσι, ώστε να δυσαρεστηθούν με τις προηγούμενες αντιλήψεις τους (Mason, 2006).

Τα συμπεράσματα έδειξαν ότι:

- οι περισσότερες παρανοήσεις αντικαταστάθηκαν με τη χρήση των όρων βασικών εννοιών σε σύγκριση με τη μη χρήση όρων βασικών εννοιών στον κύκλο των μαθημάτων, και
- η κακή αλληλοσυσχέτιση των όρων με τις έννοιες στις οποίες αντιστοιχίζονται, ομοίως αποτελεί εμπόδιο στην εννοιολογική αλλαγή (Cavallo, 2003).

Οι Larochelle και Desautels (1992) συμπεραίνουν ότι: «*Αν είναι αλήθεια ότι για μερικούς μαθητές οι προσπάθειες ερμηνείας και σύγκρουσης συντελούν στην ανάπτυξη μιας πιο φωτισμένης κατανόησης της επιστημονικής γνώσης, για μερικούς συμβαίνει ακριβώς το αντίθετο: η απόσταση μεταξύ των προσωπικών και των προτεινόμενων αντιλήψεων είτε δε γίνεται αντιληπτή είτε, όποτε γίνεται αντιληπτή, δε θεωρείται επαρκής. Τελικά, διακρίνουμε στους μαθητές την τάση να οδηγούνται στη συνύπαρξη των δύο αντιλήψεων, της μιας (της δικής τους) που είναι χρήσιμη στην καθημερινή ζωή και της «άλλης» που χρησιμεύει στις σχολικές εξετάσεις*». Οι εν λόγω ερευνητές προτείνουν μια θεωρία της αλλαγής στις αντιλήψεις, που ονόμασαν *επιστημολογική διαταραχή*. Βρίσκουμε εδώ, πρώτα από όλα, την επιβεβαίωση της εποικοδομιστικής τους αντίληψης για το πώς μαθαίνει ο μαθητής. Καμία εκπαιδευτική πρακτική δεν μπορεί να αγνοήσει τις γνώσεις των μαθητών. Αντίθετα, είναι υποχρεωμένη να τις υπολογίζει. Από εκεί ξεκινώντας οι Larochelle και Desautels απασχολούνται, στη συνέχεια, με την έννοια της γνωστικής σύγκρουσης και συνιστούν τη χρήση των «μοντέλων των αλλαγών της αντίληψης». Η παιδαγωγική στρατηγική της γνωστικής σύγκρουσης που προτείνουν περιλαμβάνει:

(α) Την παρουσίαση ενός προς μελέτη φαινομένου. Οι μαθητές καλούνται να διατυπώσουν και να συζητήσουν τις αντιλήψεις τους σχετικά με το προς μελέτη φαινόμενο, καθώς και τις προβλέψεις τους σχετικά με την εξέλιξή του.

(β) Τη διαμόρφωση ενός γεγονότος που να διαταράσσει. Οι σπουδαστές είναι δυνατό (πρέπει) να βρεθούν αντιμέτωποι με ένα φαινόμενο που είναι δυσεξήγητο στο πλαίσιο των αντιλήψεών τους, είτε με ένα φαινόμενο που η εξέλιξή του διαψεύδει τις προβλέψεις τους. Τέτοια γεγονότα θα τους εισάγουν σε μια γνωστική σύγκρουση.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

γ) Την αναδόμηση των ιδεών. Η φάση αυτή χαρακτηρίζεται από την οργάνωση διαφόρων δραστηριοτήτων (συζητήσεων, παρουσιάσεων, εργαστηριακών ασκήσεων κ.λπ.) που στοχεύουν στο να βοηθήσουν τους μαθητές να επιλύσουν το πρόβλημα - ή τα προβλήματα - που σχετίζονται με το φαινόμενο που προκαλεί τη γνωστική διαταραχή και να αποκαταστήσουν έτσι τη γνωστική τους ισορροπία. Θεωρούμε τότε πως αυτή η αποκατάσταση θα τους οδηγήσει στην αλλαγή των αντιλήψεών τους, προς όφελος εκείνων που θεωρούνται αξιόπιστες από τη σχετική επιστήμη (Bertrand, 1994).

δ) Παιδαγωγικά προφίλ των μαθητών

Ένας άλλος τρόπος προσέγγισης οικοδόμησης της γνώσης είναι αυτός των παιδαγωγικών προφίλ, που περιγράφουν τα γνωστικά χαρακτηριστικά των μαθητών και τις μεθόδους εργασίας τους.

Το σημαντικότερο από τα μοντέλα παιδαγωγικού προφίλ είναι αυτό που περιγράφεται από τον Antoine De la Garanderie και το οποίο αναφέρει ότι ο μαθητής διαθέτει σχολικές ικανότητες, μία μέθοδο εργασίας και έναν τρόπο επεξεργασίας της πληροφορίας. Ο De la Garanderie έχει ήδη σημειώσει στα πρώτα μαθήματα φιλοσοφίας ότι ο νους των μαθητών δεν ήταν άγραφος πίνακας. Από το έργο του Bachelard, που γνωρίζει καλά, ιδίως από το *La philosophie du non*, ο συγγραφέας ανασύρει την έννοια του επιστημολογικού προφίλ (1980): Εκτιμούσα, πράγματι, ότι το πνεύμα των μαθητών μου δεν ήταν *tabula rasa in qua nihilscriptum (άγραφος χάρτης στον οποίο τίποτε δεν έχει γραφεί).*

Ο μαθητής ακολουθεί συνήθειες στην πνευματική του συμπεριφορά, που είναι δυνατό να λειτουργήσουν ως *επιστημολογικά εμπόδια* σε κάθε πνευματική αλλαγή που θα επιθυμούσαμε να του επιβάλουμε. *«Ο θεμελιώδης παιδαγωγικός νόμος (De la Garanderie, 1980) είναι πως, για να μάθουμε και να καταλάβουμε, έχουμε ανάγκη από νοητικές εικόνες».* Χωρίς εικόνα δεν υπάρχει σκέψη, και η νοητική εικόνα είναι η πρώτη ύλη για την κατανόηση και την απομνημόνευση. Οι οπτικοί τύποι αναπλάθουν την πραγματικότητα υπό τη μορφή οπτικών νοητικών εικόνων που αναπαριστούν πράγματα ή μορφές. Οι ακουστικοί τύποι διηγούνται στον εαυτό τους την πραγματικότητα με τη μορφή μιας εσωτερικής γλώσσας (Carnot: Γάλλος νευροψυχίατρος, στα τέλη του 19ου αιώνα) (Bertrand, 1994).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΙΙ) Κοινωνιογνωστικές Θεωρίες

Η αφετηρία των κοινωνιογνωστικών θεωριών της εκπαίδευσης βρίσκεται στη συνειδητοποίηση από τους εκπαιδευτικούς της αναγκαιότητας να λάβουν υπόψη τους τις πολιτισμικές και κοινωνικές συνθήκες κάτω από τις οποίες γίνεται η μάθηση.

Αντίθετα προς τα κοινωνικά μοντέλα τα οποία στηρίζονται κυρίως στις αλλαγές που πρέπει να γίνουν στην κοινωνία, αντίθετα προς τα ψυχογνωστικά μοντέλα τα οποία ενδιαφέρονται κυρίως για τη λειτουργία του νου, οι κοινωνιογνωστικές θεωρίες μιλούν για τις πολιτισμικές και κοινωνικές συνθήκες της μάθησης. Το ενδιαφέρον εστιάζεται περισσότερο στις επιρροές που εξασκεί το περιβάλλον (ο περιβάλλων χώρος, οι κοινωνικές τάξεις, η τοπική κουλτούρα, ο λαϊκός πολιτισμός κ.λπ.), και στη θέση που παίρνουν οι σχετικοί με το θέμα ερευνητές και εκπαιδευτικοί. Με λίγα λόγια, η ίδια η φύση της μάθησης είναι στη βάση της κοινωνική και πολιτισμική. Οι δεσμοί μεταξύ της μάθησης και της ζωής μέσα στην κοινωνία δεν μπορούν να αποκοπούν.

Οι Brown, Collins και Duguid (1989) προτείνουν μια θεωρία της εκπαίδευσης στηριζόμενη περισσότερο σε μια επιστημολογία της αντίληψης και της δράσης παρά σε μια επιστημολογία της αναπαράστασης. Κατά την άποψή τους, η γνώση είναι ένα εργαλείο, το οποίο εξαρτάται κυρίως από τη δράση και την κουλτούρα. Ταυτόχρονα, υποστηρίζουν ότι η μάθηση, έτσι όπως καθορίζεται από τη σύγχρονη σχολική κουλτούρα, είναι ατελής, δηλαδή μη προσαρμοσμένη στον πραγματικό κόσμο. Επίσης υπάρχει πρόβλημα με τη μάθηση στο σχολείο, επειδή αυτή γίνεται σαν να υπήρχε η γνώση από μόνη της, ανεξάρτητα από κάθε κοινωνικοπολιτισμικό περιεχόμενο. Αγνοεί το πολιτισμικό περιεχόμενο από όπου προέρχονται οι γνώσεις (Lave, 1988) και δεν ασχολείται με το κοινωνικό περιεχόμενο, στο οποίο θα χρησιμοποιηθούν οι γνώσεις που αποκτήθηκαν (Bertrand, 1994).

Με βάση την κοινωνιογνωστική αντίληψη για τη μάθηση αναπτύχθηκε από τον Καναδό ερευνητή McLean (1988) ένα παιδαγωγικό μοντέλο μάθησης, η *συνεργατική μάθηση*, που είναι κατάλληλη για να εφαρμόζεται στη διδασκαλία των θετικών επιστημών (Bertrand, 1994).

Ο Slavin (1990b) διαπιστώνει ότι δεν είναι πεπεισμένοι όλοι ότι η συνεργατική μάθηση είναι αποτελεσματική για όλες τις κατηγορίες και όλα τα είδη εκμάθησης. Οι γνώμες διίστανται όσον αφορά την αποτελεσματικότητα της συνεργατικής προσέγγισης στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση σε δύσκολα θέματα. Οι Newman και

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Thompson (1987) δεν πιστεύουν στην άκριτη εφαρμογή και αποτελεσματικότητα της συνεργατικής προσέγγισης στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Bertrand, 1994).

Ως προς τα μέσα άσκησης για τη γνωστική επιτάχυνση, συνήθως αυτά επιλέγονται ανάλογα με τη θεωρία που πρεσβεύει κανείς σχετικά με το μηχανισμό γνωστικής αλλαγής. Για τους οπαδούς του Piaget, για παράδειγμα, ο μηχανισμός αυτός δεν είναι άλλος από τη γνωστική σύγκρουση, η οποία αναγκάζει τη σκέψη να κινηθεί προς νέα επίπεδα γνωστικής ισορροπίας. Για αυτούς που πιστεύουν στη σημασία της κοινωνικής αλληλεπίδρασης (στο πλαίσιο της θεωρίας του Piaget ή του Vygotsky), η μέθοδος παρέμβασης είναι να θέσεις το άτομο σε συνθήκη ομαδικής λύσης προβλημάτων με συνομήλικους (ή ενήλικες) που διαθέτουν ήδη το στοχευόμενο στάδιο σκέψης (Κωσταρίδου – Ευκλείδη, 2003).

Αρκετές φορές τίθεται το ερώτημα γιατί μερικοί μαθητές μαθαίνουν, ενώ κάποιοι άλλοι με ίσες ευκαιρίες μάθησης και κάτω από τις ίδιες συνθήκες δε μαθαίνουν. Οι προσωπικοί παράγοντες, τα διαφορετικά ενδιαφέροντα και ο τρόπος με τον οποίο στέκονται απέναντι στην επιστήμη μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τις εκβάσεις μάθησης. Η μάθηση είναι μια πολύπλευρη διαδικασία, η οποία μπορεί να οφείλεται σε πέντε ευδιάκριτους παράγοντες ή προοπτικές, που είναι οι παρακάτω:

- η επιστημολογία
- η οντολογία (οι στόχοι και οι φιλοδοξίες των μαθητών)
- τα κίνητρα
- το επίπεδο διαμόρφωσης, και
- η νοητική ανάπτυξη.

Οι διαφορετικοί στόχοι, ο πολιτισμός και τα προσωπικά γνωρίσματα προσφέρουν τις πιθανές εξηγήσεις ως προς το γιατί οι προσλαμβανόμενες γνώσεις και εμπειρίες των σπουδαστών είναι διαφορετικές.

Οι περιπτωσιολογικές μελέτες που επισημάνθηκαν προτείνουν ότι η εκμάθηση των σπουδαστών είναι περισσότερο εξελικτική παρά επαναστατική και ότι οι στόχοι και οι φιλοδοξίες των σπουδαστών έχουν επιπτώσεις στον τρόπο με τον οποίο σκέφτονται και μαθαίνουν την επιστήμη (Harrison και Treagust, 2001).

Πολλά πειράματα στις Η.Π.Α. απέδειξαν την αποτελεσματικότητα της συνεργατικής μάθησης. Οι Augustine, Gruber και Hanson (1990) επισήμαναν ότι η προσέγγιση αυτή είχε ως αποτελέσματα:

- μια ριζική αλλαγή της αντίληψης της εκμάθησης και της διδασκαλίας στους δασκάλους και

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

- ❖ την απόκτηση πιο κοινωνικών ικανοτήτων και συμπεριφορών από τους μαθητές, όπως: η δυνατότητα να μοιράζεται κανείς τις ιδέες με κάποιον άλλο, η αποδοχή των άλλων, μια καλύτερη ψυχική υγεία, μια καλύτερη αντίδραση στην ομάδα κ.λπ.» (Bertrand, 1994).

Ο McLean προτείνει για τη βελτίωση της ποιότητας της μάθησης συνεργατικές και επαγωγικές στρατηγικές διδασκαλίας. Εξάλλου, ο ίδιος ερευνητής παραθέτει στις εργασίες του πολλές έρευνες, οι οποίες δείχνουν ότι η διδασκαλία των μαθηματικών και των θετικών επιστημών δε λαμβάνουν καθόλου υπόψη τους το περιβάλλον του μαθητή. Τα προβλήματα που δίδονται για λύση θα έπρεπε να εμπνέονται, υποστηρίζει, από την καθημερινή ζωή του παιδιού. Οι μαθητές κινητοποιούνται και μαθαίνουν περισσότερο, όταν μπορούν να διαπιστώσουν κάποια χρησιμότητα στις αποκτημένες γνώσεις. «Το νόημα των γνώσεων δεν μπορεί να είναι αφηρημένο», βεβαιώνει ο ίδιος ερευνητής, ο οποίος επιμένει στην αναφορά ενός ουσιώδους αξιώματος της λειτουργικής θεωρίας: *δομούμε το νόημα των πραγμάτων σύμφωνα με τις εμπειρίες μας*.

Ο Αμερικανός πρωτοπόρος του κοινωνιογνωστικού ρεύματος Bandura, προτείνει στο βιβλίο του, *Social Learning Theory* (1971), μια πιο ολοκληρωμένη θεωρία και δημιουργεί τελικά, το 1986, μια αλληλεπιδραστική κοινωνιογνωστική θεωρία, η οποία στηρίζεται στην ακόλουθη πρόταση: τα γεγονότα τα οποία παράγονται στο περιβάλλον, τα χαρακτηριστικά του ατόμου και οι συμπεριφορές επηρεάζονται αμοιβαία κατά την ανάπτυξη της γνώσης. Ο Bandura, το 1986, θα προσθέσει ότι η κοινωνιογνωστική σύγκρουση δε διαδραματίζει πρωτεύοντα ρόλο στον εποικοδομισμό. Η απόκτηση γνωστικών ικανοτήτων δε στηρίζεται στην παρουσία μιας γνωστικής σύγκρουσης. Οι άνθρωποι δεν περιμένουν να έχουν μια εσωτερική γνωστική σύγκρουση ώστε να αναπτυχθούν. Πολλά κοινωνικά κίνητρα, όπως η πρόβλεψη ενός διαφορετικού μέλλοντος, μπορούν να προκαλέσουν την εξέλιξη των γνώσεων.

Ο Bruner (1986) παίρνει, επίσης, την ίδια θέση και υποστηρίζει ότι το «Εγώ» διαμορφώνεται από τον κόσμο μέσα στον οποίο ζει. Το «Εγώ» δεν είναι ποτέ ανεξάρτητο από την κοινωνικοπολιτιστική του ύπαρξη. Ερμηνεύει τον κόσμο αλλά η ερμηνεία αυτή πραγματοποιείται μέσα από μια διαπραγμάτευση με τους άλλους (Vygotsky, 1988). Με λίγα λόγια, το «Εγώ» είναι κυρίως αμοιβαία μεταβιβαζόμενο. Οι αμοιβαίες αυτές μεταβιβάσεις καθορίζουν και καθοδηγούν το άτομο στις ενέργειές του και η κουλτούρα είναι το εξελικτικό και συνεργικό σύνολο αυτών των αμοιβαίων μεταβιβάσεων. Ο Vygotsky υποστηρίζει ότι το σύνολο των κοινωνικών αλληλεπιδρά-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

σεων είναι αυτό το οποίο επιτρέπει στο ατομικό πνεύμα να προοδεύει (Bertrand, 1994).

Β. Η Διδακτική στις Φυσικές Επιστήμες

1. Γενικά

Παρά το γεγονός ότι κοινωνικοοικονομικά, φιλοσοφικά, ψυχολογικά και βιολογικά κριτήρια καθορίζουν και διευρύνουν το σκοπό της αγωγής, εντούτοις η γνώση παραμένει ο κύριος μοχλός επίτευξης αυτού του σκοπού.

Η διδασκαλία, που είναι μία μόνο από τις διαδικασίες που οδηγούν στη μάθηση αναμφίβολα, είναι η κύρια μέθοδος μεταδόσεως γνώσεων, γι' αυτό και η ψυχολογία της μάθησης αφορά τη διδασκαλία. Κάθε αρχή και τεχνική που χρησιμοποιείται στη διδακτική πράξη είναι λογικά εφαρμογή των πορισμάτων της ψυχολογίας της μάθησης (Δημητρόπουλος, 1999).

Μετά το 11° έτος της ηλικίας, δηλαδή κατά την περίοδο της αφαιρετικής σκέψης ή των τυπικών συλλογισμών (4η περίοδος ανάπτυξης κατά Piajet,) αναπτύσσονται στο μαθητή σύνθετες δομές. Στην περιοχή των φυσικών επιστημών ο μαθητής συλλαμβάνει όλες τις παραμέτρους ενός φαινομένου και επιχειρεί το συσχετισμό τους. Η αναπτυγμένη αφαιρετική ικανότητα αποδεσμεύει τη νόηση από το συγκεκριμένο και το μερικό. Η οργανωμένη δομή προχωράει στην κατηγοριοποίηση και στη γενίκευση. Συλλογιστικά, πλέον, η νόηση κινείται με άνεση πάνω και μέσα σε σχήματα της επαγωγής, της παραγωγής, της υπόθεσης και της θεωρίας. Η σκέψη ήδη εξακοντίζει το περιβαλλοντικό στοιχείο και μπορεί να δουλέψει πάνω σε νοητικές κατηγορίες.

Στη φάση των τυπικών συλλογισμών, πέρα από το δάσκαλο, το βιβλίο μπορεί να κατευθύνει σφαιρικά το μαθητή. Στη γνώση πάντα προέχει η εδραιωμένη και συνεπής δόμηση μιας νοητικής κατασκευής. Φαίνεται, πλέον, πως το διδακτικό βιβλίο αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο μιας αληθινής μάθησης: Οι φλυαρίες και οι περιττολογίες κατευθύνουν, στο τέλος, τη σκέψη σε μια δόμηση στείρα, επιβλαβή και αποδιοργανωτική (Τοπαλίδης, 1980).

Ο ρεαλιστικός τρόπος μεταφοράς της γνώσης, κατά τον προφορικό ή γραπτό λόγο, σχετίζεται με την επιστημονική κατάρτιση καθώς και με τη γνώση και τον καλό χειρισμό της γλώσσας και συμβάλλει στην αποφυγή παρερμηνειών και στη δημιουρ-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

γία εσφαλμένων εντυπώσεων. Αν θεωρηθεί δεδομένη η επιστημονική κατάρτιση για το δάσκαλο ή το συγγραφέα, τότε προϋπόθεση για την ακριβή μεταφορά των γνώσεων αποτελεί η καλή γνώση και ο καλός χειρισμός της γλώσσας. Αυτό, βέβαια, δε σημαίνει ότι ο δάσκαλος ή ο συγγραφέας θα πρέπει να διακρίνεται για την εκφραστική ή τη λογοτεχνική του δεινότητα. Θα λέγαμε ότι είναι αρκετό και οι δύο να διακρίνονται για την ακριβολογία τους και για τη χρήση μιας συγκεκριμένης τεχνικής, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά το γραπτό λόγο. Ο ρεαλιστής δάσκαλος ή συγγραφέας συμπεριφέρεται ρεαλιστικά απέναντι στα πάντα, απέναντι στους ακροατές ή στον τρόπο ομιλίας του ο πρώτος και στους αναγνώστες του ή στο υλικό του ο δεύτερος, δηλαδή ο καθένας απέναντι στον εαυτό του και στο κοινό του.

Ιδιαίτερα ο συγγραφέας αντιλαμβάνεται την πραγματικότητα μέσα από ένα συνεχή αγώνα ενάντια στη σχηματικότητα και στην αοριστία και φροντίζει προσεκτικά το υλικό του και το κρίνει με προσοχή (Μπρεχτ, 1990). Και τούτο διότι, όταν η γνώση μεταφέρεται απ' ευθείας στο ακροατήριο, υπάρχει η δυνατότητα παρέμβασης για την υποβολή διευκρινιστικών ερωτήσεων, κάτι το οποίο συμβάλλει στην αποφυγή παρερμηνειών και στη δημιουργία εσφαλμένων εντυπώσεων. Αυτό δεν είναι δυνατό να συμβαίνει κατά την ανάγνωση ενός βιβλίου, όπου ο αναγνώστης, εάν δεν είναι σε θέση να ελέγξει την ορθότητα της πληροφορίας, το πλέον πιθανό είναι να υιοθετήσει το περιεχόμενό της.

Παρόλα αυτά, δε θα πρέπει να διαφεύγει της προσοχής του δασκάλου η ανικανότητα ή αδυναμία που διακρίνει τις περισσότερες φορές το ακροατήριο στο να ασκήσει έλεγχο στην ακρίβεια της μεταφερόμενης πληροφορίας ή γνώσης. Αυτό, όπως επισημαίνεται άλλωστε από το Γάλλο ιατρό και κοινωνιολόγο *Γουσταύο Λε Μπον*, σχετίζεται με την ελάττωση της πνευματικής δραστηριότητας του ατόμου, όταν είναι ενταγμένο σε ένα πλήθος. Ο ίδιος αναφέρει ότι το πλήθος είναι εξαιρετικά εύπιστο και ευεπηρέαστο και ότι στερείται από κάθε ικανότητα κριτικής. Οι μαθητές μιας σχολικής τάξης, βέβαια, δεν αποτελούν ένα τυχαίο και ανομοιογενές πλήθος. Ωστόσο δεν παύουν να χάνουν την ατομικότητά τους, κάτι που οδηγεί συνήθως σε αδυναμία εκδήλωσης αντίδρασης (Σίγμουντ Φρόϋντ, *«Ομαδική Ψυχολογία και Ανάλυση του Εγώ»*). Τα άτομα που συμμετέχουν σε πλήθη με εκδήλωση νοητικής δραστηριότητας, πάντοτε σε επίπεδο χαμηλότερο από την αντίστοιχη ατομική, σέβονται τη δύναμη του αρχηγού και κατ' αναλογία οι μαθητές την αυθεντία του δασκάλου, κάτι που είναι αποτρεπτικό στην άσκηση κάθε ελέγχου εκ μέρους τους στη μεταφερόμενη σ' αυτούς πληροφορία και γνώση.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

Την ίδια αδυναμία για άσκηση κριτικής επιδεικνύει ο μαθητής ένεκα της μυστηριώδους και ακατανίκητης δύναμης, που ονομάζεται *γόητρο*, και που ασκεί συνήθως επάνω του ο δάσκαλος ή ο συγγραφέας. Το γόητρο είναι ένα είδος μαγείας (γοητείας) που εξασκεί στο πνεύμα μας ένα άτομο, ένα έργο ή μια θεωρία. Αυτή η γοητεία, όπως αναφέρει ο *Λε Μπον*, παραλύει όλες τις κριτικές μας δυνατότητες και γεμίζει την ψυχή μας κατάπληξη και σεβασμό. Το γόητρο το διακρίνει σε επίκτητο ή τεχνητό και σε προσωπικό. Το πρώτο το αποκτούν τα άτομα από το όνομά τους, τον πλούτο τους ή την ιδιότητά τους (δάσκαλος, συγγραφέας κ.λπ.), ενώ το δεύτερο είναι προσόν ολίγων ατόμων, που εξαιτίας του επιβάλλονται ως αρχηγοί και επιβάλλουν την υπακοή, ως δια μαγείας.

Ο επιστημονικός λόγος πρέπει να είναι αγνός, διότι δεν αποσκοπεί στο να πείσει ή να μεταπείσει, αλλά απλά στο να αποδείξει. Δε χρησιμοποιεί την προπαγάνδα ούτε τα ρητορικά σχήματα για να κάνει τους ανθρώπους να αποδεχτούν τη γνώση. Επιζητάει την καθαρή αλήθεια και εφαρμόζει την αυστηρή κριτική στη χρήση των πειστικών μέσων. Αν δε διακρίνονταν για την ηθική του ο επιστημονικός λόγος, δε θα είχε διαδραματίσει το ρόλο που μέχρι στιγμής διαδραμάτισε στην εξέλιξη της ανθρωπότητας και, ταυτόχρονα, δε θα είχε και μέλλον. Η καθαρότητα και η ειλικρίνεια που τον διακρίνει τον καθιστά αξιοπρεπή και αιώνιο, όπως, άλλωστε, καθετί μεγάλο. Το ίδιο, βέβαια, συμβαίνει και με τους μεγάλους της ανθρωπότητας, τους σοφούς και τους επιστήμονες. Αιώνια θα δεσπόζουν στο πνευματικό και επιστημονικό στερέωμα σοφοί, όπως ο Σωκράτης, ο Πλάτωνας, ο Αριστοτέλης, και όχι σοφιστές, καθώς επίσης και επιστήμονες – χημικοί και όχι αλχημιστές (Ρενάν, 1931).

Πολλές φορές δημιουργούνται παρανοήσεις στο μαθητή, δηλαδή λανθασμένες απόψεις, που οφείλονται στην αδυναμία του να κατανοήσει τις αναφερόμενες θεωρίες, τις ιδέες ή τις διαδικασίες. Οι παρανοήσεις είναι δυνατό να οφείλονται στο μαθητή, καθόσον κάθε καινούργιο θέμα που παρουσιάζεται σε ένα μαθητή αμέσως χωρίζεται από αυτόν σε κομμάτια της ήδη υπάρχουσας δικής του γνωστικής δομής, με την οποία ταιριάζει η καινούργια ιδέα ή φαίνεται να ταιριάζει. Ο μαθητής στην προσπάθειά του να μετασχηματίσει την καινούργια ιδέα, για να την ταιριάξει με την ήδη υπάρχουσα γνωστική του δομή, προκαλεί πολλές φορές παρανόηση (Τσαπαρλής, 2000). Ωστόσο, οι Kruse και Roehrig, σε έρευνά τους καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι ένα μέρος των παρερμηνειών των σπουδαστών παραλληλίζεται με εκείνες των δασκάλων τους. Αυτό μπορεί να σημάνει ότι οι παρερμηνείες των δασκάλων μεταφέρονται στους σπουδαστές (Moore, 2005).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ο δάσκαλος της Χημείας είναι δυνατό να σκέφτεται συγχρόνως στα τρία επίπεδα κατά Johnstone, στο *μακροσκοπικό*, στο *μικροσκοπικό ή υποατομικό* και στο *συμβολικό ή αναπαραστασιακό*. Οι τρεις αυτές συνιστώσες μπορούν να παρασταθούν ως τρεις γωνίες ενός τριγώνου. Η μακροσκοπική συνιστώσα περιλαμβάνει το χειροπιαστό, το ορατό και το χρήσιμο. Η υποατομική συνιστώσα αφορά τα άτομα, τα μόρια, τη δομή, τους χημικούς δεσμούς και τις αλληλεπιδράσεις των μορίων. Τέλος, η συμβολική συνιστώσα έχει να κάνει με τα σύμβολα, τις χημικές εξισώσεις και τους στοιχειομετρικούς και άλλους υπολογισμούς.

Είναι εύκολο να σκεφτεί και να εργαστεί κάποιος σε μακροσκοπικό επίπεδο. Οι απαιτήσεις γίνονται πολλές όταν περάσουμε στα άλλα δύο επίπεδα. Οι περισσότεροι άνθρωποι που σκέφτονται χημικά, σκέφτονται μόνο σε μακροσκοπικό επίπεδο. Η σκέψη του δασκάλου της Χημείας μπορεί να αναπαρασταθεί με μια σειρά σημείων στο εσωτερικό του τριγώνου που αναφέρθηκε παραπάνω, σε θέσεις που εξαρτώνται από την αναλογία των τριών συνιστωσών. Οι περισσότεροι μαθητές αδυνατούν να παρακολουθήσουν τις περιπλανήσεις αυτές του δασκάλου στο εσωτερικό του τριγώνου.

Η λειτουργία της αντίληψης και η επεξεργασία των πληροφοριών στη μνήμη εργασίας εξαρτώνται πολύ από το τι υπάρχει στη Μακροπρόθεσμη Μνήμη (ΜΜ). Έτσι, για να καταλάβουμε τις έννοιες του στοιχείου και της χημικής ένωσης, οι έννοιες του ατόμου και του μορίου πρέπει να υπάρχουν στη ΜΜ. Περαιτέρω, είναι απαραίτητο να παριστάνουμε τις έννοιες αυτές με σύμβολα, τύπους και εξισώσεις. Βρισκόμαστε, επομένως, στο εσωτερικό του τριγώνου. Τα άτομα όμως και τα μόρια είναι πέρα από τις αισθήσεις μας και οι έννοιές τους δεν υπάρχουν στη ΜΜ των μαθητών. Θα χρειαστεί, λοιπόν, πολύς χρόνος και προσπάθεια, προτού αυτές οι έννοιες εγκατασταθούν σ' αυτή. Άπαξ και αυτό επιτευχθεί, μπορεί κάποιος να βλέπει τον κόσμο μέσα από μια διαφορετική και, κυρίως, αποτελεσματική οπτική γωνία (Τσαπαρλής, 2000).

2. Τα μέσα που πρέπει να χρησιμοποιεί ο δάσκαλος της χημείας

Ο De la Garanderie (1980) μελέτησε τις πνευματικές συνήθειες από πολύ κοντά στις σχολικές τάξεις και στις ομάδες καθηγητών και μαθητών με καλή επίδοση, για να διαπιστώσει ότι οι μαθητές λειτουργούσαν με τη βοήθεια νοητικών εικόνων ή αναπαραστάσεων, που μετατρέπονταν σε γενικές διαδικασίες που εφαρμόζονταν σε

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

κάθε σφαίρα της γνώσης. *«Ο θεμελιώδης παιδαγωγικός νόμος λέει πως, για να καταλάβουμε και να μάθουμε, έχουμε ανάγκη από νοητικές εικόνες»*. Χωρίς εικόνα δεν υπάρχει σκέψη, και η νοητική εικόνα είναι η πρώτη ύλη για την κατανόηση και την απομνημόνευση (Bertrand, 1994).

Ο Taurisson (1988) υιοθετεί τη θεωρία του De la Garanderie, που υποστηρίζει πως *«η ενθύμηση είναι η επιστροφή στις αντιλήψεις μας, ώστε να οικοδομήσουμε νοητικές εικόνες, ακουστικές ή οπτικές και να τις δώσουμε, έτσι, νόημα»*.

Ο De la Garanderie (1980) διατυπώνει ένα θεμελιακό παιδαγωγικό νόμο, σύμφωνα μα τον οποίο: *«Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να παρέχει στο μαθητή την αντίληψη των εικόνων που ο μαθητής δεν μπορεί να αποκτήσει μόνος του. Ο μαθητής που αναπλάθει οπτικά αυτό που αντιλαμβάνεται έχει ανάγκη από μια διδασκαλία που του παρέχει ακουστικές αντιλήψεις και το αντίστροφο»* (Bertrand, 1994).

Η μάθηση είναι η μετάβαση σε μια νέα γνωστική κατάσταση που επηρεάζεται από κάποια προηγούμενη μάθηση θετικά ή αρνητικά, δηλαδή να διευκολύνεται ή να παρεμποδίζεται από αυτή. Η νέα μάθηση μπορεί να προκαλεί αποβολή, απομάθηση, προηγούμενης μάθησης. Το φαινόμενο αυτό ορίζεται ως λήθη. Κατά τον Guthrie, λήθη σημαίνει παρεμβολή (θεωρία της παρεμβολής). Αν δεν υπάρχει παρεμβολή (άλλη μάθηση), δεν υπάρχει λήθη (Δημητρόπουλος, 1999).

Η χημεία θεωρείται δύσκολο αντικείμενο για τους σπουδαστές. Οι δυσκολίες μπορούν να οφείλονται στην ανθρώπινη δυνατότητα για μάθηση, καθώς επίσης και στην εγγενή φύση του επιστημονικού αντικειμένου. Ο σχηματισμός των εννοιών με βάση το πώς τις αντιλαμβανόμαστε, παρατηρώντας τα κοινά χαρακτηριστικά και τις περιοδικότητες των φαινομένων, τελικά εδραιώνονται στη μνήμη με τη βοήθεια παραδειγμάτων ή και όχι.

Η ψυχολογία για το σχηματισμό των περισσότερων χημικών εννοιών είναι αρκετά διαφορετική από αυτήν του "κανονικού" κόσμου. Πρόκειται για μια ψυχολογική προσέγγιση από την άποψη της διδακτικής, που τη διακρίνει η βαθμιαία ανάπτυξη των εννοιών. Ταυτόχρονα, έχουμε την προστιθέμενη περιπλοκή που οφείλεται στην ενεργοποίηση και στη συσχέτιση των τριών επιπέδων σκέψης που προαναφέρθηκαν στη σελ. 56: του μακροσκοπικού, που περιλαμβάνει το χειροπιαστό, το ορατό και το χρήσιμο και του υποατομικού και μοριακού, που περιλαμβάνει τα άτομα, τα μόρια, τη μοριακή δομή και τους χημικούς δεσμούς· τέλος, του συμβολικού ή αναπαραστασιακού, που περιλαμβάνει τη χρήση των συμβόλων, των χημικών εξισώσεων και των μαθηματικών υπολογισμών. Είναι ψυχολογικό σφάλμα να προσπαθήσει να

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

εισάγει κάποιος τους αρχαρίους στις έννοιες και στα τρία επίπεδα, ταυτόχρονα. Σ' αυτόν ακριβώς το λόγο οφείλεται και η προέλευση πολλών παρερμηνειών. Ο εκπαιδευμένος χημικός μπορεί να κρατήσει αυτούς τους τρεις σε ισορροπία, αλλά όχι και ο αρχάριος (Johnstone, 2000).

Το αξίωμα που επιβάλλει στους δασκάλους να οδεύουν από το συγκεκριμένο στο αφηρημένο είναι ίσως περισσότερο τετριμμένο από ότι έχει κατανοηθεί.

Το *συγκεκριμένο* δηλώνει έννοια που διακρίθηκε οριστικά από τις άλλες έννοιες, ώστε να γίνεται αμέσως δι' εαυτής αντιληπτή (τραπέζι - καρέκλα - θερμάστρα – ένδυμα). Οι όροι μεταβιβάζουν την έννοια τόσο άμεσα, ώστε δεν απαιτείται προσπάθεια για μεταφορά.

Οι έννοιες ορισμένων πραγμάτων και όρων συλλαμβάνονται μόνον αφού ανακαλέσουμε οικειότερα πράγματα ή έννοιες και χαράξουμε συνδέσμους μεταξύ αυτών και των μη εισέτι κατανοητών. Το *οικείο* είναι πνευματικά συγκεκριμένο. Έτσι, για τον πλήρως εξοικειωμένο με τη φυσική και τη χημεία, οι πνευματικές σημασίες του ατόμου και του μορίου, από τη στιγμή που θα θεωρηθούν πλήρως αφομοιωμένες, είναι, σαφώς, συγκεκριμένες. Ως εκ τούτου, μπορεί να γίνεται συνεχής χρήση αυτών, άνευ ουδεμιάς καταβολής σκέψης για το τι εννοούμε.

Τα *πρακτικά* πράγματα είναι οικεία.

Το *θεωρητικό* ή *στενά πνευματικό* είναι αφηρημένο (Dewey, 1910).

Ακόμη, ο δάσκαλος της χημείας θα πρέπει να έχει υπόψη του:

1) Την απαίτηση για καλή κατοχή του περιεχομένου των εννοιών

Για να διδαχθεί επιτυχώς η χημεία θα πρέπει οι δάσκαλοι να έχουν μια καλή γνώση περιεχομένου *(content knowledge)* των εννοιών τις οποίες πραγματεύονται, πράγμα που εμπίπτει στη φύση της σφαίρας της επιρροής της φιλοσοφίας της χημείας. Επίσης, θα πρέπει να έχουν μια καλή παιδαγωγική γνώση *(pedagogical knowledge)* και, τέλος, πρέπει να έχουν παιδαγωγική γνώση περιεχομένου *(pedagogical content knowledge)* για να υπάρχει η δυνατότητα να διαβιβάζουν τη γνώση στους σπουδαστές, πράγμα που εμπίπτει στη φύση της σφαίρας της επιρροής της φιλοσοφίας και της ψυχολογίας της χημικής εκπαίδευσης (Justi και Gilbert, 2002).

2) Την καλή χρήση της γλώσσας και την ακρίβεια του λεξιλογίου που χρησιμοποιεί

Μόνα τους τα απλά στοιχεία (λέξεις) δε δηλώνουν καμία κρίση. Οι προτάσεις όμως εκφράζουν κρίσεις, που μπορεί να είναι ορθές ή εσφαλμένες (Αριστοτέλης Περί

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

Ερμηνείας 1. 16α. 10. και 4. 16β. 25).

Η γλώσσα είναι όργανο της σκέψης και δείχνει με ποιο τρόπο βλέπει ο άνθρωπος τον κόσμο. Η κατάταξη και ταξινόμηση του κόσμου σε έννοιες είναι βγαλμένη από την αντίληψη που έχει για τα πράγματα. Η γλώσσα όμως δείχνει ταυτόχρονα και τη λογική πορεία που ακολουθεί ο νους μας. Ο άνθρωπος μέσα από τη γλώσσα γνωρίζει μαζί με τον κόσμο και το νου.

Το γλωσσικό σύμβολο είναι ο φορέας της πραγματικότητας. Ο κόσμος είναι μια ιεραρχία από έννοιες που κλείνονται η μία στην άλλη. Οι έννοιες αυτές βρίσκονται μέσα στα ίδια τα πράγματα και είναι τα γένη και τα είδη της οργανικής και ανόργανης φύσης (Αριστοτέλης *Τοπικά, Σοφιστικοί Έλεγχοι*). Για τον Αριστοτέλη η γλώσσα ήταν ένας άμεσος εκφραστής της πραγματικότητας (Μουρέλος, 1968).

Έρευνα που έγινε στο *Department of Chemistry, University of York, Heslington, York*, με φοιτητές του πρώτου έτους, έδειξε ότι αποτελεί πηγή σύγχυσης και δημιουργίας αβεβαιότητας η μη σωστή (ακριβής) χρήση της γλώσσας στις περιπτώσεις όπου αυτό, ιδιαίτερα, απαιτείται. Στο πλαίσιο της έρευνας έγινε φανερό ότι οι παρερμηνείες ήταν εύκολο να ξεπεραστούν από εκείνους τους φοιτητές που στην προηγούμενη εμπειρία τους ήταν εξοικειωμένοι με δασκάλους που είχαν πετύχει ένα υψηλό επίπεδο «ακρίβειας» στη χρήση της γλώσσας. Πάντως, σύμφωνα με την άποψη δομιστών της μάθησης, δεν μπορεί κάποιος να προσδοκά ότι είναι εύκολο να επέλθει αναδημιουργία μιας παρανοημένης έννοιας, που ενσωματώθηκε ήδη στο μυαλό (Tomlinson et al., 2001).

Ο Vygotsky αναφέρθηκε με εργασία του στο ρόλο της γλώσσας αλλά και των πολιτισμικών διαφορών στην ανάπτυξη. Η γλώσσα στον Vygotsky, όπως και στον Dewey, είναι ένας τρόπος να οργανώνει κάποιος τις σκέψεις του για τα πράγματα. Ο Vygotsky λέει: *«Η Ανθρώπινη Μάθηση προϋποθέτει συγκεκριμένη κοινωνική πραγματικότητα και μια διαδικασία με την οποία τα παιδιά εξισώνονται με τη διανοητική ζωή των γύρω τους»*. Η ιδιοφυία του Vygotsky έγκειται στο ότι αναγνώρισε τη σημασία της αναλογίας που υπάρχει μεταξύ της κτήσης των άλλων μορφών γνώσεων και της κτήσης της γλώσσας (language acquisition), και φαίνεται ότι οδηγήθηκε εκεί μέσα από τη βαθειά πεποίθηση ότι η γλώσσα και οι μορφές της – από την αφήγηση και το παραμύθι ως την άλγεβρα και το διαφορικό λογισμό – αντανακλούν την ιστορία της ανθρωπότητας.

3) Τη λειτουργία του τρόπου με τον οποίο διδάσκουμε

Μερικές φορές ο τρόπος διδασκαλίας τον οποίο έχουμε επιλέξει για να χρησι-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

μοποιήσουμε δε λειτουργεί έναντι των συγκεκριμένων σπουδαστών μας ή του συγκεκριμένου ακροατηρίου, εν γένει. Μερικές φορές είναι επιβεβλημένο να γίνει και εξατομικευμένη διδασκαλία (tutoring), κατά την οποία αυτό που κάνει ο δάσκαλος είναι εκείνο που δεν μπορεί να κάνει το παιδί (Βαρνάβα-Σκούρα, 1994). Ομοίως, απαραίτητη είναι η δημιουργία κατάλληλου κλίματος για την υποβολή ερωτήσεων. Και μάλιστα, όσο ο δάσκαλος αλλά και οι γονείς δίνουν καλύτερες απαντήσεις, τόσο αυξάνονται οι πιθανότητες τα παιδιά να κάνουν ενδιαφέρουσες ερωτήσεις.

4) Την πιλοτική διδασκαλία

Μια πιλοτική διδασκαλία γίνεται σε μικρή ομάδα μαθητών και έχει ως στόχο να διερευνήσει:

- τη χρονική διάρκεια
- τις τυχόν αδυναμίες της διδασκαλίας
- την ανταπόκριση των μαθητών και
- ενδεχομένως άλλα στοιχεία που μπορεί να σχετίζονται με μια ερευνητική διδασκαλία (Μαθιουδάκη κ. α., 2003).

5) Τις προ-διαλέξεις, ως εργαλείο για αύξηση της κατανόησης εκ μέρους των μαθητών των οποίων το υπόβαθρο στη χημεία είναι λιγότερο από επαρκές

Τα τελευταία έτη διαπιστώνεται ότι η διδασκόμενη πανεπιστημιακή χημεία δε συσχετίζεται με τις γνώσεις που έχουν οι εισερχόμενοι σπουδαστές στα τμήματα χημείας. Ταυτόχρονα, η απόδοση αυτών των φοιτητών για τα επόμενα έτη φαίνεται να επηρεάζεται από το επίπεδο των προ-πανεπιστημιακών γνώσεών τους. Το πρόβλημα αυτό φάνηκε να αντιμετωπίζεται επιτυχώς με την καθιέρωση του θεσμού των προδιαλέξεων, που υιοθετήθηκε για τα δύο πρώτα έτη.

Με βάση τα στοιχεία της έρευνας που έκαναν οι Sirhan, Gray, Johnstone και Reid (1999), προτείνεται ότι οι προ-διαλέξεις μπορούν να είναι ένα χρήσιμο εργαλείο στη διευκόλυνση των σπουδαστών για να κατανοήσουν περισσότερο τις διαλέξεις. Η επίδραση είναι ιδιαίτερα σημαντική στους σπουδαστές των οποίων το υπόβαθρο στη χημεία είναι λιγότερο από επαρκές.

Παράλληλα, από την έρευνα προέκυψε ότι θα ήταν προτιμότερο να μειωθεί η ποσότητα της ύλης, ώστε να απελευθερώνεται χρόνος για την καλύτερη προετοιμασία των φοιτητών για την ύλη που θα ακολουθήσει. Φαίνεται ότι η κάλυψη μικρότερης ποσότητας ύλης οδηγεί σε πληρέστερη εκμάθηση (Sirhan at. al., 1999).

Όσα αναφέρθηκαν, ως προϊόν έρευνας που έγινε με φοιτητές του πρώτου έτους σε πανεπιστήμιο της Γλασκόβης, αναλογικά, μπορούν να εφαρμοσθούν και στη

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

Μέση Εκπαίδευση, με την έναρξη κάθε σχολικού έτους και με αντικείμενο τα σημαντικότερα γνωστικά στοιχεία της ύλης της χημείας του προηγούμενου έτους. Ιδιαίτερα θα μπορούσαν οι προδιαλέξεις να χρησιμοποιηθούν στο πρώτο έτος της δεύτερης βαθμίδας της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, δηλαδή στην Α΄ Λυκείου, για την ύλη που διδάχθηκε στη Γ΄ Γυμνασίου ή ακόμη και γι' αυτήν που διδάχθηκε στη Β΄ Γυμνασίου.

6) Το ρόλο του κινήτρου και τη χρήση στρατηγικής στην εκμάθηση της χημείας

Διάφορες μελέτες, όπως αυτή των Zusho και Pintrich (2003), έδειξαν ότι το κίνητρο και η χρήση στρατηγικής κατά τη διδασκαλία άλλαξαν, σε σύντομο χρονικό διάστημα, την απόδοση των σπουδαστών στη χημεία.

Αρχικά, οι σπουδαστές θεωρούσαν ότι η χημεία δεν ήταν σημαντική και χρήσιμη γι' αυτούς. Οι ερευνητές, στη συνέχεια, διαπίστωσαν μια σημαντική μείωση στο κίνητρο, καθώς οι σπουδαστές συνέχιζαν τις σπουδές τους, και, ταυτόχρονα, ότι αυτή η γενική πτώση στο κίνητρο ήταν εντονότερη μεταξύ των μαθητών χαμηλής επίδοσης.

Το πρόβλημα είναι δυνατό να υπερκερασθεί αν ο δάσκαλος της χημείας πείσει τους μαθητές του ότι η χημεία είναι πράγματι αφομοιώσιμη και ότι, όσοι το επιθυμούν, μπορούν να αυξήσουν τις γνώσεις τους και την ικανότητά τους στην αντιμετώπιση σχετικών προβλημάτων χημείας, υιοθετώντας συγκεκριμένες στρατηγικές, που ο δάσκαλος οφείλει να υποδείξει.

Ο δάσκαλος στην προσπάθειά του να δημιουργήσει αλλά και να συντηρήσει το κίνητρο, δε θα πρέπει να παραλείπει να κάνει συχνή αναφορά στο πόσο μεγάλη είναι η χρησιμότητα της χημείας και στο πια είναι η σχέση της με την καθημερινή ζωή (Zusho & Pintrich, 2003).

7) Τη γοητεία που ασκούν τα πολυμέσα

Στην ουσία υιοθετούνται υγιείς εκπαιδευτικές στρατηγικές εκμάθησης, που καθιστούν το διδακτικό υλικό όχι μόνο εκπαιδευτικό, αλλά και γοητευτικό. Το άλλο μοναδικό χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτών των διδακτικών εργαλείων είναι η μεγάλη χρηστικότητά τους (Tan S.-T. και Tan L.-K, 1997).

8) Τη ρητή (ξεχωριστή) διδασκαλία των λαθών που κατά κανόνα γίνονται και αφορούν κάποιες έννοιες

Μελέτη που έγινε στο *Centre for Studies in Science and Mathematics Education, School of Education, University of Leeds, UK*, με μια μικρή ομάδα πανεπιστη-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

μιακών φοιτητών φυσικής του δευτέρου έτους, έδειξε ότι η ρητή διδασκαλία που έγινε για τα λάθη που αφορούν κάποιες έννοιες, στη διάρκεια του προγράμματος σπουδών, είχε ως αποτέλεσμα να οδηγήσει στη σημαντική βελτίωση σε ό,τι αφορά την κατανόησή τους από τους σπουδαστές (Rydera and Clarke, 2002).

9) Την ταυτόχρονη χρήση υπομικροσκοπικών και συμβολικών αντιπροσωπεύσεων

Η χημεία, όπως αναφέρθηκε στη σελ. 56, απεικονίζεται συνήθως σε τρία διαφορετικά επίπεδα αντιπροσώπευσης: μακροσκοπικής, υπομικροσκοπικής και συμβολικής. Οι εξηγήσεις των χημικών εννοιών γίνεται με το συνδυασμό αυτών των αντιπροσωπεύσεων.

Σε αυτό το σημείο επισημαίνουμε την απαραίτητη και ταυτόχρονη χρήση των συμβολικών αναπαραστάσεων, όταν ο δάσκαλος κάνει αναφορά σε υπομικροσκοπικές αναπαραστάσεις (Treagust et al., 2003).

10) Τον αντίκτυπο της χαρτογράφησης και απεικόνισης των εννοιών για τη διδασκαλία τους στο πλαίσιο του μαθήματος της χημείας, σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης

Η γνώση στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση αλλά και στα κολλέγια χαρακτηρίζεται συχνά από έλλειψη συνοχής και έλλειψη ομοιομορφίας των εννοιών, λόγω του ιδιαίτερα τεμαχισμένου και συχνά ιδιαίτερα γραμμικού χαρακτήρα των προγραμμάτων σπουδών. Σ' αυτό συντελεί και η ανεπαρκής προσοχή που δίνεται στους ορισμούς εννοιών και των αλληλεξαρτήσεών τους και στις σχέσεις μεταξύ των εννοιών και των φαινομένων. Για τους παραπάνω λόγους οι σπουδαστές δεν κατέχουν ένα καλά θεμελιωμένο βασικό πλαίσιο, στο οποίο οι πρόσφατες επίκτητες έννοιες μπορούν να ενσωματωθούν. Η ενεργοποίηση αυτών των ενσωματωμένων δομών γνώσης από τους σπουδαστές μπορεί να γίνει με τη βοήθεια της χαρτογράφησης μιας έννοιας και από την καλύτερη απεικόνιση αυτής και των αλληλεξαρτήσεών της (Brandt et al., 2001).

Η χαρτογράφηση των εννοιών, δηλαδή η κατασκευή εννοιολογικού χάρτη και η χρησιμοποίησή του στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, αποτελεί τεχνική με στόχο τη γραφική αναπαράσταση της γνώσης. Οι αναπαραστάσεις αυτές αποτελούνται από δίκτυα εννοιών και τα δίκτυα από κόμβους και διασυνδέσεις. Οι κόμβοι αναπαριστούν τις έννοιες και οι διασυνδέσεις τις σχέσεις μεταξύ των εννοιών.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Η τεχνική της χαρτογράφησης των εννοιών αναπτύχθηκε από τον J. D. N στη διάρκεια της δεκαετίας του 1960 και βασίστηκε στη θεωρία του D. Au (1968) (*The Psychology of Meaniningful Learning*), που τόνιζε τη σημασία της : πάρχουσας γνώσης για τη δυνατότητα κατάκτησης νέων εννοιών. Η «νοηματικ θηση», όπως την αποκαλούσε, σήμαινε την προσαρμογή των νέων εννοιών στις ' χουσες γνωστικές δομές (www.moec.gov.cy/ dde/klimakio/ Themata/Epistimi/ : grafisi/index.htm).

Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή:

- Νοηματική μάθηση σημαίνει την αφομοίωση νέων εννοιών στις προϋπάρχουσες γνωστικές δομές.
- Ο μαθητής πρέπει να επιλέγει συνειδητά να κάνει αυτή τη σύνδεσ
- Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να ενθαρρύνουν τις διαδικασίες αυτές μ χρήση εργαλείων, όπως οι εννοιολογικοί χάρτες.

Ένα παράδειγμα χαρτογράφησης εννοιών είναι το επόμενο:

Έννοιες

Νερό

Στερεό

Υγρό

Αέριο

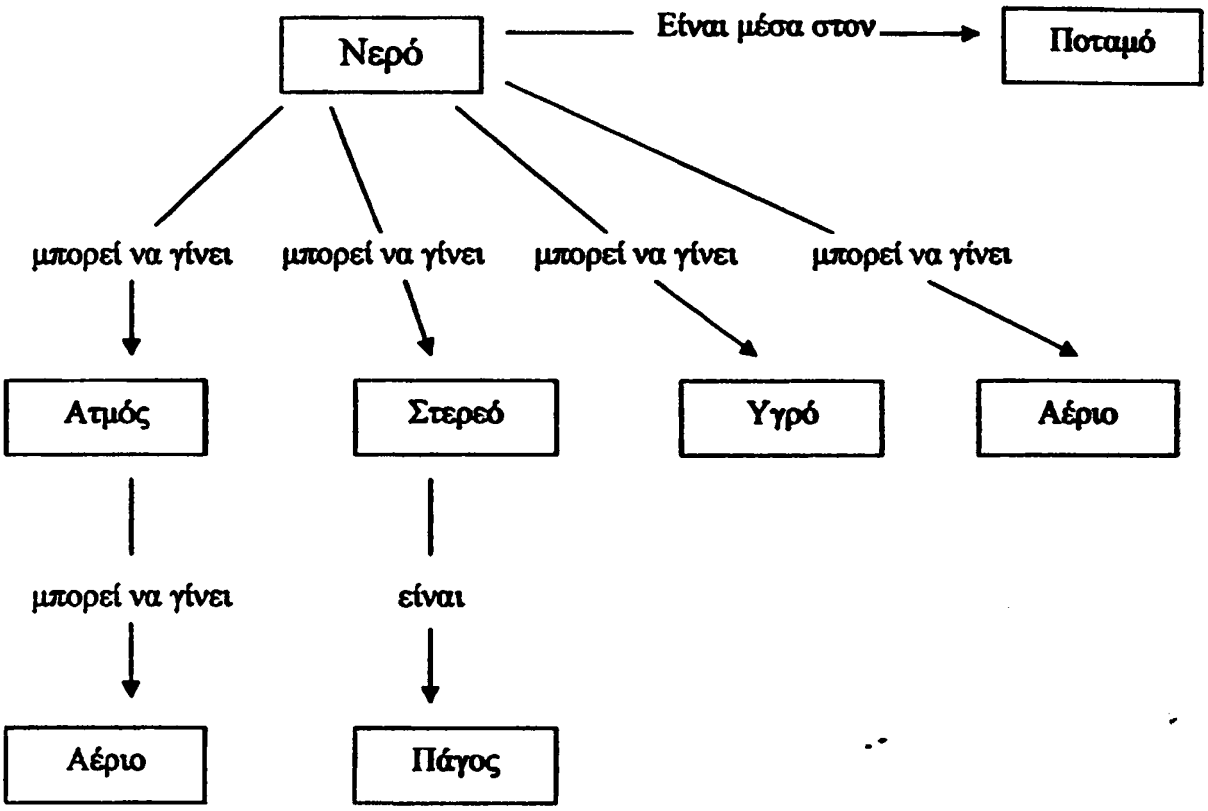
Ποταμός

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Πάγος

Ατμός

Εννοιολογικός Χάρτης



Σύμφωνα και με τις απόψεις του Tony Buzan για τους εννοιολογικούς χάρτες, αυτοί:

1) Αποτελούνται από μια κεντρική λέξη ή έννοια
   - γύρω από την κεντρική έννοια μπορούν να σχεδιαστούν 5 με 10 ιδέες που σχετίζονται με την κεντρική
   - για κάθε μια ιδέα που βρίσκεται κάτω από την κεντρική έννοια μπορούν να σχεδιαστούν άλλες 5 με 10 σχετικές ιδέες
2) Μπορούν να εφαρμοστούν για:
   - τη «γέννηση» ιδεών
   - το σχεδιασμό μιας πολύπλοκης δομής
     - παρουσιάσεις υπερμέσων
     - ιστοσελίδες
     - μεγάλα σε έκταση κείμενα
   - την αναπαράσταση πολύπλοκων ιδεών μας με σκοπό την παρουσίασή τους σε άλλα άτομα

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

3) Έχουν τα εξής μαθησιακά οφέλη:

- «ξεκαθάρισμα» σκέψης
- ενίσχυση κατανόησης
- ενσωμάτωση νέας γνώσης
- αναγνώριση παρανοήσεων

4) Μπορούν να εφαρμοστούν στη διδασκαλία για την:

- καταγραφή παρατηρήσεων
- καθοδήγηση κάποιας διερεύνησης
- αξιολόγηση της εννοιολογικής κατανόησης
- εξαγωγή αρχικών ιδεών
- παρακολούθηση της σύνδεσης νέων γνώσεων σε προϋπάρχουσες δομές
- οπτική αναπαράσταση σχέσεων μεταξύ θεμάτων και εννοιών

(http://www2.cytanet.com.cy/klimakio/epimorfosi/concept_mapping.ppt)

11) Το ρόλο της χρησιμοποίησης της οπτικοχωρικής (visuospatial) γνώσης στην εκμάθηση της χημείας

Για το λόγο αυτό πρέπει ο δάσκαλος της χημείας να κατέχει ότι: 1) υπάρχουν μελέτες που αναφέρονται στη χρησιμοποίηση των χωρικών δυνατοτήτων για την εκμάθηση της χημείας, 2) μερικά από τα εννοιολογικά λάθη των σπουδαστών στη χημεία οφείλονται στις δυσκολίες που έχουν οι σπουδαστές στο να αντιληφθούν τη λειτουργία των οπτικοχωρικών (visuospatial) αναπαραστάσεων, και 3) υπάρχουν εργαλεία απεικόνισης που έχουν ως σκοπό να βοηθήσουν τους σπουδαστές στο να υπερνικήσουν αυτά τα προβλήματα.

Προκειμένου να ερευνηθούν τα φυσικά φαινόμενα μέσω των ιδιοτήτων των μορίων, των ατόμων, των υποατομικών σωματιδίων και των σχέσεων μεταξύ τους, έχουν αναπτυχθεί ποικίλες αντιπροσωπεύσεις, όπως τα μοριακά πρότυπα, οι χημικές δομές, οι χημικοί τύποι, οι χημικές εξισώσεις και τα σύμβολα. Αυτές οι χημικές αναπαραστάσεις παρουσιάζουν στο χώρο τα χαρακτηριστικά των μορίων και τη γεωμετρική μορφή τους σε δύο διαστάσεις και συνθέτουν μια χωρική γλώσσα. Παρουσιάζουν τις πληροφορίες που δεν μπορούν να γίνουν κατανοητές εύκολα και επιτρέπουν στους χημικούς, να σκεφτούν οπτικά και να μεταβιβάσουν τις πληροφορίες, αποτελεσματικά, μέσω μιας μορφής οπτικής επίδειξης προς τους συναδέλφους τους και προς τους μαθητές τους.

Τα προγράμματα σπουδών και τα εγχειρίδια χημείας δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης χρησιμοποιούν ποικίλες οπτικές αναπαραστάσεις για να εισάγουν τις

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

θεμελιώδεις χημικές έννοιες. Ωστόσο, οι σπουδαστές στο επίπεδο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης δυσκολεύονται στο να κατανοήσουν και να μεταφράσουν τις μοριακές και συμβολικές αναπαραστάσεις. Για παράδειγμα, για τον προσδιορισμό των γεωμετρικών ισομερών, που έχουν τον ίδιο χημικό τύπο αλλά διαφορετικές δομές, ο οπτικοχωρικά σκεπτόμενος στη χημεία πρέπει να μεταφράσει ένα χημικό τύπο σε μοριακές δομές και να απεικονίσει τις πιθανές τρισδιάστατες διαμορφώσεις και να συγκρίνει αυτές τις διαμορφώσεις. Λόγω της διπλής φύσης των χημικών αναπαραστάσεων (δηλ., οπτική και εννοιολογική), εκτός από μια εστίαση στους εννοιολογικούς όρους προτείνεται μια οπτικοχωρική προσέγγιση.

Τα οπτικά βοηθήματα και τα εργαλεία εκμάθησης έχουν συγκεντρώσει την προσοχή των ερευνητών τα τελευταία χρόνια, λόγω της σημασίας της οπτικοχωρικής σκέψης, στη χημεία. Αυτά τα εργαλεία έχουν τις μοναδικές ικανότητες να επιτρέπουν στους σπουδαστές να απεικονίζουν τις χημικές οντότητες (π.χ., μόρια και άτομα) που μπορούν να μην είναι προσιτές με τις παραδοσιακές εκπαιδευτικές μεθόδους (Beckwith και Nelson, 1998- Hurwitz και Abegg, 1999). Οι προσομοιώσεις και τα βασισμένα στον υπολογιστή εργαλεία απεικόνισης επιτρέπουν στους σπουδαστές να δουν τις τρισδιάστατες διαμορφώσεις απεικόνισης των μορίων, συμβάλλοντας έτσι στην ανάπτυξη των οπτικοχωρικών δυνατοτήτων των σπουδαστών και στη βελτίωση της εμπειρίας τους για την εκμάθηση της χημείας. Κατά το χειρισμό των τρισδιάστατων συγκεκριμένων προτύπων στις τάξεις, οι δάσκαλοι τής χημείας πρέπει να ενθαρρύνουν τους σπουδαστές στο να εστιάσουν την προσοχή τους στη διαδικασία απεικόνισης (π.χ., όταν περιστρέφεται ένα πρότυπο για να το δει από τις διαφορετικές οπτικές γωνίες) και να τους παρέχουν βοήθεια για να κάνουν τις γνωστικές συνδέσεις μεταξύ των μοριακών αντιπροσωπεύσεων και των εννοιών (π.χ. να εντοπίζουν τη σχέση μεταξύ ενός ατόμου και του αριθμού δεσμών που σχηματίζει) (Wu και Shah, 2004).

12) Τη χρήση των αναλογιών

Οι αναλογίες είναι ευρέως διαδεδομένες στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, διότι είναι δημιουργικά και ισχυρά εργαλεία για την αφομοίωση νέων πληροφοριών με την προσαρμογή τους στις ήδη υπάρχουσες γνώσεις.

Ως αναλογία χαρακτηρίζεται ένα σύστημα σχέσεων (αντιστοιχιών), το οποίο ισχύει ανάμεσα σε τμήματα των δομών δύο *τομέων* ή *περιοχών*. Συγκεκριμένα, του τομέα 'βάση' ή 'πηγή' από τον οποίο αντλείται η αναλογία και του τομέα 'στόχος' (ο αντικειμενικός της σκοπός). Στην ουσία μια αναλογία αναλαμβάνει μεταφορά πληροφοριών (από τη 'βάση' στο 'στόχο') και, κατά συνέπεια, μεταφορά της γνώσης μέσα από τις αντιστοιχίες μεταξύ των δομικών στοιχείων των δύο τομέων. Οι αναλογίες είναι πολύτιμα εργαλεία ειδικά στη μάθηση με εννοιολογική αλλαγή, η οποία ανήκει

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

στον τομέα του εποικοδομισμού. Τα πλεονεκτήματα των αναλογιών μέσα από μια εποικοδομητική προοπτική γενικότερα είναι:

- Προωθούν την εννοιολογική αλλαγή, η οποία ανοίγει νέες προοπτικές
- Διευκολύνουν την κατανόηση του αφηρημένου
- Παρέχουν αισθητοποίηση του αφηρημένου
- Μπορούν να κινήσουν το ενδιαφέρον των μαθητών, λειτουργώντας έτσι ως κίνητρα για την αναζήτηση πληρέστερων εξηγήσεων (Χατζηκωνσταντίνου, 2003).

13) Τη χρήση των μεταφορών για την ανάπτυξη κοινής γλώσσας μεταξύ μαθητών και δασκάλων για τη βελτίωση της εκμάθησης

Η χρησιμοποίηση των μεταφορών μπορεί να επιτρέψει στους σπουδαστές και στους δασκάλους να αναπτύξουν μια κοινή γλώσσα για να αποδώσει η διαδικασία της μάθησης. Ο τρόπος σύλληψης των εννοιών από τους σπουδαστές, κατά τον Bullough (1990), δεν είναι πάντα ο ίδιος και είναι κατασκευή που αναπτύσσεται ως αποτέλεσμα της εμπειρίας αυτού του ίδιου του σπουδαστή. Αυτές οι συλλήψεις είναι συνήθως σιωπηρές, ενσωματωμένες στη γλώσσα και μη εμφανείς στους ερευνητές.

Οι μεταφορές χρησιμοποιούνται ως λεξικολογικά υλικά, που είναι αναγκαίες για να συμπληρώσουν ένα χάσμα για τα δεδομένα και τα φαινόμενα που είναι δύσκολο να περιγραφούν και που ο κάθε μαθητής προσωπικά, δύσκολα κατανοεί. Κατά τον Lakoff (1994), διευκολύνουν την κατανόηση των σχετικά αφηρημένων ή εγγενώς μη δομημένων εννοιών και τις καθιστούν πιο προσιτές και συγκεκριμένου περιεχομένου (Thomas και McRobbie, 1999).

Οι μεταφορές και οι αναλογίες που αναφέρθηκαν παραπάνω χρησιμοποιούνται συχνά ως να είναι μεταξύ τους εναλλακτικές ή ισοδύναμες. Ωστόσο, ο όρος *αναλογία*, κατά τον Glyn (1989), χρησιμοποιείται συχνότερα σε κείμενα που σχετίζονται κυρίως με την επιστήμη και την τεχνολογία, ενώ ο όρος μεταφορά με τη λογοτεχνία και τη φιλολογία. Σύμφωνα με τον Duit (1991) η κύρια διαφορά μεταξύ τους είναι ότι η αναλογία συγκρίνει φανερά τις δομές μεταξύ δύο πεδίων και δείχνει ότι κάποια μέρη τους είναι ίδια, ενώ η μεταφορά συγκρίνει έμμεσα φωτίζοντας τα χαρακτηριστικά ή τις ποιοτικές σχέσεις, οι οποίες όμως δε συμπίπτουν στα δύο πεδία. Κατά τους Thiele και Treagust (1992), η αναλογία είναι μια αντιστοιχία μερικών χαρακτηριστικών μεταξύ εννοιών, αρχών ή μορφών, που κατά τα άλλα είναι ανόμοιες. Η αναλογία, που δε θεωρείται ούτε μοντέλο ούτε γνώση, αλλά μία διαδικασία, θεωρείται

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

περισσότερο κατάλληλη από τη μεταφορά για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Βλάχος, 2004).

Τέλος, για την αποσαφήνιση, έτι περαιτέρω, της διαφοράς μεταξύ της αναλογίας και της μεταφοράς αναφέρουμε ότι:

α) Στην αναλογία, που είναι ένα είδος συλλογισμού, έχουμε κάποια κοινά χαρακτηριστικά δύο συγκρινόμενων, που μας οδηγούν σε ένα πιθανό αποτέλεσμα, και διακρίνεται στη κυριολεκτική αναλογία και στη μεταφορική αναλογία. Κυριολεκτική αναλογία έχουμε όταν τα συγκρινόμενα είναι ομοειδή (χημική ένωση-χημική ένωση), ενώ μεταφορική αναλογία όταν τα συγκρινόμενα είναι ανόμοια (υπολογιστής-ανθρώπινο μυαλό).

β) Η μεταφορά χρησιμοποιείται κυρίως ως εκφραστικό μέσο, μέσω του οποίου αποδίδονται χαρακτηριστικά σε ένα αντικείμενο που στην πραγματικότητα δεν μπορεί να τα έχει (πέτρινη καρδιά).

14) Την ορθή χρήση των μοντέλων

Τα μοντέλα έχουν σημαντικές λειτουργίες και χρήσεις στις επιστήμες. Στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών χρησιμοποιούνται για την περιγραφή, την εξήγηση, τις προβλέψεις κ.α. Στα Αναλυτικά προγράμματα και στα εγχειρίδια αναφέρονται μοντέλα για το πλανητικό σύστημα σε ό,τι αφορά τη διαστημική, το άτομο τη Χημεία, το DNA τη Βιολογία κ.α.

Ως μοντέλο δε θεωρείται αποκλειστικά μια κατασκευή με υλικά (π.χ. μοντέλο του μορίου, του πλανητικού συστήματος, του ηλεκτρικού κινητήρα, κ.λπ.), αλλά ευρύτερα, τα μοντέλα μπορούν να υπάρξουν σε μορφή σχεδίων, διαγραμμάτων, συμβολικών οντοτήτων στην οθόνη των υπολογιστών ή και περιγραφών στη γραπτή γλώσσα και στη γλώσσα των μαθηματικών.

Μοντέλα διαθέτουν ή χρησιμοποιούν και οι μαθητές. Τα μοντέλα αυτά αποτελούν προβολή των νοητικών μοντέλων των μαθητών με τη βοήθεια των υλικών και των μέσων που τους διατίθενται, δηλαδή χαρτιών, μολυβιών, χρωμάτων, πλαστελίνης κ.α. Οι οντολογικές και επιστημολογικές προϋποθέσεις και οι πεποιθήσεις, με τις οποίες οι μαθητές οικοδομούν τα νοητικά τους μοντέλα, εκφράζονται μέσω αυτών των «υλοποιημένων» μοντέλων, τα οποία μπορούν να τεθούν σε συζήτηση και σε διδακτικούς χειρισμούς. Οι διαφορές μεταξύ των επιστημονικών μοντέλων και των μοντέλων των μαθητών, στο πλαίσιο του Εποικοδομισμού, αντιμετωπίζονται με την πρόκληση στους μαθητές να εκφράσουν τα μοντέλα τους, να τα συζητήσουν και ενδεχομένως να τα αλλάξουν, προκειμένου να τα προσεγγίσουν ή να τα ταυτίσουν με τα

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

επιθυμητά (Βλάχος, 2004).

Το μοντέλο δεν ενώνει δύο διαφορετικές φυσικές πραγματικότητες. Υπάρχει αναλογική αντιστοιχία των φυσικών μεγεθών των δύο τομέων, αλλά δεν υπάρχουν σχέσεις που συνδέουν τα αντίστοιχα μεγέθη. Η βασική λειτουργία του μοντέλου είναι η μεταφορά της δομής και των νόμων μιας πραγματικότητας (πλανητικό σύστημα), που μπορούν να εξηγήσουν και να προβλέψουν τα φαινόμενα μίας άλλης πραγματικότητας (άτομο). Σε αυτό το επίπεδο η νέα πραγματικότητα δομείται από το μοντέλο. Το μοντέλο αναδύεται μέσα από τη σκέψη του φυσικού ή του χημικού και αποτελεί ένα εννοιολογικό εργαλείο (Τσουμπέλης, 2003).

15) Τη χρησιμοποίηση του Παγκόσμιου Ιστού

Η χρησιμοποίηση του Παγκόσμιου Ιστού για να βρεθεί απάντηση σε μια ερώτηση της στιγμής είναι κάτι που πρέπει ο σημερινός δάσκαλος να χρησιμοποιεί ως πρώτη μέθοδο, ως πρώτο εργαλείο. Η λέξη «Google», για παράδειγμα, θα πρέπει να του είναι ιδιαίτερα οικεία. Εκείνο το οποίο δε θα σκεφτότανε κανείς ποτέ, πριν από μερικά έτη, σήμερα είναι απόλυτα εφικτό. Η τεχνολογία βρίσκεται μέσα στις τάξεις και, όπως ξέρουμε, αλλάζει συνεχώς και θα συνεχίσει να αλλάζει, και γι' αυτό θα πρέπει ο δάσκαλος να είναι συνέχεια ενημερωμένος. Ο αποτελεσματικός δάσκαλος πρέπει να είναι εξοικειωμένος με τις νέες τεχνολογίες και η πρόσβαση σε διάφορες ηλεκτρονικές διευθύνσεις να του είναι ιδιαίτερα εύκολη.

Ένα καλό μέσο που μπορεί κάποιος να χρησιμοποιήσει, για να δημιουργήσει ή να επεκτείνει ένα ρεπερτόριο, είναι η διαθέσιμη μηχανή αναζήτησης στο WEB, με δείκτη JCE (Journal of Chemical Education), η οποία επιτρέπει την πρόσβαση στα άρθρα, στα τρέχοντα και προηγούμενα τεύχη, με την είσοδο είτε του ονόματος ενός συντάκτη, ενός τίτλου άρθρου, είτε μιας λέξης κλειδιού (Mason, 2006).

16) Τη διεπιστημονικότητα της διδασκαλίας

Η επιστήμη κινείται προς μια όλο και περισσότερο διεπιστημονική δομή, ενώ ταυτόχρονα οι περισσότεροι επιστήμονες συνειδητοποιούν ότι αυξάνεται η πιθανότητα να επιτευχθεί η επίλυση των ολοένα και περισσότερο δύσκολων επιστημονικών προβλημάτων, εάν επιστρατευθεί ολόκληρο το οπλοστάσιο της γνώσης και της εμπειρίας που υπάρχει στη διάθεσή μας. Αυτό είναι μια μοναδική φάση στην ιστορία της επιστήμης, όπου ολόκληρη η επιστημονική κοινότητα κινείται με ενότητα και συγχρονισμό προς την επίλυση των πιο αόριστων μυστηρίων του κόσμου (Altunata, 2001).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

17) Την κριτική σκέψη με την οποία θα πρέπει οι μαθητές να αντιμετωπίζουν τη μελέτη τους

Η κριτική σκέψη βοηθάει το μαθητή να σκέφτεται περισσότερο, να αναλύει και να ερμηνεύει τις πληροφορίες. Η αυξημένη συνειδητοποίηση της ανάγκης να σκέφτεται κάποιος αυτό που διαβάζει τον βοηθάει στο να συνοψίσει το περίπλοκο υλικό ώστε τελικά να του ενισχύει τη μάθηση. Επιπλέον, οι συζητήσεις με κριτικό πνεύμα σε ομάδες, είναι πολύ σημαντικές, επειδή η επικοινωνία αυτού του είδους αποτελεί το κλειδί στο να διαπιστώσει κάποιος την ύπαρξη του διαφορετικού τρόπου σκέψης που έχουν οι άνθρωποι (Toube, 2002).

18) Την προσοχή που πρέπει να επιδεικνύουν οι μαθητές κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας

Το 1969 ο Moray όριζε την προσοχή ως τη λειτουργία που αφορά κυρίως στην ικανότητα επιλογής ενός μέρους των εισερχομένων ερεθισμάτων τα οποία θα υποστούν στη συνέχεια επεξεργασία (Σαμαρτζή, 1995). Χρέος κάθε δασκάλου και κατά συνέπεια του δασκάλου της χημείας είναι να έχει σε εγρήγορση την προσοχή του μεγαλύτερου δυνατού μέρους του ακροατηρίου του.

Επίσης, ο δάσκαλος σε κάθε βήμα της διδακτικής διαδικασίας πρέπει να βασίζεται στην προηγούμενη γνώση, στα προηγούμενα νοητικά ίχνη, είτε είναι ατομικά ίχνη είτε είναι συστήματα ιχνών. Εφόσον είναι προσανατολισμένος προς τις θέσεις της μορφολογικής ψυχολογίας πρέπει η όλη προσπάθεια να είναι διαιρεμένη σε επί μέρους σύνολα, τα οποία να σχετίζονται άμεσα με το γενικό σύνολο εμπειριών και να τονίζει την κατανόηση των διδασκομένων όπως και τη νοητική τους οργάνωση. Πρέπει, δηλαδή, τα μέρη τα οποία αποτελούν το διδασκόμενο αντικείμενο να είναι εμφανώς συνδεδεμένα με το όλο κι' αυτή η σύνδεση να τονίζεται συνεχώς (Δημητρόπουλος, 1999).

Μερικές από τις νεότερες και πλέον αποτελεσματικές μεθόδους, που χαίρουν της εκτίμησης των δασκάλων της χημείας που παρακολουθούν τις εξελίξεις της επιστήμης της διδακτικής, περιλαμβάνουν εργαστήρια με καθοδηγούμενη έρευνα, προωθούν τη συνεργασία μεταξύ των σπουδαστών (συνεργατική μέθοδος) και ταυτόχρονα αναπτύσσουν μαθητοκεντρικές δραστηριότητες μέσα στα εργαστήρια ή στις αίθουσες διδασκαλίας (Mason, 2006).

Τέλος, θα μπορούσε ο δάσκαλος να έχει υπόψη του ένα θεωρητικό πρότυπο διδασκαλίας, το χαρακτηριζόμενο ως *διαλογικό αντισταθμιστικό πρότυπο εκμάθησης*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

(Interactive, Compensatory Model of Learning ή ICML), που είναι βασισμένο σε μια σύνθεση της πολύ διαφορετικής λογοτεχνίας που αναφέρεται στην έρευνα στην εκπαίδευση. Το πρότυπο αυτό ενοποιεί εννοιολογικά, φαινομενικά, συγκρουόμενα στοιχεία και προτείνει στο δάσκαλο να έχει υπόψη του ότι:

(α) πολλές δεξιότητες έχουν σημαντικές συνεισφορές στην εκμάθηση

(β) μια ικανότητα δεν μπορεί να υποστηρίξει συνολικά ή να παρεμποδίσει την αυτορρυθμιζόμενη εκμάθηση

(γ) η αποτελεσματική εκμάθηση εξαρτάται από τη δυναμική αλληλεξάρτηση μεταξύ της υπάρχουσας και της νέας γνώσης, καθώς επίσης και από τις ποικίλες δεξιότητες εκμάθησης

(δ) είναι δυνατό για τους περισσότερους αρχαρίους να αντισταθμίσουν τις αδυναμίες σε μια περιοχή με τις δυνάμεις που χρησιμοποιούν σε άλλες περιοχές, και

(ε) είναι δυνατό να βελτιωθούν οι δεξιότητες μέσω των οδηγιών που παρέχονται στις αίθουσες διδασκαλίας (Brooks και Schraw, 2005).

3. Η Έρευνα στη Διδακτική της Χημείας και η Σχολική Πράξη

Η διδασκαλία είναι μία μόνο από τις διαδικασίες που οδηγούν στη μάθηση και, αναμφίβολα, η κύρια μέθοδος μετάδοσης της γνώσης, γι' αυτό και η ψυχολογία της μάθησης αφορά τη διδασκαλία. Κάθε αρχή και τεχνική που χρησιμοποιείται στη διδακτική πράξη είναι λογικά εφαρμογή των πορισμάτων της ψυχολογίας της μάθησης.

Η έρευνα που αφορά την εκπαίδευση έχει επηρεαστεί έντονα από τις γενικές ψυχολογικές θεωρίες, που όμως, κατά ένα μεγάλο μέρος, είναι απρόσιτες στους περισσότερους χημικούς. Το γεγονός ότι πολλοί δάσκαλοι της χημείας είναι απληροφόρητοι γύρω από θέματα εκπαιδευτικής θεωρίας, ο de Jong θεωρεί ότι αυτό οφείλεται στην αδύνατη σχέση που υπάρχει μεταξύ των γενικών εκπαιδευτικών θεωριών και των συγκεκριμένων πρακτικών διδασκαλίας. Η καθιέρωση του ILT (*Institute for Learning Technologies*) και των σχετικών κέντρων που υπάγονται σ' αυτό, καθώς και τα περιοδικά, όπως το *Chemistry Education Research and Practice*, πρέπει να βοηθήσουν και να ενισχύσουν αυτή τη σχέση (Bailey και Garratt, 2002). Το γεγονός ότι

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

πολλοί δάσκαλοι χημείας κολλεγίων έχουν ελάχιστη ή καμία επίσημη κατάρτιση στην εκπαίδευση προκύπτει και από άλλες έρευνες χημείας (Brooks και Schraw, 2005).

Οι ερευνητές τείνουν να συμφωνήσουν ότι τα ψυχολογικά μοντέλα μάθησης, που προέκυψαν από τις εργαστηριακές έρευνες, συχνά αποτυγχάνουν στη σύλληψη και κατανόηση των γεγονότων της σχολικής ζωής. Ειδικά, τον εκπαιδευτικό τον ενδιαφέρει η μάθηση, όχι ως ψυχολογικό επιστημονικό πρόβλημα, αλλά ως ένα κεντρικό παιδαγωγικό φαινόμενο που πραγματώνεται στο χώρο του σχολείου, κάτω από συνεχείς και εναλλασσόμενες ειδικές συνθήκες και επηρεάζει τη σχολική μάθηση και τη διδασκαλία. Το κεντρικό ερώτημα που τίθεται δηλαδή, είναι αν οι ψυχολογικές θεωρίες μάθησης μπορούν να λειτουργήσουν ικανοποιητικά, ως θεωρίες διδασκαλίας (Κολιάδης, 1996). Εξάλλου, όπως υποστηρίζει και ο Skinner *«Η αποτυχία στο σχολείο είτε εκδηλώνεται σε μορφή συμπεριφοράς είτε σε μορφή επιδόσεως, είναι αποτέλεσμα λανθασμένου προγραμματισμού, λανθασμένης μεθοδολογίας, ύλης κ.λπ.»* (Δημητρόπουλος 1999).

Προς ενίσχυση, ακόμη περισσότερο, της άποψης περί αναγκαιότητας της ύπαρξης της Διδακτικής των Επιστημών, ως διακριτού επιστημονικού κλάδου, και της σπουδαιότητάς της στην εξέλιξη των επιστημών, αναφέρουμε τις απόψεις του Piaget: *«Συμβαίνει όμως κάτι παράδοξο· θα έλεγα μάλιστα κάτι εκπληκτικό. Ενώ γνωρίζουμε όλες τις κρυφές γωνιές του ανθρώπινου σώματος, έχουμε καταγράψει όλα τα ζώα του πλανήτη, έχουμε περιγράψει και ονοματίσει κάθε χορταράκι, εγκαταλείψαμε για αιώνες τις ψυχολογικές τεχνικές – και ειδικότερα αυτή του εκπαιδευτικού – σε έναν εμπειρισμό, λες και ήταν μικρότερης σημασίας από τις τεχνικές του θεραπευτή, του κτηνοτρόφου ή του καλλιεργητή...».* ..... *«Μελετήστε λοιπόν τους μαθητές σας, γιατί σίγουρα δεν τους γνωρίζετε».* ..... *«Μια ιδέα δεν διαδίδεται παρά μόνο αν αντιστοιχεί σε μια πραγματική ανάγκη. Αυτή η ανάγκη ήταν καθολική· αυτό είναι όλο και πιστεύω ότι καταλαβαίνουμε το γιατί. Σήμερα όμως και κυρίως αύριο, θα υπάρχει η ανάγκη; Θα αναπτυχθεί; Η αλήθεια είναι ότι οι γνώσεις σχετικά με το παιδί και οι διάφορες απόψεις της εφαρμοσμένης ψυχολογίας εξακολουθούν να βρίσκονται στα πρώτα τους βήματα: μένει ανοιχτό ένα τεράστιο πεδίο, το οποίο προκαλεί συνεχώς περισσότερο ενδιαφέρον και ανταποκρίνεται σε ανάγκες όλο και πιο διευρυμένες.»* (Piaget: Μετάφραση. Σαμαρτζή, 2000).

Η μεγάλη καθυστέρηση με την οποία φθάνουν στους χώρους εφαρμογής και κυρίως στην εκπαίδευση τα δεδομένα της γνωστικής ψυχολογίας, έχουν ορισμένες επιπτώσεις στη λειτουργικότητα της σχολικής γνώσης και στις απόψεις που διαμορ-

φώνουν οι μαθητές για το μάθημα της χημείας. Πιο διεξοδικά για τις επιπτώσεις αυτές αναφέρουμε ότι:

1) Τα σχολεία προσφέρουν γνώσεις, αλλά οι μαθητές δεν επιδεικνύουν υψηλή ικανότητα σκέψης, δηλαδή κατανόηση, ικανότητα να εξετάζουν εναλλακτικές δυνατότητες /εκδοχές, να αξιολογούν τις μαρτυρίες, να καταλήγουν σε ανεξάρτητη κρίση, την οποία να μπορούν να αιτιολογήσουν, να συνάγουν συμπεράσματα, να κάνουν προβλέψεις και να ελέγχουν την ακρίβειά τους κ.α. Αυτό είναι το κύριο πρόβλημα των σχέσεων της γνώσης με τη σκέψη.

2) Οι γνώσεις που αποκτούν οι μαθητές στο σχολείο συχνά δε μεταφέρονται στην καθημερινή ζωή ή σε άλλα εξωσχολικά πλαίσια, πράγμα που καθιστά την υπάρχουσα γνώση υπό ορισμένη έννοια «άχρηστη».

3) Πολλές από τις ικανότητες που απαιτούνται στην καθημερινή και επαγγελματική ζωή δεν καλλιεργούνται σχεδόν καθόλου στο σχολείο.

4) Ακόμη και στις ικανότητες που καλλιεργεί το σχολείο, όπως η αναλυτική σκέψη σε γλωσσικό και λογικο-μαθηματικό επίπεδο, η επίδοση των μαθητών είναι χαμηλή και η πρόοδος περιορισμένη. Αυτό είναι το πρόβλημα της άσκησης των γνωστικών ικανοτήτων και το ερώτημα για το αν αρκεί η άσκηση σε γνωστικό επίπεδο για την επίδοση στο σχολείο (Γωνίδα κ. α., 2003).

Σε ό,τι αφορά τους μαθητές, αυτοί πιστεύουν ότι η σχολική χημεία δε συνδέεται με την έρευνα και τη βιομηχανία και διδάσκεται όπως τα μαθηματικά, δηλαδή αφηρημένα και με χρήση τύπων και συμβόλων. Ο δάσκαλος της χημείας γι' αυτούς είναι κάποιος που εξηγεί τα πειράματα, δηλαδή περιγράφει κάτι που δεν είδε, πραγματικά ποτέ κανείς (Habraken et al., 2001).

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι οι εκπαιδευτικοί, στην προσπάθειά τους να βελτιώσουν τη σκέψη των μαθητών τους, δε χρησιμοποίησαν μέχρι τώρα επαρκώς την έρευνα στη γνωστική και αναπτυξιακή ψυχολογία, και αυτό οφείλεται σε διάφορους λόγους, όπως:

α) Στην τάση των ερευνητών στη γνωστική ψυχολογία να μελετούν τη σκέψη με μορφή και σε πλαίσια που δεν έχουν σχέση με το σχολείο ή τις καθημερινές δραστηριότητες. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να μην είναι εμφανής η σχέση της θεωρητικής γνώσης με τη σχολική πραγματικότητα.

β) Στην πολυμορφία των απόψεων που υπάρχουν στη γνωστική ψυχολογία για το τι είναι η νοημοσύνη και η κύρια εκδήλωσή της, η σκέψη.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

γ) Στην ύπαρξη πολλών ερευνών που αφορούν την ανάπτυξη της σκέψης και τη γνωστική επιτάχυνση, με αντιφατικά, πολλές φορές, δεδομένα μεταξύ τους.

δ) Στη δυσπιστία προς την αποτελεσματικότητα της γνωστικής παρέμβασης.

Και οι τέσσερις αυτοί λόγοι κάνουν φανερό ότι, παρόλο που η Γνωστική Ψυχολογία διαθέτει πολλή γνώση που θα μπορούσε να είναι χρήσιμη στην εκπαίδευση, η γνώση αυτή δεν αξιοποιήθηκε επαρκώς, κυρίως γιατί η έμφαση μέχρι τώρα ήταν στην κατανόηση της φύσης και της λειτουργίας των γνωστικών ικανοτήτων και όχι στην εφαρμογή της γνώσης αυτής για πρακτικούς σκοπούς (Γωνίδα κ. α., 2003).

Ένας από τους επιστήμονες που είχε μεγάλη προσφορά στην υπόθεση της μεταφοράς και εφαρμογής των ψυχολογικών πορισμάτων στην εκπαίδευση ήταν ο Thorndike, ο οποίος εργαζόμενος στο χώρο της εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών προσπάθησε να απαλλάξει την Παιδαγωγική από τις προηγούμενες μεταφυσικές - φιλοσοφικές της επιρροές και να εισαγάγει την επαγωγική διερευνητική μέθοδο των πραγματικών γεγονότων της αγωγής, δίνοντας έτσι εγκυρότητα και αντικειμενικότητα στην Παιδαγωγική Επιστήμη.

Αξιόλογες είναι επίσης οι απόψεις του Thorndike σχετικά με τη μεταβίβαση της μάθησης με βάση τη θεωρία των *ταυτόσημων στοιχείων*, οι οποίες γίνονται αποδεκτές από τη σύγχρονη ψυχολογία και έχουν ενεργοποιήσει σύγχρονους ερευνητές για τη διερεύνηση του φαινομένου της διδασκαλίας της μάθησης, δηλαδή να μάθει κανείς πώς να μαθαίνει, πρόβλημα σύγχρονο και καίριο για το χώρο της εκπαίδευσης (Κολιάδης, 1996).

Επιπλέον, η σύγχρονη άποψη συγκλίνει και υπέρ:

α) της χρησιμοποίησης ενός διαλογικού αντισταθμιστικού προτύπου εκμάθησης για τη βελτίωση της διδασκαλίας της χημείας (Brooks και Schraw, 2005).

β) της χρήσης μαθητοκεντρικών μεθόδων, καθόσον κάθε μέθοδος διδασκαλίας, που περιλαμβάνει τους μαθητές με έναν ενεργό τρόπο στη διαδικασία εκμάθησης, αυξάνει τη θετική στάση τους απέναντι στην επιστήμη (Zarotiadou και Tsaparlis, 2000).

γ) της διαθεματικής προσέγγισης της επιστημονικής γνώσης (Παπάρου και Καραλιώτα, 2003).

δ) μιας καθοδηγούμενης ανακαλυπτικής μεθοδολογίας, όπου χρησιμοποιούνται κατάλληλες ερωτήσεις, ώστε ο μαθητής να αναπτύξει συλλογισμούς που θα τον οδηγήσουν σε συμπεράσματα. Αρχικά, του ζητείται η χρήση παλαιοτέρων γνώσεων που συνδυαζόμενες με καινούργιες θα παράγουν τη νέα γνώση. Κατά την εφαρμογή

ταυτής της μεθόδου κυριαρχεί ένας συνεχής διάλογος ερωτοαπαντήσεων (Μαθιουδάκη κ. α., 2003).

Ενδιαφέρουσες είναι οι απόψεις του Spencer για τη διδακτική, ο οποίος αναφέρει ότι υπάρχουν συντριπτικά στοιχεία για το ότι οι σπουδαστές μαθαίνουν καλύτερα με τις διαλογικές, συνεργατικές μεθόδους διδασκαλίας. Η αντίσταση σε αυτά τα νέα συμπεράσματα εκ μέρους κάποιων εκπαιδευτικών είναι βασισμένη στη συνήθεια, στην παράδοση, στη δυσκολία που έχουν αυτοί για να προσαρμοστούν σε μια νέα παιδαγωγική, και στην ανικανότητα να αναγνωριστεί η έρευνα για τον τρόπο με τον οποίο μαθαίνουν οι σπουδαστές (Spencer, 2006).

Την άποψη αυτή συμμερίζεται και ο Moore, ο οποίος επισημαίνει ότι, όπως προκύπτει από ορισμένες έρευνες, οι δάσκαλοι των οποίων οι σπουδαστές αποδίδουν, ευαπόδεικτα, καλύτερα από το μέσο όρο, χρησιμοποιούν, κατά κανόνα, τις διαλογικές, συνεργατικές μεθόδους διδασκαλίας (Moore, 2005). Στον αντίποδα, όπως αναφέρθηκε στη σελ. 72, εκεί όπου όταν στο σχολείο εκδηλώνεται αποτυχία είτε με τη μορφή συμπεριφοράς είτε με τη μορφή της επίδοσης, κατά την άποψη του Skinner, αυτό είναι αποτέλεσμα λανθασμένης μεθοδολογίας, λανθασμένου προγραμματισμού, ύλης κ.λπ. (Δημητρόπουλος, 1999).

Ειδικά για τη χημεία, με το ιδιαίτερα αφηρημένο και σύνθετο περιεχόμενό της, για την πρώτη βαθμίδα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, ενδιαφέρον παρουσιάζει η άποψη ότι οι προτεινόμενες μέθοδοι εν γένει, που εμπλουτίζονται με τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που βασίζονται στην ψυχολογική θεωρία της μάθησης, και ειδικά η μέθοδος διδασκαλίας που διακρίνει τη σχολική χημεία σε τρία επίπεδα προσέγγισης, σύμφωνα με τις απόψεις A.H. Johnstone, δηλαδή μακροσκοπικό, αντιπροσωπευτικό ή συμβολικό και υπομικροσκοπικό, έναντι της παραδοσιακής ταυτοχρονης επεξεργασίας, συμβάλλουν καλύτερα στη μάθηση της θεωρίας της χημείας (Georgiadou και Tsaparlis, 2000).

Η χημική εξίσωση επιτρέπει την αντιπροσώπευση (αναπαράσταση) των χημικών μεταβολών και, ταυτόχρονα, αποτελεί μια γλώσσα επικοινωνίας που επιτρέπει την κατανόηση όσων συμβαίνουν στη φύση ή στο εργαστήριο, από την άποψη της κατάστασης της μάζας και των αλλαγών σε ατομικό και μοριακό επίπεδο. Επειδή οι μαθητές δεν είναι σε θέση να αντιληφθούν, χωρίς δυσκολία, μια διανοητική διαδικασία, που η ολοκλήρωσή της διήρκεσε αιώνες για τους επιστήμονες (Laugier et Dumon, 2004), προτείνεται η διδασκαλία της να γίνεται στην αρχή της δεύτερης βαθμί-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

δας της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, δηλαδή στην ηλικία των δεκαέξι ετών (δες αναφορά στη σελ. 204).

Γ. Είδη και Μέθοδοι Έρευνας

Υπάρχουν διάφορα είδη και μέθοδοι έρευνας που χρησιμοποιούνται από τους ψυχολόγους και κατ' επέκταση από τους παιδαγωγούς, τους εκπαιδευτικούς ή άλλους ερευνητές.

Με κριτήριο τα χρονικά χαρακτηριστικά μιας έρευνας, αυτή μπορεί να χαρακτηριστεί ως *διαμήκης-διαχρονική* ή *εγκάρσια*, ανάλογα με το αν η μελέτη ενός ή περισσοτέρων χαρακτηριστικών, ενός ή περισσοτέρων υποκειμένων γίνεται σε μεγάλο βάθος χρόνου ή διαρκεί μια συγκεκριμένη, συνήθως μικρή χρονική περίοδο.

Με κριτήριο τον αριθμό των υποκειμένων που χρησιμοποιεί ταυτόχρονα ο ερευνητής, η έρευνα μπορεί να διακριθεί σε *ιδιογραφική*, εάν μελετάται η συμπεριφορά ενός μόνο υποκειμένου υπό διάφορες συνθήκες και προϋποθέσεις, ή *νομοθετική*, εάν μελετάται ταυτόχρονα η συμπεριφορά πολλών υποκειμένων.

Με κριτήριο τη χρονική σχέση μεταξύ έρευνας και της χρονικής στιγμής που το φαινόμενο ή συμπεριφορά έλαβε χώρα, μπορεί η έρευνα να χαρακτηριστεί ως *προδρομική*, αν γίνεται πριν λάβουν χώρα τα φαινόμενα, ή ως *αναδρομική*, αν αποβλέπει στην εκ των υστέρων εξήγηση κάποιων φαινομένων και ερμηνείας κάποιων συμπεριφορών.

Γενική πεποίθηση είναι ότι καμία έρευνα δεν κρίνεται ως καταλληλότερη για όλες τις περιπτώσεις. Επίσης, γενικός κανόνας είναι ότι καλύτερη μέθοδος είναι εκείνη η οποία ταιριάζει περισσότερο στην κάθε περίπτωση και εξυπηρετεί αντικειμενικότερα τους στόχους που έχει θέσει ο ερευνητής. Όλες οι μέθοδοι που χρησιμοποιεί η ψυχολογία έχουν τόσο πλεονεκτήματα όσο και μειονεκτήματα, τα οποία πρέπει να γνωρίζει ο ερευνητής, πριν επιλέξει τη μέθοδο που θα χρησιμοποιήσει.

Ως πλέον συνήθεις μέθοδοι έρευνας αναφέρονται:

Η *Επιστημονική*, η οποία ξεκινά από το γεγονός, προχωράει στη διατύπωση θεωρίας και καταλήγει σε νόμους. Δύο είναι οι πιο γνωστές μέθοδοι επιστημονικής έρευνας, η πειραματική μέθοδος και η συγκριτική ή συσχετίσεως.

Η *Επιτόπια*, που προβλέπει την παρακολούθηση και μελέτη μιας συγκεκριμένης ομάδας ατόμων στο ίδιο τους το περιβάλλον.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Το *Φυσικό Πείραμα*, που διαφέρει από τα άλλα πειράματα κατά το ότι η ανεξάρτητη μεταβλητή δε μεταβάλλεται από τον ερευνητή.

Η *Επισκόπηση*, που προϋποθέτει άμεση ή έμμεση επαφή του ερευνητή με τα υποκείμενα. Βασικοί τρόποι επικοινωνίας που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο ερευνητής είναι η συνέντευξη, που γίνεται προσωπικά ή τηλεφωνικά, και το ερωτηματολόγιο, που είναι ίσως ο πιο διαδεδομένος τρόπος επικοινωνίας.

Η *Μελέτη Αρχείων* εφημερίδων, περιοδικών ληξιαρχείων κ.λπ.

Τα *Τεστ*, κυρίως σταθμισμένα, τα οποία αποδίδουν πληροφορίες πάσης φύσεως για το άτομο.

Η *Παρατήρηση*, που στοχεύει στη συστηματική παρακολούθηση ενός υποκειμένου και στη λεπτομερειακή καταγραφή των αντιδράσεών του για καθορισμένο διάστημα (Δημητρόπουλος, 2000).

Ανάλογα με τον τρόπο που συλλέγονται και παρουσιάζονται οι πληροφορίες μιας έρευνας, οι έρευνες διακρίνονται σε *ποσοτικές* και *ποιοτικές*. Οι ποσοτικές έρευνες βασίζονται, κυρίως, στην επεξεργασία και παρουσίαση των δεδομένων με αριθμούς, πίνακες, κατανομές, στατιστική ανάλυση κ.λπ. Οι ποιοτικές έρευνες παρουσιάζουν τα δεδομένα τους, κυρίως, ως λεκτικά σύνολα και, κατά κανόνα, γίνονται σε μικρότερα δείγματα. Σήμερα η έρευνα στις επιστήμες του ανθρώπου αλλάζει και γίνεται περισσότερο "επικοινωνιακή" και "διαπραγματευτική". Παρατηρούμε, με άλλα λόγια, ότι η λεγόμενη "ποιοτική έρευνα", δηλαδή η έρευνα που έχει ταυτιστεί με την πανανθρώπινη ανάγκη για ολιστική και βαθύτερη κατανόηση ενός φαινομένου, έχει βελτιώσει τη θέση της σε σχέση με τον αριθμό των βιβλίων που δημοσιεύονται διεθνώς, τις διατριβές που εκπονούνται, το πλήθος των άρθρων και των ειδικών περιοδικών, τα συνέδρια, καθώς και τις κοινότητες επιστημονικής υποστήριξης και ανταλλαγής ιδεών. Όλο και περισσότεροι μεταπτυχιακοί φοιτητές, είτε παρακολουθούν προγράμματα ειδίκευσης είτε εκπονούν διδακτορικές διατριβές, χρησιμοποιούν στις εργασίες τους ποιοτικές μεθόδους έρευνας: ρωτούν, παρατηρούν και συμμετέχουν, παίρνουν συνεντεύξεις, κρατούν αρχεία, συλλέγουν υλικό, καταγράφουν ιστορίες ζωής (http:// www.ergastirio.ppp.uoa.gr/seminaria/poiotiki_2006.html). Σε ό,τι αφορά τον ιδανικό αριθμό εξειδικευμένων ατόμων, που συμμετέχουν σε ομάδες εστίασης ενδιαφέροντος (focous group) στο πλαίσιο ποιοτικών ερευνών, στις οποίες χρησιμοποιούνται συγκεκαλυμμένες τεχνικές, θεωρείται ο 8-12 (Σταθακόπουλος, 1997). Ο συνδυασμός των ποσοτικών και ποιοτικών μεθόδων στην έρευνα της διδακτικής των φυσικών επιστημών έχει αναγνωρισθεί στη βιβλιογραφία (Παπαφώτης, 2004).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Η ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Α. Τα χαρακτηριστικά της Έρευνας

Η παρούσα έρευνα είναι **Ποιοτική Έρευνα Βάθους με Ημιδομημένο Ερωτηματολόγιο**. Αυτό σημαίνει ότι έγινε με προσωπικές συνεντεύξεις και άρα ανήκει στην κατηγορία των επισκοπικών ερευνών, και ότι το ερωτηματολόγιο στο οποίο στηρίχθηκε μπορούσε να τροποποιηθεί κατά τη διάρκεια της συνέντευξης, ανάλογα με τις ανάγκες της. Το ερωτηματολόγιο αυτό, τελικά, δε χρειάστηκε να διανθιστεί με πολλές άλλες ερωτήσεις ή να τροποποιηθεί ουσιαστικά.

1. Διατύπωση Ερευνητικών Ερωτημάτων

Στόχος της έρευνας είναι να διαπιστωθεί αν οι φοιτητές γνωρίζουν και κατανοούν:

Α) Τις χρησιμοποιούμενες από την IUPAC (σελ. 96) χημικές εξισώσεις και ειδικότερα τη σημασία του συμβόλου του βέλους και του συμβόλου της ισότητας, που τοποθετούνται ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα κατά την αναγραφή μιας χημικής εξίσωσης, Προς τούτο, επιζητούμε να διαπιστώσουμε αν οι φοιτητές αντιλαμβάνονται την ύπαρξη ομοιοτήτων και διαφορών ανάμεσα στα δύο χημικά σύμβολα.

Β) Τα χημικά σύμβολα και την ορολογία που αναφέρονται στις χημικές οντότητες υδροξύλιο και υδροξείδιο. Ειδικότερα, αν γνωρίζουν τις διαφορές ανάμεσα στις δύο οντότητες και ότι μπορεί να δημιουργείται σύγχυση κατά τη μη ορθή χρήση τους.

Γ) Την ύπαρξη σαφέστατων διαφορών ανάμεσα στις έννοιες ιόν και φορτίο. Περαιτέρω να διατυπώσουν την γνώμη τους κατά πόσον η χρησιμοποίηση ενός νέου προτεινόμενου τρόπου γραφής των χημικών τύπων (που αφενός διακρίνει σαφώς τα ιόντα και αφετέρου δείχνει το φορτίο τους - βλ. Εργασίες χωρίς κάρτες Νο 12.β, σελ. 92) θα μπορούσε να βελτιώσει την ικανότητά τους να αναγνωρίζουν αυτές τις διαφορές,

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Δ) Το μηχανισμό αλλά και το αίτιο της ολοκλήρωσης μιας ιοντικής χημικής αντίδρασης.

2. Ανασκόπηση Βιβλιογραφικών Αναφορών

Τα θέματα που διαπραγματεύεται η παρούσα διατριβή δεν έχουν μέχρι τώρα ερευνηθεί σε έκταση, ορισμένα δε δεν έχουν διερευνηθεί καθόλου. Σχετικές με την παρούσα έρευνα είναι οι παρακάτω έρευνες:

1. Του Johnstone A. H. (1978), με τίτλο: Chemical education research: Past, present and future (Έρευνα στη χημική εκπαίδευση: Παρελθόν, παρόν και μέλλον) που αναφέρεται στη δυσκολία των μαθητών στη γραφή των χημικών τύπων και των ιοντικών χημικών εξισώσεων. Ειδικότερα, η μελέτη των χημικών τύπων, της ονοματολογίας και απλών αντιδράσεων της οργανικής χημείας είναι ευκολότερη από πολλά θέματα ανόργανης χημείας λόγω του ότι η οργανική χημεία ασχολείται με λίγα στοιχεία (C, H, O, N, αλογόνα), με απλά σθένη και κατ' ουσίαν μόνο με τον ομοιοπολικό δεσμό. Ως προς τις χημικές εξισώσεις που αφορούν ιοντικές αντιδράσεις (π.χ. σχηματισμού ιζήματος, εξουδετέρωσης, μετάλλου με οξύ) αυτές βρέθηκαν δύσκολες από τους μαθητές διότι για να καταλήξουν στην ιοντική εξίσωση οι μαθητές, πρέπει να περάσουν πρώτα από την πλήρη «μοριακή» χημική εξίσωση.

2. Τσαπαρλής Γ. (1985), με τίτλο: Μερικές από τις δυσκολίες της Χημείας στο Λύκειο. Από την έρευνα αυτή βρέθηκε ότι οι απόφοιτοι Λυκείου συναντούσαν δυσκολίες, ιδιαίτερα σε θέματα ανόργανης χημείας (ονοματολογία και γραφή χημικών τύπων, ετεροπολικές και ομοιοπολικές ενώσεις, ιοντικές και μοριακές χημικές αντιδράσεις, αριθμός οξείδωσης, απόδοση και ταχύτητα αντίδρασης ισορροπίες σε διαλύματα ηλεκτρολυτών (ιοντική ισορροπία)).

3. Των Γεωργιάδου Α. και Τσαπαρλή Γ., 2000 με τίτλο: Η διδασκαλία της Χημείας στην Κατώτερη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση (Γυμνάσιο) με μεθόδους που βασίζονται: Α) σε Ψυχολογικές Θεωρίες, Β) στα Μακροσκοπικά, Αναπαραστασιακά (συμβολικά) και Υπομικροσκοπικά Επίπεδα της Χημείας. Στην έρευνα αυτή μελετήθηκαν δύο μέθοδοι διδασκαλίας για τη βελτίωση της εκμάθησης του ιδιαίτερα αφηρημένου και σύνθετου περιεχομένου της χημείας, στη χαμηλότερη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, δηλαδή στο Γυμνάσιο: α) μια μέθοδος βασισμένη στην αναπτυξιακή ψυχολογία και (β) μια μέθοδος "τριών-κύκλων" βασισμένη στη διάκριση της σχολικής χημείας σε τρία επίπεδα προσέγγισης, σύμφωνα με τον A.H. Johnstone, δηλαδή στο

μακροσκοπικό, αντιπροσωπευτικό (συμβολικό) και υπομικροσκοπικό. Η έρευνα κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το πρότυπο διδασκαλίας που διακρίνει τη χημεία σε τρεις κύκλους (επίπεδα), έναντι της παραδοσιακής ταυτόχρονης επεξεργασίας, συμβάλλει καλύτερα στην εκμάθηση της θεωρίας της χημείας.

4. Nicoll G. (2001), με τίτλο: A report of undergraduates' bonding misconceptions (Μία αναφορά της ενίσχυσης των παρανοήσεων των προπτυχιακών φοιτητών). Η έρευνα αυτή ελέγχει τη σταθερότητα των παρερμηνειών των φοιτητών ως λειτουργία του εκπαιδευτικού τους επιπέδου, δείχνοντας ότι οι παρερμηνείες μερικών σπουδαστών είναι ανθεκτικές στην εννοιολογική αλλαγή, παρά το γεγονός ότι έχουν λάβει ανώτερες γνώσεις χημείας.

5. Tomlison J. et al. (2001), με τίτλο: Student misconceptions of the language of error (Οι παρανοήσεις των φοιτητών ένεκα των γλωσσικών σφαλμάτων). Στο πλαίσιο της έρευνας αυτής έγινε συλλογή απαντήσεων των φοιτητών σε ερωτήσεις που αποσκοπούσαν στον έλεγχο της κατανόησης του λάθους και της αβεβαιότητας, κατά τη χρήση συχνά χρησιμοποιούμενων όρων και μεγεθών στη χημεία. Πρόκειται για μια περιοχή γνώσης που απαιτεί μια ιδιαίτερη χρήση της γλώσσας. Μέσω της έρευνας αυτής διαπιστώνεται ότι η μη σωστή χρήση της γλώσσας μπορεί εύκολα να αποβεί πηγή σύγχυσης. Ταυτόχρονα, αναφέρεται και η άποψη των δομιστών, σύμφωνα με την οποία δεν προσδοκάται εύκολα η αναδημιουργία μιας παρανοημένης έννοιας που έχει ενσωματωθεί ήδη στο μυαλό.

6. Paneth A. F (2003), με τίτλο: The need for epistemological clarification of the fundamental concepts of chemistry (Η ανάγκη επιστημολογικής διευκρίνησης των βασικών εννοιών της χημείας). Η έρευνα αναφέρεται στη σημασία που αποδίδουν οι χημικοί στις έννοιες που χρησιμοποιούνται κατά τη διδασκαλία της χημείας και καταλήγει στο συμπέρασμα ότι στη χημεία, όπως ακριβώς και στη φυσική, μια φιλοσοφική αναφορά στις θεμελιώδεις έννοιες έχει ως αποτέλεσμα την προώθηση της επιστημονικής κατανόησής τους.

7. Taber S. K. (2003), με τίτλο: The Atom in the Chemistry Curriculum: Fundamental Concept, Teaching Model or Epistemological Obstacle? (Το Άτομο στη διδασκόμενη Ύλη της Χημείας: Θεμελιώδης Έννοια που Διδασκαλία ως Μοντέλο η ως Επιστημολογικό Εμπόδιο;). Η έρευνα αυτή, που αντικείμενό της έχει τη διερεύνηση των ιδεών των μαθητών της πρώτης βαθμίδας της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης για "το άτομο", καταλήγει στο συμπέρασμα ότι οι μαθητές κρατούν συχνά τις εναλλακτικές αντιλήψεις τους, που είναι ασυμβίβαστες με την σύγχρονη επιστημονική

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

αντίληψη περί ατόμου. Ειδικότερα, υποστηρίζεται ότι η έννοια του ατόμου, που συναντάται στη διδασκαλία της χημείας, είναι ένα ασυνάρτητο υβρίδιο των ιστορικών προτύπων, και ότι αυτό εξηγεί γιατί οι αρχάριοι αποδίδουν συνήθως στα άτομα τις ιδιότητες που ανήκουν σωστότερα σε άλλες χημικές οντότητες. Φαίνεται, δηλαδή, ότι οι αρχαΐζουσες επιστημονικές ιδέες ενεργούν ως "επιστημολογικά εμπόδια", και εδώ υποστηρίζεται ότι οι αναχρονιστικές έννοιες του ατόμου επιζούν στο πρόγραμμα σπουδών της χημείας.

8. Treagust F. D et al. (2003), με τίτλο: The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations (Ο ρόλος των υπομικροσκοπικών και συμβολικών αντιπροσωπεύσεων στις χημικές διασαφηνίσεις). Η χημεία απεικονίζεται συνήθως σε τρία διαφορετικά επίπεδα αντιπροσώπευσης - μακροσκοπικής, υπομικροσκοπικής και συμβολικής – μέσω των οποίων επιχειρείται να εμπλουτιστούν οι εξηγήσεις – διασαφηνίσεις που αφορούν τις χημικές έννοιες. Σε αυτή την έρευνα, εξετάζεται η χρήση των υπομικροσκοπικών και συμβολικών αντιπροσωπεύσεων στη χημεία και εξακριβώνεται η μεγάλη σημασία τους.

9. Laugier & Dumon (2004), με τίτλο: The Equation of Reaction: A Cluster of Obstacles which is Difficult to Overcome (Η Εξίσωση της Αντίδρασης: Μια Ομάδα Εμποδίων που είναι Δύσκολο να Υπερνικηθούν). Στην έρευνα αυτή καθορίζονται τα διάφορα στάδια της ιστορικής ανάπτυξης των εννοιών που συμπεριλαμβάνονται στη χημική εξίσωση και καθορίζονται οι δυσκολίες των μαθητών στην άντληση ποιοτικών και ποσοτικών πληροφοριών. Η έρευνα καταλήγει στη θέση ότι θα ήταν παράδοξο να δεχθούμε ότι οι μαθητές θα ήταν σε θέση να ολοκληρώσουν, χωρίς δυσκολία, μια διανοητική διαδικασία, η οποία για τους επιστήμονες διήρκεσε μερικούς αιώνες.

3. Τα Υποκείμενα της Έρευνας

Η έρευνα έγινε με τη συνεργασία δεκαοκτώ πρωτοετών φοιτητών του Τμήματος Χημείας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, με συνεντεύξεις που έλαβαν χώρα, από τον Οκτώβριο του 2004 έως το Μάρτιο του 2005. Προτιμήθηκαν φοιτητές του α΄ εξαμήνου και όχι μαθητές, επειδή θεωρήθηκε ότι οι σπουδαστές αυτοί αφενός έχουν ολοκληρώσει τον κύκλο σπουδών στη μέση εκπαίδευση και αφετέρου δεν έχουν προλάβει να αφομοιώσουν συμπληρωματικές ή και ανώτερου επιπέδου γνώσεις Χημείας.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

Πρέπει να τονιστεί ότι υπήρχε πολύ μεγάλη απροθυμία εκ μέρους των φοιτητών για τη συμμετοχή τους σε μια τέτοια έρευνα. Από τον Οκτώβριο έως και το Δεκέμβριο του 2004 είχε εξασφαλισθεί η συμμετοχή μόνο τριών φοιτητών, αυτών δηλαδή που συμμετείχαν στην πειραματική ομάδα για τον έλεγχο του ερωτηματολογίου. Στην υπερπήδηση αυτού του πολύ μεγάλου εμποδίου συνέβαλε ο αναπληρωτής καθηγητής της Ανόργανης Χημείας του Α.Π.Θ. κ. Χρήστος Μπόλος. Ο κ. Μπόλος παρότρυνε τους φοιτητές να συμμετάσχουν στην έρευνα. Αυτό έγινε κατά το τέλος μιας διδακτικής ώρας με την έναρξη του β΄ εξαμήνου, παρουσιάζοντας τον ερευνητή και δίνοντάς του τη δυνατότητα να απευθυνθεί στους φοιτητές. Κατά τη διάρκεια αυτής της συνάντησης εκδήλωσαν την επιθυμία, αφού ξεπέρασαν τους ενδοιασμούς τους να έχουν συμμετοχή στην έρευνα, δεκαπέντε φοιτητές. Ο αριθμός αυτός, των δεκαοκτώ συνολικά φοιτητών, κρίθηκε ικανοποιητικός στο πλαίσιο της συγκεκριμένης ποιοτικής έρευνας. Οι φοιτητές αυτοί προσήλθαν στις προκαθορισμένες συναντήσεις για τη διενέργεια των συνεντεύξεων με συνέπεια και σοβαρότητα.

Οι φοιτητές που έλαβαν μέρος στην έρευνα, καθώς και ορισμένες πληροφορίες που τους αφορούν, περιλαμβάνονται στον πίνακα της επόμενης σελίδας.

Στις στήλες του πίνακα αυτού περιλαμβάνονται:

Στη στήλη (1): Ο κωδικός αριθμός που αντιστοιχεί στο φοιτητή ή στη φοιτήτρια. Οι κωδικοί αριθμοί που χρησιμοποιήθηκαν είναι Κ.Α.01 έως και Κ.Α.18.

Στη στήλη (2): Το φύλο του φοιτητή (Α = Αγόρι, Κ = Κορίτσι)

Στη στήλη (3): Τα διάφορα Λύκεια της Ελλάδας και της Κύπρου από τα οποία προέρχονται.

Στη στήλη (4): Οι σπουδές του πατέρα

Στη στήλη (5): Οι σπουδές της μητέρας
(Π.Ε., Δ.Ε. και Τ.Ε.: Πρωτοβάθμια, Δευτεροβάθμια και Τριτοβάθμια Εκπαίδευση, αντίστοιχα)

Στη στήλη (6): Ο ετήσιος βαθμός στο μάθημα της χημείας, στη Γ΄ Λυκείου

Στη στήλη (7): Ο ετήσιος βαθμός στο μάθημα της χημείας, στη Β΄ Λυκείου

Στη στήλη (8): Ο βαθμός που πέτυχε ο φοιτητής στις γραπτές Πανελλαδικές εξετάσεις, της Γ΄ Λυκείου, στο μάθημα της χημείας, για την εισαγωγή του στα Α.Ε.Ι.

Στη στήλη (9): Ο βαθμός που πέτυχε ο φοιτητής στις γραπτές Πανελλαδικές εξετάσεις, της Β΄ Λυκείου, στο μάθημα της χημείας, για την

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

εισαγωγή του στα Α.Ε.Ι.

Οι βαθμολογίες που πέτυχαν οι φοιτητές αυτοί στο μάθημα της χημείας, κατά τη διενέργεια των γραπτών Πανελλαδικών Εξετάσεων της Β΄ και Γ΄ τάξης Λυκείου, αλλά και αυτές που έλαβαν κατά τη διάρκεια του αντίστοιχου σχολικού έτους είναι ενδεικτικές του γνωστικού τους επιπέδου. Από τις βαθμολογίες αυτές προκύπτει αβίαστα το συμπέρασμα ότι πρόκειται για φοιτητές που, κατά τη διάρκεια των σπουδών τους στη Β΄ και Γ΄ τάξη του Λυκείου, είχαν πολύ ικανοποιητική απόδοση στο συγκεκριμένο μάθημα. Για το λόγο αυτό το δείγμα, επιπλέον, μπορεί να χαρακτηριστεί ως "ειδικό" (εξειδικευμένων ατόμων, που συμμετέχουν σε ομάδες εστίασης ενδιαφέροντος (focous group), σελ. 77).

Το δείγμα των φοιτητών θεωρείται αντιπροσωπευτικό ως προς τη χωροταξική κατανομή των τόπων καταγωγής τους, διότι, όπως φαίνεται από τη στήλη (3) του πίνακα που ακολουθεί, τα Λύκεια από τα οποία απεφοίτησαν βρίσκονται σε πόλεις ή

Κ.Α. (1)	Φύλλο (2)	Λύκειο (3)	Σπουδές Πατέρα (4)	Σπουδές Μητέρας (5)	Βαθμός Χημ. Γ΄ (6)	Βαθμός Χημ.Β΄ (7)	Γραπτός Παν. Γ΄ (8)	Γραπτός Παν. Β΄ (9)
01	Α	1° Χαριλάου	Τ.Ε.	Τ.Ε.	18,5	-	17,2	19
02	Α	Τούμπας	Τ.Ε.	Τ.Ε.	16	-	15,6	-
03	Κ	1° Ε.Λ Καλαμαριάς	Τ.Ε.	Τ.Ε.	19	20	17,8	19,6
04	Κ	Πολιχνίτου	Τ.Ε.	Τ.Ε.	20	20	14,8	17,3
05	Κ	Όρμου Κορθίου Άνδρου	Τ.Ε.	Δ.Ε.	19,5	18,5	18,6	15,4
06	Κ	Βάρδας Ν. Ηλείας	Π.Ε.	Π.Ε.	18,5	18	17,8	18
07	Κ	1° Τοσίτσιο Εκάλης	Τ.Ε.	Τ.Ε.	20	20	17	17,4
08	Κ	Ν. Μεσημβρίας	Τ.Ε.	Δ.Ε.	20	19,5	16	16
09	Α	3° Κατερίνης	Δ.Ε.	Π.Ε.	19,5	18,5	15	17
10	Α	Αρχιεπισκόπου Μακαρίου Γ΄	Τ.Ε.	Δ.Ε.	18	17	21/30	-
11	Α	5° Καλαμαριάς	Δ.Ε.	Δ.Ε.	19,5	14	19,6	10,4
12	Κ	32° Θεσσαλονίκης	Δ.Ε	Δ.Ε.	20	20	18,5	19
13	Κ	1° Πολίχνης	Δ.Ε.	Δ.Ε.	19	19	17,7	16
14	Κ	1° Νεάπολης	Τ.Ε.	Δ.Ε.	20	20	18,2	19,8
15	Κ	1° Ν. Ιωνίας Βόλου	Τ.Ε.	Τ.Ε.	20	20	16	20
16	Κ	3° Καρδίτσας	Δ.Ε.	Δ.Ε.	20	20	18,6	18,4
17	Κ	Παραλιμνίου	Τ.Ε.	Π.Ε.	19	18	-	16
18	Α	1° Κατερίνης	Τ.Ε.	Τ.Ε.	20	20	15	13
Μ.Ο.			12-5-1	7-8-3	19.25	18,9	17,1	17,02

χωριά που καλύπτουν ένα ευρύτατο γεωγραφικό φάσμα του ελλαδικού χώρου και ταυτόχρονα υπάρχει ικανοποιητική κατανομή των σχολείων αυτών σε μεγάλα αστικά και επαρχιακά κέντρα.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

Επίσης, αν το επίπεδο σπουδών των γονέων των φοιτητών μπορεί να θεωρηθεί ως δείκτης που σχετίζεται με το κοινωνικό περιβάλλον από το οποίο αυτοί προέρχονται, τότε, για έναν ακόμη λόγο, το δείγμα μπορεί να θεωρηθεί ως αντιπροσωπευτικό, καθόσον υπάρχει μια ικανοποιητική κατανομή στα τρία επίπεδα σπουδών (στήλες 4 και 5).

4. Μέσα και Μέθοδοι

Η έρευνα έγινε με την ηχογράφηση των συνεντεύξεων απευθείας σε φορητό ηλεκτρονικό υπολογιστή, με τη βοήθεια του προγράμματος Nero Wave Editor.

Οι τρεις πρώτοι φοιτητές απετέλεσαν την πειραματική ομάδα για τον έλεγχο του ερωτηματολογίου. Η συνεργασία μαζί τους επέτρεψε στον ερευνητή να διαμορφώσει το τελικό ερωτηματολόγιο, το οποίο πολύ λίγο διαφοροποιήθηκε από το αρχικό. Η διαφοροποίηση συνίσταται κυρίως στο διαχωρισμό ελάχιστων ερωτήσεων σε επιμέρους ερωτήσεις.

Στους φοιτητές δίνονταν αριθμημένες κάρτες, στις οποίες αναγράφονταν οι χημικοί συμβολισμοί και συγχρόνως τους υποβάλλονταν προφορικές ερωτήσεις. Οι κάρτες αυτές με τις ερωτήσεις που υποβάλλονταν παρατίθενται παρακάτω, στην ενότητα Β: «Η Δομή και η Λογική της Έρευνας».

Οι συνεντεύξεις, κατά τη διάρκεια των οποίων ο ερευνητής κρατούσε και σημειώσεις, μπορεί να θεωρηθεί ότι εξελίχθηκαν χωρίς προβλήματα. Αυτό φαίνεται και από το γεγονός ότι μόνο σε μία περίπτωση χρειάσθηκε η τηλεφωνική επαφή με φοιτητή, τον (Κ.Α.02), για να διευκρινιστεί η απάντηση που έδωσε σε μία από τις ερωτήσεις που του είχαν υποβληθεί κατά τη διάρκεια της συνέντευξης.

Οι απομαγνητοφωνήσεις, που απετέλεσαν μια από τις πιο επίπονες εργασίες που έγιναν στο πλαίσιο της έρευνας, διήρκεσαν περίπου τρεις μήνες. Παρά το γεγονός ότι η ταχύτητα του ηχητικού αρχείου που αντιστοιχούσε σε κάθε συνέντευξη είχε υποδιπλασιαστεί, με τη βοήθεια του προγράμματος Nero Wave Editor, εντούτοις ήταν απαραίτητο να επαναληφθεί αρκετές φορές η ακρόαση του ηχητικού αρχείου της συνέντευξης, για να επιτευχθεί πλήρης καταγραφή των όσων είχαν μαγνητοφωνηθεί. Στην καλή απομαγνητοφώνηση βοήθησαν και οι σημειώσεις που κρατούσε ο ερευνητής κατά τη διενέργεια των συνεντεύξεων.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Για την καταγραφή, κωδικοποίηση και ταξινόμηση των απαντήσεων των φοιτητών δημιουργήθηκαν πίνακες, οι οποίοι μαζί με τα υπομνήματα που τους συνοδεύουν περιλαμβάνονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄, σελ. 213.

Β. Η Δομή και η Λογική της Έρευνας

Οι ερωτήσεις που υποβάλλονταν κατά τη διάρκεια της συνέντευξης ήταν ομαδοποιημένες και αντιστοιχισμένες σε κάρτες και αφορούσαν τέσσερις ενότητες:

Η πρώτη ενότητα αφορούσε συμβολισμούς και ορισμολογία, που αναφέρονται στις **χημικές εξισώσεις**. Οι κάρτες που επιδείχθηκαν ήταν πέντε (No 1, No 2, No 3, No 4 και No 5).

Η δεύτερη ενότητα αφορούσε συμβολισμούς και ορισμολογία, που αναφέρονται στις ομάδες **υδροξύλιο και υδροξείδιο**. Οι κάρτες που επιδείχθηκαν ήταν τρεις (No 6, No 7 και No 8).

Η τρίτη ενότητα αφορούσε συμβολισμούς και ορισμολογία, που αναφέρονται στην **ιοντική δομή των αλάτων και στη γραφή των χημικών τους τύπων**. Οι κάρτες που επιδείχθηκαν ήταν τέσσερις (No 9, No 10, No 11 και No 12). Ταυτόχρονα, επιδείχθηκαν και δύο σελίδες χαρτιού διαστάσεων Α4 με σημειωμένους γνωστούς χημικούς τύπους, των οποίων προτεινόταν νέα πιο βελτιωμένη γραφή. Οι σελίδες αυτές αριθμούνται με το No 12.α. και No 12.β., αντίστοιχα.

Η τέταρτη ενότητα αφορούσε σε συμβολισμούς και ορισμολογία, που αναφέρονται στη **διαλυτότητα δυσδιαλύτων αλάτων**. Οι κάρτες που επιδείχθηκαν ήταν τρεις (No 13, No 14 και No 15). Παράλληλα, επιδείχθηκε και μία σελίδα χαρτιού διαστάσεων Α4 με σημειωμένους γνωστούς χημικούς τύπους, των οποίων προτεινόταν νέα πιο βελτιωμένη γραφή. Η σελίδα αυτή αριθμείται με το No 13α.

Με την επίδειξη κάθε κάρτας ή σελίδας Α4 υποβλήθηκαν σε κάθε φοιτητή οι ερωτήσεις που σχετίζονταν με το θέμα, που σημειωνόταν στην κάρτα ή στη σελίδα Α4.

Πριν από την έναρξη των συνεντεύξεων, έγινε έλεγχος της αξιοπιστίας περιεχομένου* (content validity) των καρτών και των ερωτήσεων με τη βοήθεια δύο συναδέλφων χημικών, εκ των οποίων ο πρώτος κατέχει δίπλωμα ειδίκευσης στη διδακτική

και επαρχιακαθεί από L.J. Cronbach, Essentials pf psychological testing p. 173,
& Row.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

της Χημείας και διδάσκει στη δημόσια Μέση Εκπαίδευση, ενώ ο δεύτερος είναι υποψήφιος διδάκτορας του Χημικού Τμήματος του Α.Π.Θ. και διδάσκει στην ιδιωτική εκπαίδευση. Στους συναδέλφους αυτούς, αφού τους ενημερώσαμε για τους στόχους της έρευνας, δώσαμε για συμπλήρωση τον κατάλογο ερωτήσεων που ακολουθεί:

1) Είναι το περιεχόμενο των ερωτήσεων σε στενή σχέση με το στόχο/στόχους της έρευνας; ΝΑΙ [...] ΟΧΙ [...]
2) Εξετάζει κάθε ερώτηση ένα συγκεκριμένο θέμα κάθε φορά; ΝΑΙ [...] ΟΧΙ [...]
3) Είναι οι ερωτήσεις σαφώς διατυπωμένες; ΝΑΙ [...] ΟΧΙ [...]
4) Υπάρχει σε κάθε ερώτηση μια ορθή ή ξεκάθαρα αποδεκτή απάντηση; ΝΑΙ [...] ΟΧΙ [...]
5) Είναι καθαρές οι εικόνες, εξισώσεις, σύμβολα που χρησιμοποιούνται; ΝΑΙ [...] ΟΧΙ [...]
6) Μήπως η αποδεκτή απάντηση προδίδεται από άλλες ερωτήσεις; ΝΑΙ [...] ΟΧΙ [...]
7) Έχουν οι σπουδαστές τις γνώσεις/το γνωστικό υπόβαθρο για να απαντήσουν στις ερωτήσεις; ΝΑΙ [...] ΟΧΙ [...]
8) Περιέχονται στις ερωτήσεις λέξεις που κατευθύνουν προς την αποδεκτή απάντηση; («πάντοτε», «μπορεί», «κανένα», «όλα», «μερικές φορές», «συνήθως», «γενικά», «τυπικά» κ.λπ.). ΝΑΙ [...] ΟΧΙ [...]

Ύστερα από την αξιολόγηση των απαντήσεων των συναδέλφων και τη δήλωσή τους ότι πρόκειται για εύστοχα επιλεγμένες ερωτήσεις, μέσω των οποίων θα επιτευχθούν οι στόχοι της έρευνας, ακολούθησαν οι συνεντεύξεις με τους φοιτητές που συνεργάστηκαν μαζί μας.

1. Οι κάρτες και οι Ερωτήσεις

Ι^η Ενότητα: Συμβολισμοί και Ορισμολογία που αναφέρονται στις Χημικές εξισώσεις

ΚΑΡΤΑ No 1

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα No 1

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

1. Τι δείχνει αυτή η κάρτα; Τι βλέπεις στην κάρτα No 1; (Να πει ακριβώς τι βλέπει, μια χημική αντίδραση/μια χημική εξίσωση)
   1α. Τι σημειώνονται αριστερά του βέλους; Πώς ονομάζονται; (αντιδρώντα)
   1β. Τι σημειώνονται δεξιά του βέλους; Πώς ονομάζονται; (προϊόντα)
2. Μπορείς να μου διαβάσεις αυτήν την κάρτα; (φαντάσου ότι εγώ δεν την ξέρω ούτε την βλέπω).
3. Υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα; (Εδώ ζητάμε να κάνει άμεση ή έμμεση αναφορά στην αρχή ισοστάθμισης της μάζας).
4. Τι παριστάνει μια χημική εξίσωση;
5. Τι δείχνει το βέλος στη χημική εξίσωση;

ΚΑΡΤΑ No 2

$$2S + 3O_2 = 2SO_3$$

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα No 2

1. Τι δείχνει αυτή η κάρτα; (Να πει ακριβώς τι βλέπει, μια χημική αντίδραση/μια χημική εξίσωση).
2. Μπορείς να μου διαβάσεις αυτήν την κάρτα; (φαντάσου ότι εγώ δεν την ξέρω ούτε την βλέπω).
3. Νομίζεις ότι το σύμβολο της ισότητας έχει την ίδια λειτουργία εδώ, όπως και στα μαθηματικά, ή διακρίνεις διαφορά ή διαφορές; Ποια ή ποιες διαφορές;
   3α. Διαφέρει σε κάτι από την προηγούμενη ή δείχνουν το ίδιο ακριβώς; Αν δε δείχνουν το ίδιο, σε τι συνίσταται η διαφορά;
4. Η προηγούμενη (κάρτα No 1) ήταν για σένα μια χημική εξίσωση/μια χημική αντίδραση. Αυτή την παράσταση πώς την ονομάζουμε;
5. Υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα;
6. Γνωρίζεις την αρχή ισοστάθμισης της μάζας; (Η ερώτηση γίνεται υπό προϋποθέσεις).
7. Εσύ με τι σύμβολο είσαι εξοικειωμένος για τις χημικές εξισώσεις, το βέλος ή το σύμβολο της ισότητας;
   7α. Έχεις συναντήσει πουθενά το ίσον σε χημικές εξισώσεις; Αν ναι, πού;
8. Κατά τη γνώμη σου, το σύμβολο της ισότητας ή το βέλος εκφράζει ορθότερα μια χημική εξίσωση;

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

9. Γιατί το σύμβολο της ισότητας; Ή εναλλακτικά: Γιατί το βέλος;
10. Θα προτιμούσες να αντικατασταθεί το βέλος με το σύμβολο της ισότητας; (Μέχρι το 1955 ήταν σε χρήση στα σχολικά βιβλία).
11. Θα προτιμούσες να αντικατασταθεί το βέλος με το σύμβολο της ισότητας, τουλάχιστον στις χημικές εξισώσεις που διδάσκονται στη Μέση Εκπαίδευση;

ΚΑΡΤΑ No 3

$$2NH_3 \rightarrow N_2 + 3H_2$$

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα No 3

1. Μπορούμε να γράψουμε τη χημική εξίσωση της κάρτας No 1 αντίστροφα;
2. Αν όχι, γιατί, αν ναι, γιατί; (Ναι)
3. Υπάρχει περίπτωση που να μην επιτρέπεται να γράψουμε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης αντίστροφα; Πώς διαφοροποιούμε τις δύο περιπτώσεις; (μονόδρομες/ αμφίδρομες/ισορροπία)

ΚΑΡΤΑ No 4

$$S + 3/2O_2 = SO_3$$

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα No 4

1. Μπορούμε να γράψουμε την κάρτα No 2 διαιρώντας όλους τους συντελεστές της χημικής εξίσωσης διά 2; (Ναι)
2. Αν όχι, γιατί, αν ναι, γιατί;
3. Αν ναι, υπάρχει κάποιο πλεονέκτημα στη μία από τις δύο μορφές;
4. Υπάρχει περίπτωση που πράγματι δεν εμφανίζονται σε μία χημική εξίσωση κλασματικοί συντελεστές; (στοιχειώδεις αντιδράσεις)
5. Σε τι διαφέρει η χημική εξίσωση μιας στοιχειώδους (απλής) αντίδρασης από τη στοιχειομετρική χημική εξίσωση μιας χημικής αντίδρασης;
6. Θα προτιμούσες να χρησιμοποιούσαμε διαφορετικό σύμβολο αντί του βέλους για τις στοιχειώδεις αντιδράσεις;

ΚΑΡΤΑ No 5

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα No 5

1. Τι δείχνει αυτή η κάρτα, No 5;
2. Μπορείς να μου διαβάσεις αυτήν την κάρτα; (φαντάσου ότι εγώ δεν την ξέρω ούτε την βλέπω).
3. Διαφέρει σε τίποτε από την κάρτα No 1 ή δείχνουν το ίδιο ακριβώς; Αν δε δείχνουν το ίδιο, σε τι συνίσταται η διαφορά; (3α)
4. Τι δείχνει το διπλό βέλος στη χημική εξίσωση;
5. Θα μπορούσαμε να γράψουμε την εξίσωση αντίστροφα; $2NH_3 \rightleftharpoons N_2 + 3H_2$

   5α. Αν όχι, γιατί, αν ναι, υπάρχει ταυτότητα ή διαφορά με την προηγούμενη; (Πότε γράφουμε τη μία και πότε την άλλη/αντίστροφη χημική εξίσωση;)
6. Θα μπορούσαμε και στην περίπτωση αυτή (χημικής ισορροπίας/αμφίδρομης αντίδρασης) να χρησιμοποιήσουμε το σύμβολο της ισότητας αντί για το διπλό βέλος;

   Μήπως κάποιος από τους δύο συμβολισμούς έχει πλεονέκτημα και ποιο; (6α)

2η Ενότητα: Συμβολισμοί και Ορισμολογία που αναφέρονται στις ομάδες Υδροξύλιο και Υδροξείδιο

ΚΑΡΤΑ No 6

$NaOH$,	KOH,	$Ca(OH)_2$

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα No 6

1. Τι δείχνει η κάρτα No 6;
2. Τι κοινό και ποια διαφορά έχουν οι τρεις ενώσεις;
3. Μπορείς να ονομάσεις (να δώσεις τα χημικά ονόματα) τις χημικές ενώσεις;
4. Σε ποια κατηγορία χημικών ενώσεων ανήκουν οι ενώσεις αυτές;
5. Με βάση ποιο χαρακτηριστικό κατέταξες τις τρεις ενώσεις στην ίδια κατηγορία; (Υδροξείδια μετάλλων ή βάσεις)
6. Γνωρίζεις κάποια ή κάποιες ουσίες/χημικές ενώσεις που είναι βάσεις, αλλά δεν φαίνεται στον τύπο τους το υδροξείδιο;
7. Γνωρίζεις κάποια ή κάποιες ουσίες/χημικές ενώσεις που στο χημικό τους τύπο περιέχουν την ομάδα οξυγόνο υδρογόνο, αλλά δεν είναι βάσεις και είναι οξέα;
8. Γνωρίζεις κάποια ή κάποιες ουσίες/χημικές ενώσεις που στον συντακτικό τους τύπο περιέχουν μία ή περισσότερες ομάδες (-O-H), αλλά δεν είναι βάσεις και εί-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

- ναι οξέα;

ΚΑΡΤΑ Νο 7

ΌΗ

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα Νο 7

1. Τι δείχνει η κάρτα Νο 7; Είναι αυτό μια χημική ένωση; Έχεις συναντήσει μόριο με τον τύπο ΌΗ;
2. Αν απαντήσει ΥΔΡΟΞΥΛΙΟ, τότε τον ρωτάμε: «ποιας κατηγορίας χημικών ενώσεων είναι χαρακτηριστική ομάδα το ΥΔΡΟΞΥΛΙΟ;».
3. Αν απαντήσει ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΟ, τότε του δείχνουμε την κάρτα Νο 8, και τον ρωτάμε «τι βλέπει».
4. Το ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΟ (ως ομάδα ή χημική οντότητα) είναι το ίδιο με το ΥΔΡΟΞΥΛΙΟ; Αν δεν απάντησε σε κάποιες ή όλες από τις ερωτήσεις 6, 7, 8 της κάρτας Νο 6, να επιστρέψουμε σ' αυτές.

ΚΑΡΤΑ Νο 8

ΌΗ

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα Νο 8

1. Τι δείχνει η κάρτα Νο 8;
2. Έχεις αντιληφθεί ποτέ να γίνεται λανθασμένη χρήση των όρων ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΟ και ΥΔΡΟΞΥΛΙΟ;
3. Εσένα σε επηρεάζει η λανθασμένη χρήση των όρων αυτών ;
4. Αν ναι, πώς ή και γιατί σε επηρεάζει;
5. Γενικά νομίζεις ότι η λανθασμένη χρήση των όρων ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΟ και ΥΔΡΟΞΥΛΙΟ μπορεί να επηρεάζει τους μαθητές σε κάτι; (Έστω και αν δεν επηρεάζει εσένα;)

3η Ενότητα: Συμβολισμοί και Ορισμολογία που αναφέρονται στην Ιοντική Δομή των Αλάτων

ΚΑΡΤΑ Νο 9

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

NaCl

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα No 9

1. Ποια χημική ένωση βλέπεις στην κάρτα No 9;
2. Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο νάτριο, NaCl;
3. Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο νάτριο, NaCl;

ΚΑΡΤΑ No 10

$CaCl_2$

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα No 10

1. Ποια χημική ένωση βλέπεις στην κάρτα No 10;
2. Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο ασβέστιο, $CaCl_2$;
3. Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο ασβέστιο, $CaCl_2$;
4. Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 2 στο χλώριο;

ΚΑΡΤΑ No 11

$NaNO_3$

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα No 11

1. Ποια χημική ένωση βλέπεις στην κάρτα No 11;
2. Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρχουν στη χημική ένωση νιτρικό νάτριο, $NaNO_3$;
3. Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση νιτρικό νάτριο, $NaNO_3$;

ΚΑΡΤΑ No 12

$Al_2(SO_4)_3$

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα No 12

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

1. Ποια χημική ένωση βλέπεις στην κάρτα Νο 12;
2. Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρχουν στη χημική ένωση θειικό αργίλιο, $Al_2(SO_4)_3$;
3. Μπορείς να διακρίνεις πόσα στοιχειώδη θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση θειικό αργίλιο, $Al_2(SO_4)_3$;

4α. Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 4 στο οξυγόνο;

4β. Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 2 στο αργίλιο;

4γ. Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 3;

4δ. Υπάρχει κάποια διαφορά ανάμεσα στους δείκτες 2, 4 και 3;

Εργασίες χωρίς κάρτες Νο 12.α.

Μπορείς να γράψεις τους χημικούς τύπους των παρακάτω ενώσεων:

$NaCl$

$CaCl_2$

$NaNO_3$

$Al_2(SO_4)_3$

χωρίζοντας με παρενθέσεις τα θετικά από τα αρνητικά ιόντα; Θέλουμε να γράψει μόνος του (και τελικά τον βοηθάμε να γράψει):

$(Na)(Cl)$

$(Ca)(Cl)_2$

$(Na)(NO_3)$

$(Al)_2(SO_4)_3$

Βρίσκεις κάποιο παιδαγωγικό πλεονέκτημα σ' αυτή τη γραφή;

Εργασίες χωρίς κάρτες Νο 12.β.

Μπορείς στους προηγούμενους χημικούς τύπους (όπου χωρίσαμε με παρενθέσεις τα θετικά από τα αρνητικά ιόντα):

$(Na)(Cl)$

$(Ca)(Cl)_2$

$(Na)(NO_3)$

$(Al)_2(SO_4)_3$

να δείξεις και τα ηλεκτρικά φορτία των ιόντων; Θέλουμε να γράψει μόνος του (και τελικά τον βοηθάμε να γράψει):

$(Na^+)(Cl^-)$

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

$$(Ca^{2+})(Cl^{-})_2$$

$$(Na^{+})[(NO_3)^{-}]$$

$$(Al^{3+})_2[(SO_4)^{2-}]_3$$

Βρίσκεις κάποιο παιδαγωγικό πλεονέκτημα σ' αυτήν τη γραφή;

4η Ενότητα: Συμβολισμοί και Ορισμολογία που αναφέρονται στη Διαλυτότητα Δυσδιαλύτων Αλάτων

ΚΑΡΤΑ No 13

$$AgNO_3 + KCl \rightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$$

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα No 13

1. Τι δείχνει η κάρτα No 13;
2. Τι συμβολίζει το κάθετο βέλος;
3. Πώς περιγράφουμε (με ποιον όρο) το χλωριούχο άργυρο, AgCl ; (ίζημα)
4. Γιατί πέφτει ίζημα; (Ο χλωριούχος άργυρος, AgCl, είναι δυσδιάλυτη ένωση.)
5. Αν δεν έπεφτε ίζημα χλωριούχου αργύρου, AgCl, (αν δηλαδή ο χλωριούχος άργυρος δεν ήταν δυσδιάλυτη ένωση), θα γινόταν η αντίδραση που περιγράφεται από την παραπάνω χημική εξίσωση;
6. Μπορείς να μου περιγράψεις τι θα κάνεις, (τι αντιδραστήρια θα χρησιμοποιήσεις) για να πραγματοποιήσεις στο εργαστήριο την αντίδραση που περιγράφεται από αυτή τη χημική εξίσωση; (Θα αναμείξω διάλυμα ...με διάλυμα.... Οπότε θα καταβυθισθεί ίζημα ...)

(Αν απαντήσει λανθασμένα ή δεν απαντήσει, δεν του λέμε εμείς το σωστό)

Εργασίες Χωρίς Κάρτες No 13.α.

Ξέρεις να γράφεις τη χημική εξίσωση της κάρτας No 13,

$$AgNO_3 + KCl \rightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$$

σε ιοντική μορφή;

ΚΑΡΤΑ No 14

$$Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)}$$

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα No 14

1. Τι δείχνει αυτή η κάρτα, No 14;
2. Τι συμβολίζουν τα σύμβολα δείκτες (aq) και (s);
3. Μπορείς να μου περιγράψεις τι θα κάνεις, (τι αντιδραστήρια θα χρησιμοποιήσεις) για να πραγματοποιήσεις στο εργαστήριο την αντίδραση που περιγράφεται από αυτήν τη χημική εξίσωση; (Θα αναμείξω διάλυμα ... με διάλυμα .. οπότε θα καταβυθισθεί ίζημα ...)
4. Περιγράφει την ίδια ή διαφορετική αντίδραση η χημική εξίσωση της κάρτας αυτής από την προηγούμενη κάρτα, No 13;
   4α. Αν διαφορετική, σε τι συνίσταται η διαφορά;
   4β. Αν ίδια, υπάρχει κάποιο πλεονέκτημα στον έναν ή στον άλλο τρόπο γραφής;
   4γ. Εσύ ποια γραφή βρίσκεις προτιμότερη;

ΚΑΡΤΑ No 15

Έχεις συναντήσει τη χημική εξίσωση,

$$AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$$

ή

$$AgCl \rightleftharpoons Ag^{+} + Cl^{-}$$

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα No 15

1. Τι δείχνει αυτή η χημική εξίσωση;
2. Πότε την χρησιμοποιούμε; (Διάσταση δυσδιάλυτου άλατος/Διαλυτότητα/ Γινόμενο Διαλυτότητας)
3. Γιατί στην περίπτωση αυτή την δείχνουμε με διπλό βέλος;
   3α. Σε τι διαφέρει από την $Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)}$;
   3β. Γιατί στην προηγούμενη το βέλος είναι απλό;

Γ. Σχέση της παρούσας διατριβής - σύνδεση του ερωτηματολογίου της έρευνας με την Ιστορία και τη Φιλοσοφία της Επιστήμης αλλά και με την Ψυχολογία της μάθησης

«Ο σύγχρονος χημικός συμβολισμός εκφράζει τη διαλεκτική της συνδυαστικής αξίας των στοιχείων. Είναι μία έννοια που περιλαμβάνει την ιστορική και επιστημονική διαμόρφωση του χημικού στοιχείου, της χημικής συγγένειας και του χημικού δεσμού και είναι ανοικτή στην προβληματική της επιστήμης» (Μπόκαρης, 1998).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

«Στη σύγχρονη καθημερινή χημική πρακτική η "Χημεία" νοείται ως η επιστήμη της σύνθεσης και της αποικοδόμησης των μορίων. Αλλά τα μόρια συντίθενται από άτομα. Από αυτή την άποψη η χημεία συνδέεται με τη φυσική, που έκφραση αυτής της σχέσης είναι η κβαντική χημεία. Επίσης, το χημικό φαινόμενο έχει τη ρίζα του στην ενεργειακή μεταβολή. Έτσι, η χημεία συνδέεται με τη θερμοδυναμική. Επομένως, πώς μπορεί να "ορισθεί" η έννοια της χημείας, ώστε και στο πραγματικό της αντικείμενο να αντιστοιχεί και να είναι διακρίσιμη από τις συγγενείς επιστήμες, αλλά και να της αποδίδεται το ακριβές νόημά της, ξεπερνώντας την πιθανή καθημερινή και επιστημολογική σύγχυση» (Μπόκαρης, 1998).

Οι προαναφερθείσες θέσεις αλλά και η καθημερινή πρακτική, διαχρονικά, είτε αυτές σχετίζονται με την πειραματική και διδακτική πράξη είτε με την άντληση πληροφοριών και γνώσεων, εν γένει, από τα διάφορα συγγράμματα χημείας, συνηγορούν υπέρ της άποψης ότι υπάρχει πρόβλημα με το σημαινόμενο από διάφορα σύμβολα που χρησιμοποιούνται στη χημεία. Πρόβλημα υπάρχει επίσης με τη διατύπωση διαφόρων ορισμών (ορισμολογία) που αφορούν έννοιες, σωματίδια ή φαινόμενα.

Από την εποχή των αρχαίων Αιγυπτίων, που, όπως αναφέρθηκε (σελ.2-5), συμβόλιζαν το χρυσό με τον Ήλιο, τον άργυρο με τη Σελήνη, το χαλκό με την Αφροδίτη κ.ο.κ., μέχρι και την εποχή που ο συμβολισμός των χημικών στοιχείων καθιερώνεται με τη δημοσίευση του έργου, *A new system of Chemical Philosofy*, (1808-1810), του J. Dalton, και η συστηματική γραφή των χημικών τύπων με τη δημοσίευση του έργου του Charles Gerhardt (1816-1856), *Traite de chimie organique (Πραγματεία περί οργανικής χημείας)*, χρησιμοποιήθηκαν διάφοροι χημικοί συμβολισμοί και αναδιατυπώθηκαν ακριβέστεροι ορισμοί για διάφορες έννοιες. Ως τέτοιους θεωρούμε αυτούς που από αρχαιοτάτους χρόνους οδήγησαν στη χρήση διαφορετικών συμβόλων (γεωμετρικών και άλλων σχημάτων, γραμμάτων ή παραστάσεων ουρανίων σωμάτων) για το συμβολισμό των χημικών στοιχείων και, σε νεότερες εποχές, στη χρήση των χημικών τύπων, μοριακών, συντακτικών, ηλεκτρονικών ή στερεοχημικών. Ωστόσο, κινητικότητα υπήρχε και σε ό,τι αφορούσε τη χρήση των ορισμών που καθορίζουν χημικά φαινόμενα (εναντιομέρεια-χειροτροπισμός ή χειρομορφία) ή ομάδες χημικών ενώσεων (π.χ. οξέα-βάσεις κατά Arrhenius, Bronsted – Lowry και Lewis) ή ακόμη και αυτού του ατόμου κα του μορίου.

Τη σύγχρονη εποχή, ενώ η IUPAC χρησιμοποιεί για την παράσταση της χημικής αντίδρασης (φαινόμενο) τη χημική εξίσωση (χημικός συμβολισμός) με διάφορες μορφές, όπως:

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

$H_2 + Br_2 = 2HBr$, για στοιχειομετρικούς υπολογισμούς

$H_2 + Br_2 \rightarrow 2HBr$, για καθαρά ποσοτικές αντιδράσεις

$H_2 + Br_2 \leftrightarrows 2HBr$, για αντίδραση προς δύο κατευθύνσεις

$H_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr$, για χημική ισορροπία (Green Book IUPAC, 1993), στα σχολικά εγχειρίδια κυριαρχούν κατά κόρον, και ανάλογα με την περίπτωση, οι τρεις τελευταίες χημικές εξισώσεις, ενώ η πρώτη εξ' αυτών από το 1955 και μετά, σχεδόν, έχει εξωστρακισθεί από αυτά (Διπλωματική Εργασία (ΔιΧηΝΕΤ), Π. Παλαμιτζόγλου, 2003).

Επίσης, ενώ από την IUPAC, από το έτος 1936 ακόμη, γίνεται μνεία για υδροξυλομάδα σε ό,τι αφορά τη χαρακτηριστική ομάδα των αλκοολών (Definitive Report of IUC, 1930) και υδροξείδιο ή ιόν υδροξυλίου (IUPAC, Recommendations 1993) σε ό,τι αφορά τη χαρακτηριστική ομάδα των βάσεων (υδροξείδια των μετάλλων), εντούτοις τα χαρακτηριστικά ονόματα «υδροξύλιο» και «υδροξείδιο», χρησιμοποιούνται αδιακρίτως για τις δύο χημικές οντότητες, όχι μόνο στον προφορικό αλλά ενίοτε και στο γραπτό λόγο. Θα ήταν δυνατό, δηλαδή, να ισχυρισθεί κάποιος ότι για διάφορους λόγους τα χημικά σύμβολα, αφενός, και η ορισμολογία, αφετέρου, δεν παραμένουν διαχρονικά αναλλοίωτα.

Υπ' αυτήν την έννοια, η παρούσα έρευνα, που πέρα από την ιστορία και τη φιλοσοφία της επιστήμης σχετίζεται με τη διδακτική της χημείας, στοχεύει στο να αναδείξει κάποια τέτοιου είδους προβλήματα, που αφορούν τη χρήση ορισμένων χημικών συμβολισμών αλλά και με το σημαινόμενο από αυτούς, καθώς επίσης και με το εννοιολογικό περιεχόμενο ορισμών που αφορούν χημικές οντότητες, φαινόμενα ή σύμβολα. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι η ιστορία και η φιλοσοφία της επιστήμης αλλά και η ψυχολογία της μάθησης χρησιμοποιείται, από την πλευρά μας, ως θεωρητικό πλαίσιο ή και επεξηγηματικό μέσο της ανάδειξης και επίλυσης των προβλημάτων, μέσω της υποβολής προτάσεων, και όχι ως αποκλειστική βάση για τη διαμόρφωση του ερωτηματολογίου που υποβλήθηκε στους φοιτητές. Παρόλα αυτά, υπάρχουν ερωτήσεις που η σύνδεσή τους με την ιστορία και τη φιλοσοφία της επιστήμης ή την ψυχολογία της μάθησης είναι άμεσα ή έμμεσα φανερή.

Ειδικότερα, από το ερωτηματολόγιο, όπως αυτό εκτέθηκε στην προηγούμενη ενότητα, (Β.1 Οι κάρτες και οι ερωτήσεις) προκύπτει ότι οι παρακάτω ερωτήσεις, κατά ενότητα, συνδέονται με την Ιστορία και τη Φιλοσοφία της Επιστήμης αλλά και με την Ψυχολογία της Μάθησης:

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

1η Ενότητα: Συμβολισμοί και Ορισμολογία που αναφέρονται στις Χημικές εξισώσεις

Από την ενότητα αυτή οι ερωτήσεις που υποβλήθηκαν κατά την επίδειξη της κάρτας Νο 1 και φέρουν αρίθμηση 4 και 5 και που αντίστοιχα διατυπώνονται: η 4 (Τι παριστάνει μια χημική εξίσωση;) και η 5 (Τι δείχνει το βέλος στη χημική εξίσωση;) είναι άμεσα συνδεδεμένες με την ιστορία της επιστήμης, καθόσον η διαμόρφωση της χημικής εξίσωσης ως χημικού συμβολισμού, από τον οποίο αντλείται μεγάλος αριθμός ποιοτικών και ποσοτικών πληροφοριών, χρειάσθηκε να περάσουν αιώνες για να καταλήξει η επιστημονική κοινότητα στη διαμόρφωσή της (Laugier και Dumon 2004). Οι ερωτήσεις αυτές είναι άμεσα συνδεδεμένες και με την ψυχολογία της μάθησης, καθόσον καλείται ο μαθητής να συνδέσει τις υπομικροσκοπικές μεταβολές που συμβαίνουν στη φύση ή στο εργαστήριο με τη συμβολική αναπαράστασή τους (Johnstone 2000, Georgiadou και Tsaparlis, 2000 - Treagust et al., 2003). Η δεύτερη εξ αυτών έχει σχέση και με την εννοιολογική σύγκρουση, καθόσον ο μαθητής καλείται να χρησιμοποιήσει το σύμβολο του βέλους (που εμπεριέχει ως σημαινόμενο την πορεία), κάτι που έμαθε κατά την παιδική ηλικία, όπου κυριαρχεί η εικονική αναπαράσταση (Hayes 2000), ως σύμβολο που εμπεριέχει τώρα ένα νέο σημαινόμενο (την πορεία αλλά και την ισότητα μαζών αντιδρώντων και προϊόντων).

Ερωτήσεις που υποβλήθηκαν κατά την επίδειξη της κάρτας Νο 2, όπως αυτές που φέρουν αρίθμηση 7, 7α, 9, 10 και 11 και παρατίθενται κατωτέρω:

7. Εσύ με τι σύμβολο είσαι εξοικειωμένος για τις χημικές εξισώσεις, το βέλος ή το σημείο της ισότητας;

   7α. Έχεις συναντήσει πουθενά το ίσον σε χημικές εξισώσεις; Αν ναι, πού;

8. Κατά τη γνώμη σου, το σύμβολο της ισότητας ή το βέλος εκφράζει ορθότερα μια χημική εξίσωση;
9. Γιατί το σύμβολο της ισότητας; Ή εναλλακτικά: Γιατί το βέλος;
10. Θα προτιμούσες να αντικατασταθεί το βέλος με το σύμβολο της ισότητας; (Μέχρι το 1955 ήταν σε χρήση στα σχολικά βιβλία).
11. Θα προτιμούσες να αντικατασταθεί το βέλος με το σύμβολο της ισότητας, τουλάχιστον στις χημικές εξισώσεις που διδάσκονται στη Μέση Εκπαίδευση;

αφενός συνδέονται με την ιστορία της επιστήμης, επειδή κυρίως θίγουν τη μη χρήση του συμβόλου της ισότητας και την αντικατάστασή του από το βέλος, από μια χρονική στιγμή και μετέπειτα (Παλαμιτζόγλου, 2003), και αφετέρου οι τέσσερις τελευταίες εξ αυτών συνδέονται και με τη φιλοσοφία της επιστήμης, καθόσον καλούν το φοιτητή να δώσει απάντηση στο *γιατί* το σύμβολο της ισότητας ή γιατί το βέλος εκφράζει

ορθότερα μια χημική εξίσωση ή και *γιατί* θα έπρεπε να είναι προτιμητέα η αντικατάσταση του βέλους από το σύμβολο της ισότητας από τώρα και στο εξής (Huisman, 1998).

Για τον ίδιο λόγο θεωρούμε ότι συνδέονται με τη φιλοσοφία της επιστήμης και οι ερωτήσεις που φέρουν αρίθμηση 1, 2 και 3 και υποβλήθηκαν κατά την επίδειξη της κάρτας Νο 4. Οι ερωτήσεις αυτές είναι:

7. Μπορούμε να γράψουμε την κάρτα Νο 2 διαιρώντας όλους τους συντελεστές της χημικής εξίσωσης διά 2;
8. Αν όχι, γιατί, αν ναι, γιατί;
9. Αν ναι, υπάρχει κάποιο πλεονέκτημα στη μία από τις δύο μορφές;

Ομοίως, φιλοσοφικού περιεχομένου είναι και οι ερωτήσεις της κάρτας Νο 5 με αρίθμηση 5, 5α και 6. Οι ερωτήσεις αυτές διατυπώνονται ως εξής:

5. Θα μπορούσαμε να γράψουμε την εξίσωση αντίστροφα; $2NH_3 \rightleftharpoons N_2 + 3H_2$
   5α. Αν όχι, γιατί, αν ναι, υπάρχει ταυτότητα ή διαφορά με την προηγούμενη; (Πότε γράφουμε τη μία και πότε την άλλη/αντίστροφη χημική εξίσωση;)
6. Θα μπορούσαμε και στην περίπτωση αυτή (χημικής ισορροπίας/αμφίδρομης αντίδρασης) να χρησιμοποιήσουμε το σύμβολο της ισότητας αντί για το διπλό βέλος; Μήπως κάποιος από τους δύο συμβολισμούς έχει πλεονέκτημα και ποιο; (6α)

2η Ενότητα: Συμβολισμοί και Ορισμολογία που αναφέρονται στις ομάδες Υδροξύλιο και Υδροξείδιο

Η ερώτηση 4 της κάρτας Νο 7 που η διατύπωσή της είναι: «Το υδροξείδιο (ως ομάδα ή χημική οντότητα) είναι το ίδιο με το υδροξύλιο;» πέρα από το ότι συνδέεται άμεσα με την ιστορία της χημείας (Green Book IUPAC, 1993- Παλαμιτζόγλου 2003), εμμέσως συνδέεται και με την ψυχολογία, επειδή θίγει το θέμα της αντιληπτικής ικανότητας του φοιτητή ως ενεργητικής, επιλεκτικής και ερμηνευτικής λειτουργίας (Cassells και Green, 1999).

Σχέση με την ψυχολογία έχουν και οι ερωτήσεις 3, 4 και 5 της κάρτας Νο 8 που ακολουθούν και διατυπώνονται ως εξής:

3. Εσένα σε επηρεάζει η λανθασμένη χρήση των όρων αυτών;
4. Αν ναι, πώς; Ή και γιατί σε επηρεάζει;
5. Γενικά νομίζεις ότι η λανθασμένη χρήση των όρων υδροξείδιο και υδροξύλιο μπορεί να επηρεάζει τους μαθητές σε κάτι; (έστω και αν δεν επηρεάζει εσένα;)

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Η δεύτερη και η τρίτη εξ αυτών, αυτές δηλαδή που φέρουν αρίθμηση 4 και 5, σχετίζονται και με τη φιλοσοφία της επιστήμης, αφού ωθούν τους μαθητές να δώσουν απάντηση στο *γιατί* η λανθασμένη χρήση των όρων επηρεάζει τους ίδιους ή και άλλους μαθητές (Huisman, 1998).

3η Ενότητα: Συμβολισμοί και Ορισμολογία που αναφέρονται στην Ιοντική Δομή των Αλάτων

Ο αρκετά μεγάλος αριθμός παρεμφερών ερωτήσεων που ακολουθεί και υποβλήθηκε στους φοιτητές με την επίδειξη κατά σειρά των καρτών:

ΚΑΡΤΑ No 9

2. Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο νάτριο, NaCl;
3. Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο νάτριο, NaCl;

ΚΑΡΤΑ No 10

2. Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο ασβέστιο, $CaCl_2$;
3. Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο ασβέστιο, $CaCl_2$;
4. Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 2 στο χλώριο;

ΚΑΡΤΑ No 11

2. Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρχουν στη χημική ένωση νιτρικό νάτριο, $NaNO_3$;
4. Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση νιτρικό νάτριο, $NaNO_3$;

ΚΑΡΤΑ No 12

2. Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρχουν στη χημική ένωση θειικό αργίλιο, $Al_2(SO_4)_3$;
10. Μπορείς να διακρίνεις πόσα στοιχειώδη θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση θειικό αργίλιο, $Al_2(SO_4)_3$;
    4α. Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 4 στο οξυγόνο;
    4β. Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 2 στο αργίλιο;
    4γ. Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 3;
    4δ. Υπάρχει κάποια διαφορά ανάμεσα στους δείκτες 2, 4 και 3;

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

εμμέσως συνδέεται και με την ψυχολογία, επειδή θίγει το θέμα της αντιληπτικής ικανότητας του φοιτητή ως ενεργητικής, επιλεκτικής και ερμηνευτικής λειτουργίας του (Cassells και Green, 1999).

4η Ενότητα: Συμβολισμοί και Ορισμολογία που αναφέρονται στη Διαλυτότητα Δυσδιαλύτων Αλάτων

Άμεση σχέση με την ιστορία της επιστήμης έχουν οι ερωτήσεις 4 και 5 της κάρτας Νο 13 που ακολουθούν, επειδή αναφέρονται στη διαμόρφωση ενός χημικού συμβολισμού που περιγράφει ένα υπομικροσκοπικό φαινόμενο, (Laugier και Dumon 2004) αλλά και με τη φιλοσοφία της επιστήμης, επειδή απαιτούν από το φοιτητή την αιτιολόγηση ενός φαινομένου (καταβύθιση δυσδιαλύτων αλάτων) (Huisman, 1998). Η διατύπωση των ερωτήσεων αυτών έχει ως εξής:

4. Γιατί πέφτει ίζημα; (Ο χλωριούχος άργυρος, AgCl, είναι δυσδιάλυτη ένωση.)
5. Αν δεν έπεφτε ίζημα χλωριούχου αργύρου, AgCl, (αν δηλαδή ο χλωριούχος άργυρος δεν ήταν δυσδιάλυτη ένωση), θα γινόταν η αντίδραση που περιγράφεται από την παραπάνω χημική εξίσωση;

Οι απόψεις που διατυπώθηκαν για τις ερωτήσεις 4 και 5 της κάρτας Νο 13, που αναφέρθηκαν αμέσως πιο πάνω, θα μπορούσαν να αναφερθούν ακριβώς και για τις ερωτήσεις με αρίθμηση 4, 4α, 4β και 4γ της κάρτας Νο 14 που ακολουθούν με διατύπωση αντίστοιχα η:

4. Περιγράφει την ίδια ή διαφορετική αντίδραση η χημική εξίσωση της κάρτας αυτής από την προηγούμενη κάρτα, Νο 13;
   - 4α. Αν διαφορετική, σε τι συνίσταται η διαφορά;
   - 4β. Αν ίδια, υπάρχει κάποιο πλεονέκτημα στον έναν ή στον άλλο τρόπο γραφής;
   - 4γ. Εσύ ποια γραφή βρίσκεις προτιμότερη;

Αλλά και για τις ερωτήσεις 1, 2, 3, 3α και 3β της κάρτας Νο 15 που ακολουθούν με διατυπώσεις:

1. Έχεις συναντήσει τη χημική εξίσωση,

$$AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \quad \text{ή} \quad AgCl \rightleftharpoons Ag^{+} + Cl^{-}$$

2. Πότε την χρησιμοποιούμε; (Διάσταση δυσδιάλυτου άλατος/Διαλυτότητα/ Γινόμενο Διαλυτότητας)
3. Γιατί στην περίπτωση αυτή την δείχνουμε με διπλό βέλος;
   - 3α. Σε τι διαφέρει από την $Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)}$;

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

3β. Γιατί στην προηγούμενη το βέλος είναι απλό;

θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι ισχύουν οι ίδιες απόψεις. Επιπλέον, για τις ερωτήσεις 1 και 3α ισχύουν τα όσα αναφέραμε για τη σχέση του ερωτηματολογίου με την ιστορία της επιστήμης και αφορούν τη χημική εξίσωση (Laugier και Dumon 2004, Jostone 2000, Georgiadou και Tsaparlis, 2000 - Treagust et al., 2003), ενώ για τις ερωτήσεις 3 και 3β ισχύουν τα όσα αναφέρθηκαν για τη χρήση του βέλους (Huisman, 1998 και Παλαμιτζόγλου 2003).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΠΟΥ ΔΟΘΗΚΑΝ ΣΤΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΕΝΟΤΗΤΩΝ

Η παρουσίαση και ο σχολιασμός των αποτελεσμάτων γίνεται κατά ενότητα και στηρίζεται στους πίνακες που περιλαμβάνονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄ της σελ. 213.

1. ΕΝΟΤΗΤΑ Α΄: Συμβολισμοί και Ορισμολογία, που αναφέρονται στις Χημικές εξισώσεις

ΚΑΡΤΑ Νο 1

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

Ερώτηση 1

Οι φοιτητές στην πλειονότητά τους (13/18) δε γνώριζαν την έννοια του όρου «Χημική Εξίσωση». Αυτό προκύπτει από τις απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 1,

«Τι δείχνει αυτή η κάρτα; Τι βλέπεις στην κάρτα Νο 1;», όπου:

13/18 απάντησαν ότι βλέπουν *«μια χημική αντίδραση»*, ενώ

2/18 φοιτητές, μόνο, απάντησαν ότι βλέπουν *«μια χημική εξίσωση»*, και

3/18 έδωσαν άλλες μη αποδεκτές από επιστημονική άποψη απαντήσεις, όπως αυτή που έδωσε ο φοιτητής με:

Κ.Α.10: *«Ένα μολ αζώτου με τρία μολ υδρογόνου μας δίνουν δύο μόρια... αμμωνίας* [παύση]. *Αντιδρούν.»*,

Κ.Α.16: *«Είναι ο σχηματισμός της αμμωνίας από ένα άτομο αζώτου και τρία άτομα υδρογόνου.»*, και ο

Κ.Α.17: *«Άζωτο δύο και τρία υδρογόνα δύο, μας δίνουν δύο μόρια αμμωνίας.»*

Ερωτήσεις 1α και 1β

Οι ερωτήσεις αυτές τέθηκαν, παρά το γεγονός ότι αναμενόταν να απαντήσουν

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

σωστά όλοι οι φοιτητές, για να μην υπάρξει εκ των υστέρων κάποια αμφιβολία για την πληρότητα της έρευνας.

Εντούτοις, στην ερώτηση 1α:

«Τι σημειώνονται αριστερά του βέλους; Πώς ονομάζονται;»

όπου η απάντηση είναι:

«Τα αντιδρώντα»

16/18 φοιτητές απάντησαν όπως αναμενόταν, ενώ

2/18 εστιάστηκαν σε επιμέρους χαρακτηριστικά των χημικών εξισώσεων των αντιδράσεων ή απλώς διάβασαν τα σύμβολα. Αυτές, οι μη αποδεκτές από επιστημονική άποψη απαντήσεις δόθηκαν από τους φοιτητές με Κ.Α.05 και Κ.Α.06.

Η απάντηση που έδωσε ο φοιτητής με Κ.Α.05 έχει ως εξής:

-«Είναι το άζωτο με το νι (N), ας πούμε και το υδρογόνο, το οποίο είναι το ήτα (H), ας πούμε.», και

Η μη αποδεκτή, από επιστημονική άποψη, απάντηση που έδωσε ο φοιτητής με Κ.Α.06, προκύπτει από τη στιχομυθία που αναφέρεται παρακάτω:

Ερευνητής: -Τι σημειώνεται αριστερά του βέλους; Πώς ονομάζονται με άλλα λόγια;

Φοιτητής: -«Άζωτο και τρία υδρογόνα.»

Ερευνητής: -Ναι. Πώς τα ονομάζουμε αυτά εδώ;

Φοιτητής: -«Στοιχεία.»

Ερευνητής: -Μήπως τα ονομάζουμε κάπως αλλιώς;

Φοιτητής: -«Δεν τα λέμε στοιχεία;»

Ερευνητής: -Ε;

Φοιτητής: -«Δεν πρέπει [παύση] *πρέπει να σκεφτώ για ν' απαντήσω. Δεν* [παύση]*»*

Ερευνητής: -Ναι. Όταν βλέπουμε αυτό το σχήμα, αυτήν την εικόνα. Αυτά που βρίσκονται αριστερά του βέλους, πώς τα ονομάζουμε;

Φοιτητής: -«Άτομα; Ή άτομα ή στοιχεία.»

Ερευνητής: -Καλά.

Φοιτητής: -«Τέλος πάντων.»

Από τη στιχομυθία, όπως αυτή αποτυπώνεται στο γραπτό κείμενο αλλά και από το ηχητικό αρχείο που αντιστοιχεί σ' αυτό το τμήμα της συνέντευξης, φαίνεται, ότι ο φοιτητής, παρά την προσπάθεια του ερευνητή, δεν είχε την αυτοκυριαρχία του.

Στην ερώτηση 1β:

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

«Τι σημειώνονται δεξιά του βέλους; Πώς ονομάζονται;»,

όπου η απάντηση είναι:

«Τα προϊόντα»,

16/18 φοιτητές απάντησαν όπως αναμενόταν,

Οι δύο ίδιοι φοιτητές, δηλαδή ο Κ.Α.05 και ο Κ.Α.06 εστιάστηκαν και πάλι σε επιμέρους χαρακτηριστικά των προϊόντων. Η στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.05 έχει ως εξής.

Ερευνητής: -Και δεξιά του βέλους [τι βρίσκεται, πώς ονομάζονται];

Φοιτητής: -*«Είναι η ένωση αμμωνία, η οποία είναι με το χημικό τύπο* [παύση].*»*

Ερευνητής: -Ναι, ωραία. Πώς ονομάζονται αυτά που είναι δεξιά του βέλους;
Έχουν κάποια άλλη ονομασία;

Φοιτητής: -*«Άλλη ονομασία;* [παύση] *Μόρια;»*

Ερευνητής: - Μόρια! [παύση] Μάλιστα.

Φοιτητής: -*«Όχι τα μόρια, περιμένετε. Στοιχεία ονομάζονται, αλλιώς. Περιμένετε να σκεφτώ.* [παύση] *Είναι το μόριο της αμμωνίας που δημιουργείται πάντως. Τώρα, περιμένετε.* [παύση].*»*

-*«Είναι; Όχι άτομα είναι, είναι γιατί είναι διατομικά. Όχι άσχετο. Μπερδεύτηκα, τώρα.»*

Ερευνητής: -Δεν πειράζει, χαλάρωσε. Να έχεις υπόψη σου, θα το πω αρκετές φορές ίσως αν χρειαστεί, δεν εξετάζεσαι, εντάξει;

Φοιτητής: -*«Ναι. Να σκεφτώ τι είναι. Περιμένετε. Τώρα μπερδεύτηκα. Πολύ ωραία.»*

Ερευνητής: -Πώς το ονομάζουμε; Βλέπεις, είναι απλά πράγματα, έτσι;

Φοιτητής: -*«Λοιπόν. Όχι, είναι μόρια. Μόρια είναι και μας δίνουν τα μόρια.»*

Ερευνητής: -Καλά!

Φοιτητής: -*«Γιατί είναι δύο άτομα. Είναι το μόριο της αμμωνίας, αποτελείται από δύο μόρια αμμωνίας, όχι αζώτου, αμμωνίας, λέω.»*

Τέλος:

Ο φοιτητής με Κ.Α.06 απάντησε:

-*«Ένωση.»*, -*«Ε, εντάξει.»*

Ερώτηση 2

Όπως προκύπτει από τις απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 2,

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

«Μπορείς να μου διαβάσεις αυτήν την κάρτα; (φαντάσου ότι εγώ δεν την ξέρω ούτε την βλέπω.)»,

6/18 φοιτητές δεν μπορούσαν να αντλήσουν ποιοτικές ή ποσοτικές πληροφορίες βλέποντας τη χημική εξίσωση, ενώ

5/18, διατύπωναν κατά τρόπο μη αποδεκτό τις πληροφορίες αυτές, όπως, για παράδειγμα:

ο φοιτητής με Κ.Α.02, ο οποίος, από τον τρόπο που απάντησε, φαίνεται ότι δεν είχε αφομοιώσει τη χρήση ομοιόμορφης ορολογίας, όταν αναφέρεται στις ποσοτικές πληροφορίες που αντλούνται από τη στοιχειομετρία της χημικής εξίσωσης που περιγράφει μια χημική αντίδραση. Χρησιμοποιεί, δηλαδή, τις έννοιες άτομα και μόρια χωρίς καμία διάκριση. Τα ανωτέρω προκύπτουν από τη στιχομυθία που αναφέρεται στη σελ. 241, του παραρτήματος Β΄. Μέρος της στιχομυθίας αυτής παρατίθεται στο σημείο αυτό:

Ερευνητής: - Μπορείς να μου διαβάσεις αυτήν την κάρτα; Φαντάσου ότι εγώ ούτε την ξέρω ούτε την βλέπω.

Φοιτητής: -*«Έχουμε μοριακό άζωτο, συν τρία άτομα, συν τρία άτομα υδρογόνου, ελεύθερου, μας δίνει δύο μόρια αμμωνίας.*

ο Κ.Α.10, ο οποίος απάντησε:

«Μάλλον τα ίδια θα επαναλάβω, ναι είναι ...»

και εννοούσε, όπως φαίνεται από την απομαγνητοφώνηση:

«Ένα μολ αζώτου με τρία μολ υδρογόνου μας δίνουν δύο μόρια... αμμωνίας. .....».

Την ίδια απάντηση έδωσε ο φοιτητής αυτός, όταν στην ερώτηση 1 της ίδιας κάρτας, ρωτήθηκε τι βλέπει στην κάρτα Νο 1.

ο Κ.Α.11, που απάντησε:

«Άζωτο και υδρογόνο μας δίνει αμμωνία».

ο Κ.Α.16, ο οποίος, όπως, περίπου, και ο Κ.Α.02, απάντησε με τρόπο που φανερώνει ότι δεν έχει εξοικειωθεί με την ορθή ορολογία, όταν περιγράφει ποσοτικές πληροφορίες που αντλούνται από τη στοιχειομετρία μιας χημικής εξίσωσης. Αυτό, ως συμπέρασμα μπορεί να προκύψει, αν παρακολουθήσει κάποιος τη στιχομυθία που αναπτύχθηκε ανάμεσα στον ερευνητή και στο φοιτητή. Η στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.16 έχει ως εξής:

Ερευνητής: - Μπορείς να μου διαβάσεις αυτήν την κάρτα; Φαντάσου ότι εγώ δεν την ξέρω ούτε την βλέπω, έτσι; Να την διαβάσεις. Τώρα, αν νομίζεις ότι με το πρώτο ερώτημα που σου έκανα ότι την διάβασες, δεν απαντάς. Αν

νομίζεις όμως ότι πραγματικά θες να την διαβάσεις, τότε μου λες τι βλέπεις.

Φοιτητής: -*«Λοιπόν, το διατομικό άτομο του αζώτου.»*

Ερευνητής: - Το; Πώς το είπες;

Φοιτητής: -*«Διατομικό»*

Ερευνητής: - Ναι.

Φοιτητής: -« [παύση] *ενώνεται με τρία άτομα υδρογόνου και σχηματίζονται* (παύση)»

Ερευνητής: - Ναι;

Φοιτητής: -*«Δύο άτομα αμμωνίας. Άτομα* [παύση]*; Όχι ακριβώς άτομα.»*

Ερευνητής: - Αλλά; [παύση] Μόρια, έτσι;

Φοιτητής: -*«Μόρια, ναι. Έχετε δίκιο, όχι άτομα.»*

Ερευνητής: - Ύστερα απ' αυτήν την παρέμβαση που έκανα, μήπως θες να το ξαναδιαβάσεις; Δε θέλω να σε διορθώσω.

Φοιτητής: -*«Όχι, όχι.»*

Ερευνητής: -Αλλά καμιά φορά θα επαναλαμβάνω και κάποια ερώτηση. Μη νομίζεις ότι «σώνει και καλά»

Φοιτητής: -*«πρέπει να διορθώνετε»*

Ερευνητής: - [παύση] αυτό θα είναι παγίδα, έτσι;

και

ο Κ.Α.17, που έδωσε την απάντηση που έδωσε και στην ερώτηση 1 της κάρτας αυτής, δηλαδή:

«Άζωτο δύο και τρία υδρογόνα δύο μας δίνουν δύο μόρια αμμωνίας.»

Η απάντηση αυτή είναι σχεδόν ακριβής.

Μόνο 6/18 είχαν τη δυνατότητα να αντλούν κατά τρόπο επιστημονικά αποδεκτό ποιοτικές και ποσοτικές πληροφορίες, βλέποντας τη χημική εξίσωση που αντιπροσωπεύει μια χημική αντίδραση.

Τέτοιες απαντήσεις έδωσαν:

η φοιτήτρια με Κ.Α.04 που είπε:

«Βλέπω να αντιδρούν ένα μόριο αζώτου με τρία μόρια υδρογόνου και μας δίνουν δύο μόρια αμμωνίας ……..»

η φοιτήτρια με Κ.Α.13 που απάντησε:

-«Ναι, ότι αν ένα μόριο αζώτου με τρία μόρια υδρογόνου ενωθούν θα μας δώσουν δύο μόρια αμμωνίας.»

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

και η φοιτήτρια με Κ.Α.14 που είπε:

-«Ένα μόριο αζώτου αντιδρά με τρία μόρια υδρογόνου και σχηματίζονται δύο μόρια αέριας αμμωνίας.»

Ερώτηση 3

Όπως προκύπτει από τις απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 3:

«Υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα;»

Μόνο 6/18 φάνηκε να γνωρίζουν άμεσα ή έμμεσα την αρχή ισοστάθμισης της μάζας.

Οι υπόλοιποι 12/18 απάντησαν κατά τρόπο μη αποδεκτό επιστημονικά ή μη ακριβή ή και σχεδόν ακριβή. Οι φοιτητές που έδωσαν τέτοιου είδους απαντήσεις είναι οι:

Κ.Α.01, που απάντησε:

-«Υπάρχει μια σχέση: Τα προϊόντα προκύπτουν από τα αντιδρώντα». -«Ότι περιέχουν κάποια άτομα τα προϊόντα των αντιδρώντων, δηλαδή τα περιέχουν όλα.»

Κ.Α.04, που είπε:

-«Συνθέτονται αυτά τα δύο αντιδρώντα και μας δίνουν την αμμώνία, η οποία [παύση] *η αμμωνία ουσιαστικά αποτελείται από τα δύο αντιδρώντα το άζωτο και το υδρογόνο. Κατά τα άλλα δεν* [παύση].*»*

Κ.Α.06: που με πολύ δυσκολία και αναφερόμενος στην ίδια ποσοτική πληροφορία με διαφορετικό τρόπο κάθε φορά, κατόρθωσε να φέρει στην επιφάνεια μια θεμελιώδη, κατά τα άλλα, γνώση. Έχει ενδιαφέρον να παρακολουθήσει κανείς τη στιχομυθία που διεξήχθη μεταξύ του ερευνητή και του εν λόγω φοιτητή στη σελ. 241 του παραρτήματος Β΄.

Κ.Α.08: που θεώρησε ότι η ερώτηση αναφερόταν στη φυσική κατάσταση των αντιδρώντων και προϊόντων. Την ίδια θεώρηση έκαναν και οι φοιτητές με Κ.Α.13 και Κ.Α.18. Το γεγονός αυτό ενισχύει την άποψη ότι οι φοιτητές αυτοί δεν είχαν διδαχθεί την Αρχή Ισοστάθμισης της Μάζας (Α.Ι.Μ.) ή, αν την διδάχθηκαν, δεν κατάφεραν να την εμπεδώσουν.

Σε ανάλογο πνεύμα κινείται και η απάντηση που έδωσε ο φοιτητής με

Κ.Α.09: *-«Κάποια σχέση ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα.* [παύση] *Τα αντιδρώντα όχι, τα προϊόντα σχηματίζονται από τα αντιδρώντα.»*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Η απάντηση που έδωσε ο φοιτητής με Κ.Α.10, όπως φαίνεται εξάλλου και από τη στιχομυθία του με τον ερευνητή που καταγράφεται παρακάτω, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ποτέ δε διδάχθηκε ή τουλάχιστον ποτέ δεν εφάρμοσε την Α.Ι.Μ.

Ερευνητής: -Να ρωτήσω, τώρα, υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα;

Φοιτητής: -*«Υπάρχει άμεση σχέση.»*

Ερευνητής: -Δηλαδή; Τι είδους σχέση υπάρχει;

Φοιτητής: -*«Πρώτ' απ' όλα έχουμε μονόδρομο βέλος, δεν έχουμε αμφίδρομα. Δηλαδή η αντίδραση γίνεται προς τα δεξιά...»*

Ερευνητής: -Ναι;

Φοιτητής: -*«Παράγεται συνε... αντιδρούν συνεχώς μόρια αζώτου με μόρια υδρογόνου και δι... μας δίνουν* [παύση] *μας δίνουν αμμωνία.»*

Ερευνητής: -Ναι. Κάποια άλλη σχέση ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα;

Φοιτητής: -*«* [παύση] *Δεν μπορώ να σκεφτώ κάποια άλλη σχέση.»*

Ερευνητής: -Ωραία. Δεν είναι και υποχρεωτικό να πιεζόμαστε, έτσι; Δεν μπορείς να σκεφτείς, λοιπόν, κάτι άλλο. [παύση] Εάν σου πω ότι αυτό εδώ που βλέπεις είναι μία χημική εξίσωση;

Φοιτητής: -*«Ναι»*

Η απάντηση που έδωσε ο φοιτητής με Κ.Α.11 δεν μπορεί να αξιολογηθεί.

Κ.Α.11: -*«Είχα πει δύο, απ' ό,τι θυμάμαι, συντελεστές* [παύση] *και μάζα.»*

Κ.Α.12: Από την απάντηση που έδωσε ο φοιτητής αυτός, (σελ. 242, ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄) συνάγεται ότι ναι μεν έχει ακούσει για την Α.Ι.Μ. αλλά δεν την έχει εμπεδώσει. Μέρος της στιχομυθίας με το φοιτητή με Κ.Α.12 παρατίθεται στο σημείο αυτό:

Ερευνητής: -Υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα;

Φοιτητής: -*«Το ότι πρέπει να 'χουν τους σωστούς συντελεστές. Δηλαδή και απ' τις δύο πλευρές να έχουμε δύο άζωτα και έξι οξυγόνα. Ίσα αντιδρώντα, ίσα στοιχεία; Πώς λέγεται; Δεν ξέρω πώς. Δεν ξέρω. Ίσα στοιχεία.»*

Η ίδια διαπίστωση γίνεται και από την παρακολούθηση της στιχομυθίας ανάμεσα στον ερευνητή και στους φοιτητές με Κ.Α.16 και Κ.Α.17. Οι στιχομυθίες αυτές καταγράφονται στη σελίδα 243 του παραρτήματος Β΄.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ερώτηση 4

Για τους φοιτητές με Κ.Α.04 και Κ.Α.13, που στην ερώτηση 1,

«Τι δείχνει αυτή η κάρτα; Τι βλέπεις στην κάρτα Νο 1;»,

απάντησαν: «*βλέπω μια Χημική Εξίσωση*», που σημαίνει ότι γνώριζαν τη συγκεκριμένη ορολογία, η ερώτηση (4) διατυπωνόταν ως είχε. Δηλαδή:

«Τι παριστάνει μια Χημική Εξίσωση;»,

Στους υπόλοιπους φοιτητές, αυτούς δηλαδή που δε γνώριζαν την έννοια του όρου χημική εξίσωση και απαντούσαν ότι βλέπουν μια χημική αντίδραση, η ερώτηση (4) διατυπωνόταν έμμεσα. Αρχικά, δηλαδή, ο ερευνητής βεβαίωνε το φοιτητή ότι αυτό που έβλεπε στην κάρτα Νο 1 ήταν μια χημική εξίσωση και κατόπιν του έθετε την ερώτηση (4), δηλαδή:

«Τι παριστάνει μια Χημική Εξίσωση;»,

Σε τέσσερις από τους φοιτητές, δηλαδή τον Κ.Α.03, τον Κ.Α.06, τον Κ.Α.11 και τον Κ.Α.12, όπως διαπιστώνεται και από τα απομαγνητοφωνημένα κείμενα, δε δημιουργήθηκαν οι κατάλληλες προϋποθέσεις για να τους τεθεί η ερώτηση (4), έστω και έμμεσα.

Τελικά, οι:

9/14, στους οποίους άμεσα ή έμμεσα τέθηκε η ερώτηση (4),

«Τι παριστάνει μια Χημική Εξίσωση;»,

απάντησαν κατά τρόπο επιστημονικά αποδεκτό, ενώ

5/14 έδωσαν μη αποδεκτές απαντήσεις.

Οι μη αποδεκτές απαντήσεις δόθηκαν από τους φοιτητές με:

Κ.Α.01 που παρόλα αυτά εξακολουθεί να πιστεύει ότι βλέπει μια χημική αντίδραση,

Κ.Α.02 που κι αυτός εξακολουθεί να βλέπει χημική αντίδραση αντί για χημική εξίσωση,

Κ.Α.10, που απάντησε:

-«*Τι παριστάνει μια χημική εξίσωση;*», -« [παύση] *Παριστάνει το... την ποσότητα των* [παύση] *των αντιδρώντων, ξέρω 'γω, που... που έχουμε στο ένα μέρος και πόσα..... πόση ποσότητα προϊόντος θα έχουμε στο... μετά που θα γίνει η αντίδραση, μετά το πέρας της* [παύση] *Πόσα μολ δηλαδή.*»

Κ.Α.14, που απάντησε:

-«*Μία χημική εξίσωση;* [παύση] *όχι.*» και

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Κ.Α.18, που η απάντηση που έδωσε είναι:

-«Παριστάνει τον αριθμό των ατόμων που χρειάζονται να [παύση] *που χρειάζονται να ενωθούν για να παραχθεί ένα μόριο προϊόντος.»*

Ερώτηση 5

Από την ερώτηση 5,

«Τι δείχνει το βέλος στη χημική εξίσωση;»

προκύπτει ότι οι φοιτητές δε γνώριζαν, επειδή μάλλον δεν είχαν διδαχθεί, ότι το βέλος αντικαθιστά το σύμβολο της ισότητας, δείχνοντας εκτός από τη φορά και την ισοστάθμιση της μάζας.

Το παραπάνω συμπέρασμα προκύπτει από το γεγονός ότι στην ερώτηση αυτή,

14/18 φοιτητές απάντησαν ότι το βέλος δείχνει τη φορά,

2/18 έδωσαν απαντήσεις μη αποδεκτές. Οι απαντήσεις αυτές δόθηκαν από τους φοιτητές με:

Κ.Α.08 που είπε:

-«Το προϊόν. [παύση] *Την κατεύθυνση μιας αντίδρασης»,* και

Κ.Α.11, που είπε:

-«Ότι είναι... έχει ολοκληρ... πλήρως. [παύση] *Έχει γίνει, έχει ολοκληρωθεί η αντίδρ...όχι. Ολοκληρωθεί;»,-«Τα αντιδρώντα έχουν μετατραπεί πλήρως στα προϊόντα.* [παύση]..*Αντέδρασαν πλήρως.»*

Να σημειωθεί ότι το απλό βέλος χρησιμοποιείται κατά κανόνα και στην περίπτωση των αμφίδρομων αντιδράσεων, ιδιαίτερα στην οργανική χημεία. Αντί, δηλαδή, να χρησιμοποιούμε διπλό βέλος, χρησιμοποιούμε απλό, δεχόμενοι σιωπηρά ότι οι περισσότερες αντιδράσεις είναι αμφίδρομες, που καταλήγουν σε χημικές ισορροπίες. Αυτό, βέβαια, είναι πρόβλημα των συγγραφέων των βιβλίων και όχι των μαθητών ή των φοιτητών.

1/18 έδωσε τελείως λανθασμένη απάντηση. Αυτή προερχόταν από το φοιτητή με:

Κ.Α.06 που περιλαμβάνεται στη σελ. 244 του παραρτήματος Β΄.

Μόνο 1/18, ο Κ.Α.17 γνώριζε ότι το βέλος δείχνει εκτός από τη φορά της αντίδρασης και την ισότητα μαζών αντιδρώντων και προϊόντων. Η απάντηση που έδωσε ο φοιτητής αυτός φαίνεται από την παρακάτω στιχομυθία.

Το βέλος τι δείχνει στη χημική εξίσωση;

-«Το ότι ισούται.»

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Το ότι;

-«Το ότι ισούται. Αυτά δίνουν αυτά.»

ΚΑΡΤΑ No 2

$$2S + 3O_2 = 2SO_3$$

Ερώτηση 1

Από την υποβολή της ερώτησης 1,

«Τι δείχνει αυτή η κάρτα;»,

διαπιστώθηκε ότι:

2/18 φοιτητές μόνο, ο Κ.Α.12 και ο Κ.Α.16, χαρακτηρίζουν την αναγραφόμενη παράσταση στην κάρτα No 2 ως χημική αντίδραση, ενώ στην αντίστοιχη ερώτηση που αφορούσε την κάρτα No 1, ($N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$), οι 13/18 φοιτητές έβλεπαν χημική αντίδραση.

7/18 φοιτητές βλέπουν χημική εξίσωση. Με άλλα λόγια, η χρήση του συμβόλου της ισότητας αρχίζει να διαφοροποιεί την εντύπωση που έχει η πλειονότητα των φοιτητών για το τι είναι αυτό που βλέπουν. Προκύπτει, δηλαδή, ότι οι φοιτητές, όταν βλέπουν το σύμβολο της ισότητας ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα, αντιλαμβάνονται ότι δε βλέπουν πλέον μια χημική αντίδραση, αλλά μια χημική εξίσωση.

2/18, ο Κ.Α.08 και ο Κ.Α.14 δήλωσαν ότι δε γνωρίζουν τι είναι αυτό που βλέπουν [το σύμβολο της ισότητας], ενώ

6/18 απάντησαν ότι βλέπουν κάτι άλλο. Κατά σειρά ο:

Κ.Α.01:-*«Κάτι σαν εξίσωση, αλλά δεν είναι χημική εξίσωση ακριβώς»*, -*«Διότι δεν περιέχει τα σύμβολα, τα χημικά. Αυτά που χρησιμοποιούμε στη χημεία, ας πούμε.»*

Κ.Α.02:-*«Έχω δύο μόρια μονατομικού θείου συν τρία μόρια οξυγόνου, ελεύθερου, ίσον, λογικά μας δίνουνε δύο μόρια τριοξείδιου του θείου.»*

Κ.Α.03:-*«Λοιπόν, εδώ τώρα βελάκι δεν έχουμε. Βλέπω ότι αντιδρά το θείο με αυτήν εδώ την ένωση.* [εννοεί όλα τα άλλα]*.»*,-*«Όλα αυτά μπορεί να είναι.»*

Κ.Α.04: -*«Δείχνει μία ισότητα.»*

Κ.Α.06; ενδιαφέρον παρουσιάζει η στιχομυθία που έγινε μεταξύ του φοιτητή

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

αυτού και του ερευνητή (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄, σελ. 244). Ο φοιτητής αυτός βλέπει το σύμβολο της ισότητας να έχει διαφορετική έννοια από το βέλος, αλλά κατά τα άλλα δηλώνει ότι μπορεί και να μην υπάρχει. Με άλλα λόγια φαίνεται ότι δεν είναι κατασταλαγμένος. Μέρος της στιχομυθίας αυτής αναφέρεται στο σημείο αυτό.

Ερευνητής: -Μπορείς να μου διαβάσεις αυτήν την κάρτα; Φαντάσου, πάλι, ότι εγώ δεν την ξέρω ούτε την βλέπω.

Φοιτητής: -*«Έχει, όμως, διαφορετική έννοια από το βέλος.»*

Ερευνητής: -Αυτή τη διαφορά μπορείς να την εντοπίσεις;

Φοιτητής: -*«Αυτό λέω ότι δεν μπορώ να θυμηθώ αυτή τη στιγμή ποια η διαφορά τους. Μπορεί και να μην υπάρχει διαφορά, αλλά, εντάξει, εγώ το έχ... εγώ, απ' ότι έχω μάθει, υπάρχει κάποια διαφορά.»*

Κ.Α.09:-*«Τι δείχνει...»,-«..., μια χημική ισορροπία.»*

Κ.Α.10: -*«Ναι.* [παύση]. *Δύο μολ θείου αντιδρούν με τρία μολ υδρογόνου και μας δίνουν* [παύση] *οξείδιο του θείου, δύο μολ.»* (Σχεδόν ακριβής απάντηση)

Ερώτηση 2

Κατά την υποβολή της ερώτησης 2, της κάρτας No 2, ($2S + 3O_2 = 2SO_3$),:

«Μπορείς να μου διαβάσεις αυτήν την κάρτα;

(Φαντάσου ότι εγώ δεν την ξέρω ούτε την βλέπω)»,

7/18 φοιτητές απάντησαν εύστοχα. Αντίστοιχα, στην ερώτηση 2 της κάρτας No 1, ($N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$), με την ίδια διατύπωση, είχαν δώσει ακριβή απάντηση 6/18 φοιτητές. Επομένως, γενικά, γίνεται φανερό ότι οι φοιτητές δεν μπορούν να διαβάσουν σωστά, δηλαδή δεν μπορούν να αντλήσουν όλες τις ποιοτικές και ποσοτικές πληροφορίες που παρέχει μια χημική εξίσωση.

5/18 φοιτητές απάντησαν κατά τρόπο μη επιστημονικά επαρκή. Οι απαντήσεις αυτών των φοιτητών είναι:

Κ.Α.01:-*«Ότι αν προσθέσουμε σε τρία άτομα οξυγόνου ...»,-«Ναι, ναι τρία μόρια οξυγόνου σε δύο μόρια θείου θα μας δώσει το.....»*

Κ.Α.07:-*«Λοιπόν,* [παύση] *δύο* [παύση] *θεία και τρία* [παύση] *οξυγόνο δύο* [παύση] *μας δίνουν δύο οξείδιο του θείου.»*

Κ.Α.13: -*«Αν δύο θεία προστεθούν σε τρία μόρια οξυγόνου, θα μας δώσουν δύο θειικά.... ιόντα, θειούχα ιόντα. Αλλά δεν είναι ιόν εδώ πέρα. Κάτι τέ-*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

τοιο.», -«Δύο [παύση] *δεν είναι ρίζες αυτές.»,-«Τριοξείδιο του θείου, ναι.»*

Κ.Α.16:-*«Πάλι μία χημική αντίδραση. Εδώ δύο άτομα θείου και τρία άτομα οξυγόνου σχηματίζουνε δύο άτομα, όχι θειικού* [παύση] *θειώδους ρίζας; Όχι. Οξειδίου του θείου;»*

Κ.Α.17: -*«Μάλιστα. Δύο θεία και τρία οξυγόνα δύο, μας δίνουνε δύο μόρια θει...., ...θειώδους εί'ν' αυτό; Τριοξείδιο του θείου.»*

Τέλος,

6/18 φοιτητές έδωσαν διάφορες άλλες απαντήσεις, που προκαλούν εντύπωση.

Από αυτές τις απαντήσεις καταγράφουμε στο σημείο αυτό αυτές που δόθηκαν από τους φοιτητές με Κ.Α.03 και Κ.Α.11 και, λόγω του ξεχωριστού ενδιαφέροντος που έχει, όλη τη στιχομυθία με το φοιτητή Κ.Α.04:

Απαντήσεις των φοιτητών με Κ.Α.03 και 11, αντίστοιχα:

Κ.Α.03: -*«Τριοξείδιο του θείου.»*, -*«Ότι το θείο αντιδρά με το οξυγόνο και μου δίνει ...Αυτό εδώ τώρα, πώς διαβάζεται;»*

Κ.Α.11: -*«Θείο κι οξυγόνο* [παύση] *μας δίνει* [παύση] *πώς θα το πούμε αυτό;».*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.04:

Ερευνητής: -Μπορείς να διαβάσεις αυτήν την κάρτα;

Φοιτητής: -«Δύο μόρια θείου αντιδρούν με τρία μόρια οξυγόνου κι αυτό είναι ίσο με δύο μόρια [παύση].Τώρα, αυτό; [παύση]»

Ερευνητής: -Τριοξείδιο του θείου.

Φοιτητής: -« [παύση] τριοξειδίου του θείου.»

Οι απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση αυτή (ερώτηση 2) από τους φοιτητές με Κ.Α.05, και Κ.Α.12, και παρουσιάζουν ακόμη μεγαλύτερο ενδιαφέρον, καταγράφονται, λόγω της ιδιαιτερότητάς τους, με όλη τη στιχομυθία στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄, σελ. 245. Στο σημείο αυτό αναφέρονται χαρακτηριστικά αποσπάσματα της στιχομυθίας με το φοιτητή που έχει Κ.Α.05:

Ερευνητής: -Μπορείς να μου διαβάσεις αυτήν την κάρτα; Φαντάσου ότι εγώ δεν την ξέρω ούτε την βλέπω.

Φοιτητής: -*«Αριστερά έχουμε το θείο, το στοιχείο του θείου, το οξυγόνο και μετά είναι το τριοξείδιο του θείου; Έτσι νομίζω. Ή θειώδες;»*

Ερώτηση 3

Στην ερώτηση 3,

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

- «Νομίζεις ότι το σύμβολο της ισότητας έχει την ίδια λειτουργία εδώ όπως και στα μαθηματικά ή διακρίνεις διαφορά ή διαφορές; Ποια ή ποιες διαφορές;»

2/18 φοιτητές, αυτοί που έχουν Κ.Α.01 και Κ.Α.04, απάντησαν «ΝΑΙ». Ο τρόπος με τον οποίο σκέφτηκαν για να υποστηρίξουν την άποψή τους δείχνει ότι η θέση τους δεν είναι ξεκάθαρη. Αυτό συμπεραίνεται από το απόσπασμα της στιχομυθίας που παρατίθεται στο σημείο αυτό:

Απόσπασμα στιχομυθίας με το φοιτητή με Κ.Α.01:

Ερευνητής: -Νομίζεις ότι το σημείο της ισότητας έχει την ίδια λειτουργία εδώ όπως και στα μαθηματικά ή διακρίνεις διαφορά ή διαφορές;

Φοιτητής: -*«Βασικά το ίδιο πράγμα θέλει να δείξει, ότι* [παύση] *ότι δηλαδή μετά από την ένωση δύο στοιχείων, ας πούμε, έχουμε ένα αποτέλεσμα, το οποίο δηλαδή, ισούται με κάτι. Έχει τα χημικά στοιχεία αλλά δεν είναι ο συνηθισμένος τρόπος γραφής, ας πούμε. Δε την έχω δει, ακριβώς.»*

Απόσπασμα στιχομυθίας με το φοιτητή με Κ.Α.04:

Ερευνητής: -Νομίζεις ότι το σημείο της ισότητας εδώ έχει την ίδια λειτουργία όπως και στα μαθηματικά ή διακρίνεις διαφορά ή διαφορές;

Φοιτητής: -*«Νομίζω, εφόσον υπάρχει ισότητα [παύση].»*

Φοιτητής: -*«Στην πρώτη, έτσι όπως συμβολίζεται εδώ (με το βέλος, γίνεται η αντίδραση μόνο προς τη μία κατεύθυνση,..... Ενώ στη δεύτερη εφόσον υπάρχει η ισότητα, ότι δηλαδή το πρώτο μέλος είναι ίσο με το δεύτερο και το δεύτερο, αντίστροφα, ίσο με το πρώτο, σημαίνει ότι γίνεται και προς τις δύο κατευθύνσεις. Έτσι νομίζω.»*

Η πλήρης στιχομυθία με τους φοιτητές αυτούς περιλαμβάνεται στις σελ. 245 και 246, αντίστοιχα (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄).

Επίσης,

14/18 φοιτητές απάντησαν «*ΟΧΙ*».

Οι φοιτητές αυτοί είναι όλοι οι υπόλοιποι, εκτός από αυτόν που έχει

Κ.Α.02, στον οποίο δεν τέθηκε η ερώτηση, και αυτόν που έχει :

Κ.Α.03, ο οποίος απάντησε «*δεν ξέρω*».

Από τις αρνητικές απαντήσεις ενδιαφέρον παρουσιάζει η απάντηση που έδωσε:

Ο Κ.Α.05, λόγω της αντιφατικότητας και της αβεβαιότητας που την διακρίνει, κάτι που φαίνεται και από το απόσπασμα της στιχομυθίας που παρατίθεται:

«Στα μαθηματικά είναι αλλιώς. Θέλω να πω, δηλαδή, σε μια χημική εξίσω-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ση έχουμε τα αντιδρώντα και καταλήγουμε στο προϊόν μας και το βέλος δείχνει ότι ουσιαστικά ισούται, αλλά όχι ότι ισούται ποσοτικά απλώς καταλήγουμε κάπου, ας πούμε, και στο ίσον στα μαθηματικά καταλήγουμε κάπου, αλλά είναι άλλο το ένα άλλο είναι το άλλο».

(Η πλήρης στιχομυθία με το φοιτητή αυτόν αναφέρεται στη σελ. 246, του ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ Β΄).

Ο Κ.Α.07, για την άποψη που εκφράζει σε ό,τι αφορά τη σχέση ισοδυναμίας μεταξύ του βέλους και του συμβόλου της ισότητας. Η απάντηση αυτή διατυπώνεται ως εξής:

-«Ε, ναι. Στα Μαθηματικά δείχνει μία σχέση ανάμεσα στις δύο πλευρές των... στις δύο, των παραστάσεων ανάμεσα στις δύο πλευρές. Τώρα, στην περίπτωση αυτή το ίσον αντικαθιστά το... το βέλος που βάζουμε...»

Ωστόσο, η συνολική απάντηση που έδωσε ο φοιτητής αυτός (Κ.Α.07), στην οποία αναφέρεται και η διαφορά ανάμεσα στο σύμβολο της ισότητας που χρησιμοποιείται στα μαθηματικά και στο σύμβολο της ισότητας που προτείνεται να χρησιμοποιηθεί στις χημικές εξισώσεις αντί του βέλους, παρουσιάζει ενδιαφέρον και παρατίθεται στη σελ. 247, (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄).

Ο Κ.Α.10, για το γεγονός ότι δίνει απάντηση που θα μπορούσε να είναι επιστημονικά ορθή, αν ήταν ολοκληρωμένη:

-«Ναι. Στα Μαθηματικά ο αριθμός δύο και τρία δεν αντιδρά μεταξύ, ενώ εδώ έχουμε θείο και οξυγόνο.»

(Η πλήρης στιχομυθία με το φοιτητή αυτόν αναφέρεται στη σελ. 248, ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄).

Ο Κ.Α.11, για το λόγο ότι δίνει απάντηση που θα μπορούσε να θεωρηθεί επιστημονικά ορθή, αλλά δεν είναι διατυπωμένη με δόκιμο τρόπο.

-«Όχι, γιατί στα Μαθηματικά οι αριθμοί δεν έχουν το χαρακτηριστικό της μάζας όπως έχουν τα στοιχεία αυτά. Άρα, εδώ μπαίνει κάτι επιπρόσθετο, η μάζα.»

(Η πλήρης στιχομυθία με το φοιτητή αυτόν αναφέρεται στη σελ. 248, ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄).

Ο Κ.Α.12, για το λόγο ότι η απάντησή του προβληματίζει για τη χρήση του συμβόλου της ισότητας στις χημικές εξισώσεις που περιγράφουν αμφίδρομες και μονόδρομες χημικές αντιδράσεις, στην περίπτωση που αυτό (το σύμβολο της ισότητας) υιοθετούνταν και αντικαθιστούσε το βέλος. Βέβαια, ο προβληματισμός που τίθεται

μέσω αυτής της απάντησης είναι δυνατό να ξεπεραστεί, αν χρησιμοποιηθεί το σύμβολο της ισότητας επισημασμένο, για παράδειγμα, με αστερίσκο ή άλλο σημαίνον, για την περίπτωση των αμφίδρομων αντιδράσεων. Εξάλλου, δεν πρέπει να μας διαφεύγει ότι όλες οι χημικές αντιδράσεις στην πραγματικότητα είναι αμφίδρομες, όταν αυτές εξελίσσονται σε κλειστά συστήματα. Ένα μέρος της στιχομυθίας που έλαβε χώρα με το συγκεκριμένο φοιτητή παρατίθεται κατωτέρω.

Ερευνητής: -Μπορείς να διακρίνεις κάποια διαφορά ή διαφορές ανάμεσα στο ίσον, που χρησιμοποιούμε στα Μαθηματικά και στο ίσον όπως χρησιμοποιείται εδώ;

Φοιτητής: -*«Η διαφορά είναι, ας πούμε, ότι στα Μαθηματικά λέμε «δύο και τρία μας κάνει πέντε, και δεν μπορούμε από το πέντε να γυρίσουμε πίσω.»*

Ερευνητής: -..... να σε ρωτήσω τι εννοούσες σε εκείνη την περίπτωση:.

Φοιτητής: -*«Ας πούμε εδώ πέρα το ίσον μπορεί να μας δείξει ότι είναι και αμφίδρομη. Ότι γίνεται κι απ' τις δυο πλευρές.»*

Ερευνητής: -Ναι. Μάλιστα.

Φοιτητής: -*«Φυσικά, όμως, μπορεί να είναι και μονόδρομη, αλλά δε μας το δείχνει.»*

Για την παρακολούθηση της πλήρους στιχομυθίας μεταξύ του ερευνητή και του φοιτητή αυτού, θα πρέπει να ανατρέξει κανείς στη σελ. 248 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄)

Οι φοιτητές με Κ.Α.13, Κ.Α.14 και Κ.Α.15 επεσήμαναν ότι η λειτουργία του συμβόλου της ισότητας σε μια χημική εξίσωση είναι διαφορετική απ' ό,τι στην περίπτωση των μαθηματικών, αλλά δεν μπόρεσαν να δικαιολογήσουν με τρόπο εμπεριστατωμένο την απάντησή τους.

Οι φοιτητές με Κ.Α.16, Κ.Α.17 και Κ.Α.18, ενώ πιστεύουν ότι υπάρχει διαφορά στη χρήση του συμβόλου της ισότητας ανάμεσα στις δύο περιπτώσεις, εν τούτοις δεν είναι σε θέσει να το αιτιολογήσουν με κάποιο τρόπο.

Ερώτηση 3α

Στην ερώτηση 3α,

«Διαφέρει η χημική εξίσωση $2S + 3O_2 = 2SO_3$ σε τίποτε από την προηγούμενη ($N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$), της κάρτας Νο 1 ή δείχνουν το ίδιο ακριβώς; Αν δε δείχνουν το ίδιο, σε τι συνίσταται η διαφορά;»

5/18 φοιτητές, ο Κ.Α.11, Κ.Α.13, Κ.Α.15, Κ.Α.16 και ο Κ.Α.18, απάντησαν ότι διαφέρουν μεταξύ τους οι δύο παραπάνω χημικές εξισώσεις, ενώ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

9/18, οι: Κ.Α.02, Κ.Α.05, Κ.Α.07, Κ.Α.08, Κ.Α.09, Κ.Α.10, Κ.Α.12, Κ.Α.14 και Κ.Α.17, απάντησαν ότι δε διαφέρουν.

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι απόψεις του Κ.Α.05 που ναι μεν δε βλέπει καμία διαφορά ανάμεσα στις δύο παραστάσεις (*«Ναι, ουσιαστικά δείχνουν το ίδιο πράγμα άσχετα αν δεν το συμβολίζουμε έτσι»*), αλλά, όπως δηλώνει, αν θα έβλεπε ερώτηση σωστού-λάθους με το ίδιο θέμα, θα επέλεγε την απάντηση «Λάθος», ότι δηλαδή οι δύο χημικές εξισώσεις διαφέρουν. Η πλήρης στιχομυθία βρίσκεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄, σελ. 249.

Επίσης, πρέπει να επισημανθεί ότι η τοποθέτηση του Κ.Α.08 έμμεσα μας επέτρεψε να αντιληφθούμε ότι ο εν λόγω φοιτητής δε βλέπει διαφορά ανάμεσα στους δύο τρόπους γραφής. Αυτό απορρέει από την πλήρη στιχομυθία που περιλαμβάνεται στη σελ. 250, ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄.

Ωστόσο,

4/18, οι: Κ.Α.01, Κ.Α.03, Κ.Α.04 και Κ.Α.06, έδωσαν διάφορες άλλες απαντήσεις. Από τις απαντήσεις αυτές περισσότερο αξιοσημείωτη είναι η απάντηση που έδωσε ο φοιτητής με

Κ.Α.06: -*«Από το σχηματισμό της αμμωνίας εννοείται.»*, -*«Αν είναι το ίδιο...»*,
-*«Ε, φαινομενικά το ίδιο είναι. Ας πούμε, έχουμε το* ίδιο... έχουμε δύο μόρια... δύο άτομα αζώτου εδώ, έχουμε δύο άτομα θείου εδώ»,
-«Επειδή στην πρώτη έχουμε άζωτο δύο, εδώ έχουμε δύο θείο, έχουμε τρία υδρογόνο δύο, τρία οξυγόνο δύο..»,- «[παύση] *αλλά, βέβαια, δε λειτουργούν το υδρογόνο με τ' οξυγόνο κατά την ίδια...»*

Με άλλα λόγια, ο φοιτητής με

Κ.Α.06, στην ερώτηση 3α απάντησε ότι οι χημικές εξισώσεις που παρουσιάζονται στις κάρτες Νο 1, ($N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$), και Νο 2, ($2S + 3O_2 = 2SO_3$) είναι ίδιες μεταξύ τους, επειδή συμμετέχουν κατ' αντιστοιχία:

α) 2 άτομα αζώτου, N, (1 μόριο) στα αντιδρώντα της πρώτης και 2 άτομα θείου, S, στα αντιδρώντα της δεύτερης,

β) ομοίως, 3 μόρια υδρογόνου, H, στα αντιδρώντα της πρώτης και 3 μόρια οξυγόνου, O, στα αντιδρώντα της δεύτερης, και

γ) παράγονται, αντίστοιχα, 2 μόρια αμμωνίας, NH_3, στην πρώτη και 2 μόρια τριοξειδίου του θείου, SO_3, και στη δεύτερη.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ερώτηση 4

Στην ερώτηση 4, που αφορά την ίδια κάρτα και διατυπώνεται:

«Η προηγούμενη [κάρτα Νο 1 ($N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$)] ήταν για σένα μια χημική αντίδραση/μια χημική εξίσωση. Αυτή την παράσταση [της κάρτας Νο 2, ($2S + 3O_2 = 2SO_3$)], πώς την ονομάζουμε;».

Η υποβολή της ερώτησης γινόταν με τη μία ή την άλλη μορφή ανάλογα με το είδος της απάντησης που είχε δώσει ο φοιτητής στην ερώτηση 1 της κάρτας Νο 1. Αν σ' αυτή, δηλαδή την ερώτηση (ερώτηση 1 της κάρτας Νο 1) είχε απαντήσει ότι βλέπει μια χημική αντίδραση, τότε η ερώτηση είχε τη διατύπωση:

«Η προηγούμενη [κάρτα Νο 1 ($N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$)] ήταν για σένα μια χημική αντίδραση. Αυτή την παράσταση [της κάρτας Νο 2, ($2S + 3O_2 = 2SO_3$)], πώς την ονομάζουμε;»

Αν είχε απαντήσει σωστά ότι δηλαδή έβλεπε χημική εξίσωση, τότε η ερώτηση υποβαλλόταν με τη μορφή:

«Η προηγούμενη [κάρτα Νο 1 ($N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$)] ήταν για σένα μια χημική εξίσωση. Αυτή την παράσταση [της κάρτας Νο 2, ($2S + 3O_2 = 2SO_3$)], πώς την ονομάζουμε;».

Αξίζει να επισημανθεί ότι, τώρα, στην κάρτα Νο 2, ($2S + 3O_2 = 2SO_3$),

13/18 βλέπουν χημική εξίσωση και μόνο

4/18 φοιτητές, οι: Κ.Α.01, Κ.Α.06, Κ.Α.10, και Κ.Α.14, βλέπουν χημική αντίδραση, και μάλιστα ένας από αυτούς, ο Κ.Α.06, ενώ λέει ότι βλέπει χημική εξίσωση, εντούτοις, δε θέλει να το παραδεχθεί και επιμένει ότι θα συνεχίσει να την αποκαλεί χημική αντίδραση. Πιο συγκεκριμένα, η απάντησή του είχε ως εξής:

-«Μάλλον χημική εξίσωση.», -«…… Δε θα την πω, πάντως, εξίσωση.»

Τέλος, σε 1/18, αυτόν με Κ.Α.03, δεν ήταν δυνατό να τεθεί η ερώτηση, λόγω της ροής της συνέντευξης.

Ερώτηση 5

Στην ερώτηση 5, της ίδιας κάρτας,

«Υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα;»,

οι φοιτητές απάντησαν ως εξής:

14/18 απάντησαν «ΝΑΙ», με τη διαφορά ότι ο φοιτητής με

Κ.Α.03 απάντησε κατά τρόπο αναντίστοιχο με το επίπεδο φοιτητή του τμήμα-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

τος Χημείας.

Η απάντησή του ήταν:

«Το σύμβολο της ισότητας δείχνει να είναι τα αντιδρώντα και τα προϊόντα το ίδιο πράγμα.»

Αυτό προκύπτει έμμεσα από την απάντηση του φοιτητή στο τελευταίο μέρος της ενότητας, που αναφέρεται στις ερωτήσεις που υποβλήθηκαν κατά την παρουσίαση της κάρτας No 2. Ωστόσο, ενδιαφέρον παρουσιάζει και η απάντηση που έδωσε ο φοιτητής με

Κ.Α.04, ο οποίος απάντησε:

-*«Νομίζω, εφόσον υπάρχει ισότητα* [παύση].*»*,

1/18, ο Κ.Α.18 απάντησε «ΟΧΙ».

2/18 δεν έδωσαν απάντηση (πρόκειται για τον Κ.Α.06 και τον Κ.Α.10), και σε

1/18, τον Κ.Α.13, δεν τέθηκε η ερώτηση, λόγω της ροής της συνέντευξης (Ο ερευνητής παρασύρθηκε και ερώτησε το φοιτητή εάν γνωρίζει την αρχή ισοστάθμισης της μάζας, οπότε δεν υπήρχε περιθώριο για την υποβολή της ερώτησης 5.)

Στην ερώτηση 3 της κάρτας No 1, ($N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$), που η διατύπωσή της είναι η ίδια, δηλαδή:

«Υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα;»

έμμεσα ζητούσαμε να μας απαντήσει ο φοιτητής, αν γνωρίζει την Α.Ι.Μ. (Αρχή Ισοστάθμισης της Μάζας). Στην περίπτωση εκείνη, έξι (6) από τους φοιτητές είχαν απαντήσει σωστά και δώδεκα (12) λανθασμένα, ενώ εδώ που υποβάλλεται το ίδιο ερώτημα με ταυτόχρονη χρήση του συμβόλου της ισότητας, φαίνεται ότι πολλοί περισσότεροι, δηλαδή 14/18, βλέπουν σχέση μεταξύ των αντιδρώντων και των προϊόντων, και μάλιστα 13/18 απαντούν σωστά.

Ερώτηση 6

Στην ερώτηση 6, της κάρτας No 2, ($2S + 3O_2 = 2SO_3$), που η διατύπωσή της είναι:

«Γνωρίζεις την αρχή ισοστάθμισης της μάζας;»,

ζητήθηκε από τους φοιτητές να απαντήσουν, ευθέως, εάν γνωρίζουν αποδεδειγμένα την Α.Ι.Μ. Οι ελεγμένες, ως προς την ορθότητά τους, απαντήσεις ΝΑΙ/ΟΧΙ είναι 17/1. Το «ΟΧΙ», δηλαδή το ότι δε γνωρίζει την Α.Ι.Μ. ανήκει στο φοιτητή με Κ.Α.11.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Το γεγονός ότι (17/1) απαντούν σωστά στην ερώτηση 6 της κάρτας Νο 2 ($2S + 3O_2 = 2SO_3$), πρέπει να συσχετιστεί με την απάντηση που δόθηκε στην ερώτηση 4, που αφορά την ίδια κάρτα και διατυπώνεται:

«Η προηγούμενη [κάρτα Νο 1 ($N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$)] ήταν για σένα μια χημική αντίδραση. Αυτή την παράσταση [της κάρτας Νο 2, ($2S + 3O_2 = 2SO_3$)], πώς την ονομάζουμε;».

Και πάλι, η χρήση του συμβόλου της ισότητας βοηθάει το φοιτητή στο να κάνει άμεση συσχέτιση αυτού του συμβόλου, που συνδέει τα αντιδρώντα και τα προϊόντα, με την Α.Ι.Μ., κάτι που δεν πετυχαίνετε με τη χρήση του βέλους.

Την άποψη αυτή ενισχύει και ο έλεγχος των απαντήσεων που δόθηκαν από τους φοιτητές στην ερώτηση 5 της ίδιας κάρτας,

«Υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα;»,

όπου, όπως προαναφέρθηκε, 14/18 απάντησαν θετικά.

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφέρουμε ότι στην ερώτηση 6, για το αν γνωρίζουν την Α.Ι.Μ., ο φοιτητής με

Κ.Α.12, ανέφερε ότι την εν λόγω αρχή την έμαθε στο πανεπιστήμιο, κάτι που μάλλον δεν πρέπει να γίνει αποδεκτό, και ο φοιτητής

Κ.Α.17 είπε ότι την γνωρίζει, αλλά δεν την θυμάται.

Ερώτηση 7 και 7α

Από τις απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 7:

«Εσύ με τι σύμβολο είσαι εξοικειωμένος για τις χημικές εξισώσεις, το βέλος ή το σημείο της ισότητας;»,

Φαίνεται ότι κανένας φοιτητής, δηλαδή

0/18, δεν ήταν εξοικειωμένος με το ίσον, ενώ, όπως φαίνεται από τις απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 7α:

«Έχεις συναντήσει πουθενά το ίσον σε χημικές εξισώσεις; Αν ναι, πού;»,

μόνο 2/18 το είχαν συναντήσει: «σε χημικές εξισώσεις».

Ερώτηση 8

Κατά την υποβολή της ερώτησης 8:

«Κατά τη γνώμη σου, το σύμβολο της ισότητας ή το βέλος εκφράζει ορθότερα μια χημική εξίσωση;»

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

φαίνεται ότι αρχίζει να κλονίζεται η πίστη των φοιτητών για το κατά πόσον το βέλος ή το σύμβολο της ισότητας εκφράζει ορθότερα μια χημική εξίσωση. Αυτό συνάγεται από το γεγονός ότι

13/18 θεωρούν, όπως εξάλλου αναμενόταν, ότι το βέλος εκφράζει ορθότερα τη χημική εξίσωση, ενώ

6/18 θεωρούν, ότι το σύμβολο της ισότητας είναι αυτό που εκφράζει ορθότερα τη χημική εξίσωση.

Ο αριθμός των φοιτητών που πιστεύει ότι το σύμβολο της ισότητας είναι αυτό που εκφράζει ορθότερα τη χημική εξίσωση, είναι υποδιπλάσιος του αριθμού αυτών που πιστεύουν ότι την εκφράζει (τη χημική εξίσωση) ορθότερα το βέλος. Ωστόσο, ο αριθμός αυτός είναι αρκετά μεγάλος, ώστε να μας επιτρέπει να πιστεύουμε ότι αρχίζει να κλονίζεται η πίστη των φοιτητών ότι το βέλος είναι το πλέον κατάλληλο σύμβολο για να τίθεται ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα μιας χημικής εξίσωσης.

Εξάλλου, πρέπει να τονιστεί ότι 1/18, ο φοιτητής με Κ.Α.05 πιστεύει ότι αρχικά, δηλαδή στις μικρές τάξεις της μέσης εκπαίδευσης, πρέπει να διδάσκεται η χρήση του συμβόλου της ισότητας, για καλύτερη κατανόηση της Α.Ι.Μ., και μετέπειτα, δηλαδή στις μεγαλύτερες τάξεις, να διδάσκεται η χρήση του βέλους. Δημιουργείται η εντύπωση ότι ο φοιτητής αυτός ήθελε την αλλαγή (το σύμβολο της ισότητας στη θέση του βέλους) αλλά για συναισθηματικούς λόγους δεν ήθελε να παύσει η χρήση του βέλους.

Ερώτηση 9

Από την ερώτηση 9, που ανάλογα με το πώς είχε απαντήσει ο φοιτητής στην ερώτηση 8 υποβαλλόταν με τη διατύπωση:

«Γιατί το σύμβολο της ισότητας;»

ή εναλλακτικά

«Γιατί το βέλος;»,

προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα.

9/18 φοιτητές τάσσονται υπέρ της χρήσης του βέλους και κατά της χρήσης οι 13/18, όπως εξάλλου είχε συμβεί με την απάντηση που έδωσαν οι φοιτητές στην προηγούμενη ερώτηση (ερώτηση 8). Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό ως διαπίστωση και ίσως χρήζει ξεχωριστής μελέτης. Αυτοί οι 9 φοιτητές δικαιολογούν την προτίμησή τους αυτή, επειδή, όπως δηλώνουν άμεσα ή έμμεσα, τους διευκολύνει η υποδήλωση της φοράς της χημικής αντίδρασης μέσω της χρήσης του βέλους.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Μεταξύ των απαντήσεων που έδωσαν οι φοιτητές στην ερώτηση 9 δε συμπεριλαμβάνεται αυτή που έδωσε ο φοιτητής με Κ.Α.05, που, όπως επισημάνθηκε προηγουμένως, (τελευταία ενότητα επεξεργασίας απαντήσεων, που δόθηκαν στην ερώτηση 8) πιστεύει ότι αρχικά, δηλαδή στις μικρές τάξεις της μέσης εκπαίδευσης (α΄ βαθμίδα), πρέπει να διδάσκεται η χρήση του συμβόλου της ισότητας και μετέπειτα, στις μεγαλύτερες τάξεις, να διδάσκεται η χρήση του βέλους. Ο φοιτητής αυτός διατείνεται ότι οι μικροί μαθητές τρομάζουν με τη χρήση του βέλους και, ως εκ τούτου, θα πρέπει να χρησιμοποιείται αυτό από μεγαλύτερους μαθητές.

Εντύπωση, επίσης, προκαλούν οι απαντήσεις που έδωσαν οι φοιτητές, για να δικαιολογήσουν την προτίμησή τους:

Κ.Α.04: -*«Γιατί, όπως είπα, το σύμβολο της ισότητας, πιστεύω, ότι συμβολίζει διπλή κατεύθυνση. Όμως, δε γίνονται όλες οι αντιδράσεις και προς τις δύο κατευθύνσεις; Έτσι νομίζω.»*.

Δηλαδή, η προτίμηση της χρήσης του βέλους γίνεται μέσω της απόρριψης της χρήσης του συμβόλου της ισότητας.

- Κ.Α.06: -*«Ίσως επειδή εγώ το έχω μάθει έτσι;»*

Ο φοιτητής αυτός δε δικαιολογεί την προτίμησή του με κάποιο ιδιαίτερα σημαντικό επιχείρημα.

Κ.Α.08: -*«Το βέλος. Γιατί στη Χημεία χρησιμοποιείται το βέλος. Το ίσον χρησιμοποιείται στα Μαθηματικά.»*

Κ.Α.15: -*«Γιατί το ίσον το χρησιμοποιούμε και στα Μαθηματικά.... με βάση τους αριθμούς..., ενώ εδώ πέρα δεν ισχύει κάτι τέτοιο.»*

7/18 φοιτητές μεταξύ αυτών και ο Κ.Α.05, (σε ό,τι αφορά τη χρήση του, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, από μεγαλύτερης ηλικίας μαθητές) αποδίδουν την προτίμησή τους στο σύμβολο της ισότητας λόγω της οικειότητας που έχουν με τη χρήση του συμβόλου αυτού στα μαθηματικά.

Ερώτηση 10

Από τις απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση, 10,

«Θα προτιμούσες να αντικατασταθεί το βέλος με το σύμβολο της ισότητας; (Μέχρι το 1955 ήταν σε χρήση στα σχολικά εγχειρίδια),»

φαίνεται ότι:

14/18 φοιτητές δε θα ήθελαν να αλλάξει γι' αυτούς ο συμβολισμός, ενώ 2/18 θα το ήθελαν.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

1/18 απαντά κατά τρόπο που πρέπει να προσεχθεί.

Η απάντηση αυτή ανήκει στον Κ.Α.03 και είναι:

-«Ναι,... η ισότητα, δηλαδή η ισότητα μου δείχνει ότι σαν να είναι τα αντιδρώντα και τα προϊόντα το ίδιο πράγμα· κάπως έτσι την αντιλαμβάνομαι με την ισότητα. Λίγο,... δεν ξέρω καθόλου.»

1/18, ο φοιτητής με Κ.Α.14, προτιμά και τα δύο, δηλαδή το βέλος στις μονόδρομες και το ίσον στις αμφίδρομες αντιδράσεις. Πιο συγκεκριμένα, η απάντηση που έδωσε έχει ως εξής:

-«Πιστεύω ότι πρέπει και τα δύο να χρησιμοποιούνται. Μπορεί η ισότητα να χρησιμοποιείται σε αμφίδρομες αντιδράσεις, ενώ το βέλος στις μονόδρομες.»

Ερώτηση 11

Στην πολύ κρίσιμη, θα λέγαμε, ερώτηση Νο 11, που η διατύπωσή της είναι;

«Θα προτιμούσες να αντικατασταθεί το βέλος με το σύμβολο της ισότητας, τουλάχιστον στις χημικές εξισώσεις που διδάσκονται στη Μέση Εκπαίδευση;

(Μέχρι το 1955 ήταν σε χρήση στα σχολικά εγχειρίδια).»

13/18 συμφωνούν ότι η αντικατάσταση του βέλους από το σύμβολο της ισότητας θα ήταν χρήσιμο να γίνει για τους μαθητές που έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή με το μάθημα της χημείας, δηλαδή τους μαθητές της Β΄ Γυμνασίου. Αυτό προκύπτει από τις απαντήσεις που δόθηκαν από τους φοιτητές με Κ.Α.02, 04, 06, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17 και 18.

2/18 απάντησαν «ΟΧΙ»,

1/18, ο Κ.Α.05 απάντησε: «ΝΑΙ» στο Γυμνάσιο, «ΟΧΙ» στο Λύκειο, και

1/18, ο Κ.Α.14 έδωσε μια απάντηση που ξεχωρίζει από τις άλλες και μάλλον πρέπει να προσεχθεί:

-«Σύμφωνα με όλα τα χρόνια που έκανα Χημεία, μου λέγαν σ' όλα τα βιβλία δεν έβλεπα ούτε το αμφίδρομο, ας πούμε, το βέλος, που δείχνει και τις δύο πλευρές, έβλεπα μόνο αυτό (το βέλος). Και μετά έρχονται και μου λένε ότι, ξέρεις, δεν είναι όλες μονόδρομες, οι περισσότερες είναι αμφίδρομες και μερικές [παύση] *Ναι, όλες. Και ελάχιστες είναι ας πούμε οι μονόδρομες. Οπότε τώρα, αν πούμε εμείς στο παιδί ότι είναι ίσον, πιστεύω ότι είναι* [παύση] *θα πρέπει λίγο να το καθυστερήσουμε. Ας του*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

διδάξουμε πρώτα με τα δύο βέλη, όχι μόνο το ένα, και μετά ας του πούμε και το ίσον.».

Η απάντηση που έδωσε ο Κ.Α.14 συγκαταλέγεται στα «ΝΑΙ», όπως εξάλλου γίνεται φανερό και από τον πίνακα στατιστικών αποτελεσμάτων που αντιστοιχούν στις ερωτήσεις της κάρτας Νο 2, που αναφέρεται στη σελ. 217 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄).

ΚΑΡΤΑ Νο 3

$$2NH_3 \rightarrow N_2 + 3H_2$$

Ερώτηση 1

Ένας αρκετά μεγάλος αριθμός φοιτητών (13/18) γνωρίζει ότι η γραφή της χημικής εξίσωσης της αντίθετης αντίδρασης της κάρτας Νο 1 ($N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$) είναι εφικτή και μπορεί να το δικαιολογεί κάνοντας αναφορά στις αμφίδρομες αντιδράσεις. Το αποτέλεσμα αυτό προκύπτει από την υποβολή της ερώτησης 1 της κάρτας Νο 3, που διατυπώνεται ως εξής:

«Μπορούμε να γράψουμε τη χημική εξίσωση της κάρτας Νο 1 αντίστροφα;»

Ωστόσο, ο αριθμός των φοιτητών αυτών θα μπορούσε να είναι μεγαλύτερος.

2/18 φοιτητές, ο Κ.Α.11 και ο Κ.Α.12 απάντησαν ότι δε γνωρίζουν να απαντήσουν, και

3/18, ο Κ.Α.06, ο Κ.Α.08 και ο Κ.Α.16, απάντησαν αρνητικά, δηλαδή ότι η γραφή της χημικής εξίσωσης της αντίθετης αντίδρασης της κάρτας Νο 1, που αναφέρθηκε παραπάνω, δεν είναι εφικτή.

Ερώτηση 2

Κατά την υποβολή της ερώτησης αυτής, που σχετίζεται άμεσα με την ερώτηση 1 και διατυπώνεται:

«Αν όχι γιατί, αν ναι γιατί;»

είχαμε τα εξής αποτελέσματα:

Από τους

13/18 φοιτητές που απάντησαν «ΝΑΙ», μόνο οι 7 μπόρεσαν να δικαιολογήσουν κατά τρόπο αποδεκτό το γιατί μπορούμε να γράψουμε τη χημική εξίσωση της κάρτας Νο 1 αντίστροφα.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Από τους υπόλοιπους 6:

οι δύο (Κ.Α.01 και Κ.Α.05) δεν έδωσαν καμία αιτιολόγηση,

ο ένας (Κ.Α.03) απάντησε λανθασμένα, και

οι τρεις (Κ.Α.14, Κ.Α.17 και Κ.Α.18) έδωσαν τις παρακάτω αξιοπαρατήρητες απαντήσεις:

Κ.Α.14:-*«Γιατί όλες οι αντιδράσεις είναι αμφίδρομες, αλλά πρακτικά δε νομίζω ότι γίνεται.»*

Κ.Α.17: -*«Ναι, δεν ξέρω καλά.»*, -*«Ναι»*, -*«Γιατί ουσιαστικά δείχνει το ίδιο πράγμα.»*

Κ.Α.18: -*«Γιατί είναι μία διάσπαση. Διαχωρισμός....;»*, -*«Της αμμωνίας σε* [παύση]*»*

3/18 φοιτητές (οι Κ.Α.06, Κ.Α.08 και Κ.Α.16) απάντησαν «ΟΧΙ», αιτιολογώντας την άποψή τους ως εξής:

Κ.Α.08: -*«Αφού είναι μονόδρομη. Η αντίδραση* [παύση]. *Καλά δε λέω;»*

Κ.Α.16: -*«Δεν ξέρω. Ίσως και να γινόταν η διάσπαση της αμμωνίας.* [παύση] *Δεν ξέρω, δεν είμαι σίγουρη.»*

Η αιτιολόγηση της άποψης του φοιτητή με Κ.Α.06, με όλη τη στιχομυθία, λόγω του ξεχωριστού ενδιαφέροντος που παρουσιάζει αναφέρεται στη σελ. 250 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄).

Ερώτηση 3

Από τις απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 3,

«Υπάρχει περίπτωση που να μην επιτρέπεται να γράψουμε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης αντίστροφα; Πώς διαφοροποιούμε τις δύο περιπτώσεις;»

καταγράφουμε τα εξής αποτελέσματα:

3/18 φοιτητές, οι Κ.Α.03, Κ.Α.05 και Κ.Α.11, δεν μπόρεσαν να δώσουν οποιαδήποτε απάντηση.

Σε 3/18, τον Κ.Α.06, τον Κ.Α.08 και τον Κ.Α.16, δεν τέθηκε η ερώτηση, λόγω των απαντήσεων που είχαν δώσει σε προηγούμενες ερωτήσεις,

9/18 απάντησαν «ΝΑΙ», με την παρατήρηση ότι οι δύο από αυτούς, ο Κ.Α.04 και ο Κ.Α.17, έδωσαν απαντήσεις που δε δικαιολογούν τη θετική απάντηση που έδωσαν απαντώντας στην ερώτηση 3.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Οι απαντήσεις που έδωσαν αυτοί οι δύο φοιτητές αναφέρονται με όλη την αντίστοιχη στιχομυθία στη σελ. 251, αντίστοιχα (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄).

Χαρακτηριστικό απόσπασμα της απάντησης που έδωσε ο φοιτητής με Κ.Α.04 αναφέρεται στο σημείο αυτό:

> *«Υπάρχει. Ναι-ναι, ξέρω. Κάναμε ένα πείραμα στο εργαστήριο την προηγούμενη εβδομάδα, σύνθεση θειούχου σιδήρου [παύση] και ... προσθέσαμε σίδηρο και θείο και θερμάναμε και είχαμε θειούχο σίδηρο, ο οποίος αντίστροφα δε νομίζω να μπορεί να γραφεί. Δηλαδή, να γίνει η αντίδραση και να έχουμε θείο και σίδηρο.»*

Επίσης, άλλοι 3 φοιτητές, ο Κ.Α.10, ο Κ.Α.12 και ο Κ.Α.14 απάντησαν: «δε θυμάμαι». Εννοείται ότι δε θυμούνται το πώς διαφοροποιούμε τις δύο περιπτώσεις (τους λόγους, όπως οι ίδιοι αναφέρουν).

Πιο συγκεκριμένα, ο:

Κ.Α.10: *-«Νομίζω υπάρχει, αλλά δε... δε θυμάμαι, τώρα, συγκεκριμένα για..... για ποιο λόγο.»*,

Κ.Α.12: *-«Επιτρέπεται* [παύση]*.», -«Ναι, υπάρχουν λόγοι, αλλά δε θυμάμαι τους λόγους.»*, και ο

Κ.Α.14: *-«Αν επιτρέπεται ή δεν επιτρέπεται;», -«Με το βέλος;», -«Ναι» -«Ή εμένα έτσι μου μάθανε.»*

Τελικά, μόνο 4/18, ο Κ.Α.01, ο Κ.Α.13, ο Κ.Α.15, και ο Κ.Α.18, μπόρεσαν να απαντήσουν στην ερώτηση 3 της κάρτας Νο 3 με πληρότητα, χωρίς, ωστόσο η απάντηση του Κ.Α.18 να ικανοποιεί απόλυτα. Η απάντηση που έδωσε ο φοιτητής αυτός είναι:

> *-«Ναι όταν δε γίνεται, δεν μπορεί να γίνει ή όταν χρειάζεται κάποιος καταλύτης, για παράδειγμα ή θερμοκρασία, την οποία την γράφουμε πάνω στο βέλος.», -«Δηλαδή χρειάζονται και κάποια παραπάνω πράγματα.»*

Τέλος, 3/18 φοιτητές, ο Κ.Α.02, ο Κ.Α.07 και ο Κ.Α.09 απάντησαν «ΟΧΙ» στην ερώτηση,

«Υπάρχει περίπτωση που να μην επιτρέπεται να γράψουμε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης αντίστροφα; Πώς διαφοροποιούμε τις δύο περιπτώσεις;»,

με την παρατήρηση ότι ο ερευνητής, στην περίπτωση του Κ.Α.07, παρέσυρε, κατά κάποιο τρόπο, το φοιτητή.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων που καταγράφηκαν στον πίνακα Νο 3, (σελ. 219, ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α') με βάση τις απαντήσεις που έδωσαν οι φοιτητές στις ερωτήσεις που τους υποβλήθηκαν κατά την επίδειξη της κάρτας Νο 3, φαίνεται ότι οι φοιτητές δεν έχουν αφομοιώσει τα σχετικά με τις αμφίδρομες αντιδράσεις.

ΚΑΡΤΑ Νο 4

$$S + 3/2O_2 = SO_3$$

Ερώτηση 1 και 2

Από τις απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 1,

«Μπορούμε να γράψουμε την κάρτα Νο 2 ($2S + 3O_2 = 2SO_3$) διαιρώντας όλους τους συντελεστές της χημικής εξίσωσης διά 2;»,

προκύπτει ότι οι φοιτητές, στη συντριπτικά μεγάλη πλειονότητά τους, 17/18, δηλαδή όλοι πλην του Κ.Α.12, γνωρίζουν ότι μπορούμε να διαιρέσουμε τους συντελεστές μιας χημικής εξίσωσης με τον ίδιο αριθμό.

Ωστόσο, από τις απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 2,

«Αν όχι γιατί, αν ναι γιατί;»

είναι φανερό ότι ο τρόπος με τον οποίο οι φοιτητές δικαιολογούν την απάντησή τους δεν είναι ικανοποιητικός. Απαντήσεις που επιτρέπουν τη διατύπωση αυτής της διαπίστωσης είναι αυτές που έδωσαν οι:

Κ.Α.03: -*«Τα άτομα που βρίσκονται στο πρώτο μέρος είναι ίσα με αυτά που βρίσκονται στο δεύτερο μέρος.»*

Κ.Α.06: -*«Γιατί το οξυγόνο είναι* [παύση] *δισθενές, μπορεί να διαιρεθεί διά δύο. Δεν ξέρω. Ωστε να μην έχουμε περισσότερα άτομα* [παύση] *άτομα θείου και μετά* [παύση]. *Τέλος πάντων, θα είναι πιο καλή η στοιχειομετρία.»*

Κ.Α.07: -*«Δεν μπορώ να σας πω, γιατί έχω μάθει ότι* [παύση]. *Έτσι το έμαθα.»*

Κ.Α.10: -*«Αν απαντήσω κι απ' τα Μαθηματικά. Είναι μια εξίσωση αυτή. Όταν διαιρέσουμε όλους τους... όλους τους... συντελεστές με δύο...»*

Κ.Α.13: -*«Ναι, μπορούμε. Απλά θα 'χουμε κλάσμα και* [παύση] *δεν είναι λειτουργικό, γιατί έχει αριθμούς που δείχνουν πόσα μόρια*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

χρησιμοποιούμε απ' το καθένα, και το τρία δεύτερα είναι ένας αριθμός, γιατί θα χρειαστεί εδώ να γίνει τρία δεύτερα, απλά δεν είναι τόσο λειτουργικός και πώς θα χωρίσεις το μόριο του οξυγόνου, που είναι από δύο άτομα οξυγόνου, σε τρία δεύτερα; Εκεί δημιουργείται πρόβλημα φαντάζομαι. Και για να γίνεται πιο κατανοητό.»

Κ.Α.18: -*«Γιατί μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε κλάσματα, δηλαδή και* [παύση] *όχι μόνο ακέραιο.»*

Οι απαντήσεις που έδωσαν οι φοιτητές με Κ.Α.06 και Κ.Α.13 με ολόκληρη τη στιχομυθία περιλαμβάνονται στη σελ. 252 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄).

Ερώτηση 3

Κατά την υποβολή της ερώτησης 3:

«Αν ναι, υπάρχει κάποιο πλεονέκτημα στη μία από τις δύο μορφές;»

13/18 φοιτητές απάντησαν ότι βλέπουν πλεονέκτημα στη μία ή στην άλλη μορφή.

Από την ομάδα αυτών των 13 φοιτητών οι:

9/13 βλέπουν πλεονέκτημα στην 1η μορφή, δηλαδή αυτή της κάρτας Νο 2 ($2S + 3O_2 = 2SO_3$). Κάποιοι από αυτούς αιτιολόγησαν την άποψή τους με επιχειρήματα, όπως αυτά που ακολουθούν:

Κ.Α.01: -*«Υπάρχει πλεονέκτημα στην προηγούμενη, επειδή δεν υπήρχε το κλάσμα.»*

Κ.Α.05: -*«Πλεονέκτημα;* [παύση]. *Στις συγκεκριμένες δεν μπορώ να δω, να ξέρω, αλλά συνήθως, όταν βάζουμε τους συντελεστές, το κάνουμε γιατί μας διευκολύνει στις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις* [παύση]. *Ναι, υπάρχει μαθηματικό, περισσότερο, πιστεύω.».*

Κ.Α.09: -*«Πλεονέκτημα;»*, -*«Ε, στην πρώτη δε χρησιμοποιούμε, απλά, κλασματικούς συντελεστές.»*

Κ.Α.13: -*«Ναι, υπάρχει σ' αυτό εδώ που είναι το «δύο, τρία, δύο», γιατί είναι πιο* [παύση]*»*

Κ.Α.14: -*«Απλά στην κάρτα Νο 2 δεν έχουμε κλάσμα σαν συντελεστή.»*

Κ.Α.15: -*«Απλά η κάρτα Νο 2 είναι πιο απλής μορφής.»*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Επίσης, στην ομάδα αυτών των απαντήσεων συγκαταλέγονται και οι απαντήσεις που έδωσαν οι φοιτητές με Κ.Α.07 και Κ.Α.18. Οι απαντήσεις αυτές είναι παρόμοιες και λόγω της έκτασής τους καταγράφονται με όλη τη στιχομυθία στη σελ. 253 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄).

4/13 βλέπουν πλεονέκτημα στη 2η μορφή, δηλαδή αυτή της κάρτας No 4 ($S + 3/2O_2 = SO_3$), αιτιολογώντας την άποψή τους με επιχειρήματα, όπως αυτά που ακολουθούν:

Κ.Α.04: *-«Πλεονέκτημα; Μικρότερες ποσότητες άρα οικονομία στα αντιδρώντα.»*

Κ.Α.06: *-«Ναι. Με το τρία δεύτερα δεν κοιτάς τα άλλα..... τα άλλα στοιχεία αν χρειάζονται κάποια, κάποιο συντελεστή. Κάποιο συντελεστή, ώστε να υπάρχει ισοστάθμιση.»*

Κ.Α.10: *-«Όταν τα διαιρέσουμε με το δύο;», -«Ε, δε θα έχουμε συντελεστές.», -«Στο θείο και στο τριοξείδιο του θείου. Κι αυτό μπορεί αν βοηθήσει στη στοιχειομετρία, ξέρω εγώ.»*

Κ.Α.11: *-«Για δύο λόγους. Για τις πράξεις* [παύση]*», -«Και γι' απλοποίηση.», -«Θα μας βοηθούνε στις πράξεις. Μπορεί, ας πούμε, να υπολογίσουμε μάζα από 'δω...», -«Αλλά και στην απλοποίηση, στο μάτι, ας πούμε. Άμα θα φύγουν τα δυάρια θα...».*

4/18 φοιτητές (Κ.Α.02, Κ.Α.08, Κ.Α.16 και Κ.Α.17) απάντησαν ότι δε βλέπουν κανένα πλεονέκτημα στη μία ή στην άλλη μορφή, και τέλος σε

1/18, αυτόν με Κ.Α.12, δεν τέθηκε η ερώτηση 3,

«Αν ναι, υπάρχει κάποιο πλεονέκτημα στη μία από τις δύο μορφές;»

επειδή στην 1η ερώτηση της κάρτας No 4,

«Μπορούμε να γράψουμε την κάρτα No 2 ($2S + 3O_2 = 2SO_3$) διαιρώντας όλους τους συντελεστές της χημικής εξίσωσης διά 2;»,

απάντησε «ΟΧΙ».

Ερώτηση 4

Κατά την υποβολή της ερώτησης 4:

«Υπάρχει περίπτωση που πράγματι δεν εμφανίζονται σε μία χημική εξίσωση κλασματικοί συντελεστές;»

της οποίας η απάντηση είναι:

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

«Ναι, στις στοιχειώδεις αντιδράσεις»,

είχαμε τα εξής αποτελέσματα:

Οι 7/18 φοιτητές, δηλαδή οι: Κ.Α.02, Κ.Α.04, Κ.Α.11, Κ.Α.15, Κ.Α.16, Κ.Α.17 και Κ.Α.18, δε γνώριζαν καν την ύπαρξη του όρου «στοιχειώδεις αντιδράσεις».

Σε 1/18, αυτόν με Κ.Α.12 δεν τέθηκε η ερώτηση, διότι, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ο συγκεκριμένος φοιτητής δε γνώριζε καν ότι μπορούμε να διαιρέσουμε τους συντελεστές της χημικής εξίσωσης, $2S + 3O_2 = 2SO_3$, διά 2.

Οι 3/18 φοιτητές απάντησαν θετικά, δίνοντας τις παρακάτω απαντήσεις:

Κ.Α.01: -*«Όχι σε οποιαδήποτε. Δεν μπορεί να υπάρχει μισό άτομο, ας πούμε.»*

Κ.Α.03: -*«Κάτι τέτοιο νομίζω έχω ακούσει.»*

Κ.Α.07: -*«*[παύση] *Ε, πάλι, σύμφωνα με αυτό που μάθαμε... αρκεί να μην υπάρχουν* [παύση] *συντελεστές μπροστά από χημικές ενώσεις. Δηλαδή, κλασματικοί συντελεστές μπροστά από χημικές ενώσεις.* [παύση]. *Δηλαδή, η στοιχειομετρία δε θ' αλλάξει, εφόσον πάντα διαιρούμε με τον ίδιο ακριβώς αριθμό. Απλά, σύμφωνα με αυτό που έχω μάθει, μου λένε ότι... δεν προτιμείται; Δεν... το επιτρέπεται; Να... υπάρχουν κλασματικοί συντελεστές μπροστά από το* [παύση] *μπροστά από χημικές ενώσεις... απ' τους τύπους των χημικών ενώσεων.».*

Ο φοιτητής αυτός απάντησε λανθασμένα.

7/18 φοιτητές απάντησαν αρνητικά, δίνοντας τις παρακάτω απαντήσεις:

Κ.Α.05: -*«Υπάρχει περίπτωση που δεν εμφανίζονται; Απαγορεύεται να εμφανισθούν, ας πούμε;», -«Να θυμηθώ, περιμένετε.* [παύση] *Θα έλεγα, όχι. Δεν ξέρω. Όχι, με* [παύση] *όχι.»*

Κ.Α.06: -*«Μπορεί να υπάρχει.* [παύση] *Αν υπάρχει αντί... Αν υπάρχει», -«Διαίρεση δια δύο.», -«Ναι, φυσικά.», -«Όχι».*

Κ.Α.08: -*«Πώς είπατε;», -«Δε νομίζω. Μπορεί και να υπάρχει και να μην το ξέρω.», -«Ή μπορεί να μη μου 'ρχεται αυτή τη στιγμή στο μυαλό, αλλά δε...», -«Τώρα δε... δε νομίζω.», -«Δε νομίζω.»*

Κ.Α.09: -*«Πώς; Δεν κατάλαβα;», -«Όχι, δεν...»*

Κ.Α.10: -*«Υπάρχουν αντιδράσεις που να μη χρειάζεται να έχουν*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

συντελεστές. Αλλά γιατί είναι απαγορευτικό;», -«Ναι», -«Δε γνωρίζω τέτοια αντίδραση.», -«Και δε νομίζω να υπάρχει, κιόλα.»

Κ.Α.13: *-«Τι αν υπάρχει; Δεν κατάλαβα...;», -«Μιλάμε για τη χημική εξίσωση, τώρα.», -«Ναι, να έχουμε κλάσματα.», -«Νομίζω ότι δεν υπάρχει τέτοιο πρόβλημα. Ότι μπορεί να γίνει.»*

Κ.Α.14: *-«Να μην υπάρχει αντίδραση* [παύση]*», -«Απ' όσο ξέρω, όχι.»*

Ερώτηση 5

Κατά την υποβολή της ερώτησης 5:

«Σε τι διαφέρει η χημική εξίσωση μιας στοιχειώδους (απλής) αντίδρασης από τη στοιχειομετρική χημική εξίσωση μιας χημικής αντίδρασης;»

2/18 φοιτητές μόνο έδωσαν απάντηση. Πρόκειται για το φοιτητή με Κ.Α.01 που απάντησε:

-«Απλές ναι, αλλά δε θυμάμαι τώρα.»,

και τη φοιτήτρια με Κ.Α.03 που είπε:

-«Δεν είμαι εξοικειωμένη με την ορολογία.»

Στους υπόλοιπους 16/18 δεν τέθηκε η ερώτηση, επειδή στην προηγούμενη ερώτηση, την ερώτηση 4, για το «εάν υπάρχει περίπτωση που πράγματι δεν εμφανίζονται σε μία χημική εξίσωση κλασματικοί συντελεστές», είτε απάντησαν αρνητικά είτε δήλωσαν ότι δε γνωρίζουν την απάντηση.

Ερώτηση 6

Κατά την υποβολή της ερώτησης 6:

«Θα προτιμούσες να χρησιμοποιούσαμε διαφορετικό σύμβολο αντί του βέλους για τις στοιχειώδεις αντιδράσεις;»

1/18 φοιτητές μόνο έδωσε απάντηση. Πρόκειται για τον Κ.Α.01 που είπε: :

-«Δεν μπορώ να απαντήσω.»,

ενώ στους υπόλοιπους 17/18 δεν τέθηκε η ερώτηση 6, επειδή όπως προέκυψε από τη στιχομυθία (ερωτήσεις 4 και 5) φοιτητές δε γνώριζαν τα περί στοιχειωδών αντιδράσεων.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

ΚΑΡΤΑ Νο 5

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$

Ερώτηση 1

Για την ερώτηση 1, που η διατύπωσή της είναι:

«Τι δείχνει αυτή η κάρτα, η Νο 5;»

ένας αρκετά μεγάλος αριθμός φοιτητών (13/18) απάντησε εύστοχα. Ωστόσο, ο αριθμός αυτός δεν κρίνεται ικανοποιητικός, επειδή δεν ήταν και τόσο δύσκολη η ερώτηση 1.

5/18 φοιτητές, οι: Κ.Α.03, Κ.Α.05, Κ.Α.06, Κ.Α.11 και Κ.Α.12, απάντησαν λανθασμένα ή ελλιπώς. Οι φοιτητές αυτοί και οι απαντήσεις που έδωσαν αναφέρονται παρακάτω:

Κ.Α.03: - *«Μια αμφίδρομη εξίσωση.»*

Κ.Α.06: -*«Το άζωτο και τρία υδρογόνο, το οποίο δίνει δύο αμμωνία και αντίστροφα.», -«Ότι δύο αμμωνίες δίνει άζωτο και τρία υδρογόνα.»*

Κ.Α.11: -*«Βλέπω μια αμφίδρομη αντίδραση.*

Οι απαντήσεις που δόθηκαν από τους φοιτητές με Κ.Α.05 και Κ.Α.12, λόγω του ιδιαίτερου ενδιαφέροντος που έχουν, καταγράφονται παρακάτω μαζί με όλη την αντίστοιχη στιχομυθία.

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.05

Ερευνητής: -Τι δείχνει η κάρτα Νο 5;

Φοιτητής: -*«Η κάρτα Νο 5 δείχνει ό,τι και η κάρτα Νο 1 και 3, μαζί. Δείχνει πάλι μια χημική* [παύση]*»*

Ερευνητής: -Ναι

Φοιτητής: -*«Τώρα αυτή είναι αντίδραση. Δεν μπορώ να την πω εξίσωση, διότι είναι μια αμφίδρομη αντίδραση. Δεν την λέμε εξίσωση. Τη λέμε εξίσωση;»*

Ερευνητής: -Δεν ξέρω, εσύ τι βλέπεις;.

Φοιτητής: -*«Εγώ βλέπω μια αμφίδρομη αντίδραση.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.12

Ερευνητής: -Τι δείχνει η κάρτα Νο 5.

Φοιτητής: -*«Μία χημική αντίδραση ή εξίσωση δεν ξέρω πώς λέγονται. Ποια είναι η διαφορά ανάμεσα σ' αυτά τα δύο.»*

Ερευνητής: -Δεν ξέρεις ποια είναι η διαφορά ανάμεσα στη χημική αντίδραση και στη

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

χημική εξίσωση;

Φοιτητής: -*«Ναι»*

Ερευνητής: -Μάλιστα. Εγώ θα σου πω ότι η χημική αντίδραση είναι το φαινόμενο, όπως εξελίσσεται στη φύση ή στο εργαστήριο.

Φοιτητής: -*«Και εξίσωση είναι αυτό που γράφουμε.»*

Ερευνητής: -... ενώ η χημική εξίσωση είναι αυτό που γράφουμε στο χαρτί, στον πίνακα κ.λπ. για να παραστήσουμε ...,

Φοιτητής: -*«Τη χημική αντίδραση.»*

Ερευνητής: -Τη χημική αντίδραση, εντάξει;

Φοιτητής: -*«Ωραία! Άρα βλέπω μία χημική εξίσωση* [παύση] *εξίσωση που αναπαριστά μια Χημική, μια αμφίδρομη χημική αντίδραση.»*

Ερώτηση 2

Για την ερώτηση 2, που η διατύπωσή της είναι:

«Μπορείς να μου διαβάσεις αυτήν την κάρτα;
(φαντάσου ότι εγώ δεν την ξέρω ούτε την βλέπω).»

οι μισοί φοιτητές (9/18) απάντησαν κατά τρόπο αποδεκτό, ενώ οι απαντήσεις των άλλων μισών διακρίνονται για την έλλειψη επιστημονικής ακρίβειας.

Οι απαντήσεις που έδωσαν οι τελευταίοι είναι:

Κ.Α.01: -*«Το άζωτο αν αντιδράσει με το υδρογόνο, μπορεί να μας δώσει αμμωνία ή η αμμωνία μπορεί να διασπαστεί, σε άζωτο και υδρογόνο.»*

Κ.Α.07: -*«Άζωτο δύο και τρία υδρογόνο δύο, διπλό βέλος... δύο αμμωνία.»*

Κ.Α.09: -*«Ναι. Άζωτο δύο συν τρία υδρογόνα, διπλό βέλος, δύο μόρια αμμωνίας.»*

Κ.Α.11: -*«Άζωτο και υδρογόνο μας δίνει αμμωνία.»*

Κ.Α.12: -*«Άζωτο κι υδρογόνο και αμμωνία.»*

Κ.Α.15: -*«Άζωτο δύο συν τρία υδρογόνα δύο, διπλό βέλος, δύο αμμωνίες.»*

Κ.Α.16: -*«Ναι. Ένα άτομο αζώτου ενώνεται με τρία άτομα υδρογόνου και σχηματίζονται δύο μόρια αμμωνίας. Και πάλι το αντίστροφο. Δύο μόρια αμμωνίας διασπώνται και* [παύση]*»*

Κ.Α.17: -*«Λοιπόν, άζωτο δύο και υδρογόνο δύο μας δίνει αμμωνία.»*

Κ.Α.18: -*«Άζωτο και τρία υδρογόνα, μας δίνουν δύο*[παύση] *δύο μόρια αμμωνίας. Όμως μπορεί να διαβαστεί κι ανάποδα, δηλαδή δύο μόρια αμμωνίας να μας δώσουν τρία άτομα υδρογόνα και άζωτο.»*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Ερώτηση 3

Η ερώτηση 3, που η διατύπωσή της είναι:

«Διαφέρει σε τίποτε από την κάρτα Νο 1 ή δείχνουν το ίδιο ακριβώς;

Αν δε δείχνουν το ίδιο, σε τι συνίσταται η διαφορά; »

κατά την επεξεργασία των απαντήσεων των φοιτητών, για την καλύτερη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων διακρίθηκε σε δύο επιμέρους ερωτήσεις, την ερώτηση 3, που διατυπώνεται:

«Διαφέρει σε τίποτε από την κάρτα Νο 1 ή δείχνουν το ίδιο ακριβώς;»

και την ερώτηση 3α που η διατύπωσή της έχει ως εξής:

«Αν δε δείχνουν το ίδιο, σε τι συνίσταται η διαφορά; »

Σε ό,τι αφορά τις απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 3, δηλαδή στο αν διαφέρει η χημική εξίσωση που αναγράφεται στην κάρτα Νο 5, ($N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$), από τη χημική εξίσωση που αναγράφεται στην κάρτα Νο 1, ($N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$), οι φοιτητές, στην ολότητά τους, έδωσαν την απάντηση που αναμενόταν. Δηλαδή, και οι 18 φοιτητές, απάντησαν ότι οι δύο χημικές εξισώσεις είναι διαφορετικές.

Σε ό,τι αφορά τις απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 3α, δηλαδή στο σε τι συνίσταται η διαφορά ανάμεσα στη χημική εξίσωση της κάρτας Νο 1 και αυτή της κάρτας Νο 5, είχαμε τις παρακάτω διατυπώσεις:

Κ.Α.01: -*«Διαφέρει. Δείχνει και την αντίστροφη διαδικασία της διάσπασης της αμμωνίας.»*

Κ.Α.02: -*«Αν διαφέρουν; Στη Νο 1 είχε βέλος μόνο προς τη μία κατεύθυνση. Τώρα έχει βέλος και προς την άλλη.»*

Κ.Α.03: -*«Αυτή είναι κατ' αρχήν αμφίδρομη, ενώ η κάρτα Νο 1 μου έδειχνε μόνο το βελάκι το οποίο δείχνει το άζωτο και το υδρογόνο δίνουν αμμωνία.»*

Κ.Α.04: -*«Η κάρτα Νο 1 μας έδειχνε, μας δείχνει, μάλλον, την περίπτωση σχηματισμού,* [παύση] *μισό λεπτό, το είχα μέσα στο μυαλό μου. Τώρα το ξέχασα. Ναι, μας δείχνει μόνο την πρώτη περίπτωση, δηλαδή από άζωτο και υδρογόνο να πάρουμε αμμωνία και όχι αντιστρόφως.»*

Κ.Α.06: -*«Ναι, ότι έχουμε και βέλος προς την αντίθετη φορά.»*, -*«Μας δείχνει ότι η αντίδραση γίνεται, ότι η αντίδραση είναι αμφίδρομη.»*

Κ.Α.08: -*«Ναι, θυμάμαι. Διαφέρει. Αυτή είναι μονόδρομη κι αυτή είναι αμφίδρομη.»*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Κ.Α.09: -*«Ναι, ναι. Τη θυμάμαι. Ε, εδώ πέρα παριστάνεται και η πορεία της αντίστροφης αντίδρασης.»*,

Κ.Α.11: -*«Διαφέρει.»*, -*«Στο μονό και διπλό βέλος.»*

Κ.Α.12: -*«Ναι. Γιατί η κάρτα Νο 1 μας δείχνει ότι μπορεί να γίνει μόνο απ' τη μία πλευρά, ενώ η κάρτα Νο 5 μας δείχνει ότι μπορεί να γίνει και απ' τις δύο κατευθύνσεις.»*

Κ.Α.13: -*«Αυτή είναι αμφίδρομη. Δηλαδή, μου λέει ότι γίνεται και προς τις δύο κατευθύνσεις.»*

Κ.Α.14: -*«Στην πρώτη κάρτα φαίνεται ότι γίνεται μόνο η αντίδραση της σύνθεσης της αμμωνίας.»*

Κ.Α.15: -*«Ε, μόνο στο βέλος.»*

Κ.Α.16: -*«Απλά, η πρώτη στην κάρτα Νο 1 με το βέλος φαίνεται ότι γίνεται προς τη μία κατεύθυνση η αντίδραση και στην κάρτα Νο 5 φαίνεται ότι γίνεται* [παύση] *είναι αμφίδρομη, γίνεται και προς τις δύο κατευθύνσεις.»*

Κ.Α.17: -*«Ναι διαφέρει στο ότι αυτή είναι αμφίδρομη, ενώ η άλλη είναι ποσοτική.»*

Κ.Α.18: -*«Όχι, διαφέρει. Η μια είναι αμφίδρομη και η άλλη είναι μονόδρομη.»*

Οι στιχομυθίες που περιλαμβάνουν τις απαντήσεις που έδωσαν οι φοιτητές με Κ.Α.05, Κ.Α.07 και Κ.Α.10, λόγω της έκτασής τους περιλαμβάνονται στις σελίδες 254 και 255 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄).

Ερώτηση 4

Στην ερώτηση 4, της κάρτας Νο 5:

«Τι δείχνει το διπλό βέλος στη χημική εξίσωση;»,

δόθηκαν 13 αποδεκτές και 5 μη αποδεκτές απαντήσεις. Τις μη αποδεκτές απαντήσεις έδωσαν οι παρακάτω φοιτητές και η διατύπωσή τους είναι:

Κ.Α.03: -*«Τις δύο προηγούμενες κάρτες μαζί.»*

Κ.Α.11: -*«Δείχνει πως η εξίσωση αυτή έχει* [παύση] *δεν έχει γίνει πλήρως, έχει ολοκληρωθεί μερικώς* [παύση]. *Μια διόρθωση στο «ολοκληρωθεί».»*, -*«Έχει «αντιδράσει μερικώς. Έχουν αντιδράσει μερικώς τα πρ... τα αντιδρώντα.»*

Κ.Α.15: -*«Ε, την ισορροπία της αντίδρασης;»*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Στις απαντήσεις αυτές συμπεριλαμβάνονται και αυτές που έδωσαν οι φοιτητές με Κ.Α.10 και Κ.Α.18. Οι απαντήσεις αυτές λόγω της αρνητικής εντύπωσης που προκαλούν παρατίθενται στο σημείο αυτό μαζί με όλη την αντίστοιχη στιχομυθία. Η αρνητική εντύπωση έχει σχέση με το γεγονός ότι οι φοιτητές αυτοί έχουν τελείως λανθασμένη εντύπωση για την αποκατάσταση χημικής ισορροπίας στα αμφίδρομα χημικά συστήματα.

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.10

Ερευνητής: -Το διπλό βέλος τι δείχνει, στη χημική εξίσωση;

Φοιτητής: -« [παύση] *Το διπλό βέλος τι δείχνει.»*

Ερευνητής: -Ναι.

Φοιτητής: -« [παύση] *Αυτό που είπα και πριν ότι...»*

Ερευνητής: -Ναι;

Φοιτητής: -« [παύση] *κάποτε γίνεται προς τα δεξιά η αντίδραση και κάποτε προς τ' αριστερά. Η φορά της δηλαδή.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.18

Ερευνητής: -Το διπλό βέλος; Τι δείχνει το διπλό βέλος σ' αυτή τη χημική εξίσωση; Στην κάρτα Νο 5;

Φοιτητής: -*«Ότι γίνεται ταυτόχρονα. Ότι γίνεται και προς τις δύο κατευθύνσεις. Μπορεί να γίνει και προς τις δύο κατευθύνσεις αντίδραση.»*

Ερευνητής: -Ταυτόχρονα είπες;

Φοιτητής: -*«Όχι ταυτόχρονα.»*

Ερώτηση 5 και 5α

Στην ερώτηση 5:

«Θα μπορούσαμε να γράψουμε την εξίσωση αντίστροφα; $2NH_3 \rightleftharpoons N_2 + 3H_2$» όλοι οι φοιτητές απάντησαν θετικά.

Στην ερώτηση 5α, που ακολούθησε, ως συνέχεια της ερώτησης 5, και που η διατύπωσή της είναι:

«Αν όχι, γιατί, αν ναι, υπάρχει ταυτότητα ή διαφορά με την προηγούμενη;»

(Πότε γράφουμε την μία και πότε την άλλη/αντίστροφη χημική εξίσωση;)

είχαμε τα εξής αποτελέσματα:

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

12/18 φοιτητές απάντησαν ότι υπάρχει ταυτότητα. Οι φοιτητές αυτοί είναι οι: Κ.Α.01, Κ.Α.04, Κ.Α.05, Κ.Α.07, Κ.Α.08, Κ.Α.09, Κ.Α.13, Κ.Α.14, Κ.Α.15, Κ.Α.16, Κ.Α.17 και Κ.Α.18,

3/18 φοιτητές, δηλαδή ο Κ.Α.06, Κ.Α.10 και Κ.Α.11, απάντησαν ότι υπάρχει διαφορά,

1/18 δήλωσε ότι δε γνωρίζει. Πρόκειται για τον Κ.Α.12. Σε

1/18, τον Κ.Α.03, υποβλήθηκε λανθασμένα η ερώτηση και σε

1/18, τον Κ.Α.02, δεν τέθηκε η ερώτηση.

Ερώτηση 6 και 6α

Η ερώτηση 6:

«Θα μπορούσαμε και στην περίπτωση αυτή (χημικής ισορροπίας/αμφίδρομης αντίδρασης) να χρησιμοποιήσουμε το σύμβολο της ισότητας αντί το διπλό βέλος;»

«Μήπως κάποιος από τους δύο συμβολισμούς έχει πλεονέκτημα και ποιο;»,

κατά τη διαδικασία της κωδικοποίησης των απαντήσεων που έδωσαν οι φοιτητές διακρίθηκε:

στην ερώτηση 6:

«Θα μπορούσαμε και στην περίπτωση αυτή (χημικής ισορροπίας /αμφίδρομης αντίδρασης) να χρησιμοποιήσουμε το σύμβολο της ισότητας αντί το διπλό βέλος;»

και στην ερώτηση 6α:

«Μήπως κάποιος από τους δύο συμβολισμούς έχει πλεονέκτημα και ποιο;»,

Από τις απαντήσεις που δόθηκαν, καταγράφηκαν τα εξής αποτελέσματα:

Στην περίπτωση της ερώτησης 6:

9/18 απάντησαν καταφατικά, δηλαδή ότι και στην περίπτωση των χημικών εξισώσεων των αμφίδρομων αντιδράσεων θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί το σύμβολο της ισότητας αντί των δύο αντίρροπων βελών. Οι φοιτητές αυτοί είναι οι: Κ.Α.02, Κ.Α.04, Κ.Α.09, Κ.Α.11, Κ.Α.13, Κ.Α.14, Κ.Α.15, Κ.Α.16, και Κ.Α.18.

Ειδικά, ο Κ.Α.13 έδωσε μια πιο ποιοτική απάντηση, που παρατίθεται στο σημείο αυτό με την αντίστοιχη στιχομυθία.

Ερευνητής: -Θα μπορούσαμε και στην περίπτωση αυτή, της χημικής ισορροπίας, της αμφίδρομης αυτής αντίδρασης, όπως είπες, να χρησιμοποιήσουμε το σύμβολο της ισότητας αντί για το διπλό βέλος; Για την περίπτωση που καθορίζαμε κάποτε το σύμβολο της ισότητας, θα μπορούσαμε και για τις αμφίδρομες να χρησιμοποιήσουμε το... σημείο της...;

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Φοιτητής: -*«Να το χρησιμοποιούμε και για τις μονόδρομες και για τις αμφίδρομες;»*

Ερευνητής: -Ναι. Το σύμβολο της ισότητας.

Φοιτητής: -*«Εε... φαντάζομαι πως ναι. Απλά θα έπρεπε να το ξεχωρίσουμε απ' τις μονόδρομες με κάτι άλλο.»*

Ερευνητής: -Με κάποιο τρόπο.

Φοιτητής: -*« [παύση] μαζί μ' ένα αστεράκι δίπλα.»*

Ερευνητής: -Είπες, λοιπόν, «ναι, αλλά πρέπει να...»

Φοιτητής: -*«...διαχωριστεί απ' τις μονόδρομες.»*

8/18, οι Κ.Α.03, Κ.Α.05, Κ.Α.06, Κ.Α.07, Κ.Α.08, Κ.Α.10, Κ.Α.12, και Κ.Α.17 απάντησαν «ΟΧΙ», και σε

1/18, τον Κ.Α.01, δεν τέθηκε η ερώτηση λόγω της ροής της συνέντευξης.

Στην περίπτωση της ερώτησης 6α:

11/18 φοιτητές απάντησαν «ΝΑΙ», δηλαδή ότι κάποιος από τους δύο συμβολισμούς παρουσιάζει πλεονέκτημα έναντι του άλλου. Οι φοιτητές αυτοί και οι απαντήσεις που έδωσαν αναφέρονται παρακάτω:

Κ.Α.02: -*«Ωραία, πάλι η ισότητα έχει το πλεονέκτημα ότι καταλαβαίνεις κατευθείαν ότι υπάρχουνε ίσες ποσότητες και στα αντιδρώντα και στα προϊόντα, και στα δύο μέλη της αντίδρασης, βασικά, ίσες ποσότητες μαζών, συντελεστές, φορτίο αλλά, εντάξει και ότι θα μπορούσε να γραφεί και από όποια μεριά θέλουμε πάλι η ισότητα εξυπηρετεί και σ' αυτό το σκοπό.»*

Κ.Α.03: -*«Το αμφίδρομο. Με βοηθάει το αμφίδρομο στη χημική ισορροπία.»*

Κ.Α.05: -*«Ναι, αφού δέχθηκα να μπει το ίσον στις αρχικές τάξεις εκεί δε θα μπορούσα να το δεχτώ να μπει κι εδώ.»* (Προτιμά, δηλαδή, το αμφίδρομο βέλος).

Κ.Α.07: -*«Με το ίσον.»*

Κ.Α.08: -*«Απλά το διπλό βέλος δε σε περιορίζει. Μπορείς να κάνεις ό,τι... την αντίδραση ό,τι τη θες εσύ.»*

Κ.Α.09: -*«Ε, τα βέλη έχουν το πλεονέκτημα.»*, -*«Ε, αυτό που είπαμε και πριν. Δηλαδή, δείχνει καλύτερα την κατε... τις κα... ότι γίνεται και προς τις δύο κατευθύνσεις.»*

Κ.Α.11: -*«Της ισότητας; Ναι. Σαν ποιο απλοϊκό. Στο μάτι. »*, και

Κ.Α.18: -*«Εε... υπάρχει πλεονέκτημα της ισότητας νομίζω σ' αυτό το σημείο.»*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ως απαντήσεις ξεχωριστού ενδιαφέροντος θεωρούνται αυτές που δόθηκαν από τους φοιτητές με Κ.Α.10, Κ.Α.15 και Κ.Α.17 και περιλαμβάνονται στη σελ. 256 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄).

5/18 απάντησαν «ΟΧΙ». Από αυτές τις απαντήσεις ενδιαφέρον παρουσιάζουν αυτές που αναφέρονται παρακάτω:

Κ.Α.13: -*«Πλεονέκτημα;»*, -*«Όχι. Το ίδιο τα βλέπω και τα δύο.»*

Κ.Α.14: -*«Όχι, δε νομίζω.»*

Κ.Α.16: -*«Πλεονέκτημα....»*, -« [παύση] *Θεωρώ ότι είναι ισοδύναμα και τα δύο. Και τα δύο τα βέλη, τα αμφίδρομα, και το ίσον. Απ' τη στιγμή που ναι και με το ίσον, που σημαίνει τα δύο είναι ισοδύναμα.»*.

Ξεχωριστό ενδιαφέρον παρουσιάζει η απάντηση που έδωσε ο φοιτητής με Κ.Α.06, η οποία περιλαμβάνεται στη σελ. 255 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄).

Τέλος, σε 2/18, στον Κ.Α.01 και στον Κ.Α.12, δεν τέθηκε η ερώτηση για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω.

2. ΕΝΟΤΗΤΑ Β΄: Συμβολισμοί και Ορισμολογία που αναφέρονται στις ομάδες Υδροξύλιο και Υδροξείδιο

ΚΑΡΤΑ No 6

$NaOH$,	KOH,	$Ca(OH)_2$

Ερώτηση 1 «Τι δείχνει η κάρτα No 6;»

Οι φοιτητές στην πλειονότητά τους, 14/18, έδωσαν την αναμενόμενη απάντηση.

Εξαίρεση αποτέλεσαν οι φοιτητές με Κ.Α.08 και Κ.Α.12, που απάντησαν ότι βλέπουν «ενώσεις», απάντηση που χαρακτηρίζεται και ως πολύ γενική και ως μη αναμενόμενη από πρωτοετείς φοιτητές του Χημικού Τμήματος.

Επίσης, εντύπωση προκαλεί η απάντηση:

«Δείχνει μερικές βάσεις. Οξείδια»

που έδωσε ο Κ.Α.13, από την οποία φαίνεται ότι πιστεύει πως οι βάσεις και τα οξείδια είναι το ίδιο πράγμα, καθώς επίσης και η απάντηση που έδωσε ο Κ.Α.15, που, ενώ στην αρχή δήλωσε «*δεν ξέρω*», τελικά, και ύστερα από πίεση απάντησε ότι βλέπει «*μόρια*», για να καταλήξει στο ότι βλέπει «*υδροξείδια*».

Οι απαντήσεις που έδωσαν οι δύο αυτοί φοιτητές με την πλήρη στιχομυθία συμπεριλαμβάνονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄, σελ. 257.

Ερώτηση 2

Στην ερώτηση 2:

«Τι κοινό και ποια διαφορά έχουν οι τρεις ενώσεις;»

τέσσερις φοιτητές οι: Κ.Α.03, Κ.Α.10, Κ.Α.12 και Κ.Α.16 δεν έδωσαν πλήρεις και επιστημονικά ακριβείς απαντήσεις. Ενδεικτικά αναφέρουμε τις απαντήσεις που έδωσαν οι φοιτητές με Κ.Α.10, Κ.Α.12 και Κ.Α.16.

Απάντηση του φοιτητή με Κ.Α.10:

-*«Είναι και οι τρεις βάσεις.* [παύση] *Έχουν και οι τρεις υδροξύλια.»*

Απάντηση του φοιτητή με Κ.Α.12:

-*«Την ονοματολογία εγώ θα 'λεγα κοινό.»*

-*«Δηλαδή, και όλα τα λέμε «καυστικό νάτριο», «καυστικό κάλιο»...*

-*«Και... «καυστικό ασβέστιο.»...*

-*«Η διαφορά έτσι πως τα βλέπω ή... τι ξέρω;* [παύση] *Δηλαδή, και τα τρία είναι ισχυρά... ισχυρές βάσεις.»*

Απάντηση του φοιτητή με Κ.Α.16:

-*«Και οι τρεις ενώσεις έχουν ένα μόριο υδροξειδίου, εκτός απ' το κάλιο που 'χει δύο, όπως φαίνεται.»*

Οι απαντήσεις όλων των άλλων περιέχουν το επιστημονικά ορθό, έστω κι αν δεν χαρακτηρίζονται όλες πλήρεις.

Οι απαντήσεις αυτών των τεσσάρων φοιτητών αναφέρονται μαζί με ολόκληρη τη στιχομυθία στις σελίδες 257 και 258 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄).

Ερώτηση 3

Από τις απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 3 αυτής της κάρτας (Νο 6),

«Μπορείς να ονομάσεις (να δώσεις τα χημικά ονόματα) των ενώσεων;»,

φαίνεται, όπως αναμενόταν, ότι οι φοιτητές γνωρίζουν την ονοματολογία των βάσεων.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ωστόσο, ο φοιτητής με Κ.Α.06, εμμέσως έδωσε την ακριβή απάντηση, όταν απαντώντας στην πρώτη ερώτηση «Τι δείχνει η κάρτα Νο 6;», αντί να απαντήσει ότι βλέπει τρεις βάσεις ή ενδεχομένως τρία υδροξείδια μετάλλων είπε ότι βλέπει υδροξείδιο νατρίου, καλίου και ασβεστίου. Επίσης, ο φοιτητής αυτός, στο πλαίσιο της σύντομης απάντησής του στην ερώτηση 3, διατύπωσε μια άποψη που θα ήταν σκόπιμο να την παρακολουθήσουμε στη στιχομυθία που ακολουθεί.

Ερευνητής: -Μπορείς να ονομάσεις, να δώσεις τα χημικά ονόματα αυτών των ενώσεων, με άλλον τρόπο, πέρα απ' αυτόν που ανέφερες πριν (υδροξείδιο Na, K, Ca – σελ. 94 συνεντεύξεων);

Φοιτητής: -*«Όχι. Υπάρχει;»*

Ερευνητής: -Αν ξέρεις. Αν δεν ξέρεις...

Φοιτητής: -*«Όχι, δεν ξέρω. Να δώσω τις αντιδράσεις θέλετε;»*

Ερευνητής: - Όχι, όχι. Μιλήσαμε για ονοματολογία.

Φοιτητής: -*«Α!»*

Επίσης, είναι σκόπιμο να παρακολουθήσουμε την απάντηση που έδωσε ο φοιτητής με Κ.Α.12 στην ερώτηση 3 της κάρτας Νο 6, επειδή μέσω αυτής σχηματίζεται μια εικόνα γύρω από τη χρήση των όρων «υδροξείδιο» και «υδροξύλιο» στη Μέση Εκπαίδευση».

Ερευνητής: -Μπορείς να ονομάσεις; Να δώσεις το χημικό όνομα καθεμιάς από αυτές, ξεχωριστά;

Φοιτητής: -*«Ναι. Καυστικό νάτριο...»*

Ερευνητής: -Ναι;

Φοιτητής: -*«... ή υδροξύλιο του νατρίου που έτσι μας το μάθαιναν στο σχολείο.»*

Ερευνητής: - «καυστικό νάτριο ή...;»

Φοιτητής: -*«Υδροξύλιο του νατρίου. Ή υδροξείδιο; Αυτά τα δύο τα μπερδεύω.»*

Ερευνητής: -Υδροξείδιο, για υδροξύλιο; Γιατί είπες μας το μάθαιναν στο σχολείο.

Φοιτητής: -*«Ναι»*

Ερευνητής: -Εγώ θα σε ρωτήσω, τώρα, και θέλω την ειλικρίνειά σου σ' αυτό το σημείο. Γι' αυτό το υδροξύλιο και το υδροξείδιο συζήτησες με καμία κάτι; [Εννοείται με συμφοιτήτριά της που πριν από αυτήν πήρε μέρος στην έρευνα.]

Φοιτητής: -*«Όχι»*

Ερευνητής: -Και ούτε θα ήθελα να συζητήσεις, εντάξει;

Φοιτητής: -*«Ναι, ναι.»*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Ερευνητής: -Εσύ, τώρα, ως «υδροξύλιο» το ξέρεις, ή ως «υδροξείδιο»;

Φοιτητής: -*«Στο σχολείο, αν δεν κάνω λάθος, δηλαδή ποτέ δεν το είχα σκεφτεί, μία ονομασία από τις δύο μας είχαν αναφέρει. Επομένως, δεν μπερδευόμουνα με το «υδροξείδιο» ή «υδροξύλιο».»*

Ερευνητής: -Μπράβο. Μία ήξερες. Ναι. Τη δεύτερη πότε την άκουσες;

Φοιτητής: -*«Εδώ, στο Πανεπιστήμιο.»*

Ερώτηση 4

«Σε ποια κατηγορία χημικών ενώσεων ανήκουν οι ενώσεις αυτές;»

Αν και 3 μόνο φοιτητές δεν ήταν δυνατό να απαντήσουν ότι οι τρεις ενώσεις ανήκουν στην κατηγορία των βάσεων, εντούτοις, λόγω του ότι πρόκειται για απλή και θεμελιώδη γνώση, το ποσοστό κρίνεται μεγάλο. Κατά την άποψή μας, θα ήταν δυνατό να μην απαντήσει κάποιος εύστοχα λόγω κάποιου άγχους, κάτι που θεωρούμε ότι δικαιολογείται μόνο στην περίπτωση του φοιτητή με Κ.Α.18, όπως προκύπτει και από το ηχητικό αρχείο της συνέντευξης. Οι άλλοι δύο φοιτητές που δεν έδωσαν ακριβή απάντηση είναι ο Κ.Α.05 και ο Κ.Α.06. Αποσπάσματα των στιχομυθιών με τους εν λόγω φοιτητές παρατίθενται στο σημείο αυτό.

Απόσπασμα στιχομυθίας με το φοιτητή με Κ.Α.05:

Ερευνητής: -Σε ποια κατηγορία χημικών ενώσεων ανήκουν οι ενώσεις αυτές;

Φοιτητής: -*«Ετεροπολικές ενώσεις, ιοντικές, ετεροπολικές* [παύση].*»*

Απόσπασμα στιχομυθίας με το φοιτητή με Κ.Α.06:

Ερευνητής: -Σε ποια κατηγορία χημικών ενώσεων ανήκουν οι ενώσεις αυτές;

Φοιτητής: -*«Δε θυμάμαι....»*

Ερευνητής: -Τις βάσεις τις γνωρίζεις;

Φοιτητής: -*«Ναι. Αρκετές, όχι όλες.»*

Οι πλήρεις απαντήσεις αυτών των τριών φοιτητών με τις αντίστοιχες στιχομυθίες περιλαμβάνονται στις σελ. 258 και 259 της διατριβής (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄).

Ερώτηση 5

Από τις απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 5,

«Με βάση ποιο χαρακτηριστικό κατέταξες τις τρεις ενώσεις στην ίδια κατηγορία;», φαίνεται ότι όλοι οι φοιτητές γνωρίζουν με βάση ποιο χαρακτηριστικό μέρος του χημικού της τύπου μια χημική ένωση κατατάσσεται στις βάσεις, ανεξάρτητα από το αν αυτοί γνωρίζουν να το ονομάζουν σωστά (υδροξείδιο ή υδροξύλιο) ή όχι.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Η απάντηση που έδωσε ο φοιτητής με Κ.Α.06 αναφέρεται σε χαρακτηριστικό γνώρισμα που έχει σχέση με φυσικοχημική ιδιότητα του διαλύματος (αλκαλικό περιβάλλον-pH) των βάσεων και, ως εκ τούτου, δεν περιλαμβάνεται μεταξύ των αποδεκτών ή μη αποδεκτών απαντήσεων. Η απάντηση του εν λόγω φοιτητή, που περιλαμβάνεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄, σελ. 259, χαρακτηρίστηκε με το συμβολισμό Δ.Γ. (δε γνωρίζω) επειδή σε κάποια στιγμή, που φάνηκε ότι αδυνατεί να ολοκληρώσει την απάντησή του, διερωτήθηκε αν πραγματικά γνωρίζει την απάντηση.

Ανάλογης λογικής είναι και η απάντηση που έδωσε και ο φοιτητής με Κ.Α.07 και έχει ως εξής:

«Το ότι ... πώς να το πω τώρα; Διαλυμένες στο νερό δίνουν αλκαλικό περιβάλλον.»

Η απάντηση αυτή συμπεριλήφθηκε στις μη αποδεκτές απαντήσεις, επειδή αυτή δεν εδράζεται σε χαρακτηριστικά του χημικού τύπου, από τη στιγμή που στους φοιτητές επιδεικνύονταν οι χημικοί τύποι των τριών βάσεων.

Επίσης, συμπεριλήφθηκαν στις μη ακριβείς απαντήσεις οι απαντήσεις των φοιτητών με Κ.Α.03, Κ.Α.08, Κ.Α.10, Κ.Α.12 και Κ.Α.17, επειδή το υδροξείδιο (OH^-) το αποκαλούσαν υδροξύλιο.

Η απάντηση που έδωσε ο φοιτητής με Κ.Α.16 στην παραπάνω ερώτηση 5 ήταν:

«με βάση το μόριο του υδροξειδίου»,

και συμπεριλήφθηκε στις αποδεκτές απαντήσεις.

Ερώτηση 6

Από τις απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 6,

«Γνωρίζεις κάποια ή κάποιες ουσίες/χημικές ενώσεις που είναι βάσεις αλλά δε φαίνεται στον τύπο τους το υδροξείδιο;»,

κρίνεται ικανοποιητικός ο αριθμός των φοιτητών (11/16) που γνωρίζει ότι υπάρχουν βάσεις που δεν περιέχουν υδροξείδιο. Οι φοιτητές αυτοί είναι οι: Κ.Α.01, Κ.Α.02, Κ.Α.04, Κ.Α.07, Κ.Α.09, Κ.Α.10, Κ.Α.13, Κ.Α.14, Κ.Α.15, Κ.Α.16 και Κ.Α.17. Όλοι οι παραπάνω φοιτητές, πλην του φοιτητή με Κ.Α.01 ανέφεραν ότι ως τέτοια βάση γνωρίζουν την αμμωνία (NH_3). Ο φοιτητής με Κ.Α.01, έδωσε την εξής απάντηση:

-«Ναι υπάρχουν ενώσεις. Είναι κάποιες οργανικές ενώσεις, αλλά δε θυμάμαι τώρα, δε μου έρχεται.»

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Ωστόσο, 4/18 φοιτητές, ο Κ.Α.05, Κ.Α.08, Κ.Α.12 και Κ.Α.18, έδωσαν μη αποδεκτές απαντήσεις. Οι απαντήσεις αυτές μπορεί σε κάποιες περιπτώσεις να περιλαμβάνουν εν μέρει το επιστημονικά ορθό, όπως αυτή που έδωσε ο Κ.Α.05, αλλά χωρίς να ικανοποιούν ταυτόχρονα τις ανάγκες της ερώτησης 6 της κάρτας Νο 6. Ο φοιτητής αυτός απάντησε:

-«Η αμμωνία, η σόδα, το όξινο ανθρακικό νάτριο,
πρέπει να είναι και το ανθρακικό ασβέστιο.»

Η πλήρης στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.05 βρίσκεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄, σελ. 260.

Ο φοιτητής με Κ.Α.08 αναφέρει το νερό ως βάση που δεν περιλαμβάνει στο μόριό του το υδροξείδιο, αναφέροντας ταυτόχρονα ότι είναι αμφολύτης.

Ο φοιτητής με Κ.Α.12 αναφέρει το χλωριούχο νάτριο, NaCl, ως βάση που δεν περιλαμβάνει στο μόριό του το υδροξείδιο. Η απάντηση που έδωσε ο φοιτητής αυτός με ολόκληρη τη στιχομυθία βρίσκεται στη σελ.260 της διατριβής (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄).

- Τέλος, ο φοιτητής με Κ.Α.18 αναφέρει ως βάση το ιόν του αμμωνίου, NH_4^+, (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄, σελ.261).

Η ερώτηση αυτή (6 της κάρτας Νο 6) δεν υποβλήθηκε στο φοιτητή με Κ.Α.03 λόγω της ροής της συνέντευξης και στο φοιτητή με Κ.Α.06, επειδή, όπως φάνηκε από την απάντηση που έδωσε στην προηγούμενη ερώτηση (ερώτηση 5), δε γνώριζε ότι το υδροξείδιο είναι το χαρακτηριστικό των βάσεων που του υποδείχθηκαν.

Ερώτηση 7

Από τις απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 7,

«Γνωρίζεις κάποια ή κάποιες ουσίες/χημικές ενώσεις που στο χημικό τους τύπο περιέχουν την ομάδα οξυγόνο-υδρογόνο, αλλά δεν είναι βάσεις και είναι οξέα;»,

κρίνεται ως ικανοποιητικός ο αριθμός των φοιτητών (13/17) που γνωρίζουν ότι η ομάδα -OH υπάρχει και σε άλλες ενώσεις που δεν είναι βάσεις αλλά οξέα. Οι φοιτητές αυτοί με τις απαντήσεις τους είναι οι:

Κ.Α.01: *-«Κάποια οργανικά οξέα»*

Κ.Α.02: *-«Το μυρμηκικό οξύ. Όχι! Το οξικό οξύ.»*

Κ.Α.03: *-«Το οξικό οξύ»*

Κ.Α.04: *-«Το υπερχλωρικό οξύ»*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Κ.Α.05: -*«Το μυρμηκικό οξύ»*

Κ.Α.08: -*«Το μυρμηκικό οξύ»*

Κ.Α.10: -*«Το οξικό οξύ»*

Κ.Α.11: -«Το νιτρικό οξύ

Κ.Α.12: -*«Ναι. Το... θειικό... όχι. Άλλο ήθελα να πω. Οξικό οξύ. Ναι. Αα! Η αλκοόλη....»*

Κ.Α.14: -*«Το οξικό οξύ ας πούμε. Το οξαλικό οξύ. Τι άλλο...; Οι κετόνες..... οι κετόνες είναι;..... που είναι..... η ομάδα άνθρακας-υδρογόνο-*οξυγόνο. *Κετόνες;.... Τώρα θα σας γελάσω.»*

Κ.Α.16: -*«Το οξικό οξύ»*

Κ.Α.17: -*«Το οξικό οξύ»* και ο

Κ.Α.18.: -*«Το οξαλικό οξύ»*

Κατατοπιστική για το πώς οι μαθητές αφομοιώνουν τις γνώσεις είναι η απάντηση που έδωσε ο φοιτητής με Κ.Α.11. Η απάντηση αυτή, που κρίθηκε σχεδόν ακριβής, παρουσιάζει ενδιαφέρον και περιλαμβάνεται με την αντίστοιχη στιχομυθία στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄, σελ.261. Απόσπασμα αυτής της στιχομυθίας παρατίθεται στο σημείο αυτό:

Ερευνητής: -Γνωρίζεις κάποια ή κάποιες χημικές ενώσεις που στο χημικό τους τύπο έχουν την ομάδα -OH;

Φοιτητής: *«Μπορώ να πω το νερό;»*

Ερευνητής: -Αλλά να είναι οξύ, είπαμε.

Φοιτητής: -*«Α, οξύ! Συγγνώμη. Ηνό τρία (HNO_3); Υδρο...* [παύση]*... νιτρικό οξύ;»*

Η ερώτηση αυτή (7 της κάρτας Νο 6) δεν υποβλήθηκε στο φοιτητή με Κ.Α.06, επειδή, όπως φάνηκε από την απάντηση που έδωσε στην ερώτηση 5, δε γνώριζε ότι το υδροξείδιο είναι το χαρακτηριστικό των βάσεων που του υποδείχθηκαν.

Στην ερώτηση αυτή δεν μπόρεσε να απαντήσει ο φοιτητής με Κ.Α.09, επειδή, όπως δήλωσε, δε θυμότανε.

Τέλος, μη αποδεκτές απαντήσεις έδωσαν οι φοιτητές με Κ.Α.07, Κ.Α.13 και Κ.Α.15.

Η φοιτήτρια με Κ.Α.07 απάντησε:

«[παύση] *Δεν είμαι σίγουρη. Οι αλκοόλες, θα έλεγα. Οι οργανικές ενώσεις των αλκοολών, αλλά δεν είμαι καθόλου σίγουρη.»*

Η φοιτήτρια με Κ.Α.13 απάντησε:

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

«Και είναι οξέα; [παύση] *κάτι για* [παύση] *τώρα δεν είμαι σίγουρη, όμως* [παύση] *για το υδροξείδιο του αργιλίου νομίζω ότι είναι και βάση και οξύ; Αλλά δεν είμαι σίγουρη. Αλλιώς δε θυμάμαι κάποιο άλλο.»*

Τέλος, ο φοιτητής με Κ.Α.13 απάντησε:

«...Οξυγόνο-υδρογόνο. Αλκοόλες; Α, το νερό. Όχι, το νερό δεν είναι οξύ βασικά. Οξύ και να 'χει μέσα υδροξείδιο, οξυγόνο κι υδρογόνο..... δεν μπορώ να θυμηθώ.»

Ερώτηση 8

«Γνωρίζεις κάποια ή κάποιες ουσίες/χημικές ενώσεις που στο συντακτικό τους τύπο περιέχουν μία ή περισσότερες ομάδες -OH, αλλά δεν είναι βάσεις και είναι οξέα;»

Η ερώτηση αυτή φάνηκε δύσκολη για τους φοιτητές, κάτι που φαίνεται από τα αποτελέσματα που καταγράφηκαν. Έτσι,

5/18 φοιτητές, ο Κ.Α.01, Κ.Α.02, Κ.Α.03, Κ.Α.04 και ο Κ.Α.16, δήλωσαν ότι δε γνωρίζουν.

3/18 φοιτητές, ο Κ.Α.09, ο Κ.Α.12 και ο Κ.Α.17, δήλωσαν ότι δε θυμούνται, και

1/18 φοιτητές, ο Κ.Α.15, απάντησε ότι δεν έχει δει τέτοιες χημικές ενώσεις

Σε 2/18 φοιτητές, τον Κ.Α.05 και τον Κ.Α.06, δεν υποβλήθηκε η ερώτηση.

Στη φοιτήτρια με Κ.Α.05 δεν υποβλήθηκε ή ερώτηση αυτή (ερώτηση 8), επειδή, όπως φαίνεται από τα απομαγνητοφωνημένα κείμενα σελ. 261 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄), δεν είχε την ευχέρεια να αντιμετωπίσει την ερώτηση 7, στην απάντηση της οποίας καθοδηγήθηκε από τον διεξάγοντα την έρευνα.

Στο φοιτητή με Κ.Α.06 δεν υποβλήθηκε η ερώτηση 8, επειδή, όπως φάνηκε από την απάντηση που έδωσε στην ερώτηση 5, δε γνώριζε ότι το υδροξείδιο είναι το χαρακτηριστικό γνώρισμα των βάσεων που του επιδείχθηκαν.

4/18 φοιτητές, ο Κ.Α.10, Κ.Α.11, Κ.Α.14 και ο Κ.Α.18, έδωσαν επιστημονικά αποδεκτές απαντήσεις, και

3/18, ο Κ.Α.07, ο Κ.Α.08 και ο Κ.Α.13, έδωσαν μη αποδεκτές απαντήσεις.

ΚΑΡΤΑ Νο 7

ΟΗ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ερώτηση 1

«Τι δείχνει η κάρτα Νο 7; Είναι αυτό μια χημική ένωση;

Έχεις συναντήσει μόριο με τον τύπο ·OH;»

Η ερώτηση αυτή κατά την επεξεργασία των αποτελεσμάτων διακρίθηκε στις υποερωτήσεις:

1α. «Τι δείχνει η κάρτα Νο 7;»

1β. «Είναι αυτό μια χημική ένωση;»

1γ. «Έχεις συναντήσει μόριο με τον τύπο ·OH;»

ώστε να μπορεί να γίνει καλύτερη αξιολόγηση των απαντήσεων που δόθηκαν από τους φοιτητές.

Το πρώτο σημαντικό συμπέρασμα που προκύπτει από την υποβολή αυτής της ερώτησης είναι ότι οι φοιτητές δεν έχουν ξεκαθαρισμένη άποψη για το τι είναι το υδροξύλιο και τι το υδροξείδιο. Αυτό εξάγεται τόσο από τις απαντήσεις που δόθηκαν στην υποερώτηση 1α,

«Τι δείχνει η κάρτα Νο 7;»,

όσο και από τις απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 4,

«Το υδροξείδιο είναι το ίδιο με το υδροξύλιο;»

Πιο αναλυτικά:

Από τις απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 1 και αντιστοιχίζονται:

α) στην υποερώτηση 1α φαίνεται ότι μόνο

4/18, οι Κ.Α.03, Κ.Α.05, Κ.Α.06 και Κ.Α.17, είχαν ξεκαθαρισμένη άποψη ότι πρόκειται για το υδροξύλιο,

1/18, ο Κ.Α.08, έβλεπε υδροξύλιο με αμφιβολία,

10/18, οι Κ.Α.02, Κ.Α.04, Κ.Α.09, Κ.Α.11, Κ.Α.12, Κ.Α.13, Κ.Α.14, Κ.Α.15, Κ.Α.16 και Κ.Α.18, έβλεπαν υδροξείδιο,

3/18, οι Κ.Α.01, Κ.Α.07 και Κ.Α.10, έδωσαν διάφορες άλλες απαντήσεις που λόγω του ενδιαφέροντος που προκαλούν αναφέρονται με ολόκληρες τις στιχομυθίες στις σελίδες 262 και 263 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄).

Ωστόσο, στο σημείο αυτό αναφέρουμε ότι η απάντηση του φοιτητή με Κ.Α.01 έχει ενδιαφέρον, επειδή ο φοιτητής δηλώνει πέραν των άλλων ότι δεν έχει συναντήσει ποτέ τον τύπο του υδροξυλίου (·OH), του φοιτητή με Κ.Α.07, επειδή πρωτίστως απαντάει λέγοντας ότι *«Δε θα μπορούσα να πω ότι δείχνει κάτι»*, και τέλος του φοιτητή με Κ.Α.10, ο οποίος, όπως και ο Κ.Α.01, δηλώνει για το υδροξύλιο (·OH),

-«Όχι, δεν το 'χω συναντήσει.»

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

β) από τις απαντήσεις που δόθηκαν στην υποερώτηση 1β προκύπτουν τα εξής:

10/18 δήλωσαν, βλέποντας το υδροξύλιο, ότι δεν πρόκειται για μόριο και επομένως η απάντησή τους είναι αποδεκτή.

5/18, οι Κ.Α.06, Κ.Α.11, Κ.Α.12, Κ.Α.15 και Κ.Α.18, βλέπουν το υδροξύλιο ως μόριο,

1/18, ο Κ.Α07, γενικά δήλωσε ότι αυτό που αναγραφόταν στην κάρτα Νο 7 δε του θύμιζε τίποτε, και σε

2/18, στον Κ.Α.02 και στον Κ.Α.03, δεν τέθηκε η ερώτηση λόγω της ροής της συνέντευξης και των απαντήσεων που έδωσαν σε προηγούμενες ερωτήσεις.

γ) από τις απαντήσεις που δόθηκαν στην υποερώτηση 1γ προκύπτουν τα εξής:

3/18 φοιτητές, οι Κ.Α.01, Κ.Α.10 και Κ.Α.17, δεν έχουν συναντήσει μόριο που να περιλαμβάνει το OH (υδροξύλιο). Εδώ πρέπει να επισημανθεί ότι, κατά πάσα πιθανότητα, οι φοιτητές παρασύρονταν από την εμφάνιση της τελείας (στιγμής) που συμβολίζει το ηλεκτρόνιο του οξυγόνου.

4/18 φοιτητές, οι Κ.Α.08, Κ.Α.09, Κ.Α.12 και Κ.Α.18, απάντησαν ότι έχουν συναντήσει μόριο που να περιλαμβάνει το υδροξύλιο, με τη διαφορά ότι μόνο ο φοιτητής με Κ.Α.08 απαντάει με ακρίβεια, αναφέροντας τις αλκοόλες ως μόρια που το περιέχουν, ενώ ο Κ.Α.09 και Κ.Α.18 αναφέρουν τις βάσεις, κάτι που στην ουσία αναιρεί την ορθότητα της απάντησης που έδωσαν προηγουμένως. Τέλος, ο Κ.Α.12 πιθανολογεί ότι πρέπει να το έχει συναντήσεί σε μόριο, κάτι που ομοίως αναιρεί την ορθότητα της απάντησης που έδωσε προηγουμένως.

3/18, οι Κ.Α.04, Κ.Α.06 και Κ.Α.16, απαντούν ότι το έχουν συναντήσει στο υδροξείδιο του νατρίου, NaOH, και άρα και αυτοί αναιρούν την ορθότητα της απάντησής τους.

2/18, ο Κ.Α.14 και Κ.Α.15, λέγοντας, αντίστοιχα, ο πρώτος ότι το συνάντησε στις βάσεις και στα οξέα και ο δεύτερος στις αλκοόλες και στις βάσεις, δηλώνουν έμμεσα ότι δε γνωρίζουν τη διαφορά ανάμεσα στο υδροξύλιο και στο υδροξείδιο.

1/18, ο Κ.Α.05, δεν έδωσε καμία απάντηση.

1/18, ο Κ.Α.13, έδωσε απάντηση που στην κυριολεξία αναδεικνύει το μέγεθος της σύγχυσης που κυριαρχεί γύρω από το θέμα που πραγματεύεται η παρούσα διδακτορική διατριβή στο πλαίσιο της δεύτερης ενότητας, δηλαδή στη σύγχυση που γίνεται γύρω από την ονοματολογία, τη δομή και τις ιδιότητες των χημικών οντοτήτων, υδροξύλιο και υδροξείδιο. Αυτό συμπεραίνεται από την απάντηση που έδωσε ο φοιτητής αυτός στην ερώτηση 1 της κάρτας Νο 7 και συνοπτικά παρατίθεται στο σημείο

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

αυτό. Ο φοιτητής είπε : -*«Ένα υδροξείδιο βλέπω. Αλλά δεν έχει το μείον.* [παύση] *Μου θυμίζει και αλκοόλη, βέβαια.»*. Η στιχομυθία που έγινε με αυτόν το φοιτητή αναφέρεται στη σελ. 263 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄). Τέλος, σε

4/18, στους φοιτητές με Κ.Α.02, Κ.Α.03, Κ.Α.07 και Κ.Α.11, δεν τέθηκε η ερώτηση, κυρίως λόγω των απαντήσεων που έδωσαν στις προηγούμενες υποερωτήσεις.

Ερώτηση 2

Αν απαντήσει ΥΔΡΟΞΥΛΙΟ τότε τον ρωτάμε:

«ποιας κατηγορίας χημικών ενώσεων είναι χαρακτηριστική ομάδα το υδροξύλιο;»

Λόγω της αδυναμίας της πλειονότητας των φοιτητών να διακρίνουν τη διαφορά ανάμεσα στο υδροξύλιο και στο υδροξείδιο, η ερώτηση 2 δεν υποβλήθηκε σε 14/18 φοιτητές.

1/18, ο φοιτητής με Κ.Α.05, απάντησε ότι δε γνωρίζει

1/18, ο με Κ.Α.10, δεν έδωσε καμία απάντηση και

2/18, οι φοιτητές με Κ.Α.08 και ο Κ.Α.17, είπαν ότι το υδροξύλιο είναι χαρακτηριστική ομάδα των βάσεων.

Ερώτηση 3

Αν απαντήσει ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΟ τότε του δείχνουμε την κάρτα Νο 8 και τον ρωτάμε «τι βλέπει».

Η ερώτηση 3 δεν υποβλήθηκε σε 9/18 φοιτητές για το ίδιο λόγο που δεν υποβλήθηκε και η ερώτηση 2.

8/18, οι φοιτητές με Κ.Α.04, Κ.Α.06, Κ.Α.11, Κ.Α.13, Κ.Α.14, Κ.Α.15, Κ.Α.16 και Κ.Α.18, έδωσαν απαντήσεις: όπως, «ανιόν υδροξυλίου», «ανιόν ή ιόν υδροξειδίου» και «υδροξείδιο». Όλες αυτές οι απαντήσεις έγιναν αποδεκτές.

1/18, ο φοιτητής με Κ.Α.09, απάντησε ότι βλέπει την ίδια ομάδα, δηλαδή θεωρεί ότι το υδροξύλιο και το υδροξείδιο είναι η ίδια χημική οντότητα.

Ερώτηση 4

Στην ερώτηση 4:

«Το ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΟ (ως χημική οντότητα) είναι το ίδιο με το ΥΔΡΟΞΥΛΙΟ;»

10/18 φοιτητές απάντησαν με βεβαιότητα ότι το υδροξύλιο, ως χημική οντότητα, είναι το ίδιο με το υδροξείδιο.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Μόνο 2/18, ο Κ.Α.06 και ο Κ.Α.17, απάντησαν με βεβαιότητα ότι είναι διαφορετικές χημικές οντότητες, και

1/18, ο Κ.Α.13, έμμεσα είπε ότι είναι διαφορετικά, ύστερα από προβληματισμό και μέσω της απάντησης που έδωσε στην ερώτηση 1 και 2 της κάρτας Νο 8.

Τις απαντήσεις των φοιτητών με Κ.Α.06 και Κ.Α.13, λόγω του ενδιαφέροντος που παρουσιάζουν, με πλήρεις τις στιχομυθίες, παραθέτουμε στη σελ. 264 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄). Για να δικαιολογήσουμε την άποψη αυτή παραθέτουμε στο σημείο αυτό μέρος της απάντησης του φοιτητή με Κ.Α.06:

-*«Δεν είναι το ίδιο. Έχει διαφορά. Το παρατήρησα τώρα.»*

και μέρος της απάντησης του φοιτητή με Κ.Α.13 που είναι:

-*«Σας είπα ότι είναι υδροξείδιο, μόνο που δεν έχει το μείον.»*

Σε 4/18, στους φοιτητές με Κ.Α.05, Κ.Α.07, Κ.Α.10 και Κ.Α.12, δεν τέθηκε η ερώτηση, λόγω των απαντήσεων που έδωσαν σε προηγούμενες ερωτήσεις που υποβλήθηκαν κατά την επίδειξη της ίδιας κάρτας.

Τέλος, 1/18, ο Κ.Α.04, δήλωσε ότι δε γνωρίζει.

ΚΑΡΤΑ Νο 8

ΟΗ

Ερώτηση 1

Από τις απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 1 επιβεβαιώνεται αυτό που διαπιστώθηκε στις ερωτήσεις 1 και 4 της κάρτας Νο 7, δηλαδή ότι υπάρχει πρόβλημα στη διάκριση των δύο ομάδων, υδροξύλιο και υδροξείδιο.

Ο αριθμός των φοιτητών που βλέπει το υδροξείδιο ως υδροξείδιο είναι 4/18 και ως ανιόν υδροξειδίου 8/18. Συνολικά,

12/18 φοιτητές προσδίδουν σ' αυτό ονομασία που είναι επιστημονικά αποδεκτή.

4/18, οι Κ.Α.01, Κ.Α.09, Κ.Α.10 και Κ.Α.17, αποκαλεί το υδροξείδιο ως υδροξύλιο.

2/18, οι Κ.Α.05 και Κ.Α.07, ονομάζουν το υδροξείδιο ως ανιόν υδροξυλίου.

Η απάντηση του φοιτητή Κ.Α.07, που με όλη τη στιχομυθία περιλαμβάνεται στη σελ. 265 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄), έχει ενδιαφέρον, επειδή ο φοιτητής αυτός θεωρεί ότι στα σχολικά βιβλία η ονομασία υδροξύλιο και υδροξείδιο χρησιμοποιείται χωρίς

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

διάκριση. Απόσπασμα αυτής της στιχομυθίας, λόγω του ξεχωριστού ενδιαφέροντος που παρουσιάζει, παρατίθεται αμέσως μετά:

Ερευνητής: -Τι δείχνει η κάρτα Νο 8;

Φοιτητής: -*«Δείχνει το ανιόν υδροξυλίου.»*

Ερευνητής: -Μάλιστα. Θα ρωτήσω τώρα αν και δεν είναι ερώτηση που αφορά την κάρτα. Τη λέξη «υδροξείδιο» την έχεις ακούσει καμιά φορά;

Φοιτητής: -*«Ναι, βεβαίως. Είτε υδροξύλιο είτε υδροξείδιο. Δηλαδή, στα σχολικά βιβλία, εφόσον αυτό μας ενδιαφέρει, πάντα όταν αναφερόταν σ' αυτήν την ομάδα έλεγε «υδροξείδιο ή υδροξύλιο».»*

Ερώτηση 2

«Έχεις αντιληφθεί ποτέ να γίνεται λανθασμένη χρήση των όρων ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΟ και ΥΔΡΟΞΥΛΙΟ;».

Μόνο 4/18 φοιτητές, οι Κ.Α.09, Κ.Α.12, Κ.Α.13 και Κ.Α.18, απάντησαν ΝΑΙ στην ερώτηση 2. Αυτό δείχνει ότι είναι πολύ λίγοι αυτοί που γνώριζαν τη διαφορά ανάμεσα στους δύο όρους και φυσικά ανάμεσα στη διαφορετική ονοματολογία.

6/18 φοιτητές, οι Κ.Α.01, Κ.Α.05, Κ.Α.06, Κ.Α.14, Κ.Α.15 και Κ.Α.16, απάντησαν ΟΧΙ, επειδή ακριβώς ήταν βέβαιοι ότι δεν υπήρχε κανενός είδους διάκριση ανάμεσα στους δύο όρους.

Σε ένα μεγάλο αριθμό (6/18) φοιτητών και συγκεκριμένα σ' αυτούς που έχουν Κ.Α.02, Κ.Α.07, Κ.Α.08, Κ.Α.10, Κ.Α.11 και Κ.Α.17 δεν τέθηκε η ερώτηση αυτή ένεκα του ότι διαπιστώθηκε ότι οι φοιτητές αυτοί είχαν λανθασμένη αντίληψη για τη φύση των δύο χημικών οντοτήτων.

1/18, ο Κ.Α.03, δεν έδωσε καμία απάντηση και

1/18, ο Κ.Α.04, δήλωσε ότι ναι μεν δεν είχε αντιληφθεί τη λανθασμένη χρήση των όρων, ωστόσο ήταν βέβαιος ότι οι καθηγητές στο σχολείο χρησιμοποιούσαν και τους δύο όρους. Η στιχομυθία που διαμείφθηκε με το φοιτητή αυτόν έχει ως εξής:

Ερευνητής: -Έχεις αντιληφθεί ποτέ να γίνεται λανθασμένη χρήση των όρων υδροξείδιο και υδροξύλιο; Τώρα η ερώτηση ίσως να είναι και περιττή, εφόσον μου είπες πριν ότι δεν ξέρεις.

Φοιτητής: -*«Εφόσον δεν ξέρω τη διαφορά τους, δεν μπορώ να απαντήσω.»*

Ερευνητής: -Επομένως, δεν μπορώ να σε ρωτήσω την επόμενη ερώτηση, ούτε τη μεθεπόμενη, ούτε αυτήν εδώ.

Φοιτητής: -*«Πάντως οι καθηγητές στο σχολείο χρησιμοποιούσαν και τις δύο, αλλά δε*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

θυμάμαι τώρα πού την καθεμιά.»

Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η στιχομυθία με το φοιτητή Κ.Α.06, ο οποίος δηλώνει ότι το υδροξύλιο το έμαθε στο Πανεπιστήμιο, κάτι, βέβαια, που σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να σημαίνει ότι ως μαθητής δεν το συνάντησε ποτέ. Η στιχομυθία με το φοιτητή αυτόν βρίσκεται στη σελ. 265 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄).

Ανάλογο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η στιχομυθία με το φοιτητή Κ.Α.09, ο οποίος δηλώνει ότι μάλλον δεν έχει ξεκαθαριστεί, γενικώς, η διαφορά ανάμεσα στο υδροξείδιο και στο υδροξύλιο. Με άλλα λόγια, ότι πρόκειται, έτσι κι αλλιώς, για πρόβλημα που απασχολεί σήμερα τη χημεία. Για τη στιχομυθία αυτή θα μπορούσατε να ανατρέξετε στη σελ. 266 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΒ΄).

Ερώτηση 3

«Εσένα σε επηρεάζει;»

Μετά την όποια διαπίστωση έκαναν οι φοιτητές, ως αποτέλεσμα της στιχομυθίας, γύρω από τη διάκριση των σωματιδίων υδροξύλιο και υδροξείδιο, τους υποβλήθηκε η ερώτηση 3, που είχε σχέση με το κατά πόσο τους επηρεάζει η λανθασμένη χρήση των δύο όρων.

7/18 φοιτητές, οι Κ.Α.03, Κ.Α.04, Κ.Α.06, Κ.Α.11, Κ.Α.12, Κ.Α.13 και Κ.Α.18, απάντησαν καταφατικά,

2/18, οι Κ.Α.01 και Κ.Α.07, απάντησαν αρνητικά, ενώ στους υπόλοιπους

9/18 δεν τέθηκε η ερώτηση, ένεκα των απαντήσεων που έδωσαν στις προηγούμενες ερωτήσεις τις σχετικές με τη διάκριση των δύο σωματιδίων.

Ερώτηση 4

«Αν ναι, πώς; ή και γιατί σε επηρεάζει;»

Η ερώτηση 4 αναφέρεται στο πώς ή και στο γιατί επηρεάζει τους φοιτητές η λανθασμένη χρήση των όρων, εφόσον βέβαια έχουν κάνει τέτοιου είδους διαπίστωση.

2/18 φοιτητές, οι Κ.Α.01 και Κ.Α.02, δεν έδωσαν κανενός είδους απάντηση, σε

10/18 δεν τέθηκε η ερώτηση για το λόγο που αναφέρθηκε παραπάνω, και

6/18 έδωσαν, αντίστοιχα, τις απαντήσεις που αναφέρονται παρακάτω σε συντομία:

Κ.Α.03: *«Νοιώθω σαν παιδάκι της ΣΤ΄ Δημοτικού.»*

Κ.Α.04: *«Δεν μπορούσα να καταλάβω ότι κάνω λάθος.»*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Κ.Α.06: *«Γιατί θα μπορούσα να το ήξερα. Έπρεπε να ξεχωρίζω τις ονομασίες των ανιόντων με τις ρίζες.»*

Κ.Α.12: *«Δεν το θεωρώ το ίδιο, απλά δεν μπορώ να το ξεχωρίσω»*

Κ.Α.13: *«Βρίσκομαι σε δίλημμα.»*

Κ.Α.18: *«Νομίζω ότι το υδροξύλιο είναι το ίδιο με το υδροξείδιο.»*

Ερώτηση 5

Σε 9/18 φοιτητές μπόρεσε, τελικά, να υποβληθεί η ερώτηση 5:

«Γενικά νομίζεις ότι η λανθασμένη χρήση των όρων ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΟ και ΥΔΡΟΞΥΛΙΟ μπορεί να επηρεάζει τους μαθητές σε κάτι (έστω και αν δεν επηρεάζει εσένα);»,

Όλοι αυτοί οι φοιτητές (9/9) δέχθηκαν ότι οι μαθητές επηρεάζονται από τη λανθασμένη χρήση των όρων.

Πιο ενδιαφέρουσα είναι η απάντηση που έδωσε ο φοιτητής με Κ.Α.16, γι' αυτό και απόσπασμά της αναφέρεται στο σημείο αυτό. Η πλήρης στιχομυθία περιλαμβάνεται στη σελ. 266 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄).

Ερευνητής: -Η χρήση των όρων «υδροξείδιο» και «υδροξύλιο» νομίζεις ότι μπορεί να επηρεάζει τους μαθητές σε κάτι; Αν ένας μαθητής ξαφνικά διαπιστώσει ότι γίνεται λάθος, ότι γίνεται μια λανθασμένη χρήση, ένα κομφούζιο, ίσως.

Φοιτητής: -*«Δεν ξέρω, ίσως. Εγώ θεωρώ ότι σ' όλες αυτές τις ενώσεις που υπάρχουν, με βάση κι αυτά που 'χω κάνει, θεωρώ ότι είναι «υδροξείδια».»*

Στους υπόλοιπους 9/18 φοιτητές, για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω, δεν τέθηκε η ερώτηση. Οι φοιτητές αυτοί είναι οι έχοντες: Κ.Α.01, Κ.Α.02, Κ.Α.04, Κ.Α.05, Κ.Α.07, Κ.Α.08, Κ.Α.10, Κ.Α.14 και Κ.Α.15.

3. ΕΝΟΤΗΤΑ Γ΄: Συμβολισμοί και Ορισμολογία, που αναφέρονται στην Ιοντική Δομή των Αλάτων

ΚΑΡΤΑ No 9

NaCl

Ερώτηση 1

«Ποια χημική ένωση βλέπεις στην κάρτα No 9;»

Όπως αναμενόταν όλοι οι φοιτητές (18/18) αναγνώρισαν το χλωριούχο νάτριο, NaCl. Η ερώτηση κρίθηκε σκόπιμο να περιληφθεί στις ερωτήσεις των καρτών αυτής της ενότητας, για να υπάρχει μια προοδευτική αύξηση στη δυσκολία του θέματος που πραγματευόμαστε.

Ερώτηση 2

«Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο νάτριο, NaCl;»

Όλοι οι φοιτητές, εκτός από δύο, έδωσαν την ακριβή απάντηση.

Οι δύο φοιτητές που έδωσαν διαφορετική απάντηση από αυτή που αναμενόταν και οι απαντήσεις τους είναι:

Κ.Α.05: -*«Ναι, πολύ ωραία ερώτηση. Σ' αυτή την ένωση, έτσι, όπως την βλέπω και έτσι αυτό, φαντάζομαι θα είναι στερεό, ας πούμε, όπως την βλέπω δεν υπάρχουν, αν το διαλύσουμε, όμως με νερό θα υπάρξουν. Είναι ουδέτερο, ένα συν ένα. Ένα αρνητικό και ένα θετικό.»*

- Κ.Α.12: -*«Όλα είναι μηδέν. Γιατί το χλώριο έχει μείον, το νάτριο έχει συν, άρα είναι μηδέν.»*

Ερώτηση 3

«Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο νάτριο, NaCl;»

11/18 φοιτητές, οι Κ.Α.02, Κ.Α.03, Κ.Α.04, Κ.Α.06, Κ.Α.07, Κ.Α.08, Κ.Α.10, Κ.Α.14, Κ.Α.15, Κ.Α.16 και Κ.Α.17, έδωσαν αποδεκτή από επιστημονική άποψη απάντηση.

6/18 φοιτητές, οι Κ.Α.01, Κ.Α.05, Κ.Α.09, Κ.Α.11, Κ.Α.12 και Κ.Α.13, δεν έδωσαν επιστημονικά αποδεκτές απαντήσεις. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τον τρόπο που αντιλαμβάνονται την έννοια του ιόντος και του φορτίου έχουν οι απαντήσεις που έδωσαν οι Κ.Α.01, Κ.Α.05, Κ.Α.09 και Κ.Α.11.

Οι απαντήσεις που έδωσαν οι φοιτητές με Κ.Α.01, Κ.Α.05 και Κ.Α.13, παρατίθενται με όλη την αντίστοιχη στιχομυθία στις σελ. 267 και 268 του παραρτήματος Β'.

Στο σημείο αυτό παραθέτουμε αποσπάσματα των στιχομυθιών με τους φοιτητές αυτούς, λόγω του ενδιαφέροντος που προκαλούν οι απόψεις που έχουν για θεμελιώδεις έννοιες, όπως το ιόν και το φορτίο.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.01

Ερευνητής: -Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο νάτριο, NaCl;

Φοιτητής: -*«Αν γίνει διάσταση του άλατος θα υπάρχει ένα αρνητικό φορτίο και ένα θετικό φορτίο, από το ιόν που θα προκύψει.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.05

Ερευνητής: -Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία, τώρα, ρωτάω, έτσι; .....

Φοιτητής: -*«Γιατί; Πριν τι με ρωτήσατε;»*

Ερευνητής: -Ιόντα

Φοιτητής: -*«Αχ, περιμένετε* [παύση]. *Λοιπόν, φορτία ή ιόντα. Για πείτε, ναι* [παύση].*»*

Ερευνητής: -Πριν σε ρώτησα πόσα θετικά και πόσα αρνητικά ιόντα βλέπεις.

Φοιτητής: -*«Δε βλέπω καν ιόντα, τώρα που το βλέπω. Είναι ένωση.»*

Ερευνητής: -Λοιπόν. Άρα επανερχόμαστε και λες ότι δε βλέπεις καθόλου ιόντα.

Φοιτητής: -*«Έτσι, δεν είναι;* [παύση]. *Ναι, ωραία, δε βλέπω ιόντα.»*

Ερευνητής: -Και ρωτάω, τώρα, να μου πεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση;

Φοιτητής: -*«Δεν έχει. Έχει ουδέτερο φορτίο αυτή η χημική ένωση. Αν διαλυθεί θα έχει ένα θετικό φορτίο και ένα αρνητικό φορτίο.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.13

Ερευνητής: -Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά υπάρχουν εδώ;

Φοιτητής: -*«Ε, καθόλου (φορτίο) νομίζω. Νομίζω!»*

Η απάντηση που έδωσε ο Κ.Α.11 στην ερώτηση: «πόσα θετικά και πόσα αρνητικά φορτία [υπάρχουν στο χλωριούχο νάτριο, NaCl,] έχει ως εξής:

«Τα έχω ταυτόσημες έννοιες. Φορτίο και ...».

Η απάντηση που έδωσε ο φοιτητής με Κ.Α.09 στην ερώτηση 3 αναφέρεται παρακάτω, μαζί με την απάντηση που έδωσε ο ίδιος φοιτητής στην ερώτηση 2 της ίδιας κάρτας και με όλη την αντίστοιχη στιχομυθία, για να διαπιστωθεί το επίπεδο στο οποίο κατέχει αυτός τις θεμελιώδεις έννοιες ιόν και φορτίο:

Ερώτηση 2

Ερευνητής: -«Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο νάτριο, NaCl;»

Φοιτητής: -*«Πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά;»*

Ερευνητής: -Ναι.

Φοιτητής: -*«Ένα θετικό κι ένα αρνητικό ιόν.»*

Ερώτηση 3

Ερευνητής: -Φορτία; Πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά;

Φοιτητής: -*«Μηδέν. Δεν έχουμε αρνητικά και θετικά φορτία.»*

Ερευνητής: -Μάλιστα.

Τέλος 1/18, ο φοιτητής με Κ.Α.18, ύστερα από μια πολύ σύντομη στιχομυθία που είχε με τον ερευνητή, δήλωσε ότι δεν μπορεί να απαντήσει. Η στιχομυθία αυτή αναφέρεται στη σελ. 268 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄).

ΚΑΡΤΑ Νο 10

$CaCl_2$

Ερώτηση 1

«Ποια χημική ένωση βλέπεις στην κάρτα Νο 10;»

Στην ερώτηση αυτή όλοι οι φοιτητές (18/18) απάντησαν εύστοχα, όπως εξάλλου έκαναν και στην ερώτηση 1 της κάρτας Νο 9 που προηγήθηκε, αλλά και στην ίδια ερώτηση των καρτών Νο 11 και Νο 12 της ίδιας ενότητας, που ακολουθούν.

Ερώτηση 2

«Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο ασβέστιο, $CaCl_2$;»,

Μόνο 7/18 φοιτητές, οι Κ.Α.05, Κ.Α.07, Κ.Α.13, Κ.Α.14, Κ.Α.15, Κ.Α.16 και Κ.Α.17, απάντησαν με ακρίβεια στην ερώτηση 2.

Ωστόσο, για να απαντήσει ο φοιτητής με Κ.Α.05, έκανε αρκετά μεγάλη προσπάθεια και τελικά απάντησε με την έμμεση βοήθεια που του προσέφερε ο ερευνητής. Η πλήρης στιχομυθία που περιέχει την απάντηση αυτού του φοιτητή περιλαμβάνεται στη σελ. 269 της διατριβής, (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄).

Ένας φοιτητής (1/18), ο Κ.Α.02, δήλωσε ότι δε γνωρίζει, αφού προηγουμένως έδειξε να ξαφνιάζεται από την ύπαρξη διαφοράς μεταξύ της έννοιας του ιόντος και αυτής του φορτίου. Η απάντηση του φοιτητή αυτού καταγράφεται, με την αντίστοιχη στιχομυθία, στη σελ. 269 της διατριβής (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Οι υπόλοιποι φοιτητές, 10/18, που ο αριθμός τους κρίνεται πολύ μεγάλος, έδωσαν διάφορες μη αποδεκτές απαντήσεις, δημιουργώντας την πεποίθηση ότι οι φοιτητές δεν έχουν εμπεδώσει τη δομή και τα χαρακτηριστικά των ιοντικών ενώσεων. Από τις απαντήσεις αυτές ξεχωριστό ενδιαφέρον παρουσιάζει η απάντηση που έδωσε ο φοιτητής με Κ.Α.03 ο οποίος αντί να δώσει απάντηση υποβάλλει ερώτηση λέγοντας;

«Πρέπει οπωσδήποτε να έχουμε ιόντα; ..... Μπορώ να πω ότι δεν έχουμε ιόντα;»

Ομοίως, ενδιαφέρον έχει η απάντηση που έδωσε ο φοιτητής Κ.Α.10, επειδή δεν μπόρεσε να απαντήσει σωστά, παρά το γεγονός ότι ο διενεργών την έρευνα προσπάθησε να τον καθοδηγήσει. Η απάντηση αυτή με την πλήρη στιχομυθία βρίσκεται στη σελ. 270 της διατριβής.

Από τις μη αποδεκτές απαντήσεις σημειώνουμε, σ' αυτήν την ενότητα, αυτές που έδωσαν οι:

Κ.Α.04: -*«Πόσα ιόντα; Ένα θετικό ιόν και ένα αρνητικό ιόν.»*

Κ.Α.08: -*«Δύο θετικά και ένα αρνητικό.»*

Κ.Α.09: -*«Δύο θετικά* και [παύση] *δύο αρνητικά;»*

Κ.Α.11: -*«Δύο θετικά και ένα αρνητικό.»*

Κ.Α.12: -*«Δύο θετικά και ένα αρνητικό.»*

Κ.Α.18: -*«Δύο θετικά ιόντα και δύο αρνητικά ιόντα.»*

Ερώτηση 3

«Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο ασβέστιο, $CaCl_2$;»

Μόνο 7/18 φοιτητές έδωσαν ακριβή απάντηση. Οι φοιτητές αυτοί είναι οι, Κ.Α.02, Κ.Α.03, Κ.Α.05, Κ.Α.06, Κ.Α.07, Κ.Α.10 και Κ.Α.15,

Το γεγονός ότι οι υπόλοιποι (11/18) φοιτητές έδωσαν λανθασμένη απάντηση στην ερώτηση 3, εδραιώνει την πεποίθηση που διατυπώθηκε στο πλαίσιο του ελέγχου των απαντήσεων που δόθηκαν από τους φοιτητές, κατά την υποβολή της ερώτησης 2, της κάρτας Νο 10, ότι δηλαδή οι φοιτητές δεν έχουν εμπεδώσει τα σχετικά με τη δομή και τα χαρακτηριστικά των ιοντικών ενώσεων.

Από τις μη αποδεκτές απαντήσεις σημειώνουμε αυτήν που έδωσε ο Κ.Α.12, ο οποίος φαίνεται ότι δεν έχει ξεκαθαρισμένη άποψη για τις έννοιες ιόν και φορτίο. Αυτό γίνεται φανερό από το απόσπασμα της στιχομυθίας που παραθέτουμε.

Ερευνητής: -Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρ-

χουν στη χημική ένωση χλωριούχο ασβέστιο;

Φοιτητής: -*«Δύο θετικά κι ένα αρνητικό.»*

Ερευνητής: -Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο ασβέστιο;

Φοιτητής: -*«Τώρα μπερδεύτηκα. Τα φορτία δεν είναι το ίδιο, έτσι δεν είναι; Με τα... Ναι. Δύο κι ένα.»*

Η πλήρης στιχομυθία μεταξύ του ερευνητή και του φοιτητή αυτού παρατίθεται στη σελ. 270. Στη στιχομυθία αυτή συμπεριλήφθηκε και αυτή που αφορά την ερώτηση 2, για να σχηματιστεί η πληρέστερη δυνατή εικόνα γύρω από τις απόψεις του φοιτητή.

Ομοίως, από τις μη αποδεκτές απαντήσεις σημειώνουμε στη θέση αυτή την απάντηση που έδωσαν οι φοιτητές με:

Κ.Α.01: -*«Δύο φορτία θετικά και ένα αρνητικό.»*

Κ.Α.04: -*«Δύο θετικά φορτία και ένα αρνητικό.»*

Κ.Α.08: -*«Δύο και ένα, αντιστοίχως.»*

Κ.Α.09: -*«Μηδέν»*

- Κ.Α.11: -*«Δύο θετικά* [παύση] *και ένα αρνητικό.»* (Θεωρεί το ιόν και το φορτίο έννοιες ταυτόσημες).

Κ.Α.13: -*«Και σ' αυτήν μηδέν θα πω.»* (Στην αντίστοιχη ερώτηση της κάρτας Νο 9 είχε απαντήσει: «*Καθόλου νομίζω*»).

Κ.Α.14: -*«Είναι δύο θετικά φορτία και ένα αρνητικό φορτίο.»*

Κ.Α.16: -*«Δύο θετικά και ένα αρνητικό φορτίο.»*

Κ.Α.17: -*«Ένα θετικό και δύο αρνητικά.»*

Κ.Α.18: -*«Δύο θετικά φορτία και ένα αρνητικό.»*

Ερώτηση 4

«Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 2 στο χλώριο;»

Από τις απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 4 διαπιστώθηκε ότι μόνο 3 φοιτητές, οι Κ.Α.03, Κ.Α.13 και Κ.Α.18, δεν ήταν σε θέση να απαντήσουν με ακρίβεια στην ερώτηση 4.

Είναι σκόπιμο να παρακολουθήσουμε στη σελ. 270 την πλήρη στιχομυθία του ερευνητή με τη φοιτήτρια με Κ.Α.03, επειδή μέσα από αυτήν προκύπτουν ορισμένα συναισθήματα της εν λόγω φοιτήτριας, ως απόρροια της συμμετοχής της στη συνέντευξη και της αδυναμίας της να ανταποκριθεί στις ερωτήσεις που υποβάλλονταν,

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

καθώς και η άποψη που έχει για την ευθύτητα της συμπεριφοράς των ερωτώντων καθηγητών.

Στο σημείο αυτό παραθέτουμε την απάντηση που έδωσε ο Κ.Α.18, επειδή είναι φανερή η σύγχυση που τον διακατέχει γύρω από τη διάκριση εννοιών, όπως αυτές του ατόμου, του ιόντος και του φορτίου.

Κ.Α.18: -*«Επειδή έχουμε δύο θετικά ιόντα στο ασβέστιο και ένα στο χλώριο. Άρα χρειαζόμαστε δύο αρνητικά στο χλώριο, δύο άτομα χλωρίου επομένως, δύο ιόντα χλωρίου.»*

Όπως προκύπτει από τις απαντήσεις των φοιτητών, η συντριπτικά μεγάλη πλειονότητά τους (15/18) γνωρίζει γιατί σημειώνεται ο δείκτης 2 στο χλώριο. Παρά το γεγονός ότι η απάντηση που έδωσε ο Κ.Α.04 δεν είναι πλήρης, έγινε αποδεκτή συνεκτιμώντας την απάντηση που έδωσε και στην ερώτηση 3 της ίδιας κάρτας. Η αντίστοιχη στιχομυθία παρατίθεται στη σελ. 271.

ΚΑΡΤΑ No 11

$NaNO_3$

Ερώτηση 1

«Ποια χημική ένωση βλέπεις στην κάρτα No 11;»

Στην ερώτηση αυτή όλοι οι φοιτητές (18/18) απάντησαν εύστοχα, όπως εξάλλου έκαναν και στην αντίστοιχη ερώτηση 1 της κάρτας No 9 και No 10, που προηγήθηκαν, αλλά και στην ίδια ερώτηση της κάρτας No 12 της ίδιας ενότητας που ακολουθεί.

Ερώτηση 2

«Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρχουν στη χημική ένωση νιτρικό νάτριο, $NaNO_3$;»

Είναι, σχετικά, μικρός ο αριθμός (12/18) των φοιτητών που διακρίνει πόσα θετικά και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρχουν στη χημική ένωση νιτρικό νάτριο, $NaNO_3$.

Από τους υπόλοιπους:

Ένας φοιτητής (1/18), ο Κ.Α.02, δήλωσε στην απάντησή του:

-*«Ιόντα; Ωραία! Ιόντα; Τώρα τη διαφορά δεν την καταλαβαίνω από το φορτίο. Ιόντα;»*

Επίσης, ένας φοιτητής (1/18), ο Κ.Α.11, δήλωνε ότι δε γνωρίζει την απάντηση.

Τέλος, 4/18 φοιτητές, οι Κ.Α.09, Κ.Α.10, Κ.Α.15 και Κ.Α.17, έδωσαν μη αποδεκτές απαντήσεις.

Η απάντηση που έδωσε ο Κ.Α.09 με όλη τη στιχομυθία, λόγω του ενδιαφέροντος που έχει, παρατίθεται στο σημείο αυτό.

Ερευνητής: -Για φορτία, πάλι, θα σε ρωτήσω...

Φοιτητής: -*«Και* [παύση] *συν* [παύση], *όχι. Ναι. Έξι θετικά και έξι αρνητικά.»*

Ερευνητής: -Έξι θετικά ιόντα;

Φοιτητής: -*«Ναι. Σωστά.»*

Ερευνητής: -Φορτία;

Φοιτητής: -*«Δεν υπάρχουν.»*

Στη θέση αυτή παρατίθεται και η σύντομη απάντηση που έδωσε ο Κ.Α.15 με την αντίστοιχη στιχομυθία, λόγω του ενδιαφέροντος που έχει.

Ερευνητής: -Μπορείς να διακρίνεις, πάλι, πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά υπάρχουν στη χημική ένωση νιτρικό νάτριο;

Φοιτητής: -*«*[παύση] *μισό λεπτό* [παύση] *τέσσερα θετικά κι ένα αρνητικό;»*

Ερευνητής: -Τέσσερα θετικά ιόντα; Κι ένα αρνητικό;

Φοιτητής: -*«Το νάτριο είναι θετικό ιόν. Οξυγόνα έχουμε τρία, άραγε είναι* [παύση] *μισό λεπτό* [παύση], *όχι, δύο θετικά κι ένα αρνητικό.»*

Για την εντύπωση που προκαλεί παρατίθεται στη θέση αυτή και η σύντομη απάντηση που έδωσε και ο Κ.Α.17, η οποία έχει ως εξής:

-*« Ιόντα; Λοιπόν, υπάρχει* [παύση], *υπάρχουν δύο θετικά και τρία αρνητικά.»*

Ερώτηση 3

«Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση νιτρικό νάτριο, $NaNO_3$;»

Μικρός είναι, επίσης, ο αριθμός (9/18) αυτών που διακρίνουν τον αριθμό θετικών και αρνητικών φορτίων στην ίδια χημική ένωση ($NaNO_3$).

Σε έναν από τους υπόλοιπους (1/18), αυτόν που έχει Κ.Α.11, δεν τέθηκε η ερώτηση, επειδή στην ερώτηση 2 της ίδιας κάρτας που προηγήθηκε δήλωσε ότι δε γνώριζε την απάντηση, δηλαδή δε γνώριζε πόσα θετικά και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρχουν στο νιτρικό νάτριο, $NaNO_3$.

Επίσης, ένας φοιτητής (1/18), ο Κ.Α.18, δήλωσε ότι δε γνωρίζει την απάντηση.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Οι υπόλοιποι (7/18) φοιτητές, οι Κ.Α.01, Κ.Α.02, Κ.Α.09, Κ.Α.12, Κ.Α.13, Κ.Α.15 και Κ.Α.17, έδωσαν μη αποδεκτές απαντήσεις.

Στη θέση αυτή παρατίθεται η σύντομη απάντηση που έδωσε ο Κ.Α.15, λόγω του ενδιαφέροντος που έχει, επειδή ο φοιτητής αυτός αναφέρεται στους αριθμούς οξείδωσης όλων των ατόμων που συμμετέχουν στο χημικό τύπο της ιοντικής ένωσης και παραβλέπει τη δομή της. Η απάντηση αυτή έχει ως εξής:

-«Νάτριο συν ένα, οξυγόνο μείον δύο [παύση], *έξι αρνητικά και δύο θετ....*

και δύο, όχι, και έξι θετικά.»

Για την εντύπωση που προκαλεί παρατίθεται στη θέση αυτή και η σύντομη απάντηση που έδωσε και ο Κ.Α.17, η οποία έχει ως εξής:

-«Λοιπόν, υπάρχουν οχτώ θετικά και έξι αρνητικά φορτία.»

Οι απαντήσεις που έδωσαν οι φοιτητές με Κ.Α.01, Κ.Α.02, Κ.Α.09, Κ.Α.12, και Κ.Α.13 με όλη την αντίστοιχη στιχομυθία καταγράφονται στις σελίδες 271 έως και 273 της διατριβής (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄), επειδή είναι ανάλογου ενδιαφέροντος με αυτές που δόθηκαν από τους φοιτητές με Κ.Α.15 και Κ.Α.17.

ΚΑΡΤΑ No 12

$Al_2(SO_4)_3$

Ερώτηση 1

«Ποια χημική ένωση βλέπεις στην κάρτα No 12;»

Στην ερώτηση αυτή, όπως και στην αντίστοιχη ερώτηση 1 όλων των προηγούμενων καρτών αυτής της ενότητας (κάρτες: No 9, No 10 και No 11), όλοι οι φοιτητές (18/18) απάντησαν εύστοχα, δηλαδή ανέφεραν ακριβώς το όνομα της χημικής ένωσης.

Ερώτηση 2

«Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρχουν στη χημική ένωση θειικό αργίλιο, $Al_2(SO_4)_3$;»

6/18 φοιτητές, δηλαδή ένας ιδιαίτερα μικρός αριθμός εξ αυτών, έδωσαν αποδεκτή απάντηση. Στους φοιτητές αυτούς συγκαταλέγονται αυτοί που έχουν: Κ.Α.02, Κ.Α.05, Κ.Α.07, Κ.Α.10, Κ.Α.13 και Κ.Α.14. Στις αποδεκτές απαντήσεις συμπεριλήφθηκε και η απάντηση που έδωσε ο Κ.Α.02, καθώς και ο Κ.Α.10, έστω κι αν δεν ήταν απόλυτα ακριβείς. Οι απαντήσεις αυτές έχουν ως εξής:

Κ.Α.02: -*«Τρία αρνητικά ιόντα από τη θειική ρίζα και δύο κατιόντα.»*

Κ.Α.10: -*«Πόσα θετικά και πόσα αρνητικά ιόντα;* [παύση] *Έχουμε* [παύση] *δύο, και δύο θετικά και δύο αρνητικά.* [παύση] *Μάλλον και τρεις αρνητικές ρίζες πρέπει να έχουμε.»*

1/18, ο φοιτητής με Κ.Α.03, στην ερώτηση 3 απάντησε ότι δε γνωρίζει.

11/18 φοιτητές, δηλαδή όλοι οι υπόλοιποι, έδωσαν απαντήσεις που δεν είναι επιστημονικά αποδεκτές. Η πιο χαρακτηριστική απάντηση είναι αυτή που έδωσε ο Κ.Α.17, η οποία έχει ως εξής:

-*«Λοιπόν, θετικά έχουμε... εε... δυο, και τρία, πέντε θετικά, και δώδεκα αρνητικά.»*

Ερώτηση 3

«Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση θειικό αργίλιο, $Al_2(SO_4)_3$;»

Στην ερώτηση αυτή μόνο 3 φοιτητές (3/18), οι Κ.Α.02, Κ.Α.05 και Κ.Α.10, απάντησαν με ακρίβεια.

2/18 φοιτητές, οι Κ.Α.03 και Κ.Α.18 δήλωσαν ότι δε γνωρίζουν.

Οι υπόλοιποι 13/18 φοιτητές έδωσαν απαντήσεις μη ακριβείς. Η πιο ενδιαφέρουσα από αυτές είναι αυτή που δόθηκε από το φοιτητή με Κ.Α.06. Η απάντηση αυτή έχει ως εξής:

-*«Τα φορτία σε μία ένωση δεν πρέπει να είναι ίδια; Πρέπει να είναι ίδια,* [παύση] *δεν* [παύση] *δεν ξέρω, τέλος πάντων. Είναι τρία φορτία θετικά* [παύση] *και δύο αρνητικά. Εντάξει, να μην τ' αλλάξω τώρα.»*

Ερώτηση 4α

«Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 4 στο οξυγόνο;»

Από τον πίνακα 12 της σελ. 231, ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄, προκύπτει ότι:

4/18 φοιτητές, οι Κ.Α.03, Κ.Α.04, Κ.Α.05 και ο Κ.Α.12, δήλωσαν: *«δε γνωρίζω»* (Δ.Γ).

2/18, οι Κ.Α.02 και Κ.Α.17, δεν έδωσαν καμία απάντηση.

7/18, οι Κ.Α.01, Κ.Α.06, Κ.Α.07, Κ.Α.09, Κ.Α.10, Κ.Α.13 και ο Κ.Α.16, έδωσαν ακριβείς η περίπου ακριβείς απαντήσεις, και οι υπόλοιποι

5/18, δηλαδή, οι Κ.Α.08, Κ.Α.11, Κ.Α.14, Κ.Α.15 και ο Κ.Α.18, έδωσαν μη ακριβείς απαντήσεις.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Από τις απαντήσεις αυτές καταγράφουμε εκείνες που έδωσαν οι: Κ.Α.11, Κ.Α.14, Κ.Α.15 και Κ.Α.18, για το λόγο ότι δείχνουν πόσο λίγο κατέχουν οι φοιτητές τα περί αριθμού οξείδωσης και σθένους και πώς αυτά χρησιμοποιούνται για το σχηματισμό των μοριακών τύπων των χημικών ενώσεων. Στη θέση αυτή αναφέρουμε εκείνες που δόθηκαν από τον Κ.Α.14, Κ.Α.15 και Κ.Α.18, λόγω της μικρής τους έκτασης, ενώ την απάντηση που έδωσε ο Κ.Α.11, λόγω της μεγαλύτερης έκτασής της, μαζί με την αντίστοιχη στιχομυθία αναφέρουμε στη σελ. 273 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄).

Απάντηση που έδωσε ο:

Κ.Α.14: -*«Γιατί το θείο χρειάζεται, είναι για τώρα, για να αποκτήσει πώς το λένε, την οκτάδα, το θείο, αλλά και το οξυγόνο.»*

Κ.Α.15: -*«Γιατί το θείο έχει αριθμό οξείδωσης βέβαια έχει και πλην και συν τέσσερα, αλλά τώρα επειδή είναι το πιο ηλεκτραρνητικό το οξυγόνο παίρνει συν τέσσερα το θείο.»*

Κ.Α.18: -*«Γιατί το θειικό ιόν, γιατί έτσι είναι το θειικό ιόν. Το θείο πρέπει να ενωθεί με τέσσερα οξυγόνα.»*

Ερώτηση 4β

«Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 2 στο αργίλιο;»

Ο αριθμός των φοιτητών που μπορεί να εξηγήσει γιατί σημειώνεται ο δείκτης 2 στο αργίλιο (12/18) είναι μεγαλύτερος από τον αριθμό (7/18) που μπορούσε να εξηγήσει γιατί σημειώνεται ο δείκτης 4 στο οξυγόνο του θειικού ιόντος (ερώτηση 4α). Αυτό είναι κάτι που θα μπορούσε να συσχετιστεί και με την απάντηση που έδωσαν οι φοιτητές (15/18) στην επόμενη ερώτηση (4γ), όπου ζητείται να δικαιολογήσουν γιατί σημειώνεται ο δείκτης 3 στο θειικό ιόν. Οι φοιτητές που δεν μπορούσαν να δώσουν ακριβείς απαντήσεις στην ερώτηση 4β είναι 5/18. Οι φοιτητές αυτοί και οι απαντήσεις που έδωσαν παρατίθενται αμέσως μετά, επειδή φαίνεται μέσα από αυτές η αδυναμία που υπάρχει στη χρήση της κατάλληλης ορολογίας.

Κ.Α.01: -*«Ότι για να δημιουργηθεί η ένωση αυτή πρέπει να υπάρχουν, δύο άτομα αργιλίου.»*

Κ.Α.05: -*«Διότι χρειάζονται δύο άτομα αργιλίου για να* [παύση].*»*

Κ.Α.09: -*«Εε, γιατί υπάρχουν σ' αυτήν την ένωση δύο άτομα αργιλίου.»*

Κ.Α.15: -*«Ο δείκτης δύο στο αργίλιο, γιατί το θειικό ιόν* [παύση] *έχει αριθμό οξείδωσης συν δύο. Και το τρία στο θειικό.* [παύση]*»*, και

Κ.Α.16: -*«Είναι ο αριθμός οξείδωσης του οξειδίου του θείου* [εννοεί το θειικό

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

ιόν] *που είναι δύο πλην.»*

Τέλος 1/18, δηλαδή ο Κ.Α.03, δήλωσε ότι δε γνωρίζει. Ο φοιτητής αυτός έδωσε την ίδια απάντηση και στις ερωτήσεις 2, 3 και 4α, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενες θέσεις αυτής της ενότητας.

Ερώτηση 4γ

«Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 3;»

Ο αριθμός των φοιτητών (15/18) που μπορεί να εξηγήσει γιατί σημειώνεται ο δείκτης 3 στο θειικό ιόν είναι μεγαλύτερος από τον αριθμό (7/18) που μπορούσε να εξηγήσει γιατί σημειώνεται ο δείκτης 4 στο οξυγόνο του θειικού ιόντος (ερώτηση 4α) και μεγαλύτερος από τον αριθμό των φοιτητών (12/18) που έδωσαν αποδεκτή απάντηση στην ερώτηση 4β, όπου ζητείται να δικαιολογήσουν οι φοιτητές γιατί σημειώνεται ο δείκτης 2 στο αργίλιο.

Ένας φοιτητής (1/18) δεν μπορούσε να δώσει ακριβή απάντηση στην ερώτηση 4γ. Οι φοιτητής αυτός είναι ο Κ.Α.05 και η απάντηση που έδωσε παρατίθεται αμέσως μετά, επειδή φαίνεται μέσα από αυτήν η εντυπωσιακή αδυναμία που έχει στη χρήση της κατάλληλης ορολογίας.

Κ.Α.05: -*«Για όλη τη ρίζα* [παύση], *για όλο το θειικό. Διότι χρειάζονται τρία άτομα θειικής ρίζας. Ξέρω εγώ;»*

Τέλος, δύο φοιτητές (2/18), ο Κ.Α.03 και ο Κ.Α.12, δήλωσαν ότι δε γνωρίζουν. Ο φοιτητής με Κ.Α.03, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενες θέσεις αυτής της ενότητας, έδωσε την ίδια απάντηση και στις ερωτήσεις 2, 3, 4α και 4β. Ο φοιτητής Κ.Α.12 δήλωσε ότι δε γνωρίζει να απαντήσει και στην ερώτηση 4α (σελ. 163).

Ερώτηση 4δ

«Υπάρχει κάποια διαφορά ανάμεσα στους δείκτες 2, 4 και 3;»

Οι φοιτητές που δε γνώριζαν την απάντηση στην ερώτηση αυτή είναι 2/18. Πρόκειται για τον Κ.Α.04 και τον Κ.Α.07. Ο πρώτος από αυτούς, δηλαδή ο Κ.Α.04, έδωσε την ίδια απάντηση, δηλαδή «*δε γνωρίζω*», και στην ερώτηση 4α της ίδιας κάρτας (σελ. 163).

Ο αριθμός των φοιτητών που μπορεί να εντοπίσει διαφορές ανάμεσα στους δείκτες 2, 4 και 3 είναι 10/18. Από αυτούς ο Κ.Α.10 οδηγήθηκε σε αποδεκτή απάντη-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ση καθοδηγούμενος στην πραγματικότητα από τον ερευνητή. Η απάντηση αυτή με όλη τη στιχομυθία παρατίθεται στη σελ. 273 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄).

Τέλος, έξι φοιτητές (6/18), ο Κ.Α.05, Κ.Α.11, Κ.Α.12, Κ.Α.14 Κ.Α.15, και Κ.Α.16, έδωσαν μη αποδεκτές απαντήσεις. Ο φοιτητής με Κ.Α.15 δήλωσε ότι δεν καταλάβαινε την ερώτηση και για το λόγο αυτό η ερώτηση υποβλήθηκε εκ νέου. Παρόλα αυτά ο φοιτητής, όπως φαίνεται από τη στιχομυθία που ακολουθεί, δεν ήταν και τόσο βέβαιος για την απάντηση που έδωσε.

Ερευνητής: -Υπάρχει κάποια διαφορά ανάμεσα στους δείκτες δύο, τέσσερα και τρία ή αναλογικά εκφράζουν το ίδιο πράγμα;

Φοιτητής: -«Τώρα δεν μπορώ να καταλάβω την ερώτηση.»

Ερευνητής: -Ναι. Οι δείκτες δύο, τέσσερα και τρία, παίζουν τους ίδιους ρόλους σ' αυτόν το χημικό τύπο; Δηλαδή.....

Φοιτητής: -«Πιστεύω ναι.»

Εργασίες χωρίς κάρτες (Νο 12.α.)

Σ' αυτό το στάδιο της συνέντευξης ο ερευνητής έδινε σε κάθε φοιτητή λευκή κόλα μεγέθους Α4 και του έθετε την ερώτηση:

«Μπορείς να γράψεις τους χημικούς τύπους των παρακάτω ενώσεων:

$NaCl$

$CaCl_2$

$NaNO_3$

$Al_2(SO_4)_3$

χωρίζοντας με παρενθέσεις τα θετικά από τα αρνητικά ιόντα;». Θέλαμε να γράψει ο φοιτητής μόνος του και, τελικά, αν χρειαζόταν, ο ερευνητής τον βοηθούσε να γράψει:

$(Na)(Cl)$

$(Ca)(Cl)_2$

$(Na)(NO_3)$

$(Al)_2(SO_4)_3$

Στη συνέχεια, του έθετε την ερώτηση:

«Βρίσκεις κάποιο παιδαγωγικό πλεονέκτημα σ' αυτή τη γραφή;»

Από τον πίνακα 12.α. της σελ. 232, ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄, προκύπτει ότι:

Μόνο ένας φοιτητής (1/18), ο Κ.Α.14, μπόρεσε μόνος του να αποδώσει όλους τους χημικούς τύπους, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της ερώτησης.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Επίσης, ένας φοιτητής (1/18), ο Κ.Α.04, δεν μπόρεσε να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις του θέματος και δεν έδωσε κανενός είδους απάντηση.

Οι υπόλοιποι 16/18 φοιτητές δεν μπόρεσαν, έστω και καθοδηγούμενοι, να αποδώσουν τους νέους χημικούς τύπους των ενώσεων που προτάθηκαν.

Στην ερώτηση περί παιδαγωγικού πλεονεκτήματος, όπως προκύπτει από τον πίνακα 12.α.1., που βρίσκεται στην ίδια σελίδα με τον πίνακα 12.α. (σελ. 232), μόνο 7/18 (οι Κ.Α.02, Κ.Α.06, Κ.Α.11, Κ.Α.14, Κ.Α.15, Κ.Α.16 και Κ.Α.18) βλέπουν παιδαγωγικό πλεονέκτημα στο νέο προτεινόμενο τρόπο γραφής, που χαρακτηρίζεται με τον αριθμό 2, ενώ ένας μεγάλος αριθμός φοιτητών (9/18) βλέπει πλεονέκτημα στον ήδη υπάρχοντα τρόπο γραφής, που χαρακτηρίζεται με τον αριθμό 1.

Στο σημείο αυτό παραθέτουμε την άποψη που διατύπωσαν οι φοιτητές για το πιο είναι το παιδαγωγικό πλεονέκτημα που βλέπουν:

Κ.Α.06: -*«Το ότι εξοικειωνόμαστε με τα... με τα σθένη. Θετικά, αρνητικά ιόντα. Ναι, είναι πιο εύκολο.»*

Κ.Α.11: -*«Γιατί ξεκαθαρίζεται, εκφράζεται καλύτερα το κάθε άτομο χωριστά, μόνο του εδώ.»*

Κ.Α.15: -*«Θα τον βοηθούσε σίγουρα το δεύτερο. Αυτό εδώ πέρα, να χωρίζεις με παρενθέσεις.»*

Κ.Α.16: -*«Στο δεύτερο τρόπο απλά φαίνεται πιο καθαρά ποια είναι τα ιόντα μεταξύ τους. Της ένωσης.»*

Κ.Α.18: -*«Λοιπόν, νομίζω ότι αυτό που έχουμε τώρα είναι καλύτερη.»*

Τέλος, σε 2/18 φοιτητές, αυτόν που έχει Κ.Α.01 και Κ.Α.03, δεν τέθηκε η ερώτηση περί ύπαρξης παιδαγωγικού πλεονεκτήματος, διότι ο βαθμός ανταπόκρισης καθενός από αυτούς στο 1° μέρος της ενότητας, «*εργασίες χωρίς κάρτες*», δεν ήταν καθόλου ικανοποιητικός.

Εργασίες χωρίς κάρτες (Νο 12.β.)

Στη συνέχεια, ο ερευνητής έδινε σε κάθε φοιτητή λευκή κόλα μεγέθους Α4 και του έθετε την ερώτηση:

«Μπορείς στους προηγούμενους χημικούς τύπους [όπου χωρίσαμε με παρενθέσεις τα θετικά από τα αρνητικά ιόντα: (Na)(Cl), $(Ca)(Cl)_2$, $(Na)(NO_3)$, $(Al)_2(SO_4)_3$,] να δείξεις και τα ηλεκτρικά φορτία των ιόντων;»

Θέλαμε να γράψει μόνος του (και τελικά τον βοηθούσαμε να γράψει):

$(Na^+)(Cl^-)$

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

$$(Ca^{2+})(Cl^{-})_2$$

$$(Na^{+})[(NO_3)^{-}]$$

$$(Al^{3+})_2[(SO_4)^{2-}]_3$$

Στη συνέχεια, του έθετε την ερώτηση:

«Βρίσκεις κάποιο παιδαγωγικό πλεονέκτημα σ' αυτή τη γραφή;»

Από τον πίνακα 12.β. της σελ. 233, ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄, προκύπτει ότι:

Μόνο ένας φοιτητής (1/18), ο Κ.Α.05, μπόρεσε μόνος του να αποδώσει όλους τους χημικούς τύπους, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της ερώτησης.

Σε ένα φοιτητή, αυτόν με Κ.Α.01, δεν τέθηκε η ερώτηση, επειδή έδειξε πλήρη αδυναμία να ανταποκριθεί στις εργασίες χωρίς κάρτες.

Ένας φοιτητής (1/18), αυτός με Κ.Α.03, είχε οδηγηθεί στη γραφή των χημικών τύπων με το δεύτερο προτεινόμενο τρόπο, όταν προσπαθούσε να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις των εργασιών χωρίς κάρτες με το Νο 12α, όταν δηλαδή του ζητήθηκε να γράψει τους χημικούς τύπους με τον πρώτο προτεινόμενο τρόπο. Αντί, δηλαδή, να γράψει τους ήδη γνωστούς χημικούς τύπους, τοποθετώντας τα ιόντα μέσα σε παρενθέσεις, συμπλήρωνε ταυτόχρονα και τα αντίστοιχα φορτία. Έτσι, στο σημείο αυτό δε λήφθηκε υπόψη η απάντησή του.

Οι υπόλοιποι 15/18, παρά τις προσπάθειες που έγιναν, δεν μπόρεσαν να ολοκληρώσουν με επιτυχία την προσπάθειά τους.

Στην ερώτηση περί παιδαγωγικού πλεονεκτήματος, όπως προκύπτει από τον πίνακα 12.β.1. της ίδιας σελίδας με αυτήν στην οποία παρουσιάζεται και ο πίνακας 12.β. (σελ. 233) οι φοιτητές που έβλεπαν παιδαγωγικό πλεονέκτημα στον 1° από τους δύο νέους προτεινόμενους τρόπους γραφής (χαρακτηρίζεται με τον αριθμό 2) είναι 5/18, ενώ αυτοί που έβλεπαν παιδαγωγικό πλεονέκτημα στο 2° από τους δύο νέους προτεινόμενους τρόπους γραφής (χαρακτηρίζεται με τον αριθμό 3) είναι 9/18. Ο αριθμός αυτός είναι αρκετά μεγάλος και χρήζει ιδιαίτερης προσοχής. Σχετικός σχολιασμός θα γίνει στο επόμενο κεφάλαιο στη σελ. 198, όπου αναφέρονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την έρευνα που διενεργήθηκε.

Δύο φοιτητές (2/18), ο Κ.Α.10 και Κ.Α.12, δεν τοποθετήθηκαν υπέρ κανενός από τους δύο νέους προτεινόμενους τρόπους γραφής των χημικών τύπων.

Τέλος, σε δύο (2/18) από τους φοιτητές, τον Κ.Α.01 και τον Κ.Α.03 δεν τέθηκε η ερώτηση, λόγω του τρόπου με τον οποίο αντιμετώπισαν τις προηγούμενες ερωτήσεις που συμπεριλαμβάνονταν στην ενότητα αυτή, όπου δεν επιδείχθηκαν κάρτες και δεν υποβλήθηκαν ευθείες ερωτήσεις.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

4ο ΕΝΟΤΗΤΑ Δ΄: Συμβολισμοί και Ορισμολογία, που αναφέρονται στη Διαλυτότητα Δυσδιαλύτων Αλάτων

ΚΑΡΤΑ Νο 13

$$AgNO_3 + KCl \rightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$$

Ερώτηση 1

«Τι δείχνει η κάρτα Νο 13;»

Όπως προκύπτει από τον πίνακα αποτελεσμάτων με αρίθμηση 13 (της σελ. 235 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄), που στηρίζεται στις κωδικοποιημένες απαντήσεις των φοιτητών, αλλά κυρίως από τη μελέτη των απομαγνητοφωνημένων κειμένων, στην ερώτηση αυτή κατατέθηκε μια ποικιλία απαντήσεων.

Έτσι, έχουμε:

1. Απαντήσεις πλήρεις και ακριβείς: Δηλαδή, απαντήσεις οι οποίες αφενός χαρακτηρίζουν αυτό που φαίνεται στην κάρτα Νο 13 ως χημική εξίσωση και αφετέρου προχωρούν στην περιγραφή του φαινομένου. Τέτοιες απαντήσεις έδωσαν οι φοιτητές με Κ.Α.04, Κ.Α.15 και Κ.Α.17.
2. Απαντήσεις πλήρεις αλλά μη ακριβείς: Δηλαδή, απαντήσεις οι οποίες περιλαμβάνουν το χαρακτηρισμό και την περιγραφή του φαινομένου αλλά με έλλειμμα στην ορθότητα των επιμέρους αναφορών. Τέτοιες απαντήσεις είναι αυτές που περιέχουν:

   α) ορθό χαρακτηρισμό [χημική εξίσωση] και μη πλήρη περιγραφή του φαινομένου: Τέτοιες απαντήσεις έδωσαν οι φοιτητές με Κ.Α.03, Κ.Α.09 και Κ.Α.13.

   β) μη ορθό χαρακτηρισμό [χημική αντίδραση] και πλήρη περιγραφή του φαινομένου. Τέτοιες απαντήσεις έδωσαν ο Κ.Α.01, Κ.Α.02, Κ.Α.10 και Κ.Α.18.

   Οι απαντήσεις που δεν περιλαμβάνουν χαρακτηρισμό [χημική εξίσωση ή χημική αντίδραση] αλλά περιγράφουν με πληρότητα το φαινόμενο συγκαταλέγονται στην κατηγορία αυτή (β). Τέτοιες απαντήσεις έδωσε ο φοιτητής με Κ.Α.06, Κ.Α.07 και Κ.Α.11.

Όλες οι παραπάνω απαντήσεις, 13/18, συμπεριλήφθηκαν στις αποδεκτές απαντήσεις.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Οι απαντήσεις που έδωσαν οι φοιτητές με Κ.Α.05, Κ.Α.08, Κ.Α.12, Κ.Α.14 και Κ.Α.16, πέντε ως προς τον αριθμό (5/18), και παραλείπουν το χαρακτηρισμό ή τον αναφέρουν λανθασμένα, αλλά και, ταυτόχρονα, δεν περιγράφουν με πληρότητα ή με ακρίβεια, το φαινόμενο που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση συμπεριλήφθηκαν στις μη αποδεκτές απαντήσεις.

Ερώτηση 2

«Τι συμβολίζει το *κάθετο* βέλος;»

Στην ιδιαίτερα απλή ερώτηση 2, που συμπεριλήφθηκε για την πληρότητα του ερωτηματολογίου, απάντησαν ορθά όλοι οι φοιτητές (18/18).

Ερώτηση 3

«Πώς περιγράφουμε (με ποιον όρο) το χλωριούχο άργυρο, AgCl ; (ίζημα)»

Οι φοιτητές που απάντησαν με ακρίβεια στην ερώτηση αυτή είναι 17/18, δηλαδή όλοι πλην του Κ.Α.14 ο οποίος απάντησε μονολεκτικά χρησιμοποιώντας τη λέξη «*στερεό*».

Ερώτηση 4

«Γιατί πέφτει ίζημα; (Ο χλωριούχος άργυρος, AgCl, είναι δυσδιάλυτη ένωση.)»

Σ' αυτή την πολύ σημαντική ερώτηση:

7/18 φοιτητές: οι Κ.Α.02, Κ.Α.03, Κ.Α.06, Κ.Α.08, Κ.Α.14, Κ.Α.15 και Κ.Α16, δήλωσαν ότι δεν μπορούν να απαντήσουν.

6/18 απάντησαν κατά τρόπο μη αποδεκτό. Πρόκειται για τους φοιτητές με: Κ.Α.09, Κ.Α.11, Κ.Α.12, Κ.Α.13, Κ.Α.17 και Κ.Α18, και σε

1/18, στο φοιτητή με Κ.Α.01, δεν τέθηκε η ερώτηση από παράλειψη του ερευνητή.

Τέλος, μόνο 4/18 φοιτητές, οι Κ.Α.04, Κ.Α.05, Κ.Α.07 και Κ.Α.10, έδωσαν πλήρη και ακριβή απάντηση.

Ερώτηση 5

«Αν δεν έπεφτε ίζημα χλωριούχου αργύρου, AgCl, (*αν δηλαδή ο χλωριούχος άργυρος δεν ήταν δυσδιάλυτη ένωση*), θα γινόταν η αντίδραση που περιγράφεται από την παραπάνω χημική εξίσωση;»

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Στην πολύ σημαντική, ομοίως, ερώτηση 5, που θα μπορούσε να θεωρηθεί και ως ερώτηση κρίσεως:

5/18 φοιτητές οι Κ.Α.01, Κ.Α.02, Κ.Α.03, Κ.Α.06 και Κ.Α.08, δήλωσαν ότι δε γνωρίζουν την απάντηση.

7/18 απάντησαν κατά τρόπο μη αποδεκτό. Πρόκειται για τους φοιτητές με: Κ.Α.04, Κ.Α.05, Κ.Α.09, Κ.Α.12, Κ.Α.13, Κ.Α.14 και Κ.Α.18.

Τέλος, μόνο 6/18 φοιτητές, οι Κ.Α.07, Κ.Α.10, Κ.Α.11, Κ.Α.15, Κ.Α.16 και Κ.Α.17, έδωσαν απαντήσεις πλήρεις ή εν μέρει αποδεκτές.

Εν μέρει αποδεκτές απαντήσεις θεωρούνται αυτές οι οποίες απαντούν στο ερώτημα, αλλά δεν περιλαμβάνουν ταυτόχρονα και την αιτιολογία (το γιατί). Τέτοιου είδους απαντήσεις έδωσαν οι Κ.Α.07, Κ.Α.10, Κ.Α.11, Κ.Α.15 και ο Κ.Α.17.

Ακόμη και η απάντηση που έδωσε ο Κ.Α.16 με επιφύλαξη, τελικά, συμπεριλαμβάνεται στις πλήρως αποδεκτές απαντήσεις.

Η απάντηση αυτή, με όλη τη στιχομυθία, έχει ως εξής:

Ερευνητής: -Εάν δεν έπεφτε ίζημα χλωριούχου αργύρου, θα γινόταν η αντίδραση που περιγράφεται από την παραπάνω χημική εξίσωση, τι λες;

Φοιτητής: -*«Όχι»*

Ερευνητής: -Αλλά δεν ξέρεις γιατί.

Φοιτητής: -*«Δεν ξέρω για ποιο*[παύση] *γιατί θεωρείται ότι είναι ίζημα ο χλωριούχος άργυρος, αυτό εννοώ.»*

Ερώτηση 6

«Μπορείς να μου περιγράψεις τι θα κάνεις, (Τι αντιδραστήρια θα χρησιμοποιήσεις) για να πραγματοποιήσεις στο εργαστήριο την αντίδραση που περιγράφεται από αυτή τη χημική εξίσωση; (*Θα αναμείξω διάλυμα ...με διάλυμα.... Οπότε θα καταβυθισθεί ίζημα ...*)»

(Αν απαντήσει λάθος ή δεν απαντήσει, δεν του λέμε εμείς το σωστό).

Στην ερώτηση αυτή που η απάντηση που επιδέχεται είναι αρκετά περιγραφική,

12/18 έδωσαν μη ικανοποιητικές απαντήσεις, δηλαδή απαντήσεις που δεν περιγράφουν ακριβώς τις ενέργειες και τη διαδικασία που θα ακολουθηθεί με χημικούς όρους.

1/18, ο φοιτητής με Κ.Α.01, δήλωσε ότι δε γνωρίζει, και μόνο

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

5/18, οι Κ.Α.04, Κ.Α.07, Κ.Α.08, Κ.Α.09 και Κ.Α.15, έδωσαν πλήρεις και κατατοπιστικές απαντήσεις, με την επισήμανση ότι η απάντηση που δόθηκε από το φοιτητή με Κ.Α.08, κρινόμενη με επιείκεια, συμπεριλήφθηκε σ' αυτή την κατηγορία απαντήσεων.

Η απάντηση του φοιτητή αυτού, με την αντίστοιχη στιχομυθία, έχει ως εξής:

Ερευνητής: -Μπορείς να μου περιγράψεις τι θα κάνεις στο εργαστήριο, δηλαδή τι αντιδραστήρια θα χρησιμοποιήσεις, για να πραγματοποιήσεις την αντίδραση που περιγράφεται απ' αυτή τη χημική εξίσωση;

Φοιτητής: -« [παύση] *Θα βάλω νιτρικό άργυρο και χλωριούχο κάλιο……»*

Ερευνητής: -Ναι;

Φοιτητής: -*«Θα κάνω αυτήν την αντίδραση μέσα σ' ένα ποτηράκι ζέσεως* [παύση] *και μετά αυτό το περιεχόμενο του ποτηριού θα το κάνω διήθηση. Να δω άμα έχω ίζημα.»*

Ερευνητής: -Γιατί πριν δε θα φαίνεται; Πρέπει να το κάνεις διήθηση;

Φοιτητής: -*«Θα φαίνεται, αλλά θα το κάνω εγώ.».*

Εργασίες χωρίς κάρτες (Νο 13.α.)

Στο σημείο αυτό ο ερευνητής έδινε σε κάθε φοιτητή λευκή κόλα μεγέθους Α4 και του έθετε την ερώτηση:

«Ξέρεις να γράφεις τη χημική εξίσωση της κάρτας Νο 13

$$AgNO_3 + KCl \rightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$$

σε ιοντική μορφή;»

Από τον πίνακα 13.α. της σελ. 236, ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄, προκύπτει ότι:

Μόνο 5/18 φοιτητές, οι Κ.Α.01, Κ.Α.02, Κ.Α.04, Κ.Α.07, και Κ.Α.18, γνώριζαν να γράφουν τη χημική εξίσωση της κάρτας Νο 13 σε ιοντική μορφή, έστω κι αν κάποιοι από αυτούς, όπως, για παράδειγμα, ο Κ.Α.02 το πέτυχε ύστερα από αρκετή προσπάθεια, αναφέροντας στην αρχή και λανθασμένες απόψεις. Η στιχομυθία αυτή αναφέρεται στη σελ. 274 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄).

2/18 φοιτητές, οι Κ.Α.11 και ο Κ.Α.14, απάντησαν ότι δε μπορούν να γράφουν την ιοντική μορφή της χημικής εξίσωσης. Η στιχομυθία του ερευνητή με τους δύο αυτούς φοιτητές είναι χαρακτηριστική και, για το λόγο αυτό, καταγράφεται στη θέση αυτή.

Η στιχομυθία με το φοιτητή Κ.Α.11:

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

Ερευνητής: -Ωραία. Λοιπόν, ξέρεις να γράφεις αυτή τη χημική εξίσωση σε ιοντική μορφή;

Φοιτητής: -*«Ναι»*

Ερευνητής: -Δηλαδή στην ουσία είναι αυτή εδώ.

$$AgNO_3 + KCl \rightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$$

Φοιτητής: -*«Ναι»*

Ερευνητής: -Να τη γράφεις σε ιοντική μορφή.

Φοιτητής: -*«Αν και το έχω προσπαθήσει, όχι.* [παύση] *Θα τα* [παύση] *φαντάζομαι θα τα θαλασσώσω.»*

Ερευνητής: -Ναι. Λοιπόν;

Φοιτητής: -*«Έχω χρησιμοποιήσει στο παρελθόν πολύ λίγο τα* [παύση] *την ιοντική μορφή.»*

Ερευνητής: -Κατάλαβα.

Η στιχομυθία με το φοιτητή Κ.Α.14:

Ερευνητής: -Ωραία. Πάμε στην κάρτα Νο 14 ή, μάλλον, πριν πάμε στην κάρτα Νο 14 να σε ρωτήσω, ξέρεις να γράψεις αυτή τη χημική εξίσωση,

$$AgNO_3 + KCl \rightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$$

[παύση] που στην ουσία είναι η χημική εξίσωση της κάρτας Νο 13, σε ιοντική μορφή;

Φοιτητής: -*«Σε ιοντική μορφή.»* (μονολογώντας)

Ερευνητής: -Ναι.

[παύση]

Φοιτητής: -*« Όχι δεν μπορώ* (να τα γράψω σε ιοντική μορφή), *γιατί αντιδρούν όλα.»*

Επίσης, σε ένα φοιτητή (1/18), τον Κ.Α.03, δεν τέθηκε η ερώτηση επειδή σε 5 από τις 7 ερωτήσεις της τελευταίας κάρτας της προηγούμενης ενότητας (ενότητα Γ΄), δηλαδή την κάρτα Νο 12 και στις 2 από τις 6 ερωτήσεις που του υποβλήθηκαν, κατά την επίδειξη της κάρτα Νο 13, που είναι η πρώτη αυτής της ενότητας (ενότητα Δ΄), έδειξε πολύ μεγάλη αδυναμία στο να ανταποκριθεί στο επίπεδο των ερωτήσεων.

Οι υπόλοιποι 10/18 φοιτητές δεν μπόρεσαν, έστω και καθοδηγούμενοι, να ανταποκριθούν στην απαίτηση αυτή. Οι στιχομυθίες που έλαβαν χώρα μεταξύ του ερευνητή και ορισμένων από τους φοιτητές (Κ.Α.05, Κ.Α.08, Κ.Α.13 και Κ.Α.16) παρατίθενται στις σελ. 274 έως και 276 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄), επειδή η αμφιβολία και

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

η αβεβαιότητα που αισθάνονται για τις γνώσεις που έχουν γύρω από αυτό το θέμα προκαλούν εντύπωση. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι στιχομυθίες του ερευνητή με το φοιτητή πού έχει Κ.Α.05 και αυτόν που έχει Κ.Α.08. Αποσπάσματα αυτών των στιχομυθιών παραθέτουμε στο σημείο αυτό.

Απόσπασμα στιχομυθίας με το φοιτητή με Κ.Α.05

Ερευνητής: - Ξέρεις να γράφεις τη χημική εξίσωση της κάρτας Νο 13;

$$AgNO_3 + KCl \rightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$$

Φοιτητής: -*«Χημική εξίσωση!!! (γέλιο)»*

Ερευνητής: - Θα το έχεις μάθει πλέον.

Φοιτητής: -*«Έπρεπε να το έχω πει. (γέλιο) Δεν ξέρω, γιατί εμένα μου πάει χημική αντίδραση;»*

Ερευνητής: - Γιατί, ίσως, έτσι να στο μάθανε.

Φοιτητής: -*«Μου έχει τυπωθεί μεσ' στο κεφάλι. Και δεν μπορώ να το αμφισβητήσω.»*

Ερευνητής: - Λοιπόν, ξέρεις να γράφεις τη χημική εξίσωση της κάρτας Νο 13 σε ιοντική μορφή;

Φοιτητής: -*«Αχ, αυτή η ιοντική μορφή.* [παύση]*»*

Ερευνητής: - Εδώ είναι, αν θέλεις πάρε και το στυλό.

Φοιτητής: -*«Ωχ! Ιοντική μορφή.»*

Ερευνητής: - Ναι

Φοιτητής: -*«Τι φταίω;* [παύση] *Ωραία.* [παύση] *Υποθέτουμε ότι είναι αυτό, τώρα, έτσι;* [παύση] *Άντε ας το κάνω έτσι. Δεν είναι έτσι, έχω αμφιβολίες γι' αυτό που κάνω.»*

Ερευνητής: - Δεν πειράζει. Εσύ γράψε αυτό που ξέρεις.

Φοιτητής: -*«Τώρα αυτό γράφεται σε ιοντική μορφή; Αυτό, δεν το ξέρω* [παύση]. *Όχι, αυτό δε θα το γράψω έτσι* [παύση]. *Θα το αφήσω έτσι. Δε με νοιάζει. Αυτό έπρεπε να το γράψω εδώ ή εδώ;»*

Απόσπασμα στιχομυθίας με το φοιτητή με Κ.Α.08

Ερευνητής: - Να σε ρωτήσω. Αυτή τη χημική εξίσωση,

$$AgNO_3+KCl \rightarrow AgCl\downarrow+KNO_3$$

της κάρτας Νο 13, δηλαδή έτσι; Μπορείς να την γράψεις με την ιοντική της μορφή;

Φοιτητής: -*«Έχει και ιοντική μορφή δηλαδή.»*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ερευνητής: - Ναι. Κάνε μια προσπάθεια.

Φοιτητής: -*«Θα κάνω μία απόπειρα.»*

Ερευνητής: - Μπράβο, έτσι!

Φοιτητής: -*«Επάνω σ' αυτή τη γραμμούλα;»*

Ερευνητής: - Όπου θέλεις. Άμα θέλεις και κάτω, στο λευκό μέρος του χαρτιού. Όπου σ' αρέσει εσένα.

Φοιτητής: -« [παύση] *Αχ! Δεν ξέρω αν είναι σωστό* [παύση]. *Τώρα, κάπου θέλει παρένθεση. Τώρα, έτσι την θέλει; Μια στιγμή να θυμηθώ.»*

Ερευνητής: - Όση ώρα θέλεις.

Φοιτητής: - «[Μεγάλη παύση] *Εδώ, τώρα δε θυμάμαι ποιο είναι το σωστό και ποιο είναι το λάθος. Δεν πειράζει, θα το βάλω έτσι όπως μου 'ρθει.* [παύση] *Αυτό πρέπει να 'ναι το λάθος.»*

Ερευνητής: - ..... Ωραία.

Φοιτητής: -*«Το λάθος είναι αυτό, ε; Α, είπαμε δε* [παύση]*».*

ΚΑΡΤΑ Νο 14

$$Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)}$$

Ερώτηση 1

«Τι δείχνει αυτή η κάρτα, Νο 14;»

Στην ερώτηση αυτή 9/18 φοιτητές έδωσαν απαντήσεις πλήρεις που μπορούσαν να μη διακρίνονταν και για την απόλυτη ακρίβειά τους. Τέτοια απάντηση έδωσε ο Κ.Α.08, ο Κ.Α.14 και ο Κ.Α16. Οι απαντήσεις αυτές παρατίθενται αμέσως παρακάτω:

Κ.Α.08.

-*«Δείχνει την εξίσωση, τη χημική εξίσωση της σύνθεσης του χλωριούχου αργύρου.»*

Κ.Α.14

-*«Είναι, παριστάνει τη χημική εξίσωση, μάλλον είναι μία και τώρα παριστάνει την αντίδραση σύνθεσης του χλωριούχου αργύρου.»*

Κ.Α.16

-*«Το σχηματισμό του χλωριούχου αργύρου.»*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Στις πλήρεις και ακριβείς απαντήσεις συμπεριλαμβάνεται η απάντηση που έδωσε ο Κ.Α.01, έστω κι αν δε χρησιμοποιεί απόλυτα ορθή χημική ορολογία. Η απάντηση αυτή έχει ως εξής:

-«Ότι αν αντιδράσουν ιόντα αργύρου και χλωρίου, που είναι σε διαλύματα, θα μας δώσουν το χλωριούχο άργυρο που είναι στερεός».

Όλες οι παραπάνω απαντήσεις μαζί με αυτές που έδωσαν και οι: Κ.Α.04, Κ.Α.10, Κ.Α.13, Κ.Α.17 και Κ.Α.18 συγκαταλέγονται μεταξύ των επιστημονικά αποδεκτών απαντήσεων που δόθηκαν, κατά την υποβολή της ερώτησης 1 της κάρτας Νο 14.

Μη επιστημονικά αποδεκτές απαντήσεις δόθηκαν από τους υπόλοιπους (9/18) φοιτητές που φέρουν Κ.Α.02, Κ.Α.03, Κ.Α.05, Κ.Α.06, Κ.Α.07 Κ.Α.09, Κ.Α.11, Κ.Α.12 και Κ.Α.15. Τμήματα αυτών των απαντήσεων παραθέτουμε αμέσως μετά:

Κ.Α.02:

-«Έχουμε εδώ ένα κατιόν αργύρου σε ακ (ήθελε να πει aq), υγρή μορφή δεν είναι αυτό; Σε υδατικό διάλυμα, και ανιόν χλωρίου, πάλι υδατικό διάλυμα, μας δίνει χλωριούχο άργυρο. Στερεό.»

Κ.Α.03:

-«Ο άργυρος ..... Σε υγρή μορφή... Το χλώριο, μάλλον με ιόντα πάλι δουλεύουμε εδώ. Και το ιόν του χλωρίου, σε υγρή μορφή, μου δίνουν το χλωριούχο άργυρο σε στερεή μορφή.»

Κ.Α.05:

-«...Είναι μια χημική εξίσωση η οποία μας δείχνει .... τη δημιουργία του χλωριούχου αργύρου; ... Τη σύνθεση; .....Ναι .....Τώρα αυτή είναι σωστή η κάρτα, ας πούμε;»

-« Δεν ξέρω, ... Να ρωτήσω κάτι; Δεν μπορώ να θυμηθώ κάτι, τώρα. Δε θα έπρεπε να είναι διπλό βελάκι; Το βελάκι το κάθετο; Τη δημιουργία του χλωριούχου αργύρου.»

Κ.Α.06:

-«Ιόν αργύρου και... κατιόν αργύρου και ανιόν χλωρίου δίνει χλωριούχο άργυρο.»

Κ.Α.07:

-«Χρησιμοποιώντας ιόντα, το σχηματισμό του χλωριούχου αργύρου και, επίσης, αντί για το βέλος που δείχνει ότι καθιζάνει, χρησιμοποιούμε...»

-«Κι ότι πλέον αντί να βάλουμε ... το βέλος, που δείχνει το ίζημα, χρησιμοποι-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ούμε την λέξη...»

Κ.Α.09:

-«Την... αντίδραση σχηματισμού χλωριούχου αργύρου.»

Κ.Α.11:

-«Άργυρος..... και χλώριο... μας δίνει χλωριούχο άργυρο.»

Κ.Α.12:

-«Λοιπόν... είναι μια χημική αντίδραση... Όχι. Είναι μια χημική εξίσωση, που αναπαριστά μια χημική αντίδραση... ανάμεσα στον άργυρο και στο χλώριο, που είναι σε αέρια... κατάσταση. Και τα δύο είναι ιόντα...»

-«... είναι μία μονόδρομη εξίσωση και μας δίνουν το χλωριούχο άργυρο που είναι στερεός.»

Κ.Α.15:

-«Το ιόν του αργύρου και το ιόν του χλωρίου μας δίνουν το χλωριούχο άργυρο. Μας λέει ότι ο άργυρος και το χλώριο είναι υγρά και ότι ο χλωριούχος άργυρος είναι στερεό.»

Ερώτηση 2

«Τι συμβολίζουν τα σύμβολα δείκτες (aq) και (s)»

3/18 φοιτητές, οι Κ.Α.03, Κ.Α.12 και Κ.Α.16, έδωσαν μη αποδεκτές απαντήσεις, ενώ όλοι οι υπόλοιποι (13/18) έδωσαν αποδεκτές απαντήσεις, έστω κι αν κάποιες από αυτές δε χαρακτηρίζονταν από απόλυτη ακρίβεια (Κ.Α.07 και Κ.Α.13).

Ερώτηση 3

«Μπορείς να μου περιγράψεις τι θα κάνεις, (Τι αντιδραστήρια θα χρησιμοποιήσεις) για να πραγματοποιήσεις στο εργαστήριο την αντίδραση που περιγράφεται από αυτήν τη χημική εξίσωση; (*Θα αναμείξω διάλυμα ... με διάλυμα ..... οπότε θα καταβυθισθεί ίζημα ...*)»

Στην ερώτηση αυτή έδωσαν ακριβείς απαντήσεις οι μισοί (9/18) φοιτητές. Αυτοί είναι οι Κ.Α.01, Κ.Α.04, Κ.Α.05, Κ.Α.06, Κ.Α.07 Κ.Α.14, Κ.Α.15, Κ.Α.17 και Κ.Α.18. Στις απαντήσεις αυτές συμπεριλαμβάνεται και αυτή που έδωσε ο:

Κ.Α.01: *-«Θα μπορούσα να χρησιμοποιήσω και τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν και στην κάρτα 13 νομίζω;»*,

έστω κι αν αυτή είναι έμμεση, καθώς και ο Κ.Α.18 ανεξάρτητα από το αν βοηθήθηκε από τον ερευνητή. Η απάντηση που έδωσε ο Κ.Α.18, μαζί με ένα μέρος της στιχομυ-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

θίας, παρατίθεται στη θέση αυτή.

Φοιτητής: -*«Θα πάρω ιόντα αργύρου και ιόντα χλωρίου.»*

Φοιτητής: -«[παύση] *θα τ' αναμείξω και θα δημιουργηθεί ίζημα χλωριούχου αργύρου.»*

Ερευνητής: -Δε μου λες σε παρακαλώ; Αυτά τα ιόντα αργύρου που θα τα βρεις;

Φοιτητής: -*«Απ' το νιτρικό άργυρο. Περιέχονται στο νιτρικό άργυρο.»*

Από τους υπόλοιπους οι 8 φοιτητές (8/18) έδωσαν μη αποδεκτές απαντήσεις. Μεταξύ αυτών των απαντήσεων ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει και αυτή που έδωσε ο Κ.Α.12. Μέρος της στιχομυθίας που περιλαμβάνει τη συγκεκριμένη απάντηση καταγράφεται στη θέση αυτή.

Φοιτητής: -*«Θα προσπαθήσω να πάρω υγρό άργυρο ή στερεό άργυρο. Δεν ξέρω πώς θα τα καταφέρω να το κάνω αυτό.»*

Ερευνητής: -Τι θα προσπαθήσεις;

Φοιτητής: -*«Να πάρω στερεό άργυρο ή υγρό.»*

Ερευνητής: -Ναι;

Φοιτητής: -*«Το ίδιο και για το χλώριο. Μάλλον στερεό θα πρέπει να πάρω, για να μου βγει στερεό. Θα τα αναμίξω. Θα τα κάνω μια ανάμειξη και θα πάρω το χλωριούχο άργυρο.»*

Τέλος, ένας φοιτητής (1/18), ο Κ.Α.03, απάντησε ότι δε γνωρίζει. Να επισημάνουμε ότι ο φοιτητής αυτός έχει δώσει ως απάντηση την απάντηση «*δε γνωρίζω*» περισσότερες φορές σε σχέση με τους άλλους φοιτητές.

Ερώτηση 4

«Περιγράφει την ίδια ή διαφορετική αντίδραση η χημική εξίσωση της κάρτας αυτής από την προηγούμενη κάρτα, τη No 13;»

4/18 φοιτητές απάντησαν ότι περιγράφει διαφορετική χημική εξίσωση. Οι φοιτητές αυτοί είναι οι Κ.Α.01, Κ.Α.06, Κ.Α.08 και Κ.Α.11.

1/18, ο Κ.Α.04, δήλωσε ότι δε γνωρίζει, και όλοι οι υπόλοιποι φοιτητές,

13/18, απάντησαν ότι περιγράφει την ίδια χημική εξίσωση με αυτήν της κάρτας No 13.

Εντύπωση προκάλεσε η φτώχια που διακρίνει το λεξιλόγιο της χημικής γλώσσας που χρησιμοποιεί στην απάντησή του ο φοιτητής με Κ.Α.12, γι' αυτό και παρατίθεται στη θέση αυτή μέρος της στιχομυθίας.

Φοιτητής: -« [παύση] *Ίδια είναι, απλά στην No 13 παίρνουμε και κάτι ακόμα.»*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Φοιτητής: -*«Και βάζουμε κι άλλα πράγματα. Ναι»*

Ωστόσο, ενδιαφέρον έχει και η απάντηση που δίνει ο φοιτητής με Κ.Α.16, τόσο για τις απόψεις που διατυπώνει, όσο και για το γεγονός ότι καθοδηγήθηκε για να φτάσει στη σωστή απάντηση. Απόσπασμα της στιχομυθίας αυτής παρατίθεται στο σημείο αυτό.

Ερευνητής: - Περιγράφει την ίδια ή διαφορετική αντίδραση η χημική εξίσωση της κάρτας αυτής από την προηγούμενη κάρτα Νο 13;

Φοιτητής: -*«Και στις δύο κάρτες σχηματίζεται ο χλωριούχος άργυρος. Απλά στην πρώτη σχηματίζεται και το νιτρικό κάλιο, ενώ στην άλλη έχουμε μόνο το σχηματισμό του χλωριούχου αργύρου.»*

Ερευνητής: - Μάλιστα, που σημαίνει ότι έχουμε την ίδια αντίδραση ή διαφορετική;

Φοιτητής: -*«Έχουμε το ίδιο αποτέλεσμα. Έχουμε και στις δύο περιπτώσεις το σχηματισμό του χλωριούχου αργύρου. Ίδια αντίδραση ή διαφορετική;* [παύση]*»*

Φοιτητής: -*«Εάν τις έβλεπα θα έλεγα ότι είναι δύο διαφορετικές αντιδράσεις, άσχετα με το αποτέλεσμα που έχω στο τέλος.»*

Ολόκληρη η στιχομυθία που αφορά την απάντηση του φοιτητή αυτού στην ερώτηση 4 της κάρτας Νο 14 παρατίθεται, λόγω της έκτασής της, στη σελ. 277 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄).

Ερώτηση 4α

«Αν διαφορετική, σε τι συνίσταται η διαφορά;»

Η ερώτηση αυτή υποβλήθηκε, όπως ήταν φυσικό, στους τέσσερις παραπάνω φοιτητές, αυτούς με Κ.Α.01, Κ.Α.06, Κ.Α.08 και Κ.Α.11, οι οποίοι στην προηγούμενη ερώτηση απάντησαν ότι βλέπουν διαφορά ανάμεσα στη χημική εξίσωση που παριστάνεται στην κάρτα Νο 13 με αυτήν που παριστάνεται στην κάρτα Νο 14.

Οι απαντήσεις που δόθηκαν έχουν ως εξής:

Κ.Α.01: -*«Στον άλλο τον τρόπο της κάρτας Νο 13, ο τρόπος γραφής μας δίνει να καταλάβουμε από πού προέρχονται τα ιόντα που χρησιμοποιούμε.»*

Στην ουσία την άποψη αυτή ο εν λόγω φοιτητής διατύπωσε ως απάντηση στην ερώτηση 4β που ακολουθεί. Ωστόσο, θεωρήθηκε σκόπιμο να ληφθεί υπόψη και ως απάντηση αυτού του φοιτητή και στην ερώτηση 4α.

Κ.Α.06: Για τον Κ.Α.06 παραθέτουμε ολόκληρη τη στιχομυθία για το σχηματισμό πληρέστερης εικόνας:

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ερευνητής: -Μάλιστα. Δηλαδή η διαφορά συνίσταται στο ό,τι θα έχουμε;

Φοιτητής: -*«Επιπλέον προϊόν. Βέβαια, αν απομονώσουμε το χλωριούχο άργυρο η ίδια είναι, αλλά εντάξει.»*

Ερευνητής: - «Θα έχουμε επιπλέον προϊόν» είπες, έτσι;

Φοιτητής: -*«Ναι. Το νιτρικό κάλιο.»*

Κ.Α.08: Ομοίως, για το σχηματισμό πληρέστερης εικόνας για την απάντηση που έδωσε ο Κ.Α.08, παραθέτουμε ολόκληρη τη στιχομυθία που έλαβε χώρα μεταξύ του ερευνητή και του συγκεκριμένου φοιτητή.

Ερευνητής: - Σε τι συνίσταται η διαφορά, μπορείς να μου πεις;

Φοιτητής: -*«Κοιτάξτε* [παύση] *βέβαια, και στις δύο αντιδράσεις παράγεται ο χλωριούχος άργυρος, και είναι και στερεό.»*

Ερευνητής: - Ναι. Αυτή είναι ομοιότητα!

Φοιτητής: -*«Είναι ίζημα εδώ.»*

Ερευνητής: - Ναι. Εγώ θέλω τη διαφορά.

Φοιτητής: -«[παύση] *παίρνουμε το χλωριούχο άργυρο από διαφορετικά αντιδρώντα. Κι εδώ έχουμε κι άλλο προϊόν.»*

Ερευνητής: - Ναι.

Φοιτητής: -«[παύση] *Κι έχουμε στην κάρτα Νο 13 και δεύτερο προϊόν.»*

Ερευνητής: - Ωραία. [παύση] Είπες «διαφορετική είναι».

Κ.Α.11: -*«Είναι πιο σύνθετη και περιέχει και περισσότερα* [παύση] *και περιέχει διαφορετικά αντιδραστήρια η Νο 13 κάρτα.»*

Τέλος, στους υπόλοιπους 14/18 φοιτητές, αυτούς δηλαδή που στην προηγούμενη ερώτηση, την ερώτηση 4, απάντησαν ότι οι χημικές εξισώσεις που καταγράφονται στην κάρτα Νο 13 και στην κάρτα Νο 14 δεν περιγράφουν διαφορετική χημική αντίδραση, δε θα μπορούσε να τεθεί η ερώτηση 4α.

Ερώτηση 4β

«Αν ίδια, υπάρχει κάποιο πλεονέκτημα στον έναν ή στον άλλο τρόπο γραφής;»

Στην ερώτηση αυτή, που εκ των πραγμάτων υποβλήθηκε σε όλους τους φοιτητές, είχαμε τα εξής αποτελέσματα:

11/18 φοιτητές δήλωσαν ότι υπάρχει πλεονέκτημα, ενώ

3/18, οι Κ.Α.14, Κ.Α.15 και ο Κ.Α.18, δήλωσαν ότι δεν υπάρχει πλεονέκτημα.

Τις απαντήσεις των φοιτητών αυτών που δήλωσαν ότι δεν υπάρχει πλεονέκτημα παραθέτουμε αμέσως παρακάτω:

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Κ.Α.14: -*«Πλεονέκτημα;* [παύση] *Δε νομίζω.»*

Κ.Α.15: -*«Όχι, όχι. Δεν πιστεύω.»*, και

Κ.Α.18: -*«Απλά, εδώ είναι πιο διευκρινιστικά, πιο διευκρινιστικό ποια ιόντα αντιδρούν και δίνουν το ίζημα.»*

Τέλος, σε 4 φοιτητές (4/18) δεν τέθηκε η ερώτηση. Οι φοιτητές αυτοί είναι ο Κ.Α.04, Κ.Α.06, Κ.Α.08 και Κ.Α.11.

Από την ομάδα των φοιτητών που δηλώνουν ότι υπάρχει πλεονέκτημα, αξίζει να παρακολουθήσουμε την απάντηση του φοιτητή με Κ.Α.12. Όλη η στιχομυθία με το φοιτητή αυτόν παρατίθεται στη σελ. 277 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄).

Ερευνητής: - Υπάρχει κάποιο πλεονέκτημα στον έναν ή στον άλλο τρόπο γραφής; Απ' τη στιγμή που μου είπες ότι είναι η ίδια, έτσι;

Φοιτητής: -*«Τουλάχιστον, εγώ όταν πήγαινα σχολείο δεν καταλάβαινα, όταν πιο απ' τα δύο ποια θα πάνε μαζί. Δηλαδή, δεν μπορούσα να καταλάβω ότι το χλώριο θα πρέπει να πάει μαζί με τον άργυρο, για να μας δώσουν χλωριούχο άργυρο. Πλεονέκτημα πρέπει να υπάρχει στο Νο 14, διότι έχουμε πιο λίγα. Πιο λίγα αντιδρώντα, και μπορούμε να καταλάβουμε ότι αφού έχουμε αυτά τα δύο θα σχηματίσουν* [παύση], *είναι αυτονόητο ότι θα σχηματίσουν χλωριούχο άργυρο.»*

Ερώτηση 4γ

«Εσύ ποια γραφή βρίσκεις προτιμότερη;»

10/18 φοιτητές βρίσκουν προτιμότερη τη γραφή της χημικής εξίσωσης που αναφέρεται στην κάρτα Νο 13, δηλαδή την πλήρη γραφή της εξίσωσης, ενώ

7/18 προτιμούν τη γραφή της κάρτας Νο 14, δηλαδή την ιοντική μορφή. Οι φοιτητές αυτοί είναι αυτοί που έχουν: Κ.Α.02, Κ.Α.06, Κ.Α.09, Κ.Α.12, Κ.Α.15, Κ.Α.16 και Κ.Α.18.

Ο φοιτητής με Κ.Α.15, ενώ στην προηγούμενη ερώτηση, την 4β, δεν έβλεπε πλεονέκτημα στον ένα ή στον άλλο τρόπο γραφής, απάντησε τώρα στην ερώτηση 4γ:

«εμένα μου αρέσουν και οι δύο»

γεγονός που μας υποχρέωσε να υπολογίσουμε την απάντησή του δύο φορές, μία σ' αυτούς που προτιμούν τη Νο 13 και μια σ' αυτούς που προτιμούν τη Νο 14.

Σε 2 από τους φοιτητές, αυτόν με Κ.Α.08 και αυτόν με Κ.Α.11 δεν τέθηκε η ερώτηση.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΚΑΡΤΑ Νο 15

Έχεις συναντήσει τη χημική εξίσωση,

$$AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$$

ή

$$AgCl \rightleftharpoons Ag^{+} + Cl^{-}$$

Στην παραπάνω βασική ερώτηση που υποβλήθηκε κατά την επίδειξη της κάρτας Νο 15, η οποία περιείχε τις 2 χημικές εξισώσεις που αναφέρονται προηγουμένως είχαμε τις εξής απαντήσεις:

6/18 φοιτητές, οι Κ.Α.02, Κ.Α.08, Κ.Α.09, Κ.Α.12, Κ.Α.15 και Κ.Α.17, απάντησαν ότι είχαν συναντήσει και τις δύο χημικές εξισώσεις.

4/18 απάντησαν ότι είχαν συναντήσει μόνο την πρώτη από αυτές, και

6/18 ότι είχαν συναντήσει μόνο τη δεύτερη.

Εξάλλου,

1/18, ο φοιτητής με Κ.Α.03 απάντησε: «*Όχι είναι λανθασμένες*», και

1/18, ο φοιτητής με Κ.Α.18 απάντησε «ΟΧΙ», δηλαδή ότι δεν συνάντησε καμία από τις δύο.

Την απάντηση του φοιτητή με Κ.Α.03, με όλη τη στιχομυθία, παρά το γεγονός ότι είναι αρκετά εκτενής, παραθέτουμε στη θέση αυτή λόγω του εξαιρετικού ενδιαφέροντος που έχει, κατά την άποψη του ερευνητή.

Ερευνητής: - Τι δείχνει αυτή η χημική εξίσωση; Η πρώτη από τις δύο;

Φοιτητής: -«*Είναι αμφίδρομη κι αυτή. Μου δείχνει αυτό που βρισκόταν και στην κάρτα Νο 14 πάλι, με τη διαφορά ότι είναι αμφίδρομη.*»

Ερευνητής: - Ναι

Φοιτητής: -«*Τι μου δείχνει; Νομίζω ότι η πρώτη είναι λάθος.*»

Ερευνητής: - Νομίζεις ότι είναι λάθος η πρώτη από τις δύο που είναι στην κάρτα Νο 15. Ναι, ενώ η δεύτερη;

Φοιτητής: -«*Όχι, και η δεύτερη είναι λάθος. Έτσι νομίζω.*»

Ερευνητής: - Εγώ θέλω αυτό που νομίζεις.

Φοιτητής: -«*Έτσι νοιώθω, ας πούμε.*»

Ερευνητής: - Εντάξει.

Φοιτητής: -«*Γιατί δεν μπορώ να το σκεφτώ, ας πούμε, να προκύπτει από το πρώτο το δεύτερο.*»

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Μετά τη διευκρίνιση προς όλους τους φοιτητές ότι οι δύο χημικές εξισώσεις περιγράφουν το ίδιο χημικό φαινόμενο, υποβλήθηκαν οι ερωτήσεις που ακολουθούν. Ωστόσο, στο φοιτητή με Κ.Α.18, για το λόγο ότι δε συνάντησε ποτέ καμία από τις δύο χημικές εξισώσεις, δεν υποβλήθηκε καμία από τις ερωτήσεις της κάρτας Νο 15 που ακολουθούν. Έτσι, για τον έλεγχο του αριθμού των απαντήσεων θα πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι ο συνολικός αριθμός των φοιτητών είναι πλέον 17 και όχι 18.

Ερώτηση 1

«Τι δείχνει αυτή η χημική εξίσωση;»

$$(AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \text{ ή } AgCl \rightleftharpoons Ag^{+} + Cl^{-})$$

Στην ερώτηση αυτή απάντησαν με ακρίβεια 4/17 φοιτητές. Οι φοιτητές αυτοί είναι οι Κ.Α.01, Κ.Α.04, Κ.Α.09 και Κ.Α.10.

Η απάντηση που έδωσε ο Κ.Α.04 συμπεριλήφθηκε στις απαντήσεις αυτές, παρά το γεγονός ότι δε χρησιμοποιεί ορθή χημική ορολογία, όταν αναφέρεται στη διάσταση των ιόντων αργύρου, Ag^{+} και χλωρίου, Cl^{-}, κατά τη διάλυση του χλωριούχου αργύρου, AgCl. Ο φοιτητής αυτός, ανεπιτυχώς βέβαια κάνει χρήση του όρου διάσπαση.

Όλοι οι άλλοι φοιτητές έδωσαν απαντήσεις οι οποίες στερούνται πληρότητας ή ακρίβειας.

Ερώτηση 2

«Πότε την χρησιμοποιούμε;

(*Διάσταση δυσδιάλυτου άλατος /Διαλυτότητα / Γινόμενο Διαλυτότητας*)»

Στην ερώτηση «*πότε την χρησιμοποιούμε*», εννοείται τη μία ή την άλλη χημική εξίσωση, μόνο 3/17, ο Κ.Α.04, ο Κ.Α.07 και ο Κ.Α.13, απάντησαν κατά τρόπο αποδεκτό, αν και οι απαντήσεις του πρώτου και του τρίτου εξ αυτών δεν ήταν απόλυτα ακριβείς.

2/17, ο Κ.Α.05 και Κ.Α.06, απάντησαν δε γνωρίζω, και σε

3/17, τον Κ.Α.01, Κ.Α.02 και Κ.Α.03, δεν τέθηκε η ερώτηση, επειδή οι δύο πρώτοι απάντησαν έμμεσα, μέσω της απάντησης που έδωσαν στην ερώτηση 1, ενώ στον τρίτο, τον Κ.Α.03, δεν τέθηκε, επειδή προηγουμένως θεώρησε ότι και οι δύο χημικές εξισώσεις είναι γραμμένες κατά λανθασμένο τρόπο.

Οι υπόλοιποι (7/17) φοιτητές έδωσαν διάφορες, μη αποδεκτές απαντήσεις.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ερώτηση 3

«Γιατί στην περίπτωση αυτή την δείχνουμε με διπλό βέλος;»

Οι 14/17 φοιτητές έδωσαν ακριβείς απαντήσεις. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα φραστικά σχήματα που χρησιμοποίησε ένας εξ' αυτών, ο Κ.Α.02:

Φοιτητής: -*«Με το διπλό βέλος; Ότι μπορεί, είτε χρησιμοποιήσουμε κατιόντα αργύρου και ανιόντα χλωρίου μπορούμε να πάρουμε ίζημα, στερεό χλωριούχο άργυρο, ή το αντίστροφο.»*

Τέλος, 2/17 φοιτητές, οι Κ.Α.03 και ο Κ.Α.10, έδωσαν μη αποδεκτές απαντήσεις. Επισημαίνεται ότι ο Κ.Α.03 μπερδεύεται από το διπλό βέλος:

Φοιτητής: -*«Αυτό είναι ακριβώς που με μπερδεύει, το διπλό βέλος. Ας πούμε, κυρίως, αυτό το βέλος, που από το χλωριούχο άργυρο πηγαίνει προς τα δεξιά, δηλαδή, στον άργυρο και το χλώριο.»*

Ερώτηση 3α

«Σε τι διαφέρει από την $Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)}$;»

Στην ερώτηση αυτή 10/17 φοιτητές απάντησαν με ακρίβεια, ενώ

5/17, οι Κ.Α.02, Κ.Α.04, Κ.Α.05, Κ.Α.06 και Κ.Α.08, δεν έδωσαν ακριβείς απαντήσεις.

Σε 2/17, στον Κ.Α.01 και στον Κ.Α.03, δεν τέθηκε η ερώτηση λόγω της αδυναμίας που επέδειξαν να απαντήσουν σε ερωτήματα που τέθηκαν προηγουμένως και αφορούν το φαινόμενο που πραγματεύεται η ενότητα.

Ερώτηση 3β

«Γιατί στην προηγούμενη το βέλος είναι απλό;»

Ομοίως, 10/17 φοιτητές έδωσαν αποδεκτές απαντήσεις στην ερώτηση αυτή, ενώ εκείνοι που δεν μπόρεσαν να ανταποκριθούν, κατά τρόπο ικανοποιητικό, ήταν 4/17.

Σε 3/17 φοιτητές δεν τέθηκε η ερώτηση για το λόγο που μνημονεύθηκε παραπάνω κατά την επεξεργασία των αποτελεσμάτων που σχετίζονται με την προηγούμενη ερώτηση, την 3α.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Γενικά

Η διεξοδική και ενδελεχής μελέτη των απαντήσεων που έδωσαν οι φοιτητές οδηγούν σε διαπιστώσεις που, σε ορισμένες περιπτώσεις, χαρακτηρίζονται απρόσμενες και μάλιστα τέτοιες που δημιουργούν δυσάρεστες εντυπώσεις. Τέτοιου είδους εντυπώσεις εδράζονται σε απαντήσεις που αποδεικνύουν το μεγάλο έλλειμμα κατανόησης θεμελιωδών γνώσεων, που αναφέρονται σε έννοιες, όπως η χημική αντίδραση και η χημική εξίσωση, ή σε χημικές οντότητες, όπως το υδροξύλιο και το υδροξείδιο. Επίσης, εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι πολλοί φοιτητές φαίνεται ότι δεν έχουν κατανοήσει την ιοντική δομή της ύλης και γενικότερα τη δομή των χημικών ενώσεων.

Στο κεφάλαιο αυτό αναφέρονται διαπιστώσεις και συμπεράσματα που απορρέουν από τα αποτελέσματα που παρουσιάσθηκαν αναλυτικά και σχολιάσθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, το κεφάλαιο 5.

Η αναφορά των διαπιστώσεων και των συμπερασμάτων γίνεται κατά ενότητα, με βάση τις κάρτες που επιδείχθηκαν και τις συνοδευτικές προς αυτές ερωτήσεις που υποβλήθηκαν.

2. ΕΝΟΤΗΤΑ Α΄: Συμβολισμοί και Ορισμολογία, που αναφέρονται στις Χημικές Εξισώσεις

ΚΑΡΤΑ No 1

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

- Οι φοιτητές, στην μεγάλη πλειονότητά τους (13/18), δε γνώριζαν την έννοια του όρου «Χημική Εξίσωση» και μάλιστα δύο από αυτούς (2/18) δεν ήταν σε θέση να δηλώσουν ότι αριστερά και δεξιά του βέλους αναγράφονται, αντίστοιχα, οι χημικοί τύποι των αντιδρώντων και προϊόντων. Επίσης, όταν τους υποβλήθηκε ευθέως η ερώτηση 5,

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

«Τι παριστάνει μια χημική εξίσωση;»,

οι μισοί από αυτούς δεν ήταν σε θέση να δώσουν ακριβή απάντηση.

- Μόνο 6/18 φοιτητές μπορούσαν να διαβάσουν την κάρτα No 1, δηλαδή ήταν σε θέση να αντλήσουν ποιοτικές ή ποσοτικές πληροφορίες, βλέποντας τη χημική εξίσωση.

- Το 1/3 των φοιτητών (6/18) μόνο γνώριζε άμεσα ή έμμεσα την αρχή ισοστάθμισης της μάζας.

- Όλοι οι φοιτητές δε γνώριζαν, επειδή στην πλειονότητά τους δεν το είχαν διδαχθεί, ότι το βέλος χρησιμοποιείται αντί του συμβόλου της ισότητας, δείχνοντας εκτός από τη φορά της χημικής αντίδρασης και την ισοστάθμιση της μάζας.

ΚΑΡΤΑ No 2

$$2S + 3O_2 = 2SO_3$$

- Ένας αρκετά μεγάλος αριθμός φοιτητών, όταν βλέπει το σύμβολο της ισότητας ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα, αντιλαμβάνεται ότι δε βλέπει πλέον μια χημική αντίδραση αλλά μια χημική εξίσωση. Αυτό συμπεραίνεται από το γεγονός ότι στην ερώτηση 1 αυτής της κάρτας,

«Τι δείχνει αυτή η κάρτα;»,

7/18 απάντησαν ότι βλέπουν μια χημική εξίσωση, 9/18 έδωσαν διάφορες άλλες απαντήσεις και μόνο 2/18 απάντησαν ότι βλέπουν μια χημική αντίδραση.

- Εξακολουθεί να είναι μικρός ο αριθμός των φοιτητών (7/18), που μπορούν να αντλήσουν ποιοτικές και ποσοτικές πληροφορίες, βλέποντας τη χημική εξίσωση που περιγράφει μια χημική αντίδραση, δηλαδή αυτών (των φοιτητών) που μπορούν να διαβάσουν, όπως αλλιώς θα λέγαμε, μια χημική εξίσωση.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

- Είναι ικανοποιητικά μεγάλος (14/18) ο αριθμός των φοιτητών που βλέπει τη διαφορετική λειτουργία του συμβόλου της ισότητας ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα μιας χημικής εξίσωσης, από αυτήν που το σύμβολο αυτό έχει στα μαθηματικά.

- Στη μεγάλη πλειονότητά τους (17/18), είναι έτοιμοι να διατυπώσουν με τον ένα ή τον άλλο τρόπο την αρχή ισοστάθμισης της μάζας (Α.Ι.Μ.). Ωστόσο, μόνο 14 από τούς 18 αναγνωρίζουν την ύπαρξη σχέσης μαζών ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα μιας χημικής αντίδρασης, που παριστάνεται από μια χημική εξίσωση.

- Από τις απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 8:
«Κατά τη γνώμη σου, το σύμβολο της ισότητας ή το βέλος εκφράζει ορθότερα μια χημική εξίσωση;»
(βέλος/ίσον = 13/6) φαίνεται ότι αρχίζει να κλονίζεται η πίστη των φοιτητών, για το κατά πόσον το βέλος ή το σύμβολο της ισότητας εκφράζει ορθότερα μια χημική εξίσωση.

- Οι φοιτητές δε θα ήθελαν να γίνει αντικατάσταση του βέλους από το σύμβολο της ισότητας γι' αυτούς τους ίδιους. Ωστόσο, θα το ήθελαν ή πιστεύουν ότι θα ήταν χρήσιμο να γίνει για τους μαθητές που έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή με το μάθημα της χημείας, δηλαδή τους μαθητές της Β΄ Γυμνασίου (τους επερχόμενους).

ΚΑΡΤΑ No 3

$$2NH_3 \rightarrow N_2 + 3H_2$$

- Ένας αρκετά μεγάλος αριθμός φοιτητών (13/18) γνωρίζει ότι είναι εφικτή η γραφή της χημικής εξίσωσης και με την αντίθετη φορά από αυτήν που παριστάνεται από τη χημική εξίσωση της κάρτας No 1 ($N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$) και, ταυτόχρονα, μπορεί να το δικαιολογεί κάνοντας αναφορά στις αμφίδρομες αντιδράσεις.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

- Ωστόσο, από τις απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 3:

  «Υπάρχει περίπτωση που να μην επιτρέπεται να γράψουμε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης αντίστροφα; Πώς διαφοροποιούμε τις δύο περιπτώσεις;»

  φαίνεται ότι οι φοιτητές δεν έχουν αφομοιώσει πλήρως τα σχετικά με τις αμφίδρομες αντιδράσεις.

ΚΑΡΤΑ No 4

$$S + 3/2O_2 = SO_3$$

- Οι φοιτητές, στη συντριπτικά μεγάλη πλειονότητά τους (17/18), γνωρίζουν ότι μπορούμε να διαιρέσουμε τους συντελεστές μιας χημικής εξίσωσης με τον ίδιο αριθμό. Ωστόσο, δε γνωρίζουν γιατί είναι δυνατή η διαίρεση, καθώς, επίσης, και πότε αυτή η διαίρεση δεν επιτρέπεται (περίπτωση στοιχειωδών αντιδράσεων).

- Από την ποικιλομορφία των απαντήσεων που δόθηκαν στην ερώτηση 2 της κάρτας No 4:

  «Αν όχι γιατί, αν ναι γιατί;»,

  προκύπτει ότι υπάρχει πολύ μεγάλη αδυναμία, ενδεχομένως και άγνοια, γύρω από το γιατί είναι δυνατή η διαίρεση των συντελεστών μιας χημικής εξίσωσης με τον ίδιο αριθμό.

- Η ερώτηση 5:

  «Σε τι διαφέρει η χημική εξίσωση μιας στοιχειώδους (απλής) αντίδρασης από τη στοιχειομετρική χημική εξίσωση μιας χημικής αντίδρασης;»,

  και η ερώτηση 6:

  «Θα προτιμούσες να χρησιμοποιούσαμε διαφορετικό σύμβολο αντί του βέλους για τις στοιχειώδεις αντιδράσεις;»,

  ήταν αδύνατο να τεθούν στην πλειονότητα των περιπτώσεων, επειδή ήταν φανερό ότι οι φοιτητές δε γνώριζαν τα περί απλών ή στοιχειωδών αντιδράσεων.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

ΚΑΡΤΑ No 5

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$

➢ Η υποβολή της ερώτησης 1 της κάρτας No 5:

«Τι δείχνει αυτή η κάρτα;»,

και της ερώτησης 2 της ίδιας κάρτας:

«Μπορείς να μου διαβάσεις αυτήν την κάρτα;

(φαντάσου ότι εγώ δεν την ξέρω ούτε την βλέπω)»,

συνήθως, οδηγούσε τους ερωτώμενους στο να δώσουν παρόμοιες μεταξύ τους απαντήσεις, όπως για παράδειγμα:

«άζωτο και τρία υδρογόνα μας δίνουν αμμωνία».

Αυτό οφείλεται, όπως διαπιστώθηκε και σε άλλη θέση, στο ότι οι φοιτητές αδυνατούσαν να αντλήσουν τις ποιοτικές και ποσοτικές πληροφορίες που μπορεί κάποιος να αντλήσει, παρατηρώντας τη χημική εξίσωση που περιγράφει μια χημική αντίδραση.

Το ίδιο διαπιστώθηκε και στην περίπτωση των ερωτήσεων 1 και 2 της κάρτας No 1 ($N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$), που ήταν οι ίδιες, καθώς και στην περίπτωση των ερωτήσεων 1 και 2, με το ίδιο περιεχόμενο, της κάρτας No 2 ($2S + 3O_2 = 2SO_3$), με τη διαφορά ότι σ' αυτήν την περίπτωση, το φαινόμενο παρατηρήθηκε σε μικρότερο βαθμό.

➢ Όπως αναμενόταν, και οι 18 φοιτητές γνώριζαν τη διαφορά ανάμεσα στη χημική εξίσωση της κάρτας No 1 ($N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$) και στη χημική εξίσωση της κάρτας No 5 ($N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$).

➢ Οι φοιτητές, στην υποερώτηση 3α:

«Αν δε δείχνουν το ίδιο, σε τι συνίσταται η διαφορά;»

(η ερώτηση αυτή προέκυψε από τη διαίρεση της ερώτησης 3 σε δύο υποερωτήσεις, εκ των υστέρων, κατά την επεξεργασία των αποτελεσμάτων), έδιναν ποικίλες απαντήσεις. Οι απαντήσεις αυτές σημειώνονται συνοπτικά στη στήλη $3^{\alpha*}$, του πίνακα 5, της σελ. 222 του ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ Α΄ και, πιο διεξοδικά, στη σελ. 135 του $5^{ου}$ κεφαλαίου, όπου παρουσιάζονται αναλυτικά και σχολιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη μελέτη των απαντήσεων των φοιτητών.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

- Στην ερώτηση 4,

  «Τι δείχνει το ΔΙΠΛΟ βέλος στη χημική εξίσωση;»,

  μόνο 13/18 απάντησαν σωστά.

- Όλοι οι φοιτητές γνώριζαν ότι η χημική εξίσωση $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$, θα μπορούσε να γραφεί και αντίστροφα (ερώτηση 5: $2NH_3 \rightleftharpoons N_2 + 3H_2$). Επίσης, αν εξαιρέσουμε δύο φοιτητές που έβλεπαν διαφορές στις δύο διαφορετικές γραφές, σε όλους τους υπόλοιπους στους οποίους υποβλήθηκε η ερώτηση 5α, δηλαδή για το αν υπάρχει ταυτότητα ή διαφορά ανάμεσα στις δύο μορφές, απάντησαν ότι δεν υπάρχει διαφορά.

- Κατά την υποβολή της «κρίσιμης» ερώτησης 6:

  «Θα μπορούσαμε και στην περίπτωση αυτή

  (χημικής ισορροπίας / αμφίδρομης αντίδρασης)

  να χρησιμοποιήσουμε το σύμβολο της ισότητας αντί για το διπλό βέλος;»,

  οι μισοί φοιτητές, 9/18, απάντησαν «ΝΑΙ».

  Επειδή όμως ο αριθμός των θετικών απαντήσεων κρίθηκε μεγάλος, διερευνήθηκε το ενδεχόμενο να παρασύρθηκαν οι φοιτητές από τον έχοντα την ευθύνη της συνέντευξης. Προς τούτο ακολούθησε προσεκτικός έλεγχος των μαγνητοφωνήσεων, ακόμη και ως προς το ύφος και τη χροιά της φωνής του ερευνητή, κατά την υποβολή των ερωτήσεων. Η διαπίστωση είναι ότι δεν υπήρξε καμία αντιδεοντολογική συμπεριφορά. Τελικά, προκύπτει ότι οι φοιτητές άρχισαν να βλέπουν θετικά το ενδεχόμενο χρησιμοποίησης του συμβόλου της ισότητας αντί του βέλους.

- Τέλος, στην ερώτηση 6α:

  «Μήπως κάποιος από τους δύο συμβολισμούς έχει πλεονέκτημα και ποιο;»,

  11/16 απάντησαν ότι βλέπουν πλεονέκτημα στο αμφίδρομο βέλος.

3. ΕΝΟΤΗΤΑ Β΄: Συμβολισμοί και Ορισμολογία, που αναφέρονται στις ομάδες Υδροξύλιο και Υδροξείδιο

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

ΚΑΡΤΑ Νο 6

$NaOH$,	KOH,	$Ca(OH)_2$

- Από την ερώτηση 1 προκύπτει ότι οι φοιτητές, στην πλειονότητά τους, μπορούν να αναγνωρίζουν τα υδροξείδια των μετάλλων (Na, K και Ca) και να τα κατατάσσουν στην κατηγορία των βάσεων (ερώτηση 4, σελ. 89).

- Δε γνωρίζουν όλοι, κάτι που δεν αναμενόταν, τι κοινό και ποια διαφορά έχουν οι τρεις ενώσεις (ερώτηση 2, σελ. 89).

- Επίσης, γνωρίζουν ότι:

  Α) στις βάσεις συγκαταλέγονται και χημικές ενώσεις που στο μόριό τους δεν περιλαμβάνεται υδροξείδιο (ερώτηση 6, σελ. 89),

  Β) σε χημικές ενώσεις, όπως τα οξέα, περιλαμβάνεται η ομάδα του υδροξυλίου μία ή περισσότερες φορές (ερωτήσεις 7 και 8, σελ. 89).

ΚΑΡΤΑ Νο 7 και Νο 8

$\cdot OH$	OH

- Από τις δύο αυτές κάρτες συμπεραίνονται:

  Α) Ότι οι φοιτητές, στη μεγάλη τους πλειονότητα, δε διακρίνουν τη διαφορά ανάμεσα στο υδροξύλιο ($\cdot OH$) και στο υδροξείδιο (OH^-), κάτι που μπορεί να χαρακτηριστεί έως και απρόσμενο, τουλάχιστον για το βαθμό στον οποίο εμφανίζεται το φαινόμενο.

  Πιο συγκεκριμένα, στο πλαίσιο της έρευνας:

  9/18 φοιτητές ονομάζουν αμφότερα τις ομάδες ($\cdot OH$ και OH^-) ως υδροξείδιο.

  6/18 φοιτητές ονομάζουν αμφότερα τις ομάδες ($\cdot OH$ και OH^-) ως υδροξύλιο.

  1/18 φοιτητής ονομάζει το OH^- ως υδροξύλιο και το $\cdot OH$ ως τίποτε (ως μη υπάρχον).

  1/18 φοιτητής ονομάζει το OH^- ως υδροξύλιο και το $\cdot OH$ ως υδροξείδιο και

  1/18 φοιτητής ονομάζει το OH^- ως υδροξύλιο και το $\cdot OH$ δεν το αναγνωρίζει.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Β) Ελάχιστοι από τους φοιτητές έχουν αντιληφθεί να γίνεται στο παρελθόν εσφαλμένη χρήση των όρων υδροξύλιο (·OH) και υδροξείδιο (OH^-) (ερώτηση 2, της κάρτας No 8, σελ. 90).

Γ) Ως απόρροια της συμμετοχής τους στην έρευνα αντιλαμβάνονται τη σύγχυση που γίνεται και δηλώνουν ότι αυτή θα πρέπει ποικιλοτρόπως να επηρεάζει τη στάση των μαθητών απέναντι στο μάθημα αλλά και στην επιστήμη της Χημείας (ερώτηση 5, της κάρτας No 8, σελ. 90).

4. ΕΝΟΤΗΤΑ Γ΄: Συμβολισμοί και Ορισμολογία, που αναφέρονται στην Ιοντική Δομή των Αλάτων

ΚΑΡΤΑ No 9

NaCl

- Το γεγονός ότι όλοι οι φοιτητές (18/18) απάντησαν εύστοχα στην ερώτηση 1 της κάρτας No 9, που αναφέρεται στην ονοματολογία της χημικής ένωσης NaCl, αλλά, ομοίως, και στην ερώτηση 1 καθεμιάς από τις κάρτες No 10, No 11 και No 12, που αναφέρονται, αντίστοιχα, στην ονοματολογία των χημικών ενώσεων $CaCl_2$, $NaNO_3$ και $Al_2(SO_4)_3$, δείχνει ότι οι φοιτητές γνωρίζουν να ονομάζουν γενικώς τα άλατα των μετάλλων $1^{ης}$, $2^{ης}$ και $3^{ης}$ ομάδας του πίνακα περιοδικότητας των ιδιοτήτων των στοιχείων.

- Η διαφοροποίηση του αριθμού των φοιτητών που δίνουν σωστές απαντήσεις στις ερωτήσεις 2 και 3 αυτής της κάρτας, που αναφέρονται στον αριθμό θετικών-αρνητικών ιόντων και θετικών-αρνητικών φορτίων αντίστοιχα, προϊδεάζει για την εσφαλμένη ή ελλιπή άποψη που μπορεί να έχουν οι φοιτητές αυτοί γύρω από τις έννοιες «ιόν» και «φορτίο».

ΚΑΡΤΑ No 10

$CaCl_2$

- Η ορθότητα της προηγούμενης διαπίστωσης, περί εσφαλμένης άποψης που μπορεί να έχουν οι φοιτητές γύρω από τις έννοιες ιόν και φορτίο, επιβεβαιώνεται ακόμη περισσότερο από τις απαντήσεις που έδωσαν αυτοί στις ερω-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

τήσεις 2 (περί αριθμού ιόντων) και 3 (περί αριθμού φορτίων) της κάρτας No 10. Αυτό δικαιολογείται από τον πολύ μικρό αριθμό φοιτητών, 6/18, για την ερώτηση 2, και 7/18 για την ερώτηση 3, που μπορεί να προσδιορίσει τώρα τον αριθμό θετικών-αρνητικών ιόντων και φορτίων αντίστοιχα, στο συνθετότερο από άποψη δομής, χλωριούχο ασβέστιο, $CaCl_2$.

- Το γεγονός ότι πολλοί φοιτητές απαντούν λανθασμένα στην ερώτηση 2 της κάρτας No 10:

  «Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο ασβέστιο, $CaCl_2$;»,

  καθώς και στην ερώτηση 3 της ίδιας κάρτας:

  «Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο ασβέστιο, $CaCl_2$;»,

  ενώ, ταυτόχρονα, απαντούν σωστά στην ερώτηση 4:

  «Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 2 στο χλώριο;»,

  οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι μαθητές απομνημονεύουν τους χημικούς τύπους των ενώσεων, και ιδιαίτερα των ιοντικών, και ότι η αναγραφή τους δεν είναι προϊόν σκέψης.

ΚΑΡΤΑ No 11

$NaNO_3$

- Η «σύνθετη» δομή του νιτρικού νατρίου, $NaNO_3$, λόγω της ύπαρξης του πολυατομικού νιτρικού ανιόντος, NO_3^-, κάνει τους φοιτητές να μην μπορούν να απαντήσουν με επιτυχία στις ερωτήσεις 2 και 3 αυτής της κάρτας, που σχετίζονται και πάλι με τον αριθμό των ιόντων και των φορτίων, αντίστοιχα.

- Είναι μεγάλος ο αριθμός των φοιτητών που φαίνεται να μη γνωρίζει καλά τα περί ιοντικής δομής των χημικών ενώσεων. Αυτό απορρέει, πέραν των άλλων, και από τις απαντήσεις που έδωσαν οι φοιτητές στην ερώτηση 3:

  «Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση νιτρικό νάτριο, $NaNO_3$;»

  αυτής της κάρτας, τις οποίες πολύ συνοπτικά παραθέτουμε στο σημείο αυτό.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Θετικά Φορτία – Αρνητικά Φορτία

Κ.Α.01: 4 4

Κ.Α.02: 1 5

Κ.Α.03: «*Αν πω πάλι το ίδιο;*» (Εννοούσε όπως τα ιόντα, 1-1, αλλά δεν ήταν βέβαιη.)

Κ.Α.09: «*Δεν υπάρχουν*»

Κ.Α.12: 1 3

Κ.Α.13: «*Θα πω κι εδώ μηδέν*» (Μηδέν είχε απαντήσει και στην προηγούμενη ερώτηση της κάρτας αυτής, όταν ρωτήθηκε για τον αριθμό των ιόντων που υπάρχουν μέσα στη χημική ένωση).

Κ.Α.15: 6 6

Κ.Α.17: 8 6

Μόνο 8/18 φοιτητές έδωσαν την απάντηση ότι ο αριθμός θετικών και αρνητικών φορτίων είναι «*1 Θετικό και 1 Αρνητικό*».

ΚΑΡΤΑ No 12

$Al_2(SO_4)_3$

- Ερωτήσεις 2 και 3

Από το μικρό αριθμό φοιτητών (6/18) που απάντησαν σωστά στην ερώτηση 2:

«Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρχουν στη χημική ένωση θειικό αργίλιο, $Al_2(SO_4)_3$;»,

αλλά και από το μικρό αριθμό φοιτητών (3/18) που απάντησε σωστά στην ερώτηση 3:

«Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση θειικό αργίλιο, $Al_2(SO_4)_3$;»,

εδραιώνεται η άποψη που διατυπώθηκε ως συμπέρασμα μετά την επεξεργασία των απαντήσεων των φοιτητών, που περιλαμβάνονται στους πίνακες 9, 10 και 11 αυτής της ενότητας (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄ σελίδες 228-230). Οι φοιτητές, δηλαδή, δε γνωρίζουν καλά τα περί ιοντικής δομής των χημικών ενώσεων και δεν έχουν εμπεδώσει τις έννοιες «ιόν» και «φορτίο ιόντος».

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

- Αν ληφθεί υπόψη ότι οι απαντήσεις των φοιτητών με Κ.Α.01 και 09 στην ερώτηση 4β (αυτές που σημειώνονται με αστερίσκο στη στήλη με την ένδειξη Λ, στον πίνακα Νο 12, σελ. 231) θεωρήθηκαν λανθασμένες, επειδή το ιόν του αργιλίου, Al^{+3}, αναφέρεται ως άτομο αργιλίου, Al, τότε θα μπορούσαμε να δεχθούμε ότι οι σωστές απαντήσεις στην ερώτηση 4β:

  «Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 2 στο αργίλιο;»,

  είναι 12+2=14. Ο αριθμός αυτών των σωστών απαντήσεων στην ερώτηση 4β είναι λογικό να αναμένεται να είναι ίσος ή να τείνει προς των αριθμό των σωστών απαντήσεων (15) που αντιστοιχούν στην ερώτηση 4γ:

  «Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 3; (εννοείται στο θειικό ιόν, SO_4^{2-})»,

  λόγω της αναλογίας των δύο ερωτήσεων.

- Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων (7/18) που δόθηκαν στην ερώτηση 4α:

  «Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 4 στο οξυγόνο; (στο θειικό ιόν, SO_4^{2-})»,

  είναι μικρότερος από αυτόν που δόθηκε στις ερωτήσεις 4β:

  «Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 2 στο αργίλιο;»

  (12/18), και 4γ:

  «Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 3;» (εννοείται στο θειικό ιόν, SO_4^{2-})

  (15/18), λόγω της ποιοτικής της διαφοράς και ταυτόχρονα της δυσκολίας της σε σχέση με αυτές. Η διαφορά αυτή κατά την άποψη του ερευνητή ήταν αναμενόμενη.

- Άμεσα συνδεδεμένο με το προηγούμενο συμπέρασμα είναι και αυτό που διατυπώνεται σ' αυτήν την παράγραφο και αφορά την ερώτηση 4δ:

  «Υπάρχει κάποια διαφορά ανάμεσα στους δείκτες 2, 4 και 3;».

  Σύμφωνα, λοιπόν, με τις απόλυτα σωστές απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 4δ, μπορούμε να πούμε ότι ο αριθμός αυτός (10/18) είναι αρκετά μικρός, αλλά και αναμενόμενος, αν λάβουμε υπόψη μας το σκεπτικό που διατυπώθηκε με αφορμή το προηγούμενο συμπέρασμα.

Εργασίες χωρίς κάρτες, Νο 12.α. και 12.β.

- Από το μικρό αριθμό φοιτητών (7/18), που διαπίστωσαν ότι βλέπουν παιδαγωγικό πλεονέκτημα στη γραφή των χημικών τύπων με τη βοήθεια παρεν-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

θέσεων, δηλαδή του πρώτου από τους προτεινόμενους χημικούς τύπους, προκύπτει το συμπέρασμα ότι αυτός ο τρόπος γραφής των χημικών τύπων δεν πρέπει να είναι προτεινόμενος από την παρούσα έρευνα.

- Οι φοιτητές σε ένα μεγάλο βαθμό, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, δε διακρίνουν τις έννοιες ιόν και φορτίο και δεν έχουν αφομοιώσει τα περί ιοντικής δομής της ύλης. Ειδικά, όταν στο άλας συμμετέχουν πολυατομικά ιόντα η σύγχυση που επικρατεί γύρω από αυτές τις θεμελιώδεις έννοιες γίνεται υπερβολικά μεγάλη.

- Η έλλειψη ολοκληρωμένων γνώσεων περί ιοντικής δομής ίσως να οφείλεται στο ότι οι φοιτητές να είναι προσκολλημένοι στη μοριακή δομή της ύλης, δηλαδή στις ενώσεις ομοιοπολικής κατασκευής. Η διεξαγωγή μιας έρευνας σχετικά με τις γνώσεις και αντιλήψεις των μαθητών για τη δομή των χημικών ενώσεων, θα αναδείκνυε το πρόβλημα σε όλες του τις πτυχές και τις διαστάσεις.

- Ο αριθμός των φοιτητών που διαπίστωσαν ότι βλέπουν παιδαγωγικό πλεονέκτημα στη γραφή των χημικών τύπων με τη βοήθεια παρενθέσεων και ηλεκτρικών φορτίων, δηλαδή του δεύτερου από τους προτεινόμενους, από την έρευνα τρόπου γραφής των χημικών τύπων, της σελίδας 92 (συμβολίζεται με τον αριθμό 3 στον πίνακα της επόμενης σελίδας), δηλαδή:

$$(Na^{+})(Cl^{-})$$
$$(Ca^{2+})(Cl^{-})_2$$
$$(Na^{+})[(NO_3)^{-}]$$
$$(Al^{3+})_2[(SO_4)^{-2}]_3$$

είναι αρκετά μεγάλος και ίσος με 9/18. Ωστόσο, οι φοιτητές αντιμετώπισαν αρκετά μεγάλη δυσκολία στο να τους γράψουν, έστω και με τη βοήθεια του ερευνητή. Από το συνδυασμό αυτών των δύο δεδομένων προκύπτει το συμπέρασμα ότι αυτός ο τρόπος γραφής των χημικών τύπων θα μπορούσε, κάτω από κάποιες συνθήκες, να διδάσκεται στους μαθητές, για να αντιμετωπίζεται το πρόβλημα της κατανόησης και της διάκρισης των εννοιών «ιόν» και «φορτίο. Κατά την άποψη του ερευνητή, για το θέμα αυτό θα πρέπει να γίνει περαιτέρω διερεύνηση, ίσως από άλλη έρευνα.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Στη θέση αυτή παραθέτουμε συγκεντρωτικό πίνακα, για την καλύτερη αποτίμηση των προτιμήσεων των φοιτητών, έναντι του υπάρχοντος τρόπου γραφής των χημικών τύπων (που συμβολίζεται με τον αριθμό 1), του πρώτου προτεινόμενου τρόπου γραφής (που συμβολίζεται με τον αριθμό 2), και του δεύτερου τρόπου (που συμβολίζεται με τον αριθμό 3).

Κ.Α.	1 ή 2	2 ή 3	1 ή 2 ή 3
01	Δ.Τ.Ε.*		
02	2	2	2
03	Δ.Τ.Ε.*		
04	1	3	-
05	1	2	1
06	2	3	3
07	1	3	1
08	1	3	1
09	1	2	1
10	1	-	1
11	2	2	2
12	1	-	1
13	1	3	1
14	2	3	3
15	2	3	3
16	2	2	2
17	1	3	1
18	2	3	3
Αποτέλεσμα	9/7	5/9	8/3/4

Ο πίνακας αυτός περιέχει 4 στήλες. Στις στήλες αυτές φαίνονται:

Στην 1, οι κωδικοί αριθμοί (Κ.Α.) των φοιτητών,

Στη 2, η προτίμηση των φοιτητών ανάμεσα στον ήδη υπάρχοντα τρόπο γραφής των χημικών τύπων (1) και στον πρώτο προτεινόμενο (2), δηλαδή αυτόν στον οποίο τα ιόντα γράφονται μέσα σε παρενθέσεις,

Στην 3, η προτίμηση των φοιτητών ανάμεσα σ' αυτόν στον οποίο τα ιόντα γράφονται μέσα σε παρενθέσεις (2) και στο δεύτερο προτεινόμενο (3), δηλαδή αυτόν που εκτός από τα ιόντα σημειώνονται και τα φορτία και, εφόσον χρειαστούν, χρησι-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

μοποιούνται και αγκύλες.

Στην 4, η τελική προτίμηση, όπως αυτή προκύπτει από τη μελέτη των δύο προηγούμενων στηλών.

Δ.Τ.Ε.* =Δεν Τέθηκε Ερώτηση

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτουν τα εξής συνοπτικά συμπεράσματα:

Α) Όταν οι φοιτητές καλούνται να διακρίνουν πλεονέκτημα, στην ουσία να διαλέξουν μεταξύ του υπάρχοντος τρόπου γραφής (1) και του πρώτου προτεινόμενου, αυτού με τις παρενθέσεις, προτιμούν τον (1). Αυτό φαίνεται από το αποτέλεσμα της στήλης 2, που είναι 9/7 υπέρ του υπάρχοντος τρόπου γραφής.

Β) Όταν οι φοιτητές καλούνται να διακρίνουν πλεονέκτημα, στην ουσία να διαλέξουν και πάλι μεταξύ του πρώτου προτεινόμενου, αυτού με τις παρενθέσεις (2), και του δεύτερου προτεινόμενου, δηλαδή αυτού με τις παρενθέσεις, τα φορτία και ενδεχομένως και τις αγκύλες (3), προτιμούν τον (3). Αυτό φαίνεται από το αποτέλεσμα της στήλης 3, που είναι 5/9 υπέρ του δεύτερου προτεινόμενου, του 3.

Γ) Από την τρίτη στήλη, και ύστερα από συγκριτική εξέταση των δύο προηγούμενων στηλών, προκύπτει ότι οι φοιτητές, τελικά, προτιμούν τους τρόπους γραφής (1)/(2)/(3) με αναλογία 8/3/4.

Με άλλα λόγια, δηλαδή:

1) Αν είναι να συγκριθεί ο υπάρχων (1) με τον πρώτο προτεινόμενο τρόπο, τον 2, υπερισχύει ο υπάρχων (1).

2) Αν είναι να συγκριθεί ο πρώτος προτεινόμενος (2) με το δεύτερο προτεινόμενο (3) υπερισχύει ο δεύτερος προτεινόμενος, και

3) Αν είναι να συγκριθεί έμμεσα ο υπάρχων τρόπος (1) με τον πρώτο προτεινόμενο (2) και το δεύτερο προτεινόμενο(3), υπερισχύει στις προτιμήσεις ο υπάρχων (1) και έπεται ο δεύτερος προτεινόμενος (3). Είναι πολύ πιθανό ότι οι καθιερωμένοι χημικοί τύποι τυγχάνουν προτιμήσεως λόγω της απλότητάς τους και λόγω συνήθειας. Αυτό όμως δε συνεπάγεται (και αυτό προκύπτει από την παρούσα έρευνα) ότι ο καθιερωμένος τρόπος είναι και αποτελεσματικός.

5. ΕΝΟΤΗΤΑ Δ΄: Συμβολισμοί και Ορισμολογία, που αναφέρονται στη Διαλυτότητα Δυσδιαλύτων Αλάτων

ΚΑΡΤΑ No 13

$$AgNO_3 + KCl \rightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$$

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

- Μόνο 4/17 φοιτητές γνώριζαν ότι ο χλωριούχος άργυρος, AgCl, πέφτει ως ίζημα, επειδή είναι δυσδιάλυτη ένωση (ερώτηση 4):

«Γιατί πέφτει ίζημα;»

- Επίσης, μόνο 6/18 φοιτητές γνώριζαν ότι η χημική αντίδραση που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση της κάρτας No 13 δε θα γινόταν, αν ο χλωριούχος άργυρος, AgCl, δεν έπεφτε ως ίζημα (ερώτηση 5):

«Αν δεν έπεφτε ίζημα χλωριούχου αργύρου (αν δηλαδή ο χλωριούχος άργυρος, AgCl, δεν ήταν δυσδιάλυτη ένωση), θα γινόταν η αντίδραση που περιγράφεται από την παραπάνω χημική εξίσωση;»

- Τέλος, 5/18 φοιτητές γνωρίζουν (ερώτηση 6) να περιγράψουν με όρους χημείας τη διαδικασία που θα ακολουθήσουν, για να πραγματοποιήσουν στο εργαστήριο την αντίδραση που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση της κάρτας No 13.

Εργασίες χωρίς κάρτες No 13.α.

Ξέρεις να γράφεις τη χημική εξίσωση της κάρτας No 13

$$AgNO_3 + KCl \rightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$$

σε ιοντική μορφή;

- Ο πολύ μικρός αριθμός των φοιτητών (4/17) που γνώριζε τι εννοούμε, όταν λέμε ιοντική μορφή χημικής εξίσωσης, μας υποχρεώνει να δεχθούμε ότι οι μαθητές στη μέση εκπαίδευση δε διδάσκονται το αντικείμενο αυτό στο βαθμό που επιβάλλεται. Αυτό θα μπορούσε να συνεκτιμηθεί με την άποψη που διατυπώθηκε στην προηγούμενη ενότητα, για τις απόψεις που έχουν οι μαθητές για την ιοντική δομή της ύλης.

ΚΑΡΤΑ No 14

$$Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)}$$

- Από την ερώτηση 4, μόνο 8/18 φοιτητές γνωρίζουν να περιγράψουν με όρους

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

χημείας τη διαδικασία που θα ακολουθήσουν, για να πραγματοποιήσουν στο εργαστήριο την αντίδραση που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση της κάρτας Νο 14 (ερώτηση 3).

- 9/16 φοιτητές προτιμούν στις χημικές εξισώσεις να περιλαμβάνονται και τα ιόντα «θεατές» (ερώτηση 4γ), ενώ μόνο 6/16 φοιτητές προτιμούν τις ιοντικές λεγόμενες χημικές εξισώσεις, και 1/16 αρέσει και τις δύο. Αυτό και πάλι αποδεικνύει την έλλειψη εξοικείωσης που έχουν οι φοιτητές με την έννοια του ιόντος και το έλλειμμα γνώσεων που τους διακρίνει σε ό,τι αφορά την ιοντική δομή της ύλης και τη γραφή των ιοντικών εξισώσεων. Σχετική είναι και η έρευνα του A.H. Johnstone, που έδειξε τη δυσκολία που συναντούν οι μαθητές στην αντιμετώπιση των ιοντικών χημικών εξισώσεων (Johnstone, 1978).

ΚΑΡΤΑ Νο 15

Έχεις συναντήσει τη χημική εξίσωση,

$$AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$$

ή

$$AgCl \rightleftharpoons Ag^{+} + Cl^{-}$$

- Από τις απαντήσεις που δόθηκαν στην παραπάνω ερώτηση προκύπτει ότι:
  4/18 φοιτητές έχουν συναντήσει μόνο την πρώτη χημική εξίσωση,
  6/18 μόνο τη δεύτερη,
  6/18 και τις δύο, και
  2/18 δεν έχουν συναντήσει ούτε τη μία ούτε την άλλη.
  Στο πλαίσιο μιας γενικής τοποθέτησης, δηλαδή, θα λέγαμε ότι, από ό,τι δείχνουν οι απαντήσεις των φοιτητών, στις χημικές εξισώσεις δεν είναι και τόσο συνηθισμένο να χρησιμοποιούνται χημικοί συμβολισμοί, ενδεικτικοί της φυσικής κατάστασης των ουσιών που παίρνουν μέρος στις φυσικοχημικές μεταβολές.

- Οι φοιτητές που δεν μπορούν να διαβάσουν αυτές τις χημικές εξισώσεις [ερώτηση 1: «Τι δείχνει αυτή η χημική εξίσωση;» (εννοείται με τη μία ή την άλλη

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

μορφή)] είναι 13/17, και ο αριθμός τους είναι μεγαλύτερος από τον αριθμό αυτών που δεν μπορούσαν να διαβάσουν τις χημικές εξισώσεις σε προηγούμενες κάρτες. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι αυτές οι χημικές εξισώσεις δεν είναι πολύ γνωστές στους φοιτητές.

Συνοπτικά, από τη μελέτη των απαντήσεων που δόθηκαν στις ερωτήσεις των καρτών που περιλαμβάνονται στην ενότητα Δ΄, έχουμε:

- Οι φοιτητές δε γνώριζαν τις ιοντικές χημικές εξισώσεις, στο βαθμό που προσδοκούσε ο ερευνητής. Παράλληλα, διαπιστώθηκε ότι είχαν ανάγκη να βλέπουν τα ιόντα θεατές σε μία χημική εξίσωση, για να αντιλαμβάνονται ακριβώς ποιες είναι οι χημικές ενώσεις που συμμετέχουν στη χημική αντίδραση που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση.

- Οι φοιτητές γνωρίζουν τις απλές έννοιες που αφορούν την ορισμολογία και τους χημικούς συμβολισμούς [↓, (aq) και (s)] που αναφέρονται στη διαλυτότητα των δυσδιαλύτων αλάτων. Ωστόσο, δε γνωρίζουν βασικές γνώσεις θεωρίας, όπως, για παράδειγμα, το λόγο για τον οποίο καταβυθίζεται μια χημική ένωση ως ίζημα, καθώς και για την αποκατάσταση χημικής ισορροπίας ανάμεσα στο ίζημα και στα ιόντα του άλατος που βρίσκονται στο διάλυμα.

- Οι φοιτητές δε γνωρίζουν να περιγράφουν με όρους χημείας ποιες ενέργειες θα κάνουν, για να πραγματοποιήσουν στο εργαστήριο μια χημική αντίδραση που περιγράφεται από μια χημική εξίσωση.

- Τα περί διαλυτότητας δυσδιάλυτων χημικών ενώσεων φάνηκε ότι είναι έως και άγνωστα στην πλειονότητα των φοιτητών.

6. Απαντήσεις στα Ερευνητικά Ερωτήματα

Από τον ενδελεχή και εμπεριστατωμένο έλεγχο των απαντήσεων των φοιτητών καταγράφονται τα εξής ευρήματα (απαντήσεις) για τα ερευνητικά ερωτήματα που διατυπώθηκαν στη σελ. 79.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Α) Έννοιες όπως η χημική εξίσωση αλλά και η σημασία των χημικών συμβόλων, όπως του βέλους και της ισότητας, όταν αυτά τοποθετούνται ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα μιας χημικής εξίσωσης, δεν είναι απόλυτα αποσαφηνισμένα στη συνείδηση των μαθητών. Μεγάλη αδυναμία ομοίως υπάρχει στην άντληση ποιοτικών και ποσοτικών πληροφοριών, εν γένει, κατά την παρατήρηση μιας χημικής εξίσωσης, και στον εντοπισμό ομοιοτήτων και διαφορών ανάμεσα στο χημικό σύμβολο του βέλους και της ισότητας.

Β) Υπάρχει σύγχυση στη χρήση των χημικών οντοτήτων του υδροξυλίου και υδροξειδίου. Η πλειονότητα των φοιτητών δε γνωρίζει τις διαφορές ανάμεσά τους και, ως εκ τούτου, χρησιμοποιεί αδιακρίτως τις δύο έννοιες, με αποτέλεσμα τη δημιουργία σύγχυσης, που συμβάλλει στη δημιουργία περαιτέρω αρνητικής στάσης απέναντι στο μάθημα της χημείας και της χημικής επιστήμης γενικότερα.

Γ) Οι φοιτητές δε γνωρίζουν την ύπαρξη των σαφέστατων διαφορών ανάμεσα στις έννοιες ιόν και φορτίο και, ως εκ τούτου, βρίσκονται σε σύγχυση κατά τη χρήση τους. Ενώ οι περισσότεροι από αυτούς αναγνωρίζουν τη χρησιμότητα του 2^{ου} προτεινόμενου τρόπου γραφής των χημικών τύπων, για την αποσαφήνιση των εννοιών ιόν και φορτίο (αφενός διακρίνει σαφώς τα ιόντα και αφετέρου δείχνει το φορτίο τους), εντούτοις επιθυμούν να κάνουν χρήση του ήδη υπάρχοντος τρόπου γραφής.

Δ) Υπάρχει σοβαρό πρόβλημα κατανόησης του ρόλου των ιόντων και του φαινομένου της διαλυτότητας των δυσδιαλύτων ενώσεων, κατά τη διενέργεια και εξέλιξη ιοντικών χημικών αντιδράσεων. Ωστόσο, οι φοιτητές κατανοούν καλύτερα το μηχανισμό των ιοντικών χημικών αντιδράσεων, εφόσον στις αντίστοιχες χημικές εξισώσεις αναγράφονται και τα ιόντα θεατές.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΛΥΣΕΙΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΤΗ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΨΥΧΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ

Οι διαπιστώσεις και τα συμπεράσματα που παρουσιάσθηκαν διεξοδικά στο 6ο κεφάλαιο ήταν αποτέλεσμα της αποτίμησης των στατιστικών αποτελεσμάτων που παρουσιάσθηκαν και σχολιάσθηκαν στο 5ο κεφάλαιο, με αφορμή τις απαντήσεις που έδωσαν οι φοιτητές στις ερωτήσεις που τους υποβλήθηκαν.

Στο κεφάλαιο αυτό αναφέρονται οι προτάσεις στις οποίες καταλήγει η έρευνα, με βάση την ιστορία και τη φιλοσοφία της επιστήμης και την ψυχολογία της μάθησης, για τις οποίες ευελπιστούμε ότι θα συμβάλουμε στον υπερκερασμό των προβλημάτων που εντοπίστηκαν και στη βελτίωση της κατανόησης της χημικής γνώσης.
Η αναφορά αυτή θα γίνει, όπως και στα προηγούμενα κεφάλαια, κατά ενότητα. Στο τέλος του κεφαλαίου θα παρατεθούν προτάσεις γενικού χαρακτήρα.

Α. Προτάσεις κατά ενότητα

Α.1. Ενότητα Α΄: Προτάσεις και λύσεις, που αφορούν τα προβλήματα που σχετίζονται με τους συμβολισμούς και την ορισμολογία που αναφέρονται στις χημικές εξισώσεις

1. «*Οι μαθητές θα πρέπει να διδάσκονται διεξοδικά πώς να διαβάζουν, δηλαδή πώς να αντλούν ποιοτικές και ποσοτικές πληροφορίες, όταν παρατηρούν τη χημική εξίσωση που περιγράφει μια χημική αντίδραση. Ιδιαίτερη έμφαση θα πρέπει να δίνεται στην εφαρμογή της Αρχής της Ισοστάθμισης της Μάζας (Α.Ι.Μ.).*»

Η έρευνα κατέληξε στην προηγούμενη πρόταση, επειδή, όπως προέκυψε, οι μαθητές δε διακρίνουν τις έννοιες των όρων *χημική αντίδραση* και *χημική εξίσωση* και, στην πλειονότητά τους, δεν είναι σε θέση να αντλούν ποιοτικές και ποσοτικές πληροφορίες, όταν καλούνται να διαβάσουν, στην ουσία να πουν τι βλέπουν όταν παρατηρούν μια χημική εξίσωση, αλλά ούτε και να εφαρμόζουν την (Α.Ι.Μ.) (ερώ-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

τηση 3 της κάρτας Νο 1, σελ. 88), ενώ, όπως αποδεικνύεται, είναι γνώστες της εν λόγω αρχής (ερώτηση 6 της κάρτας Νο 2, σελ. 88).

Κατά τους Laugier και Dumon (2004), στην αρχή της ανώτερης ή δεύτερης, όπως αλλιώς λέγεται, βαθμίδας δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, που αντιστοιχίζεται στην ηλικία των 16 ετών, θα πρέπει οι μαθητές να είναι σε θέση να αντιλαμβάνονται την έννοια της χημικής εξίσωσης και να μπορούν να αντιπροσωπεύσουν, μέσω αυτής, τις χημικές μεταβολές. Με άλλα λόγια πρέπει να γνωρίζουν τη «γλώσσα» που χρησιμοποιείται για να επικοινωνήσουν με ό,τι συμβαίνει στη φύση. Η χημική εξίσωση επιτρέπει στο μαθητή να αντιληφθεί ό,τι συμβαίνει από την άποψη της μεταβολής της μάζας και τις ελλοχεύουσες ατομικές και μοριακές αλλαγές. Για να το επιτύχει αυτό ο μαθητής θα πρέπει να λειτουργήσει, σε ένα μεγάλο βαθμό, αφαιρετικά. Θα είχαμε εξαπατηθεί, εάν πιστεύαμε ότι οι μαθητές θα ήταν σε θέση να ολοκληρώσουν, χωρίς δυσκολία, μια διανοητική διαδικασία, η οποία διήρκεσε πολλούς αιώνες για τους επιστήμονες.

Οι δυσκολίες για κατανόηση που εντοπίσθηκαν, αλλά και τα σφάλματα και οι παρανοήσεις που καταγράφηκαν στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, και ιδιαίτερα αφορούν τη χρήση των χημικών συμβολισμών και την ορισμολογία, που αναφέρονται στη χημική εξίσωση, μπορούν να αντιμετωπιστούν, εάν υιοθετηθούν και οι παρακάτω προτάσεις:

2. *«Τα σχετικά με τη χημική εξίσωση θα πρέπει να διδάσκονται τουλάχιστον στην πρώτη βαθμίδα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (εφόσον εξακολουθούν να συμπεριλαμβάνονται στο αναλυτικό πρόγραμμά της) ή ακόμη και στη δεύτερη βαθμίδα (σε όσους μαθητές δε θα χρησιμοποιήσουν το μάθημα της χημείας ως μάθημα εισαγωγής για το πανεπιστήμιο) κάνοντας χρήση του συμβόλου της ισότητας αντί του βέλους, κάτι που έτσι κι αλλιώς συνέβαινε μέχρι το 1955.»*

Η παραπάνω άποψη εδράζεται στο ότι η χρήση του βέλους παραπλανά τους μαθητές, επειδή οδηγεί στην έννοια που αυτό εμπεριέχει, δηλαδή στη φορά της κίνησης, και στην πορεία, κάτι που ο μαθητής και ο άνθρωπος γενικά, ως αποκλειστική έννοια, φέρει στο μυαλό του εξ αρχής. Το γεγονός ότι κατά την αναφορά στη χρήση του βέλους ως συμβόλου, που ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα μιας χημικής εξίσωσης, εκτός από τη φορά, θα υποσημαίνει και την εφαρμογή της αρχής της ισοστάθμισης της μάζας, φάνηκε διαχρονικά ότι δεν ήταν ικανό να κάνει την πλειο-

νάτητα των μαθητών να βλέπει κάτι περισσότερο από την πορεία που αυτό ως σύμβολο μέσα του εμπεριέχει. Η επιχειρηματολογία αυτή ενισχύεται, αν ληφθούν υπόψη όσα αναφέρθηκαν στη σελίδα 29 για την *αντιληπτική σταθερότητα*, «όρος που συχνά χρησιμοποιείται και αναφέρεται στο γεγονός ότι ένα αντικείμενο το αντιλαμβανόμαστε ως ίδιο, έστω κι αν οι προϋποθέσεις που το συνοδεύουν, δηλαδή το πλαίσιό του, αλλάξουν. Έτσι, αντιλαμβανόμαστε την πόρτα ως πόρτα είτε τη βλέπουμε κάθετα, είτε οριζόντια, είτε ως εξωτερική είσοδο είτε σαν εξωτερική πόρτα (Δημητρόπουλος, 1999 και Hayes, 2000).

Επίσης, όταν βλέπουμε το βέλος με φορά από αριστερά προς τα δεξιά, δεν είναι δυνατό να εννοήσουμε τίποτε άλλο, εκ πρώτης όψεως, ή μη μόνο ότι πρόκειται για μετάβαση εξ αριστερών προς τα δεξιά και επί πλέον, εφόσον πρόκειται για χημική εξίσωση, για μετασχηματισμό των αντιδρώντων σε προϊόντα. Δεν πρέπει, επίσης, να μας διαφεύγει η γνωστική σύγκρουση. Όσο, δηλαδή, κι αν τονιστεί στο μαθητή ότι το βέλος περικλείει και την έννοια της ισότητας (ισοδυναμίας) των μαζών αντιδρώντων και προϊόντων, εκείνο που αυτός θα αντιλαμβάνεται πρωτίστως είναι η εξ αριστερών προς τα δεξιά πορεία και όχι η αρχή ισοστάθμισης της μάζας. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι η έννοια της εξ αριστερών προς τα δεξιά πορείας, κατά την αναγραφή μιας χημικής εξίσωσης, έτσι κι αλλιώς εμπεριέχεται στην εν σειρά αναφορά των χημικών όρων (λέξεων) «αντιδρώντα»-«προϊόντα».

Ενισχυτικά αναφέρουμε ότι η ικανότητα να αναγνωρίζουμε ένα πλήθος μορφών ως το ίδιο στοιχείο π.χ. βέλη, είναι μια πολύ εντυπωσιακή πλευρά της οπτικής αντίληψης. Είναι προφανές ότι για να το κατορθώσουμε αυτό πρέπει να λαμβάνει χώρα κάποιο είδος αναγνώρισης μορφών.

Σε κάθε στιγμή, το τι αντιλαμβανόμαστε είναι συνάρτηση της *αντιληπτικής προσδιοριστικής τάσης*. Ο Allport (1955) όρισε την αντιληπτική προσδιοριστική τάση ως «μια αντιληπτική προκατάληψη ή προδιάθεση ή ετοιμότητα να αντιληφθούμε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά ενός ερεθισμού». Με άλλα λόγια, η προσδιοριστική τάση είναι σε λειτουργία, όταν προσέχουμε κάποια χαρακτηριστικά ενός ερεθισμού και αγνοούμε τα άλλα, όπως, για παράδειγμα, το βέλος ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα μιας χημικής εξίσωσης (Cassells και Green, 1999).

Οι μορφολογικοί ψυχολόγοι συμπεραίνουν ότι, αν και ο πραγματικός ερεθισμός αλλάζει ριζικά, η έννοια του αντικειμένου παραμένει σταθερή. Επίσης, η έννοια του αντικειμένου είναι εκείνη που έχει σημασία και όχι ο εξωτερικός ερεθισμός που συνοδεύει το αντικείμενο αυτό. Έχουμε και εδώ ένα καλό παράδειγμα του τρόπου με

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

τον οποίο ο νους οργανώνει τις αισθητήριες πληροφορίες σε ενιαία σύνολα με νόημα (Δημητρόπουλος, 1999).

Επίσης, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και το γεγονός ότι στην πλειονότητά τους οι ερωτηθέντες (14 φοιτητές) θα προτιμούσαν να αντικατασταθεί το βέλος από το σύμβολο της ισότητας, τουλάχιστον στις χημικές εξισώσεις που διδάσκονται στη Μέση Εκπαίδευση, στην ουσία για τους επερχόμενους μαθητές (ερώτηση 11 της κάρτας Νο 2). Ωστόσο, στην ερώτηση 10 της ίδιας κάρτας, για το αν θα προτιμούσαν να αντικατασταθεί το βέλος με το σύμβολο της ισότητας, με την έννοια ότι θα επηρέαζε και τους ίδιους αυτή η μεταβολή, η πλειονότητά τους (14 φοιτητές) απάντησε ότι δεν το επιθυμεί (και πάλι η συνήθεια υπερισχύει).

Για την περίπτωση των αμφίδρομων αντιδράσεων, όπως προτάθηκε από φοιτήτρια, το σύμβολο της ισότητας θα μπορούσε να επισημαίνεται από αστερίσκο ή άλλο διακριτικό σύμβολο. Το θέμα των αμφίδρομων αντιδράσεων είναι και αυτό προβληματικό από άλλη άποψη. Πρακτικά, όλες οι αντιδράσεις είναι αμφίδρομες, εμείς όμως τις θεωρούμε χάριν απλότητας ως μονόδρομες (ιδίως στην περίπτωση της οργανικής χημείας).

3. *«Θα πρέπει να αποφεύγεται η διδασκαλία εξειδικευμένων γνώσεων όπως, για παράδειγμα, αυτές που αναφέρονται στις στοιχειώδεις αντιδράσεις και μάλιστα κατά τρόπο αποσπασματικό, διότι, όπως αποδεικνύεται από τις απαντήσεις που δόθηκαν, δεν είναι δυνατό να αφομοιωθούν.»*

Η άποψη αυτή εδράζεται στο γεγονός ότι 7 τουλάχιστον φοιτητές δεν ήταν σε θέση να θυμηθούν εάν είχαν ακούσει ποτέ στο παρελθόν αυτόν το χημικό όρο και δήλωναν ότι δε γνώριζαν.

4. *«Δεν κρίνεται σκόπιμο να διδάσκονται θεμελιώδεις γνώσεις κατά τρόπο τέτοιο, ώστε να επιδέχονται αναθεώρησης σε σύντομο χρονικό διάστημα. Έτσι, για παράδειγμα, είναι σκόπιμο να μαθαίνουν οι μαθητές ότι όλες οι χημικές αντιδράσεις είναι αμφίδρομες από την αρχή, και όχι να τις αντιμετωπίζουν ως μονόδρομες ή ποσοτικές, με επικείμενη την αναθεώρηση ή συμπλήρωση της γνώσης αυτής πολύ σύντομα.»*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

Η άποψη αυτή εδράζεται στο γεγονός ότι η εκμάθηση και, παραπέρα, η αφομοίωση μιας γνώσης δεν είναι σκόπιμο να υπόκειται σε αλλαγή, λόγω της εννοιολογικής σύγκρουσης η οποία, τελεονομικά, θα επισυμβεί, όταν μελλοντικά επιχειρηθεί η προσπάθεια της εννοιολογικής αλλαγής κατά τη διδασκαλία της νέας γνώσης.

5. *«Είναι αναγκαίο τα περί χημικής αντίδρασης, ως φαινομένου, και τα περί χημικής εξίσωσης, ως τρόπου μιας γλωσσικής έκφρασης που χρησιμοποιεί ο μαθητής, για να επικοινωνεί με ό,τι συμβαίνει στη φύση ή στο εργαστήριο, να διδάσκεται ως διακριτό διδακτικό αντικείμενο στην εισαγωγή της Ανόργανης Χημείας, στο πρώτο έτος της δεύτερης βαθμίδας της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, δηλαδή στην Α΄ Λυκείου ή περίπου στην ηλικία των 16 ετών.»*

Η πρόταση αυτή περί ρητής ή ξεχωριστής διδασκαλίας όλων όσα σχετίζονται με τις χημικές αντιδράσεις και τις χημικές εξισώσεις, στοχεύει στο να καταστούν οι μαθητές ικανοί να αντλούν όλες τις ποιοτικές και ποσοτικές πληροφορίες που εμπεριέχονται σε μία χημική εξίσωση. Η ρητή διδασκαλία θα οδηγήσει στη σημαντική βελτίωση της κατανόησης της ορθής χρήσης των εννοιών και των χημικών συμβολισμών (Ryder και Clarke, 2002).

Α.2. Ενότητα Β΄: Προτάσεις και λύσεις, που αφορούν τα προβλήματα που σχετίζονται με τους συμβολισμούς και την ορισμολογία που αναφέρονται στις ομάδες Υδροξύλιο και Υδροξείδιο

Για να αντιμετωπισθεί το σοβαρό πρόβλημα που εντοπίσθηκε και αφορά τη σύγχυση που γίνεται γύρω από τη διάκριση των ομάδων υδροξύλιο (·OH) και υδροξείδιο (OH^-), προτείνεται:

«Οι μαθητές να διδάσκονται ως ξεχωριστό διδακτικό αντικείμενο τα σχετικά με τις ρίζες (radicals) και τα ιόντα (ions), στο πρώτο έτος της δεύτερης βαθμίδας της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (Α΄ Λυκείου). Στο πλαίσιο ενός τέτοιου διδακτικού αντικειμένου, θα μπορούσαν οι ομάδες υδροξύλιο (·OH) και υδροξείδιο (OH^-) να διδαχθούν, παράλληλα, ως αντιπροσωπευτικά παραδείγματα ρίζας και ιόντος, αντίστοιχα.»

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Η πρόταση περί παράλληλης και συγκριτικής αναφοράς, κατά τη διδασκαλία των δύο χημικών ομάδων, θα επιτρέψει στους μαθητές να κατανοήσουν τις ποιοτικές και ποσοτικές τους διαφορές, αλλά και τη διαφορετική τους χημική συμπεριφορά.

Α.3. Ενότητα Γ΄: Προτάσεις και λύσεις, που αφορούν τα προβλήματα που σχετίζονται με τους συμβολισμούς και την ορισμολογία που αναφέρονται στην Ιοντική Δομή των Αλάτων

Για την αντιμετώπιση του πολύ σοβαρού προβλήματος που εντοπίσθηκε, σε ό,τι αφορά την κατανόηση της έννοιας ιόν και της έννοιας φορτίο, που εκ των πραγμάτων επηρεάζει και την προσπάθεια του μαθητή για την ορθή αναγραφή των μοριακών τύπων των ιοντικών ενώσεων και, κατ' επέκταση, την ορθή γραφή μιας χημικής εξίσωσης, όπου ιοντικές ενώσεις μπορούν να αναφέρονται ως αντιδρώντα ή προϊόντα, προτείνονται:

1. *«Οι μαθητές να διδάσκονται κατά τρόπο εμφατικό την έννοια του φορτίου και του ιόντος, ενώ, παράλληλα, θα πρέπει να διδάσκονται τη γραφή των χημικών τύπων των ιοντικών ενώσεων, μέσω ενός ικανού αριθμού παραδειγμάτων, τα οποία θα καλύπτουν όλο το φάσμα των περιπτώσεων.»*

Από τις απαντήσεις των φοιτητών στην ενότητα «Εργασίες χωρίς κάρτες», περίπτωση 12.β., προέκυψε ότι η χρησιμοποίηση παρενθέσεων ή αγκυλών, κατά περίπτωση, αλλά, κυρίως, των φορτίων των ιόντων, κατά τη γραφή των χημικών τύπων, θα διευκόλυνε αρκετούς από αυτούς στην εκμάθηση των εννοιών «*ιόν*» και «*φορτίο*» και στη βελτίωση της τεχνικής της γραφής των χημικών τύπων. Αυτό, ταυτόχρονα, θα βοηθούσε στην καλύτερη αντιμετώπιση του προβλήματος της γραφής των ιοντικών χημικών εξισώσεων, κάτι που ως πρόβλημα αναδείχθηκε στο πλαίσιο της έρευνας που αφορούσε την Δ΄ ενότητα.

Για το λόγο αυτό προτείνεται:

2. *«Να υιοθετηθεί, κατά τη διδασκαλία γραφής των χημικών τύπων των ιοντικών ενώσεων, η χρησιμοποίηση του δεύτερου προτεινόμενου τρόπου, όπως αυτός περιγράφηκε στο πλαίσιο των εργασιών χωρίς κάρτες, περίπτωση 12.β., σελ. 93»*. Σχετική ερευνητική εργασία; Georgiadou και Tsaparlis, 2000.

Α.4. Ενότητα Δ΄: Προτάσεις και λύσεις που αφορούν, τα προβλήματα που σχετίζονται με τους συμβολισμούς και την ορισμολογία που αναφέρονται στη Διαλυτότητα Δυσδιαλύτων Αλάτων

Όπως αποδείχθηκε από την επεξεργασία των απαντήσεων που έδωσαν οι φοιτητές στις ερωτήσεις των καρτών της ενότητας Δ΄, δε γνωρίζουν τα σχετικά με το φαινόμενο της διάλυσης, της διάστασης και του ιοντισμού. Επίσης, φάνηκε να μην έχουν την ευχέρεια να περιγράφουν, με τη δέουσα χημική ορολογία, τις ενέργειες που πρέπει να κάνουν στο εργαστήριο, για να φέρουν σε πέρας μια χημική αντίδραση. Οι διαπιστώσεις αυτές μας οδηγούν στη διατύπωση των δύο παρακάτω προτάσεων:

1. «*Οι μαθητές θα πρέπει να διδάσκονται πιο διεξοδικά και εμπεριστατωμένα το φαινόμενο της διάλυσης, της διάστασης και του ιοντισμού. Για τα δύο τελευταία, μάλιστα, θα λέγαμε ότι θα πρέπει να γίνεται παράλληλη διδασκαλία, ώστε να αποφεύγεται η σύγχυση ανάμεσα στα δύο φαινόμενα.*»

2. «*Επειδή η καταγραφή των ενεργειών που, αφενός, πρέπει να κάνει ένας μαθητής στο εργαστήριο, για να πραγματοποιήσει μια χημική αντίδραση, και η δυνατότητα που έχει, αφετέρου, για να περιγράψει τις ενέργειες αυτές με όρους χημείας, έχει σχέση με την επαφή του με την εργαστηριακή πρακτική, επιβάλλεται να είναι όσο γίνεται πιο συχνή η παρουσία του στο εργαστήριο.*»

Β. Γενικές Προτάσεις

Μετά από την παρουσίαση των προτάσεων κατά ενότητα, κρίνεται σκόπιμο να κατατεθούν προτάσεις γενικού χαρακτήρα, για την άμεση αντιμετώπιση της λανθασμένης χρήσης των χημικών συμβολισμών και των ορισμών των εννοιών.

Με βάση το γεγονός ότι οι καθηγητές είναι γνώστες των παρανοήσεων και γενικά των προβλημάτων που σχετίζονται με ορισμένες από τις έννοιες και τους συμβολισμούς της Χημείας που έχουν ανιχνευθεί στην παρούσα Διδακτορική Διατριβή, αλλά και άλλες που έχουν δημοσιευθεί στη βιβλιογραφία εν γένει, θα μπορούσαν να υιοθετήσουν και να υλοποιήσουν μέσα τις παρακάτω προτάσεις:

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

1. *«Να γίνεται ξεχωριστή (ρητή) διδασκαλία των λαθών, δηλαδή διεξοδική αναφορά σε αυτά, ως διακριτών διδακτικών αντικειμένων».*

Η ρητή διδασκαλία θα οδηγήσει στη σημαντική βελτίωση της κατανόησης της ορθής χρήσης των εννοιών και των χημικών συμβολισμών (Ryder και Clarke, 2002).

2. *«Να υιοθετηθούν οι προδιαλέξεις» (Προκαταρτικά επαναληπτικά μαθήματα).*

Σχετική αναφορά έγινε στην ενότητα «Η διδακτική στις φυσικές επιστήμες» στη σελ. 60.

Η πρόταση αυτή κατατίθεται συμπληρωματικά προς την προηγούμενη γενική πρόταση, με στόχο να συμβάλλει στην ενίσχυση της απόδοσης των λιγότερο ικανών μαθητών και σπουδαστών, εν γένει (Sirhan και Reid, 2001).

3. *«Να πραγματοποιούνται συνεδρίες από τους μαθητές στο πλαίσιο της συνεργατικής μάθησης».*

Η πρόταση αυτή εδράζεται στην αρχή ότι η απόκτηση νέων γνώσεων μπορεί να προέλθει από την προσωπική δραστηριότητα του μαθητή (Bertrand, 1994) και στην άποψη που διατύπωσε ο Pages το 1965, δηλαδή ότι η μάθηση που έχει νόημα είναι βιωματική. Μέσω των συνεδριών η προσωπική δραστηριότητα του ατόμου επανέρχεται στο κέντρο της διαδικασίας της μάθησης. Με άλλα λόγια δηλαδή, προωθούμε μια μαθητοκεντρική μέθοδο διδασκαλίας, που έτσι κι αλλιώς αυξάνει τη θετική στάση του μαθητή απέναντι στην επιστήμη.

Ειδικότερα, προτείνεται η δημιουργία ομάδων, το πολύ έξι (6) ατόμων, στις οποίες θα γίνει συζήτηση των προβλημάτων που αφορούν τους ορισμούς των εννοιών και τη χρήση των χημικών συμβολισμών. Τις ομάδες θα πλαισιώνουν μαθητές ικανοί και μη ικανοί να αντιμετωπίσουν τα προβλήματα που εντοπίστηκαν στο πλαίσιο της έρευνας. Τις συζητήσεις θα διευθύνουν εκείνοι από τους μαθητές που αποδεδειγμένα δεν αντιμετωπίζουν πρόβλημα στη χρήση των χημικών συμβολισμών και στην κατανόηση των ορισμών των εννοιών. Η συνολική ευθύνη, διδακτική και παιδαγωγική ανήκει στο διδάσκοντα (Eybe και Schmidt, 2004).

4. *«Να αποφεύγεται η ταυτόχρονη διδασκαλία της Χημείας με χρήση και*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

των τριών επιπέδων σκέψης (μικρο-, μακρο- και συμβολικό επίπεδο)».

Θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως ψυχολογικά αβάσιμη ενέργεια εκ μέρους του δασκάλου της Χημείας η ταυτόχρονη χρήση των παραπάνω τριών επιπέδων σκέψης, κατά τη διδασκαλία του μαθήματος, και μάλιστα όταν αυτή απευθύνεται σε αρχάριους μαθητές (Johnstone, 2000 - Georgiadou και Tsaparlis, 2000).

5. *«Να γίνεται, κατά τη διδασκαλία, χρήση της σωστής ορολογίας, ώστε να αποφεύγονται οι παρανοήσεις εκ μέρους των μαθητών».*

Για να επιτευχθεί αυτό, θα πρέπει να επιτυγχάνεται η ορθή κατοχή και χρήση της γλώσσας.

Είναι βέβαιο ότι, όταν συλλαμβάνουμε μία έννοια, καθορίζουμε τη μελλοντική της χρήση, αιτιακά και εμπειρικά. Η χρήση αυτή, όποτε χρειαστεί, είναι παρούσα. Τη χρήση που δεν κατανοήσαμε την ερμηνεύουμε ως έκφραση μιας μη αντιληπτής διαδικασίας (Wittgenstein, 1997).

6. *«Να γίνεται επισήμανση των σφαλμάτων και των παρανοήσεων που αναφέρονται στη βιβλιογραφία σε όλους τους νέους δασκάλους της Χημείας, κατά το στάδιο της προετοιμασίας τους, ενόψει της ανάληψης των καθηκόντων τους.*

Η λογική της πρότασης αυτής σχετίζεται με τη γενικότερη προετοιμασία των εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Όλοι πρέπει να συμμετέχουν και να συμβάλλουν στην προσπάθεια της διατήρησης και της βελτίωσης της ποιότητας της διδασκαλίας της επιστήμης. Αυτό δε γίνεται κατορθωτό, αν δεν προηγηθεί προετοιμασία του συνόλου των εκπαιδευτικών (Moore, 2003).

Στο πλαίσιο αυτής της προετοιμασίας, θα μπορούσαν να διδάσκονται στους μελλοντικούς δασκάλους της χημείας όσα σφάλματα αφορούν τη χημεία που διδάσκεται στη Μέση Εκπαίδευση και επισημαίνονται στις διάφορες βιβλιογραφικές αναφορές και θίγονται στην παρούσα Διδακτορική Διατριβή.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Αντί επιλόγου

Η Χημεία, ως επιστήμη, αποτελεί έναν από τους ακρογωνιαίους λίθους της ανάπτυξης της τεχνολογίας, της βιομηχανίας, αλλά και κάποιων επιστημών και, ιδιαίτερα, των βιολογικών επιστημών. Αυτό, ως προϋπόθεση, αλλά και η απανταχού παρουσία της Χημείας θα έπρεπε να εγγυάται ότι αυτή η επιστήμη θα έχει πάντα μια κεντρική θέση μεταξύ των επιστημών και ότι η χημική εκπαίδευση θα έχει μια από τις πρώτες θέσεις μεταξύ των προτιμήσεων των σπουδαστών. Εντούτοις, κοινή διαπίστωση είναι ότι η δημόσια αντίληψη για την αξία της Χημείας και της χημικής εκπαίδευσης όχι μόνο δεν είναι αυτή που έπρεπε να είναι, αλλά, τουναντίον βρίσκεται διεθνώς σε πτώση.

Ωστόσο, είναι δυνατό η επιστήμη αυτή να έχει ένα φωτεινό μέλλον, υπό τον όρο ότι με τη χημική εκπαίδευση μπορεί να μεταβιβαστεί αποτελεσματικότερα το αληθινά ευρύ γνωστικό πεδίο, όχι μόνο προς τις άλλες επιστήμες αλλά και προς την καθημερινή ζωή και προς τις ανθρώπινες δραστηριότητες, γενικότερα. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, θα πρέπει το πρόγραμμα σπουδών από την πρωτοβάθμια εκπαίδευση μέχρι και το πανεπιστήμιο να χαρακτηρίζεται από την αντίληψη της διεπιστημονικής φύσης της χημείας, από την αντίληψη περί ξεχωριστών επιστημονικών κλάδων ταυτόχρονα, αλλά και από την πεποίθηση ότι αποδεδειγμένα υπάρχουν προοπτικές για επαγγελματική αποκατάσταση (Price και Hill, 2004).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΣΤΗΡΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΙΣ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ, ΜΕ ΥΠΟΜΝΗΜΑΤΑ ΤΟΥΣ

Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄ περιλαμβάνονται Πίνακες Στατιστικών Αποτελεσμάτων, που καταρτίστηκαν με βάση τις απαντήσεις που έδωσαν οι φοιτητές στις ερωτήσεις που υποβλήθηκαν, κατά την επίδειξη των καρτών.

Οι πίνακες αυτοί συνοδεύονται από υπομνήματα και εκτίθενται κατά ενότητα, όπως και τα κεφάλαια που προηγήθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής.

Επίσης, κρίθηκε σκόπιμο για τη διευκόλυνση του αναγνώστη να αναφερθούν εκ νέου, πριν από κάθε πίνακα, οι ερωτήσεις που υποβλήθηκαν.

1. ΕΝΟΤΗΤΑ Α΄: Συμβολισμοί και Ορισμολογία, που αναφέρονται στις Χημικές Εξισώσεις

ΚΑΡΤΑ Νο 1

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα Νο 1

1. Τι δείχνει αυτή η κάρτα; Τι βλέπεις στην κάρτα Νο 1; (Να πει ακριβώς τι βλέπει: *μια χημική αντίδραση / μια χημική εξίσωση*)
   1α. Τι σημειώνονται αριστερά του βέλους; Πώς ονομάζονται; (*αντιδρώντα*)
   1β. Τι σημειώνονται δεξιά του βέλους; Πώς ονομάζονται; (*προϊόντα*)
2. Μπορείς να μου διαβάσεις αυτήν την κάρτα; (φαντάσου ότι εγώ δεν την ξέρω ούτε την βλέπω).
3. Υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα; (Εδώ ζητάμε να κάνει άμεση ή έμμεση αναφορά στην αρχή ισοστάθμισης της μάζας)
4. Τι παριστάνει μια χημική εξίσωση;
5. Τι δείχνει το βέλος στη χημική εξίσωση;

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Πίνακας στατιστικών αποτελεσμάτων που αντιστοιχούν στις ερωτήσεις της κάρτας Νο 1

ΚΑ	1			1α			1β			2			3		4		5			
	Χ.Α.	Χ.Ε.	Λ	Α	Άλλο	Λ	Π	Άλλο	Λ	Σ	Λ	Άλλο	Σ	Λ	Σ	Λ	Φ	Σ	Λ	Άλλο
01	+			+			+					+		+		+	+			
02	+			+			+				+		+			+	+			
03	+			+			+					+	+		Δ.Τ.Ε.		+			
04		+		+			+			+				+	+		+			
05	+					+			+	Δ.Τ.Ε.			+		+		+			
06	+					+		+				+		+	Δ.Τ.Ε.				+	
07	+			+			+			+			+		+		+			
08	+			+			+					+		+	+					+
09	+			+			+					+		+	+		+			
10			+	+			+				+			+		+	+			
11	+			+			+				+			+	Δ.Τ.Ε.					+
12	+			+			+					+		+	Δ.Τ.Ε.σωστά		+			
13		+		+			+			+				+	+		+			
14	+			+			+			+			+			+	+			
15	+			+			+			+			+		+		+			
16			+	+			+				+			+	+		+			
17			+	+			+				+			+	+			+		
18	+			+			+			+				+		+	+			
Σύνολο	13	2	3	16	0	2	16	1	1	6	5	6	6	12	9	5	14	1	1	2

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΑΘΗΝΩΝ

Υπόμνημα Πίνακα Κάρτας No 1

Α:	Αντιδρών	Σ:	Σωστό
Άλλο:	Άλλη Απάντηση	Φ:	Φορά Αντίδρασης
Δ.Τ.Ε.:	Δεν Τέθηκε η Ερώτηση	Χ.Α.:	Χημική Αντίδραση
Λ:	Λάθος	Χ.Ε.:	Χημική Εξίσωση
Π:	Προϊόν		

ΚΑΡΤΑ No 2 $2S + 3O_2 = 2SO_3$

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα No 2

1. Τι δείχνει αυτή η κάρτα; (Να πει ακριβώς τι βλέπει: *μια χημική αντίδραση/ μια χημική εξίσωση*).
2. Μπορείς να μου διαβάσεις αυτήν την κάρτα; (φαντάσου ότι εγώ δεν την ξέρω ούτε την βλέπω).
3. Νομίζεις ότι το σύμβολο της ισότητας έχει την ίδια λειτουργία εδώ, όπως και στα μαθηματικά, ή διακρίνεις διαφορά ή διαφορές; Ποια ή ποιες διαφορές;
   3α. Διαφέρει σε τίποτε από την προηγούμενη ή δείχνει το ίδιο ακριβώς; Αν δε δείχνει το ίδιο, σε τι συνίσταται η διαφορά;
4. Η προηγούμενη (κάρτα No 1) ήταν για σένα μια χημική εξίσωση/μια χημική Αντίδραση. Αυτή την παράσταση πώς την ονομάζουμε;
5. Υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα;
6. Γνωρίζεις την αρχή ισοστάθμισης της μάζας; (Η ερώτηση γίνεται υπό προϋποθέσεις)
7. Εσύ με τι σύμβολο είσαι εξοικειωμένος για τις χημικές εξισώσεις, το βέλος ή το σημείο της ισότητας;
   7α. Έχεις συναντήσει πουθενά το ίσον σε χημικές εξισώσεις; Αν ναι, πού;
8. Κατά τη γνώμη σου, το σύμβολο της ισότητας ή το βέλος εκφράζει ορθότερα μια χημική εξίσωση;
9. Γιατί το σύμβολο της ισότητας; Ή εναλλακτικά: Γιατί το βέλος;
10. Θα προτιμούσες να αντικατασταθεί το βέλος με το σύμβολο της ισότητας; (Μέχρι το 1955 ήταν σε χρήση).
11. Θα προτιμούσες να αντικατασταθεί το βέλος με το σύμβολο της ισότητας, τουλάχιστον, στις χημικές εξισώσεις που διδάσκονται στη Μέση Εκπαίδευση; (Μέχρι το 1955 ήταν σε χρήση)

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Πίνακας στατιστικών αποτελεσμάτων που αντιστοιχούν στις ερωτήσεις της κάρτας Νο 2

ΚΑ	1			2			3		3α			4	
	ΧΑ	ΧΕ	Άλλο	Σ	Λ	Άλλο	ΝΑΙ*	ΟΧΙ	Δ	ΔΔ	Άλλο	ΧΑ*	ΧΕ
01			+		+		+				+	+	
02			+	+			Δ.Τ.Ε.			+			+
03			+			+	Δ. Γ.				+	Δ.Τ.Ε.	
04			+μια ισότητα			+	+				+		+
05		+				+		+		+			+
06			+(Λ)			+		+			+	+	
07		+			+			+		+			+
08			+Δ.Γ.	+($S+O=SO_3$)				+		+			+
09			+ΧΙ	+				+		+			+
10			+	+				+		+		+	
11		+				+		+	+				+
12	+					+		+		+			+
13		+			+			+	+				+
14			Δ.Γ.	+				+		+		+	
15		+		+				+	+				+
16	+				+			+	+				+
17		+			+			+		+			+
18		+		+				+	+				+
Σύνολο	2	7	9	7	5	6	2	14	5	9	4	4	13

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΑΓΙΑΣ ΝΑΠΑ

ΚΑ	5		6		7		7α		8		9		10			11	
	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Βέλος	Ίσον	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Βέλος	Ίσον	Φ	Μ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Άλλο	ΝΑΙ	ΟΧΙ
01	+		+		+			+	+		+			+			+
02	+		+		+			+		+		+	+			+	
03	+		+		+			+		+		+	-	-	-	Δ.Τ.Ε.	
04	+		+		+			+	+		+			+Λ.Σ.		+	
05	+		+		+			+	+ μετά	+ αρχικά	-	-		+		+στο Γυμ/σιο	+στο Λύκειο
06	-	-	+		+		+		+			+		+		+	
07	+		+		+			+μπορεί	+		+			+			+
08	+		+		+			+	+			+		+		+	
09	+		+		+			+	+		+			+		+	
10	-	-	+		+			+		+	ΑΙΜ			+		+	
11	+			+	+			+		+		+	+			+	
12*	+		+ΑΕΙ		+		+		+		+			+		+	
13	Δ.Τ.Ε.		+		+			+	+		+συνή-θεια			+		+	
14	+		+		+			+	+		+		Και τα 2, το βέλος στις μονόδρομες Και το ίσον στις αμφίδρομες			Αρχικά στις αμφ/ες το βέλος (επειδή όλες είναι αμφ/ες) και κατόπιν το ίσον	
15*	+		+		+			+	+			+		+		+	
16	+		+		+			+		+ίσως		+		+		+	
17	+		+ αλλά δε θυμάμαι		+			+	+		+			+		+	
18		+	+		+			+	+		+			+		+	
Σύνολο	14	1	17	1	18	0	2	16	13	6	9	7	2	14	0	14	3

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Υπόμνημα Πίνακα Κάρτας Νο 2

- : Δε Δόθηκε Απάντηση

Α: Αντιδρών

ΑΕΙ: Το διδάχθηκε στο Πανεπιστήμιο

Α.Ι.Μ: Αρχή Ισοστάθμισης της Μάζας

Άλλο: Άλλη Απάντηση

Δ: Διαφέρουν

Δ.Γ.: Δε Γνωρίζω

ΔΔ: Δε Διαφέρουν

Δ.Τ.Ε.: Δεν Τέθηκε η Ερώτηση

Λ: Λάθος

Λ.Σ.: Λόγω Συνήθειας

Μ: Στα Μαθηματικά

ΝΑΙ*: Ίδιο με τα μαθηματικά

Π: Προϊόν

Σ: Σωστό

Φ: Φορά Αντίδρασης

ΧΑ*: Χημική Αντίδραση ή άλλο

ΧΕ: Χημική Εξίσωση

ΚΑΡΤΑ Νο 3

$$2NH_3 \rightarrow N_2 + 3H_2$$

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα Νο 3

1. Μπορούμε να γράψουμε τη χημική εξίσωση της κάρτας Νο 1 αντίστροφα;
2. Αν όχι γιατί; Αν ναι γιατί; (*Ναι*)
3. Υπάρχει περίπτωση που να μην επιτρέπεται να γράψουμε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης αντίστροφα; Πώς διαφοροποιούμε τις δύο περιπτώσεις; (*μονόδρομες/αμφίδρομες/ισορροπία*)

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Πίνακας στατιστικών αποτελεσμάτων που αντιστοιχούν στις ερωτήσεις της κάρτας No 3

ΚΑ	1		2		3	
	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Γιατί Ναι	Γιατί Όχι	ΝΑΙ	ΟΧΙ
01	+		-	-	+Μ	
02	+		Σ			+
03	+		Λ		-	-
04	+		Σ		Λ	
05	+		-	-	-	-
06		+	Δεν έχω συναντήσει ποτέ τη διάσπαση της NH_3, και δε νομίζω ότι γίνεται		Δ.Τ.Ε.	
07	+		Σ			*ΕηΑ
08		+		Μ, (Λ)	Δ.Τ.Ε.	
09	+		Σ			+
10	+		Σ		Χ.Δ-Δ.Θ	
11	Δ.Γ.		-	-	-	-
12	Δ.Γ.		-	-	+Δ.Θ	
13	+		Σ		+Μ	
14	+ Θεω-ρητικά		*Επειδή όλες είναι αμφίδρομες. Αλλά πρακτικά δε νομίζω ότι γίνεται		+	
15	+		Σ		+Μ	
16		+	Δε γνωρίζω, ίσως και να γινότανε η διάσπαση της NH_3. Δεν είμαι σίγουρη		Δ.Τ.Ε.	
17	+		Επειδή δείχνει διάσπαση		Λ	
18	+		Επειδή είναι διά-σπαση. Διαχωρισμός		+*	
Σύνολο	13	3			6	2

Υπόμνημα Πίνακα Κάρτας No 3

- : Δε Δόθηκε Απάντηση
Δ.Τ.Ε.: Δεν Τέθηκε η Ερώτηση
Δ.Θ. Δε Θυμάμαι
Δ.Γ.: Δε Γνωρίζω
*ΕηΑ: Εκβιάστηκε η απάντηση
Λ: Λανθασμένη Απάντηση
Μ: Μονόδρομη
Σ: Σωστή Απάντηση
Χ.Δ: Χωρίς Δικαιολογία

ΚΑΡΤΑ No 4

$$S + 3/2O_2 = SO_3$$

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα Νο 4

1. Μπορούμε να γράψουμε την κάρτα Νο 2 διαιρώντας όλους τους συντελεστές της χημικής εξίσωσης διά 2; (*Ναι*)
2. Αν όχι γιατί, αν ναι γιατί;
3. Αν ναι, υπάρχει κάποιο πλεονέκτημα στη μία από τις δύο μορφές;
4. Υπάρχει περίπτωση που πράγματι δεν εμφανίζονται σε μία χημική εξίσωση κλασματικοί συντελεστές; (*στοιχειώδεις αντιδράσεις*)
5. Σε τι διαφέρει η χημική εξίσωση μιας στοιχειώδους (απλής) αντίδρασης από τη στοιχειομετρική χημική εξίσωση μιας χημικής αντίδρασης;
6. Θα προτιμούσες να χρησιμοποιούσαμε διαφορετικό σύμβολο αντί του βέλους για τις στοιχειώδεις αντιδράσεις;

Πίνακας στατιστικών αποτελεσμάτων που αντιστοιχούν στις ερωτήσεις της κάρτας Νο 4

ΚΑ	1		2	3		4		5	6
	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Γιατί ΝΑΙ Γιατί ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ		
01	+		Δ.Τ.Ε	+*		+		-	-
02	+		Δ.Τ.Ε		+	Δ.Γ.		Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.
03	+		Τα άτομα που είναι στο 1° μέλος είναι ίσα με αυτά που βρίσκονται στο 2° μέλος	+		*		-	Δ.Τ.Ε.
04	+		Δεν αλλάζει η αναλογία	*		Δ.Γ.		Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.
05	+		Είναι ίδιο το αποτέλεσμα	*			+	Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.
06	+		Διότι το οξυγόνο είναι δισθενές. Θα είναι πιο καλή η στοιχειομετρία	*			+	Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.
07	+		Δεν μπορώ να σας πω, έτσι το έμαθα	*		+Λ		Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.
08	+		Γιατί πάλι το ίδιο πράγμα θα είναι		+		+	Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.
09	+		Διότι ισχύει και πάλι η ισοστάθμιση μάζας	*			+	Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.
10	+		Όπως στα μαθηματικά	*			+	Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.
11	+		Βοηθάει στις πράξεις	*		Δ.Γ.		Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.
12		+	Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.
13	+		Γιατί έχει αριθμούς που δείχνει πόσα μόρια χρησιμοποιούμε από το καθένα	*			+	Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.
14	+		Διότι ισχύει και πάλι η αρχή διατήρησης της μάζας	*			+	Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.
15	+		Κάνουμε μια απλοποίηση	*		Δ.Γ.		Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.
16	+		Διότι μπορούμε πάλι να ισοσταθμίσουμε τα μέλη της αντίδρασης		+	Δ.Γ.		Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.
17	+		Οι αναλογίες δεν αλλάζουν		+	Δ.Γ.		Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.
18	+		Διότι μπορούμε να χρησιμοποιούμε κλάσματα	*		Δ.Γ.		Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.
Σύνολο	17	1		13	4	3	7		

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Υπόμνημα Πίνακα Κάρτας No 4

* : Απάντηση με ιδιαίτερο ενδιαφέρον

\- : Δε Δόθηκε Απάντηση

Δ.Γ.: Δε Γνωρίζω

Δ.Τ.Ε: Δεν Τέθηκε η Ερώτηση

Λ: Λάθος

ΚΑΡΤΑ No 5

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα No 5

1. Τι δείχνει αυτή η κάρτα, No 5;
2. Μπορείς να μου διαβάσεις αυτήν την κάρτα; (φαντάσου ότι εγώ δεν την ξέρω ούτε την βλέπω).
3 Διαφέρει σε τίποτε από την κάρτα No 1 ή δείχνουν το ίδιο ακριβώς; Αν δε δείχνουν το ίδιο, σε τι συνίσταται η διαφορά; (3α)
4. Τι δείχνει το ΔΙΠΛΟ βέλος στη χημική εξίσωση;
5. Θα μπορούσαμε να γράψουμε την εξίσωση αντίστροφα; $2NH_3 \rightleftharpoons N_2 + 3H_2$

   5α. Αν όχι γιατί; Αν ναι υπάρχει ταυτότητα ή διαφορά με την προηγούμενη; (Πότε γράφουμε τη μία και πότε την άλλη/αντίστροφη χημική εξίσωση;)
6. Θα μπορούσαμε και στην περίπτωση αυτή (χημικής ισορροπίας/αμφίδρομης αντίδρασης) να χρησιμοποιήσουμε το σύμβολο της ισότητας αντί του διπλού βέλους; Μήπως κάποιος από τους δύο συμβολισμούς έχει πλεονέκτημα και ποιο; (6α)

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Πίνακας στατιστικών αποτελεσμάτων που αντιστοιχούν στις ερωτήσεις της κάρτας Νο 5

ΚΑ	1		2		3		3α*	4		5		5α	6		6α*	
	Σ	Λ	Σ	Λ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Σε τι συνίσταται η διαφορά;	Σ	Λ	ΝΑΙ	ΟΧΙ		ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ
01	+			+	+		Δείχνει και την αντίστροφη διαδικασία	+		+		Τ	Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.	
02	+		+		+		Δείχνει βέλος και προς την άλλη μεριά	+		+		Δ.Τ.Ε.	+		*	
03		+	+		+		Είναι αμφίδρομη		+	+		Λ.Υ.Ε.		+	*	
04	+		+		+		Είναι αμφίδρομη	+		+		Τ	+			+
05		+	+		+		Επιπλέον πληροφορία. Υπάρχει ισορροπία	+		+		Τ		+	+	
06		+	+		+		Έχουμε βέλος προς την αντίθετη φορά	+		+		Δ		+		+
07	+			+	+		Συνυπάρχουν δύο αντιδράσεις	+		+		Τ		+	*	
08	+		+		+		Η Νο 1 μονόδρομη και η Νο 5 αμφίδρομη	+		+		Τ		+	*	
09	+			+	+		Παριστάνεται εδώ και η πορεία της αντίστροφης αντίδρασης	+		+		Τ	+		*	
10	+		+		+		Στο αμφίδρομο της πορείας		*	+		Δ		+	*	
11		+		+	+		Στο μονό και στο διπλό βέλος		+	+		Δ	+		*	
12		+		+	+		Η Νο 1 δείχνει ότι μπορεί να γίνει προς τη μία πλευρά ενώ η Νο 5 και προς τις δύο κατευθύνσεις	+		+		Δ.Γ.		+	Δ.Τ.Ε.	
13	+		*		+		Στο ότι η 5 είναι αμφίδρομη	+		+		Τ	*			+
14	+		+		+		Στην 1η φαίνεται ότι γίνεται μόνο η σύνθεση της NH_3	+		+		Τ	+			+
15	+			+	+		Μόνο στο βέλος		+	+		Τ	+		*	
16	+			+	+		Είναι αμφίδρομη	+		+		Τ	+			+
17	+			+	+		Η μία είναι ποσοτική και η άλλη αμφίδρομη	+		+		Τ		+	*	
18	+			+	+		Η μία είναι ποσοτική και η άλλη αμφίδρομη		+	+		Τ	+		*	
Σύνολο	13	5	9	9	18			13	5	18			9	8	11	5

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Υπόμνημα Πίνακα Κάρτας Νο 5

3α*,6α*: ερωτήσεις που δημιουργήθηκαν ύστερα από διάκριση των αντίστοιχων ερωτήσεων 3 και 6. Δεν υποβλήθηκαν ξεχωριστά και η διάκρισή τους έγινε κατά την επεξεργασία των απαντήσεων.

+; : ΝΑΙ δεν είμαι σίγουρη

Δ: Διαφορά

Δ.Γ.: Δε Γνωρίζω

Δ.Τ.Ε.: Δεν Τέθηκε η Ερώτηση

Λ: Λανθασμένη απάντηση

Λ.Υ.Ε.: Λανθασμένα Υποβλήθηκε η Ερώτηση

Σ: Σωστή απάντηση

Τ: Ταυτότητα

2. ΕΝΟΤΗΤΑ Β΄: Συμβολισμοί και Ορισμολογία, που αναφέρονται τις Ομάδες Υδροξύλιο και Υδροξείδιο

ΚΑΡΤΑ Ν° 6

NaOH,	KOH,	$Ca(OH)_2$

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα Νο 6

1. Τι δείχνει η κάρτα Νο 6;
2. Τι κοινό και ποια διαφορά έχουν οι τρεις ενώσεις;
3. Μπορείς να ονομάσεις (να δώσεις τα χημικά ονόματα) τις ενώσεις;
4. Σε ποια κατηγορία χημικών ενώσεων ανήκουν οι ενώσεις αυτές;
5. Με βάση ποιο χαρακτηριστικό κατέταξες τις τρεις ενώσεις στην ίδια κατηγορία; (*Υδροξείδια μετάλλων ή βάσεις*)
6. Γνωρίζεις κάποια ή κάποιες ουσίες/χημικές ενώσεις που είναι βάσεις αλλά δε φαίνεται στον τύπο τους το υδροξείδιο;
7. Γνωρίζεις κάποια ή κάποιες ουσίες/χημικές ενώσεις που στο χημικό τους τύπο περιέχουν την ομάδα οξυγόνο υδρογόνο, αλλά δεν είναι βάσεις και είναι οξέα;
8. Γνωρίζεις κάποια ή κάποιες ουσίες/χημικές ενώσεις που στον συντακτικό τους τύπο περιέχουν μία ή περισσότερες ομάδες οξυγόνο υδρογόνο (-O-H) , αλλά δεν είναι βάσεις και είναι οξέα;

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Πίνακας στατιστικών αποτελεσμάτων που αντιστοιχούν στις ερωτήσεις της κάρτας Νο 6

ΚΑ	1		2		3		4		5		6		7		8	
	Σ	Λ	Σ	Λ	Σ	Λ	Σ	Λ	Σ	Λ	Σ	Λ	Σ	Λ	Σ	Λ
01	+		+		+		+		+		+;		+;		Δ.Γ.	
02	+		+-		+		+		+		+		+		Δ.Γ.	
03	+			+	+		+			*	Δ.Τ.Ε.		+		Δ.Γ.	
04	+		+-		+		+		+		+		+		Δ.Γ.	
05	+		+-		+			+	+			+	+		Δ.Τ.Ε.	
06	+		+		Δ.Γ.		Δ.Γ.		Δ.Γ.		Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.	
07	+		+		+		+			+	+			+		+
08	Ενώσεις		+		+		+			*		+	+			+
09	+		+		+		+		+		+		-	-	Δ.Θ.	
10	+			+	+		+			*	+		+		+	
11	+		+		+		+		+		ΟΧΙ		;+		;+	
12	Ενώσεις			+		+	+			*		ναι	+		Δ.Θ.	
13		+	+		+		+		+		+			+		+
14	+		+		+		+		+		+		+		+	
15		+	+		+		+		+		+			+	ΟΧΙ	
16	+			+	+		+		+*		+		+		Δ.Γ.	
17	+		+*		+		+			*	+		+		Δ.Θ.	
18	+		+		+			+	+			+	+		+	
Σύνολο	14	2	14	4	16	1	15	2	11	6	11	4	13	3	4	3

Υπόμνημα Πίνακα Κάρτας Νο 6

- : Δε δόθηκε απάντηση

+; : Γνωρίζει αλλά δε δύναται να αναφέρει συγκεκριμένη χημική ένωση

+- : Δόθηκε σωστή απάντηση ως προς το ένα σκέλος της ερώτησης (στις ομοιότητες και όχι στις διαφορές)

;+ Ο φοιτητής απάντησε ερωτηματικά.

* : Να εκληφθούν ως σωστές, διότι η λανθασμένη χρήση του όρου υδροξύλιο αξιολογήθηκε σε προηγούμενη απάντηση

Δ.Γ.: Δε Γνωρίζω

Δ.Θ.: Δε θυμάμαι

Δ.Τ.Ε.: Δεν Τέθηκε η Ερώτηση επειδή δεν το επιτρέπει το είδος της απάντησης που δόθηκε σε προηγούμενη ερώτηση

Λ: Λανθασμένη απάντηση

Σ: Σωστή απάντηση

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΚΑΡΤΑ Νο 7

ΌΗ

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα Νο 7

1. Τι δείχνει η κάρτα Νο 7; Είναι αυτό μια χημική ένωση; Έχεις συναντήσει μόριο με τον τύπο ΌΗ;
2. Αν απαντήσει ΥΔΡΟΞΥΛΙΟ, τότε τον ρωτάμε: «ποιας κατηγορίας χημικών ενώσεων είναι χαρακτηριστική ομάδα το ΥΔΡΟΞΥΛΙΟ;».
3. Αν απαντήσει ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΟ, τότε του δείχνουμε την κάρτα Νο 8, και τον ρωτάμε «τι βλέπει».
4. Το ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΟ (ως σωματίδιο) είναι το ίδιο με το ΥΔΡΟΞΥΛΙΟ;

Αν απάντησε σε όλες ή κάποιες από τις ερωτήσεις 6, 7, 8 της κάρτας Νο. 6, να επιστρέψουμε σ' αυτές.

Πίνακας στατιστικών αποτελεσμάτων που αντιστοιχούν στις ερωτήσεις της κάρτας Νο 7

ΚΑ -	1α*	1β*		1γ*	2	3	4	
		ΝΑΙ	ΟΧΙ				ΝΑΙ	ΟΧΙ
01	-		+	ΟΧΙ	Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.	+	
02	δ	Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.	+	
03	λ	Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.	+	
04	δ		+	NaOH	Δ.Τ.Ε.	*	Δ.Γ.	
05	λ		+	-	Δ.Γ.	Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.	
06	λ	+		NaOH	Δ.Τ.Ε.	ανιόν υδρ/λίου		+
07	τίποτε	τίποτε		Δ.Τ.Ε.*	Δ.Τ.Ε.*	Δ.Τ.Ε.*	Δ.Τ.Ε.	
08	λ ;		+	ΝΑΙ	βάσεων	Δ.Τ.Ε.	+	
09	δ		+	ΝΑΙ	Δ.Τ.Ε.	ίδια ομάδα	+	
10	Το Ο ενωμένο με Η (λ)		+	ΟΧΙ	-	Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.	
11	δ	+		Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.	ανιόν υδρ/δίου	+	
12	δ	+		ΝΑΙ	Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.	
13	δ		+	H_2O	Δ.Τ.Ε.	δ		+
14	δ		+	Βάσεις και οξέα	Δ.Τ.Ε.	ανιόν υδρ/δίου	+	
15	1 μόριο δ	+		αλκοόλες βάσεις	Δ.Τ.Ε.	ανιόν υδρ/δίου	+	
16	1 μόριο δ		+	NaOH	Δ.Τ.Ε.	ανιόν υδρ/δίου	+	
17	λ		+	ΟΧΙ	βάσεων	Δ.Τ.Ε.		+
18	δ	+		ΝΑΙ	Δ.Τ.Ε.	υδροξείδιο	+	
Σύνολο	6λ/10δ	5	10				10	3

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Υπόμνημα Πίνακα Κάρτας Νο 7

- : Ο φοιτητής δεν απάντησε

+*: Απάντησε μέσω της κάρτας Νο 8.

1α*,β*,γ*: Ερωτήσεις που δημιουργήθηκαν ύστερα από διάκριση της ερώτησης 1. Δεν υποβλήθηκαν ξεχωριστά και η διάκρισή τους έγινε κατά την επεξεργασία των απαντήσεων.

δ: Υδροξείδιο

Δ.Γ.: Δε Γνωρίζω

Δ.Τ.Ε.*: Δεν Τέθηκε η Ερώτηση (λόγω της απάντησης του φοιτητή στην ερώτηση 1α της κάρτας Νο 7. Ο φοιτητής αυτός στην ερώτηση: «Τι δείχνει η κάρτα Νο 7;», απάντησε «*τίποτε* δε δείχνει»).

Δ.Τ.Ε: Δεν Τέθηκε η Ερώτηση (λόγω του είδους της απάντησης του φοιτητή στην ερώτηση 1α).

λ: Υδροξύλιο

λ; : Υδροξύλιο με αμφιβολία (ο φοιτητής είπε: «έχω την εντύπωση ότι το είπα λάθος»).

04/3*: Ο φοιτητής με Κ.Α.04, στην ερώτηση 3 απάντησε: «Το χημικό τύπο που συμβολίζει το ιόν του υδροξειδίου».

01/1α*: Ο φοιτητής με Κ.Α.0 1, στην ερώτηση 1α : «Τι δείχνει η κάρτα Νο 7;», απάντησε: «Δε γνωρίζω πως ονομάζεται. Θα το ονόμαζα υδροξείδιο αν είχε ένα μείον».

ΚΑΡΤΑ Νο 8

OH^-

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα Νο 8

1. Τι δείχνει η κάρτα Νο 8;
2. Έχεις αντιληφθεί ποτέ να γίνεται λανθασμένη χρήση των όρων ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΟ και ΥΔΡΟΞΥΛΙΟ;
3. Εσένα σε επηρεάζει;
4. Αν ναι; Πώς; ή και γιατί σε επηρεάζει;
5. Γενικά νομίζεις ότι η λανθασμένη χρήση των όρων ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΟ και ΥΔΡΟΞΥΛΙΟ μπορεί να επηρεάζει τους μαθητές σε κάτι (έστω και αν δεν επηρεάζει εσένα);

Πίνακας στατιστικών αποτελεσμάτων που αντιστοιχούν στις ερωτήσεις της κάρτας Νο 8

ΚΑ	1	2		3		4	5	
		ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Αιτιολογία	ΝΑΙ	ΟΧΙ
01	λ		+		+	-	Δ.Τ.Ε.	
02	δ	Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.		-	Δ.Τ.Ε.	
03	Ανιόν λ ή δ	-		+		Νοιώθω σαν παιδάκι της ΣΤ΄ Δημοτικού	+	
04	δ	*-		+		Δεν μπορούσα να καταλάβω αν κάνω λάθος	Δ.Τ.Ε.	
05	Ανιόν λ		*	Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.	
06	Ανιόν δ		*	+		Γιατί θα μπορούσα να το ήξερα. Έπρεπε να ξεχωρίζω τις ονομασίες των ανιόντων με τις ρίζες	+	
07	Ανιόν λ	Δ.Τ.Ε.			+	Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.	
08	Ανιόν δ	Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.	
09	λ	*		Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.	+	
10	λ	Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.	
11	Ανιόν δ	Δ.Τ.Ε.		+		Δ.Τ.Ε.	+	
12	Ανιόν δ	+		+		Δεν το θεωρώ το ίδιο, απλά δεν μπορώ να το ξεχωρίσω	+	
13	δ	+		+		Βρίσκομαι σε δίλημμα	+	
14	Ανιόν δ		+	Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.	
15	Ανιόν δ		+	Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.	
16	Ανιόν δ		+	Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.	+	
17	λ	Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.	+	
18	δ	+		+		Νομίζω ότι το υδροξύλιο είναι το ίδιο με το υδροξείδιο	+	
Σύνολο	12δ/6λ	4	6	7	2		9	0

Υπόμνημα Πίνακα Κάρτας Νο 8

- : Ο φοιτητής δεν απάντησε

*- : Ο φοιτητής δήλωσε: «δεν μπορώ να απαντήσω, οι καθηγητές χρησιμοποιούσαν και τους δύο όρους».

δ: Υδροξείδιο

Δ.Γ.: Δε Γνωρίζω

Δ.Τ.Ε: Δεν Τέθηκε η Ερώτηση

λ: Υδροξύλιο

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

3. ΕΝΟΤΗΤΑ Γ΄ : Συμβολισμοί και Ορισμολογία, που αναφέρονται στην Ιοντική Δομή των Αλάτων

ΚΑΡΤΑ No 9

NaCl

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα No 9

1. Ποια χημική ένωση βλέπεις στην κάρτα No 9;
2. Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο νάτριο, NaCl;
3. Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο νάτριο, NaCl;

Πίνακας στατιστικών αποτελεσμάτων που αντιστοιχούν στις ερωτήσεις της κάρτας No 9

ΚΑ	1		2		3	
	Σ	Λ	Σ	Λ	Σ	Λ
01	+		+			+*
02	+		-		+...	-*
03	+		+		+	
04	+		+		+	
05	+			+*		+
06	+		+		+	
07	+		+		+	
08	+		+		+*	
09	+		+			+*
10	+		+		+	
11	+		+			+*
12	+			+		+
13	+		+			+
14	+		+		+	
15	+		+		+	
16	+		+		+	
17	+		+		+	
18	+		+		-*	
Σύνολο	18	0	15	2	11	6

Υπόμνημα Πίνακα Κάρτας No 9

- : Ο φοιτητής δεν απάντησε
+... : Με βοήθεια
-* : Ο φοιτητής δήλωσε: «δεν μπορώ να απαντήσω».
Λ: Λανθασμένη απάντηση
Σ: Σωστή απάντηση

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

ΚΑΡΤΑ No 10

$CaCl_2$

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα No 10

1. Ποια χημική ένωση βλέπεις στην κάρτα No 10;
2. Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο ασβέστιο, $CaCl_2$;
3. Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο ασβέστιο, $CaCl_2$;
4. Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 2 στο χλώριο;

Πίνακας στατιστικών αποτελεσμάτων που αντιστοιχούν στις ερωτήσεις της κάρτας No 10

ΚΑ	1		2		3		4	
	Σ	Λ	Σ	Λ	Σ	Λ	Σ	Λ
01	+			+		+	+	
02	+		Δ.Γ.*		+		+	
03	+			*	+			+
04	+			+		+	+;	
05	+		+		+		+	
06	+			+	+		+	
07	+		+		+		+	
08	+			+		+	+	
09	+			+.		+	+	
10	+			+	+		+	
11	+			+		+	+	
12	+			+		+	+	
13	+		+			+		+
14	+		+			+	+	
15	+		+		+		+	
16	+		+			+	+	
17	+		+			+	+	
18	+			+		+		+
Σύνολο	18	0	7	10	7	11	15	3

Υπόμνημα Πίνακα Κάρτας No 10

*: Απάντηση με ιδιαίτερο ενδιαφέρον

Δ.Γ. Δε Γνωρίζω

Λ: Λανθασμένη απάντηση

Σ: Σωστή απάντηση

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΚΑΡΤΑ No 11

$NaNO_3$

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα No 11

1. Ποια χημική ένωση βλέπεις στην κάρτα No 11;
2. Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρχουν στη χημική ένωση νιτρικό νάτριο, $NaNO_3$;
3. Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση νιτρικό νάτριο, $NaNO_3$;

Πίνακας στατιστικών αποτελεσμάτων που αντιστοιχούν στις ερωτήσεις της κάρτας No 11

ΚΑ	1		2		3	
	Σ	Λ	Σ	Λ	Σ	Λ
01	+		+			+
02	+		*			+
03	+		+		+	
04	+		+		+	
05	+		+		+	
06	+		+		+	
07	+		+		+	
08	+		+		+	
09	+			+		+
10	+			+	+	
11	+		Δ.Γ.		Δ.Τ.Ε.	
12	+		+			+
13	+		+			+
14	+		+		+	
15	+			+		*
16	+		+		+	
17	+			+		+
18	+		+		Δ.Γ.	
Σύνολο	18	0	12	4	9	7

Υπόμνημα Πίνακα Κάρτας No 11

- :	Δεν απάντησε	*:	Απάντηση με ιδιαίτερο ενδιαφέρον
Δ.Γ.:	Δε Γνωρίζω	Δ.Τ.Ε.:	Δεν τέθηκε η ερώτηση
Λ:	Λανθασμένη απάντηση	Σ:	Σωστή απάντηση

ΚΑΡΤΑ No 12

$Al_2(SO_4)_3$

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα No 12

1. Ποια χημική ένωση βλέπεις στην κάρτα No 12;
2. Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρχουν στη χημική ένωση θειικό αργίλιο, $Al_2(SO_4)_3$;
3. Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση θειικό αργίλιο, $Al_2(SO_4)_3$;

4α. Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 4 στο οξυγόνο;

4β. Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 2 στο αργίλιο;

4γ. Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 3;

4δ. Υπάρχει κάποια διαφορά ανάμεσα στους δείκτες 2, 4 και 3;

Πίνακας στατιστικών αποτελεσμάτων που αντιστοιχούν στις ερωτήσεις της κάρτας No 12

ΚΑ	1		2		3		4α		4β		4γ		4δ	
	Σ	Λ	Σ	Λ	Σ	Λ	Σ	Λ	Σ	Λ	Σ	Λ	Σ	Λ
01	+			+		+	+			*	+		+	
02	+		+*		+		-		+		+		+	
03	+		Δ.Γ.		Δ.Γ.		Δ.Γ		Δ.Γ.		Δ.Γ.		+	
04	+			+		+	Δ.Γ.		+		+		Δ.Γ.	
05	+		+		+		Δ.Γ.			+		+		+
06	+			+		+**	+		+		+		+	
07	+		+			+	+		+		+		Δ.Γ.	
08	+			+		+		+	+		+		+	
09	+			+		+	+			*	+		+	
10	+		+;		+		+		+		+;		+;	
11	+			+		+		+	+		+			+
12	+			+		+	Δ.Γ.		+		Δ.Γ.			+
13	+		+			+	+		+;		+		+	
14	+		+			+		+	+		+			+
15	+			+		+		+		+	+			*
16	+			+		+	+			+	+			+
17	+			+		+	-		+		+		+	
18	+			+	Δ.Γ.			+*	+		+		+	
Σύνολο	18	0	6	11	3	13	7	5	12	5	15	1	10	6

Υπόμνημα Πίνακα Κάρτας No 12

+; : Απάντηση που δεν είναι απόλυτα σωστή

- : Δε Δόθηκε Απάντηση

*: Απάντηση με ιδιαίτερο ενδιαφέρον

Λ: Λανθασμένη απάντηση

Σ: Σωστή απάντηση

Δ.Γ.: Δε Γνωρίζω

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Εργασίες χωρίς κάρτες Νο 12α

α. Μπορείς να γράψεις τους χημικούς τύπους των παρακάτω ενώσεων:

$NaCl$
$CaCl_2$
$NaNO_3$
$Al_2(SO_4)_3$

χωρίζοντας με παρενθέσεις τα θετικά από τα αρνητικά ιόντα; Θέλουμε να γράψει μόνος του (και τελικά τον βοηθάμε να γράψει):

$(Na)(Cl)$
$(Ca)(Cl)_2$
$(Na)(NO_3)$
$(Al)_2(SO_4)_3$

α.1. Βρίσκεις κάποιο παιδαγωγικό πλεονέκτημα σ' αυτή τη γραφή;

Πίνακας 12α
Σωστών και Λανθασμένων Απαντήσεων
Για τη γραφή των χημικών τύπων των αλάτων με τη βοήθεια παρενθέσεων

Πίνακας 12α.1
Παιδαγωγικού πλεονεκτήματος
Για τη γραφή των χημικών τύπων των αλάτων με τη βοήθεια παρενθέσεων

Κ.Α.	Σ	Λ
01		+
02		+
03		+
04	-	-
05		+
06		+
07		+
08		+
09		+
10		+
11		+
12		+
13		+
14	+	
15		+
16		+
17		+
18		+
Σύνολο	1	17

Κ.Α.	1	2
01	Δ.Τ.Ε	
02		+
03	Δ.Τ.Ε.	
04	+	
05	+	
06		+
07	+	
08	+	
09	+	
10	+	
11		+
12	+	
13	+	
14		+
15		+
16		+
17	+	
18		+
Σύνολο	9	7

Υπόμνημα Πίνακα Κάρτας Νο 12α και 12α.1

Δ.Τ.Ε: Δεν Τέθηκε Ερώτηση Λ: Λανθασμένη απάντηση

Σ: Σωστή απάντηση

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Εργασίες χωρίς κάρτες Νο 12β

β. Μπορείς στους προηγούμενους χημικούς τύπους:

$$(Na)(Cl)$$

$$(Ca)(Cl)_2$$

$$(Na)(NO_3)$$

$$(Al)_2(SO_4)_3$$

(όπου χωρίσαμε με παρενθέσεις τα θετικά από τα αρνητικά ιόντα) να δείξεις και τα ηλεκτρικά φορτία των ιόντων; Θέλουμε να γράψει μόνος του (και τελικά τον βοηθάμε να γράψει):

$$(Na^+)(Cl^-)$$

$$(Ca^{2+})(Cl^-)_2$$

$$(Na^+)[(NO_3)^-]$$

$$(Al^{3+})_2[(SO_4)^{2-}]_3$$

β.1. Βρίσκεις κάποιο παιδαγωγικό πλεονέκτημα σ' αυτήν τη γραφή;

Πίνακας 12β
Σωστών και Λανθασμένων Απαντήσεων
Για τη γραφή των χημικών τύπων των αλάτων με τη βοήθεια παρενθέσεων και των ηλεκτρικών φορτίων των ιόντων

Κ.Α.	Σ	Λ
01	Δ.Τ.Ε.	
02		+
03	-	-
04		+
05	+	
06		+
07		+
08		+
09		+
10		+
11		+
12		+
13		+
14		+
15		+
16		+
17		+
18		+
Σύνολο	1	15

Πίνακας 12β.1
Παιδαγωγικού Πλεονεκτήματος
Για τη γραφή των χημικών τύπων των αλάτων με τη βοήθεια παρενθέσεων και των ηλεκτρικών φορτίων των ιόντων

Κ.Α.	2	3
01	Δ.Τ.Ε.	
02	+	
03	Δ.Τ.Ε.	
04		+
05	+	
06		+
07		+
08		+
09	+	
10	-	-
11	+	
12	-	-
13		*+
14		+
15		+
16	+	
17		+
18		+
Σύνολο	5	9

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Υπόμνημα Πίνακα Κάρτας No 12β και 12β.1

+; : Απάντηση που δεν είναι απόλυτα σωστή

- : Δε Δόθηκε Απάντηση

Δ.Τ.Ε: Δεν Τέθηκε η Ερώτηση

Λ: Λανθασμένη απάντηση

Σ: Σωστή απάντηση

4. ΕΝΟΤΗΤΑ Δ΄ : Συμβολισμοί και Ορισμολογία, που αναφέρονται στη Διαλυτότητα Δυσδιαλύτων Αλάτων

ΚΑΡΤΑ No 13

$$AgNO_3 + KCl \rightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$$

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα No 13

1. Τι δείχνει η κάρτα No 13;
2. Τι συμβολίζει το κάθετο βέλος (↓);
3. Πώς περιγράφουμε (με ποιον όρο) το χλωριούχο άργυρο, AgCl ; (*ίζημα*)
4. Γιατί πέφτει ίζημα; (*Ο χλωριούχος άργυρος, AgCl, είναι δυσδιάλυτη ένωση.*)
5. Αν δεν έπεφτε ίζημα χλωριούχου αργύρου, AgCl, (αν, δηλαδή, ο χλωριούχος άργυρος δεν ήταν δυσδιάλυτη ένωση), θα γινόταν η αντίδραση που περιγράφεται από την παραπάνω χημική εξίσωση;
6. Μπορείς να μου περιγράψεις τι θα κάνεις, (Τι αντιδραστήρια θα χρησιμοποιήσεις) για να πραγματοποιήσεις στο εργαστήριο την αντίδραση που περιγράφεται από αυτή τη χημική εξίσωση; (Θα αναμείξω διάλυμα ...με διάλυμα.... Οπότε θα καταβυθισθεί ίζημα ...)

(Αν απαντήσει λάθος ή δεν απαντήσει, δεν του λέμε εμείς το σωστό.)

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Πίνακας στατιστικών αποτελεσμάτων που αντιστοιχούν στις ερωτήσεις της κάρτας Νο 13

ΚΑ	1		2		3		4		5		6	
	Σ	Λ	Σ	Λ	Σ	Λ	Σ	Λ	Σ	Λ	Σ	Λ
01	+		+		+		Δ.Τ.Ε.		Δ.Γ.		Δ.Γ.	
02	+;		+		+		Δ.Γ.		Δ.Γ.			+
03	+-		+		+		Δ.Γ.		Δ.Γ.			+
04	+		+		+		+			+	+	
05		+	+		+		+			+		+
06	+;*		+		+		Δ.Γ.		Δ.Γ.			+
07	+;		+		+		+		+χ.α.		+	
08		+	+		+		Δ.Γ.		Δ.Γ.		+-	
09	+		+		+			+		+	+	
10	+		+		+		+		+χ.α.			+
11	+;		+		+			+	+χ.α.			+
12		+	+		+			+		+		+
13	+-		+		+			+		+		+
14		+	+			+	Δ.Γ.			+		+
15	+		+		+		Δ.Γ.		+		+	
16		+	+		+		Δ.Γ.		+*			+
17	+		+		+			+	+χ.α.			+
18	+;		+		+			+		+		+
Σύνολο	13	5	18	0	17	1	4	6	6	7	5	12

Υπόμνημα Πίνακα Κάρτας Νο 13

- : Δε δόθηκε απάντηση

+-: Μη πλήρης απάντηση

+; : Η απάντηση θεωρήθηκε σωστή, έστω κι αν οι φοιτητές βλέπουν χημική αντίδραση και όχι χημική εξίσωση, καθόσον το σφάλμα αυτό αξιολογήθηκε σε προηγούμενη ενότητα.

*: Απάντηση με ξεχωριστό ενδιαφέρον

Δ.Γ. : Δε Γνωρίζω

Δ.Τ.Ε. : Δεν Τέθηκε Ερώτηση

Λ: Λανθασμένη απάντηση

Σ: Σωστή απάντηση

+χ.α.: Χωρίς Αιτιολογία

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Εργασίες Χωρίς Κάρτες Νο 13α

Ξέρεις να γράφεις τη χημική εξίσωση της κάρτας Νο 13

$$AgNO_3 + KCl \rightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$$

σε ιοντική μορφή;

Πίνακας 13α
Σωστών και Λανθασμένων Απαντήσεων
Για τη γραφή της ιοντικής μορφής της χημικής εξίσωσης:

$$AgNO_3 + KCl \rightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$$

Κ.Α.	Σ	Λ
01	+	
02	+	
03	Δ.Τ.Ε.	
04	+	
05		+
06		+
07	+	
08		+
09		+
10		+
11	ΟΧΙ	
12		+
13		+
14	ΟΧΙ*	
15		+
16		+
17		+
18	+	
Σύνολο	5	10

Υπόμνημα Πίνακα Νο 13α

Δ.Τ.Ε. : Δεν Τέθηκε η Ερώτηση

Λ: Λανθασμένη απάντηση

Σ: Σωστή απάντηση

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΚΑΡΤΑ Νο 14

$$Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)}$$

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα Νο 14

1. Τι δείχνει αυτή η κάρτα, Νο 14;
2. Τι συμβολίζουν τα σύμβολα δείκτες (aq) (s)
3. Μπορείς να μου περιγράψεις τι θα κάνεις, (Τι αντιδραστήρια θα χρησιμοποιήσεις) για να πραγματοποιήσεις στο εργαστήριο την αντίδραση που περιγράφεται από αυτή τη χημική εξίσωση; (*Θα αναμείξω διάλυμα ... με διάλυμα ..... οπότε θα καταβυθισθεί ίζημα ...*)
4. Περιγράφει την ίδια ή διαφορετική αντίδραση η χημική εξίσωση της κάρτας αυτής από την προηγούμενη κάρτα, Νο 13;
   4α. Αν διαφορετική, σε τι συνίσταται η διαφορά;
   4β. Αν ίδια, υπάρχει κάποιο πλεονέκτημα στον έναν ή στον άλλο τρόπο γραφής;
   4γ. Εσύ ποια γραφή βρίσκεις προτιμότερη;

Πίνακας στατιστικών αποτελεσμάτων που αντιστοιχούν στις ερωτήσεις της κάρτας Νο 14

ΚΑ	1		2		3		4		4α	4β		4γ	
	Σ	Λ	Σ	Λ	Σ	Λ	Ι*	Δ*		ΝΑΙ	ΟΧΙ	13	14
01	+		+		+;			+	*	+		+	
02		+	+			+	+		Δ.Τ.Ε.	+			+
03		+		+	Δ.Γ.		+		Δ.Τ.Ε.	+		+	
04	+		+		+		Δ.Γ.		Δ.Τ.Ε.	Δ.Τ.Ε.		+	
05		+	+		+		+		Δ.Τ.Ε.	+		+	
06		+	+		+			+	*	Δ.Τ.Ε.			+
07		+	+;		+		+		Δ.Τ.Ε.	+		+	
08	+;		+			+		+	*	Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.	
09		+	+			+	+		Δ.Τ.Ε.	+			+
10	+		+			+	+		Δ.Τ.Ε.	+		+	
11		+	+			+		+	*	Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.	
12		+		+		+*	+*		Δ.Τ.Ε.	+*			+
13	+		+;			+	+		Δ.Τ.Ε.	+		+	
14	+;		+		+		+		Δ.Τ.Ε.		+*	+*	
15		+	+		+		+		Δ.Τ.Ε.		+*	+*	+*
16	+;			+		+	+*		Δ.Τ.Ε.	+			+
17	+		+		+		+		Δ.Τ.Ε.	+		+	
18	+		+		+;		+		Δ.Τ.Ε.		+*		+*
Σύνολο	9	9	15	3	9	8	13	4		11	3	10	7

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Υπόμνημα Πίνακα Κάρτας No 14

+; : Απάντηση που δεν είναι απόλυτα σωστή

Δ*: Οι φοιτητές απαντούν ότι η χημική εξίσωση περιγράφει διαφορετική χημική αντίδραση με αυτήν της κάρτας No 13

*: Απάντηση με ξεχωριστό ενδιαφέρον

Δ.Γ. : Δε Γνωρίζω

Δ.Τ.Ε. : Δεν Τέθηκε η Ερώτηση (Κυρίως, επειδή, στην περίπτωση της ερώτησης 4α, η απάντηση εξαρτάται από την απάντηση που δόθηκε στην ερώτηση 4.)

Ι*: Οι φοιτητές απαντούν ότι η χημική εξίσωση περιγράφει την ίδια χημική αντίδραση με αυτήν της κάρτας No 13.

Λ: Λανθασμένη απάντηση

Σ: Σωστή απάντηση

ΚΑΡΤΑ No 15

Έχεις συναντήσει τη χημική εξίσωση

$$AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$$ ή $$AgCl \rightleftharpoons Ag^{+} + Cl^{-}$$

Βασικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στην κάρτα No 15

1. Τι δείχνει αυτή η χημική εξίσωση;
2. Πότε την χρησιμοποιούμε; (Διάσταση δυσδιάλυτου άλατος /Διαλυτότητα/Γινόμενο Διαλυτότητας)
3. Γιατί στην περίπτωση αυτή την δείχνουμε με διπλό βέλος;

   3α. Σε τι διαφέρει από την $Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)}$;

   3β. Γιατί στην προηγούμενη το βέλος είναι απλό;

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Πίνακας στατιστικών αποτελεσμάτων που αντιστοιχούν στις ερωτήσεις της κάρτας Νο 15

ΚΑ	Έχεις συναντήσει τη χημική εξίσωση;		1		2		3		3α		3β	
	1η	2η	Σ	Λ	Σ	Λ	Σ	Λ	Σ	Λ	Σ	Λ
01		+	+		Δ.Τ.Ε.		+		Δ.Τ.Ε.		+	
02	+	+		+	Δ.Τ.Ε.		+;			+		+
03	ΟΧΙ (είναι λανθασμένες)			+	Δ.Τ.Ε.			+	Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.	
04	+		+		+;		+			+	+	
05	+			+	Δ.Γ.		-			+		+
06		+		+	Δ.Γ.		+			+	+	
07	+			+	+		+		+		+	
08	+	+		+	-		+			+	Δ.Τ.Ε.	
09	+	+	+			+	+		+			+
10	+		+;			+		+	+		Δ.Τ.Ε.	
11		+		+		+	+;		+		+	
12	+	+		+		+	+		+		+	
13		+		+	+;		+		+		+	
14		+		+	-		+		+			+
15	+	+		+		+	+		+		+	
16		+		+		+	+		+		+	
17	+	+		+		+	+		+		+	
18	ΟΧΙ		Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.		Δ.Τ.Ε.	
Σύνολο	10	12	4	13	3	7	14	2	10	5	10	4

Υπόμνημα Πίνακα Κάρτας Νο 15

+; : Απάντηση που δεν είναι απόλυτα σωστή

- : Δε Δόθηκε Απάντηση

Δ.Γ.: Δε Γνωρίζω

Δ.Τ.Ε. : Δεν Τέθηκε η Ερώτηση

Λ: Λανθασμένη απάντηση

Σ: Σωστή απάντηση

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΕΣ ΣΤΙΧΟΜΥΘΙΕΣ ΟΠΩΣ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΤΑ ΑΠΟΜΑΓΝΗΤΟΦΩΝΗΜΕΝΑ ΚΕΙΜΕΝΑ

Στο παράρτημα αυτό περιλαμβάνονται χαρακτηριστικές και αντιπροσωπευτικές στιχομυθίες μεταξύ του ερευνητή και των φοιτητών που πήραν μέρος στη συνέντευξη.

Οι στιχομυθίες αυτές παρατίθενται κατά ενότητα και κατά φοιτητή, και για όσες από τις κάρτες ή τις ερωτήσεις που τις συνοδεύουν κρίνεται σκόπιμο.

ΕΝΟΤΗΤΑ Α΄ Συμβολισμοί και Ορισμολογία, που αναφέρονται στις Χημικές Εξισώσεις

ΚΑΡΤΑ No 1

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

Ερώτηση 2 «Μπορείς να μου διαβάσεις αυτήν την κάρτα; (φαντάσου ότι εγώ δεν την ξέρω ούτε την βλέπω.)»,

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.02

Ερευνητής: - Μπορείς να μου διαβάσεις αυτήν την κάρτα; Φαντάσου ότι εγώ ούτε την ξέρω ούτε την βλέπω.
Φοιτητής: -*«Λοιπόν, έχουμε μοριακό άζωτο, συν τρία άτομα, συν* [παύση] *όχι, συντελεστής είναι το τρία. Συν, ναι. Τώρα πώς θα το πω αυτό;»*
Ερευνητής: - Όπως θέλεις, όπως το καταλαβαίνεις.
Φοιτητής: -*«Συν τρία άτομα υδρογόνου, ελεύθερου, μας δίνει δύο μόρια αμμωνίας.*
Ερευνητής: - Μάλιστα! Υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στα αντιδρώντα [παύση]
Φοιτητής: -*«Τρία άτομα είπα; Τρία μόρια.»*
Ερευνητής: -Τρία μόρια, εντάξει! Δεν πειράζει, τέτοια λάθη θα γίνονται. Δε μας ενδιαφέρουν αυτά ως λάθη. Ούτε να σε επηρεάζουν ούτε να σε δεσμεύουν.

Ερώτηση 3 «Υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα;»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.06

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ερευνητής: -Μάλιστα. Ωραία. Υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα;
Φοιτητής: -*«Τι σχέση εννοείτε;»*
Ερευνητής: -Ε, κάποια, οποιαδήποτε σχέση. Ας πούμε σ' ό,τι αφορά τη μάζα, σ' ό,τι αφορά φορτία, σε άλλες περιπτώσεις. Ε;
Φοιτητής: -*«Πρέπει να είναι απόλυτα. Ας πούμε έχουμε άζωτο δύο στην* [παύση].*»*
Ερευνητής: -Ναι, ναι;
Φοιτητής: -*«Στο αριστερό μέλος πρέπει να έχουμε δύο άτομα αζώτου και στο πώς το λέτε; Στο προϊόν.»*
Ερευνητής: -Και στο προϊόν.
Φοιτητής: -*«Στο δεξί μέλος.»*
Ερευνητής: -Στο δεύτερο μέλος.
Φοιτητής: -*«Ναι»*
Ερευνητής: -Μάλιστα. Έτσι. Αυτό μόνο για το άζωτο ισχύει ή και [παύση].
Φοιτητής: -*«Ισχύει και για το υδρογόνο, βέβαια.»*
Ερευνητής: -Αν θέλαμε να το γενικεύσουμε λίγο, τι θα λέγαμε; Ότι ισχύει για;
Φοιτητής: -*«Για όλα τα, για όλες τις αντ(ιδράσεις)... για..... έχουμε στοιχειομετρία. Στις διάφορες αντιδράσεις που*[παύση].*»*
Ερευνητής: -Όταν λες «στοιχειομετρία» τι εννοείς; Να έχουμε «στοιχειομετρία», δηλαδή;
Φοιτητής: -*«Οι αριθμοί μπροστά από κάθε άτομο καθώς και* [παύση] *πώς να το πω αυτό;»*
Ερευνητής: -Στοιχειομετρία τι ονομάζουμε; Τι ονομάζουμε στοιχειομετρία, έτσι με απλές κουβέντες;
Φοιτητής: -*«Όσα μόρια αζώτου και υδρογόνο έχουμε στο αριστερό, να 'χουμε και στο δεξί.»*
Ερευνητής: -Ναι;
Φοιτητής: -*«Πώς να το πω;»*
Ερευνητής: -Όπως σου 'ρχεται απλά.
Φοιτητής: -*«Δεν μπορώ να το εκφράσω.»*
Ερευνητής: -Με τον πιο απλό τρόπο.
Φοιτητής: -*«*[παύση] *Πλήρης ταύτιση; Όχι, ούτε αυτό ισχύει.»*
Ερευνητής: -Δηλαδή, θα μπορούσαμε να πούμε, όσα [παύση] όποιο αριθμό ατόμων από κάθε στοιχείο έχουμε στο πρώτο μέλος...
Φοιτητής: -*«Στο πρώτο, πρέπει να 'χουμε και στο δεύτερο.»*
Ερευνητής: -Ισχύει αυτή η αρχή. Πώς τη λέμε αλλιώς; Ξέρεις;
Φοιτητής: -*«Αυτή η αρχή, που 'παμε...»*
Ερευνητής: -Ναι. Η αρχή ισοστάθμισης; [παύση]
Φοιτητής: -*«Μάζας.»*
Ερευνητής: -Έτσι;
Φοιτητής: -*«Ναι»*
Ερευνητής: -Μάλιστα. Αυτό είπες στην αρχή ότι είναι μια χημική αντίδραση.
Φοιτητής: -*«Ναι»*
Ερευνητής: -Ε; Μάλιστα.

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.12

Ερευνητής: -Να σε ρωτήσω. Υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα;

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Φοιτητής: -«[παύση] *Η σχέση* [παύση], *έτσι πως καταλαβαίνω την ερώτηση...»*
Ερευνητής: -Ναι. Η ερώτηση είναι απλή. Έτσι;
Φοιτητής: -*«Ναι;»*
Ερευνητής: -Αν υπάρχει, αν γνωρίζεις να υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα.
Φοιτητής: -*«Ε, ναι. Το ότι πρέπει να' χουν τους σωστούς συντελεστές. Δηλαδή και απ' τις δύο πλευρές να έχουμε δύο άζωτα, »*
Ερευνητής: -Ναι.
Φοιτητής: -*« και έξι οξυγόνα.»*
Ερευνητής: -Μάλιστα, λοιπόν...
Φοιτητής: -*«Δέκα.»*
Ερευνητής: -Τι είπες;
Φοιτητής: -*«Ίσα αντιδρώντα, ίσα στοιχεία; Πώς λέγετε; Δεν ξέρω πώς* [παύση].*»*
Ερευνητής: -Όπως νομίζεις εσύ, αλλά κατέληξε σε κάτι, ας πούμε.
Φοιτητής: -*«Ίσα στ... δεν ξέρω πώς να το πω. Ίσα στοιχεία να το πω;»*
Ερευνητής: -Όπως σου έρχεται.
Φοιτητής: -*«Δεν ξέρω. Ίσα στοιχεία.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.16

Ερευνητής: -Λοιπόν, υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα;
Φοιτητής: -*«Όταν λέτε σχέση;»*
Ερευνητής: -Κάποια σχέση. Την οποιαδήποτε σχέση ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα. Είναι τελείως ανεξάρτητα, ας πούμε, αυτά; Δεν τα συνδέει κάποια σχέση;
Φοιτητής: -*«Εννοείτε ότι μετά, στην ένωση που σχηματίζεται;»*
Ερευνητής: -Όχι, όχι. Ας πούμε, σ' ό,τι αφορά τις μάζες, υπάρχει κάποια σχέση;
Φοιτητής: -*«Α, στις μάζες τους;»*
Ερευνητής: -Ναι.
Φοιτητής: -*«Είναι μία μάζα αζώτου,»*
Ερευνητής: Ναι
Φοιτητής: -*«Ενώνεται με τρεις μάζες υδρογόνου και σχηματίζονται δύο μάζες αμμωνίας.»*
Ερευνητής: -Μάλιστα.

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.17

Ερευνητής: -Ναι. Υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα;
Φοιτητής: -« [παύση] *είναι ίσες οι ποσότητες.»*
Ερευνητής: -Ναι, να το πούμε καλύτερα, είναι ίσες;
Φοιτητής: -*«Δηλαδή όσα άζωτα υπάρχουν απ' τη μία, υπάρχουν κι απ' την άλλη. Όσα υδρογόνα απ' τη μία, και απ' την άλλη. Οι αναλογίες μάλλον καλύτερα, ξέρω 'γω;»*
Ερευνητής: -Καλά, να σε ρωτήσω. Την αρχή ισοστάθμισης της μάζας τη γνωρίζεις;
Φοιτητής: -*«Όχι»*
Ερευνητής: -Ε;
Φοιτητής: -*«Όχι»*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ερώτηση 5 «Τι δείχνει το βέλος στη χημική εξίσωση;»,

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.06

Ερευνητής: -Το βέλος τι δείχνει εδώ;
Φοιτητής: -*«..... Ότι με την... αντίδρασ... όχι. Με την... προσθήκη στον... στο άζωτο τρία μόρια υδρογόνου... τρία άτομα υδρογόνου, έχουμε το σχηματισμό της αμμωνίας. Δείχνει ότι γίνεται, τέλος πάντων.»*
Ερευνητής: -Δείχνει ότι γίνεται τι;
Φοιτητής: -*«Όχι ότι γίνεται. Όχι ότι γίνεται...»*
Ερευνητής: -Άν θες διόρθωσέ το, δεν πειράζει. Πες... Άμα θες να διορθώσεις την απάντησή σου, διόρθωσέ την. Το ερώτημα είναι «τι δείχνει το βέλος... σ' αυτή τη χημική εξίσωση», εγώ θα έλεγα.
Φοιτητής: -*«Ναι, τι εξ... εε... κι εγώ θα διόρθωνα τα προηγούμενα... πώς τα λένε; Πριν, αλλά εντάξει, λέω εντάξει.»*
Ερευνητής: -Ναι.
Φοιτητής: -*«Αφού είπα αντίδραση, αντίδραση. ..... Προς τα...»*
Ερευνητής: -Ναι; Προς τα πού...
Φοιτητής: -*«Προς τα πού γίνεται καλύτερα η αντίδραση;»*
Ερευνητής: -Προς τα πού γίνεται... η αντίδραση. Έτσι; Το «καλύτερα» γιατί το λες;
Φοιτητής: -*«Επειδή έχουμε μάθει και την αντι... ότι για τις αμφίδρομες αντιδράσεις εμείς... και τέλος πάντων... το πρώτο βέλος δείχνει ότι... γίνεται πιο αυθόρμητα η αντίδραση.»*
Ερευνητής: -Μάλιστα.
Φοιτητής: -*«Θέλω να πω είναι πιο...»*

ΚΑΡΤΑ Νο 2

$$2S + 3O_2 = 2SO_3$$

Ερώτηση 1 «Τι δείχνει αυτή η κάρτα;»,

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.06

Ερευνητής: -Ωραία. Μπορείς να μου διαβάσεις αυτήν την κάρτα; Έτσι, με μια ακόμη προσπάθεια. Φαντάσου, πάλι, ότι εγώ δεν την ξέρω, δεν την βλέπω. Αν σου έλεγα «τι βλέπεις εκεί;», τι θα έλεγες;
Φοιτητής: -*«Να τη διαβάσω θέλετε;»*
Ερευνητής: -Ή να τη διαβά...
Φοιτητής: -*«Δύο...»*
Ερευνητής: -Ναι. Στην ουσία μου τη διάβασες πριν.
Φοιτητής: -*«Ναι»*
Ερευνητής: -Στην ουσία μου διάβασες την κάρτα πριν. Έτσι;
Φοιτητής: -*«Ναι»*
Ερευνητής: -Αν, όμως, επέμενα εγώ να σε ρωτάω «τι δείχνει αυτή η κάρτα;», μήπως θα μπορούσες να μου πεις κάτι άλλο; Εκτός από αυτό που μου είπες;
Φοιτητής: -*«Δε θυμάμαι τι σημαίνει το ίσον.»*
Ερευνητής: -Το ίσον είναι το ίσον.
Φοιτητής: -*«Έχει διαφορε... έχει διαφορετική έννοια, όμως, το ίσον απ' το βέλος.*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Έχει διαφορετική έννοια.»

Ερευνητής: -Αυτή τη διαφορά μπορείς να μου την εντοπίσεις;

Φοιτητής: -*«Αυτό λέω, ότι δεν μπορώ να θυμηθώ αυτή τη στιγμή, ποια η διαφορά τους.»*

Ερευνητής: -Μάλιστα. Καλά, δεν πειράζει. Είπαμε εδώ δε ζοριζόμαστε, έτσι; Λοιπόν, δεν μπορείς να θυμηθείς τη διαφορά τους, έτσι; Εγώ θα σου έλεγα, «μήπως σου είπε κανείς και καμιά διαφορά για το βέλος και το ίσον;». Θυμάσαι να σου είπε;

Φοιτητής: -*«Μπορεί και να μην υπάρχει διαφορά, αλλά, εντάξει, εγώ το έχ... εγώ, απ' ότι έχω μάθει, υπάρχει κάποια διαφορά. Τέλος πάντων, απ' αυτά που μου έχουν πει.»*

Ερευνητής: -Ναι. Ωραία. Εάν σου έλεγα ότι εδώ πρόκειται για μια χημική εξίσωση, έτσι; Ότι είναι μια χημική εξίσωση. ...

Ερώτηση 2 «Μπορείς να μου διαβάσεις αυτήν την κάρτα; (Φαντάσου ότι εγώ δεν την ξέρω ούτε την βλέπω)»,

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.05

Ερευνητής: -Μπορείς να μου διαβάσεις αυτήν την κάρτα; Φαντάσου ότι εγώ δεν την ξέρω ούτε την βλέπω.

Φοιτητής: -*«Αριστερά έχουμε το θείο, το στοιχείο του θείου, το οξυγόνο και μετά είναι το τριοξείδιο του θείου; Έτσι νομίζω. Η θειώδες;»*

Ερευνητής: -Όχι, το τριοξείδιο του θείου. Αυτό θα μου απαντούσες, λοιπόν, αν σε ρωτούσα, ... αν σου έλεγα, διάβασέ μου αυτή την κάρτα;

Φοιτητής: -*«Ναι, πώς αλλιώς μπορώ να τη διαβάσω;»*

Ερευνητής: -Καλά, τέλος πάντων, εντάξει.

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.12

Ερευνητής: -Μάλιστα. Ωραία. Μπορείς να μου διαβάσεις αυτήν την κάρτα; Φαντάσου πάλι ότι εγώ ούτε την βλέπω ούτε την γνωρίζω, έτσι;

Φοιτητής: -*«Θείο* [παύση] *οξυγόνο* [παύση] *και μετά έχουμε τριοξείδιο του θείου.»*

Ερώτηση 3 «Νομίζεις ότι το σύμβολο της ισότητας έχει την ίδια λειτουργία εδώ, όπως και στα μαθηματικά, ή διακρίνεις διαφορά ή διαφορές; Ποια ή ποιες διαφορές;»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.01

Ερευνητής: -Νομίζεις ότι το σημείο της ισότητας έχει την ίδια λειτουργία εδώ όπως και στα μαθηματικά ή διακρίνεις διαφορά ή διαφορές;

Φοιτητής: -*«Στα μαθηματικά προκύπτει από κάποια .. Όχι! Βασικά το ίδιο πράγμα θέλει να δείξει, ότι* [παύση] *»*

Ερευνητής: -Το ίδιο πράγμα με τι;

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Φοιτητής: -*«Με τα μαθηματικά, ότι δηλαδή μετά από την ένωση δύο στοιχείων, ας πούμε, έχουμε ένα αποτέλεσμα, το οποίο, δηλαδή, ισούται με κάτι.»*
Ερευνητής: -Μάλιστα! Αυτή η χημική εξίσωση, ε! . [παύση] Δεν είναι μία χημική εξίσωση;
Φοιτητής: -*«Δε μου φαίνεται σα χημική εξίσωση. Τώρα αυτό μου φαίνεται* [παύση]»
Ερευνητής: -Δε σου φαίνεται σαν χημική εξίσωση, ε; Μάλιστα!
Φοιτητής: -*«Έχει τα χημικά στοιχεία αλλά δεν είναι ο συνηθισμένος τρόπος γραφής, ας πούμε. Δε την έχω δει, ακριβώς.»*
Ερευνητής: -Στο ερώτημα, δηλαδή, αν διαφέρει σε τίποτε από την προηγούμενη ή δείχνει το ίδιο ακριβώς πράγμα; Δεν είσαι σε θέση να δώσεις μια σαφή απάντηση, καλά.

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.04

Ερευνητής: -Νομίζεις ότι το σημείο της ισότητας εδώ έχει την ίδια λειτουργία, όπως και στα μαθηματικά, ή διακρίνεις διαφορά ή διαφορές;
Φοιτητής: -*«Νομίζω, εφόσον υπάρχει ισότητα [παύση.»*
Ερευνητής: -Ναι
Φοιτητής: -*«Νομίζω ότι, ότι είναι η ίδια με τη χρήση του σημείου με τα μαθηματικά, ότι, δηλαδή, γίνεται η αντίδραση και ανάποδα. Έτσι νομίζω.»*
Ερευνητής: -Ναι, νομίζεις, λοιπόν, ότι γίνεται και ανάποδα. Ωραία.
Φοιτητής: -*«Εφόσον υπάρχει η ισότητα, αν σκεφτώ όπως στα μαθηματικά.»*
Ερευνητής: -Διαφέρει σε τίποτε από την προηγούμενη, από αυτήν εδώ; Εντάξει, ως προς τα αντιδρώντα και τα προϊόντα διαφέρει. Αλλά ως προς τη λογική, ας το πούμε, διαφέρει σε κάτι;
Φοιτητής: -*«Στην πρώτη, έτσι όπως συμβολίζεται εδώ (με το βέλος, γίνεται η αντίδραση μόνο προς τη μία κατεύθυνση,..... Ενώ στη δεύτερη εφόσον υπάρχει η ισότητα, ότι δηλαδή το πρώτο μέλος είναι ίσο με το δεύτερο και το δεύτερο τερο, αντίστροφα, ίσο με το πρώτο, σημαίνει ότι γίνεται και προς τις δύο κατευθύνσεις. Έτσι νομίζω.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.05

Ερευνητής: -Νομίζεις ότι το σημείο της ισότητας εδώ έχει την ίδια λειτουργία, όπως στα μαθηματικά, ή διακρίνεις κάποια διαφορά ή διαφορές;
Φοιτητής: -*«Αν ήταν όπως στα μαθηματικά, τρία και δύο κάνει πέντε, ας πούμε. Όχι, συνήθως το ίσον το αντιστοιχούμε με βέλος αλλά σε μια άλλη, όχι πραγματικά. Απλώς είναι μια αντιστοιχία εννοιών. Όχι, όχι, δε βρίσκω, δε θεωρώ ότι είναι με τα μαθηματικά.»*
Ερευνητής: -Άρα, δεν έχει εδώ την ίδια έννοια που έχει στα μαθηματικά;
Φοιτητής: -*«Μισό λεπτό, σε μια εξίσωση..»*
Ερευνητής: -Να ξαναπώ το ερώτημα;
Φοιτητής: -*«Ναι, αν γίνεται;»*
Ερευνητής: -Νομίζεις ότι το σημείο της ισότητας έχει την ίδια λειτουργία εδώ όπως στα μαθηματικά ή διακρίνεις κάποια διαφορά ή διαφορές;
Φοιτητής: -*«Δεν είναι το ίδιο. Όχι, έχει διαφορά. Τώρα, ποιες είναι οι διαφορές;»*
Ερευνητής: -Ποιες είναι οι διαφορές; Έμμεσα είπες κάποια πριν.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Φοιτητής: -*«Δώστε μου λίγο χρόνο.»*
Ερευνητής: -Ναι, βέβαια
Φοιτητής: -*«Έχουμε χρόνο;»*
Ερευνητής: -Ναι, βεβαίως, όσο θέλεις έχεις.
Φοιτητής: -«[παύση]. *Στα μαθηματικά είναι αλλιώς. Θέλω να πω, δηλαδή, σε μια χημική εξίσωση έχουμε τα αντιδρώντα και καταλήγουμε στο προϊόν μας και το βέλος δείχνει ότι ουσιαστικά ισούται, αλλά όχι ότι ισούται ποσοτικά. Απλώς καταλήγουμε κάπου, ας πούμε, και στο ίσον στα μαθηματικά καταλήγουμε κάπου, αλλά είναι άλλο το ένα άλλο είναι το άλλο»*
Ερευνητής: -Ναι
Φοιτητής: -*«Άλλη διαφορά;* [παύση]»
Ερευνητής: -Καλά, αν δεν μπορούμε, μην .....
Φοιτητής: -*«Ναι, δεν είναι το ίδιο, πάντως. Είναι σίγουρο αυτό.»*
Ερευνητής: -Δεν είναι το ίδιο. Εντάξει, σε ό,τι αφορά διαφορές δεν μπορούμε να εντοπίσουμε κάποιες φανερές.
Φοιτητής: -*«Παραδείγματος χάριν. Τρία και δύο .... »*
Ερευνητής: -Δύο και τρία δε μου κάνει δύο, ας πούμε, ...
Φοιτητής: -*«Ναι, αλλά εντάξει αυτό δεν είναι* [παύση]»
Ερευνητής: -Όχι είναι κάτι το οποίο εντοπίζω ως διαφορά. Στα μαθηματικά, αν είχα το ίσον, θα σήμαινε ότι αυτό και εκείνο μου κάνει δύο. Λοιπόν, εσύ λες, εγώ εντοπίζω διαφορά, και μια διαφορά είναι αυτό εδώ. Ότι ναι μεν στέκει το ίσον αλλά δεν έχει σχέση με τους συντελεστές. Αυτό μου λες, ας πούμε, για να βοηθήσω.
Φοιτητής: -*«Ναι, εντάξει, ναι. Βασικά και νομίζω ότι όταν* [παύση].»
Ερευνητής: -Με τι, όμως, έχει σχέση το ίσον;
Φοιτητής: -*«Με το ότι καταλήγουμε* [παύση]. *Ότι αν προσθέσουμε τις ποσότητες* [παύση].»
Ερευνητής: -Τις μάζες, τις μάζες των αντιδρώντων.
Φοιτητής: -*«Θα μου δώσουν το θείο* [παύση].»
Ερευνητής: -Θα μου δώσουν τις μάζες των προϊόντων..
Φοιτητής: -*«Σωστό κι αυτό. Δεν το είχα σκεφτεί.»*
Ερευνητής: -Δεν το είχες σκεφτεί, άρα εγώ το είπα, κακώς το είπα. Δεν έπρεπε να το πω εγώ.
Φοιτητής: -*«Το είπα, όμως δεν το είχα σκεφτεί, οπότε δεν το γράφεται.»*
Ερευνητής: -Εντάξει, ωραία.

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.07

Ερευνητής: -Λοιπόν, νομίζεις ότι το σύμβολο της ισότητας εδώ έχει την ίδια λειτουργία, όπως και στα Μαθηματικά, ή διακρίνεις κάποια διαφορά ή διαφορές;
Φοιτητής: -*«Ε, ναι. Στα Μαθηματικά δείχνει μία σχέση ανάμεσα στις δύο πλευρές* των [παύση] *στις δύο των... παραστάσεων... ανάμεσα στις δύο πλευρές. Τώρα, στην περίπτωση αυτή το ίσον αντικαθιστά το βέλος που βάζουμε...»*
Ερευνητής: -Μπράβο, πολύ ωραία. Λοιπόν, διαφέρει σε τίποτε; Άλλη διαφορά βλέπεις;
Φοιτητής: -*«Απ' την προηγούμενη;»*
Ερευνητής: -Ναι. Δηλαδή, το ερώτημα ήταν «νομίζεις ότι το σύμβολο της ισότητας έχει την ίδια λειτουργία, όπως και στα Μαθηματικά, ή διακρίνεις διαφορά ή διαφορές, και τα λοιπά».

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Φοιτητής: -« [παύση] *Απλά...»*
Ερευνητής: -Αν έχεις να προσθέσεις κάτι. Αν δεν έχεις να προσθέσεις, δεν πειράζει.
Φοιτητής: -*«Εγώ θα έλεγα ότι έχει διαφορά, γιατί στα Μαθηματικά μπορούμε να κάνουμε και κάποιες* [παύση] *ίσως με το... δημιουργία... με την πραγματοποίηση πράξεων αν κάνουμε κάποιες αλλαγές. Ας πούμε εδώ δε θα μπορέσουμε να βάλουμε ότι δύο θεία είναι δύο τριοξείδια μείον τρία οξυγόνα.»*
Ερευνητής: -Μπράβο, μπράβο. Δηλαδή, δεν έχουμε μεταφορά μέλους, έτσι;
Φοιτητής: -*«Ναι. Απλά είναι ένα άλλο σύμβολο για το βέλος. Τίποτ' άλλο.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.10

Ερευνητής: -Θα σε ρωτήσω, τώρα, νομίζεις ότι το σημείο της ισότητας – εδώ σ' αυτή τη δεύτερη κάρτα – έχει την ίδια λειτουργία, όπως στα Μαθηματικά, ή νομίζεις ότι υπάρχει κάποια διαφορά ή κάποιες διαφορές;
Φοιτητής: -*«Όπως μια εξίσωση στα Μαθηματικά, δηλαδή;»*
Ερευνητής: -Ναι.
Φοιτητής: -*«Ε, όχι, είναι* [παύση] *δεν* [παύση] *δεν προσθέτουμε εδώ δύο και τρία και βγαίνουν πέντε, ξέρω εγώ.»*
Ερευνητής: -Μπράβο. «Όχι...» λες, «...δεν προσθέτουμε...». Ωραία. Υπάρχει διαφορά, δηλαδή. Εντάξει.
Φοιτητής: -*«Ναι. Στα Μαθηματικά ο αριθμός δύο και τρία δεν αντιδρά μεταξύ, ενώ εδώ έχουμε θείο και οξυγόνο.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.11

Ερευνητής: -Νομίζεις ότι το σύμβολο της ισότητας εδώ έχει την ίδια λειτουργία όπως και στα Μαθηματικά;
Φοιτητής: -*«Ναι* [παύση]. *Συγγνώμη λίγο* [παύση].»
Ερευνητής: -Ναι
Φοιτητής: -*«Όχι. Θυμάμαι, επειδή την μπέρδεψα με το βελάκι.»*
Ερευνητής: -Ναι;
Φοιτητής: -*«Όχι, γιατί στα Μαθηματικά οι αριθμοί δεν έχουν το χαρακτηριστικό της μάζας, όπως έχουν τα στοιχεία αυτά. Άρα, εδώ μπαίνει κάτι επιπρόσθετο, η μάζα.»*
Ερευνητής: -Ναι. «Όχι, διότι επιπρόσθετα...», έτσι;
Φοιτητής: -*«Ναι»*
Ερευνητής: - «... μπαίνει η μάζα», έτσι;
Φοιτητής: -*«Ναι»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.12

Ερευνητής: -Μάλιστα. Αυτό το αναγνωρίζεις ως σύμβολο τι είναι;
Φοιτητής: -*«Είναι το ίσον στα Μαθηματικά.»*
Ερευνητής: -Λοιπόν, εδώ, βέβαια, εμείς το χρησιμοποιούμε για άλλο λόγο, έτσι; Μπορείς να διακρίνεις κάποια διαφορά ή διαφορές ανάμεσα στο ίσον

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

που χρησιμοποιούμε στα Μαθηματικά και στο ίσον όπως χρησιμοποιείται εδώ;

Φοιτητής: -« [παύση] *διαφορά...»*

Ερευνητής: -Ή νομίζεις ότι έχει την ίδια ακριβώς λειτουργία;

Φοιτητής: -*«Η διαφορά είναι, ας πούμε, ότι στα Μαθηματικά λέμε «δύο και τρία μας κάνει πέντε». Και δεν μπορούμε από το πέντε να γυρίσουμε πίσω. Δηλαδή από* [παύση] *όταν θα πούμε «πέντε», μετά για να πάμε πάλι πίσω, δεν μπορούμε, γιατί μπορούμε να σκεφτούμε δυόμισι και δυόμισι ότι μας κάνει πέντε. Δε θα ξέρουμε τι ακριβώς είναι.»*

Ερευνητής: -Ναι.

Φοιτητής: -*«Ενώ εδώ πέρα το ίσον, αν πάμε σ' αυτήν την πλευρά μετά μπορούμε να γυρίσουμε και πίσω. Δεν ξέρω αν καταλαβαίνετε έτσι πως το λέω.»*

Ερευνητής: -Δεν πειράζει, εσύ πες μου αυτό που καταλαβαίνεις κι εγώ μετά και με την απομαγνητοφώνηση που θα κάνω, θα προσπαθήσω να καταλάβω τι λες κι αν δεν καταλάβω ακριβώς, είπαμε θα επικοινωνήσουμε για να σε ρωτήσω τι εννοούσες σε εκείνη την περίπτωση. Εντάξει;

Φοιτητής: -*«Ας πούμε εδώ πέρα το ίσον μπορεί να μας δείξει ότι είναι και αμφίδρομη. Ότι γίνεται κι απ' τις δυο πλευρές.»*

Ερευνητής: -Ναι. Μάλιστα.

Φοιτητής: -*«Φυσικά, όμως, μπορεί να είναι και μονόδρομη, αλλά δε μας το δείχνει.»*

Ερώτηση 3α

«Διαφέρει (η $2S + 3O_2 = 2SO_3$) σε τίποτε από την προηγούμενη ($N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$, της κάρτας Νο 1), ή δείχνουν το ίδιο ακριβώς; Αν δε δείχνουν το ίδιο, σε τι συνίσταται η διαφορά;»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.05

Ερευνητής: -Αυτή εδώ διαφέρει σε τίποτε από την προηγούμενη ή δείχνουν το ίδιο ακριβώς με αυτήν εδώ, που είδαμε με το βέλος;

Φοιτητής: -*«Την αμμωνία* [παύση].»

Ερευνητής: -Δεν εννοώ ως προς τα συστατικά. Εννοώ ως προς τη χρήση του βέλους και του ίσον.

Φοιτητής: -*«Όχι, να το σκεφτώ άλλη μια δόση. Όχι, πιστεύω ότι είναι και οι δύο χημικές* [παύση]. *Όχι, όχι* [παύση] *το ίδιο δείχνουν, νομίζω.»*

Ερευνητής: -Δείχνουν το ίδιο;

Φοιτητής: -*«Ή άμα το έβλεπα έτσι και μου έλεγαν, σωστό ή λάθος αυτό; Θα έβαζα λάθος,* [παύση]*»*

Ερευνητής: -Ναι

Φοιτητής: -*«Αλλά* [παύση].»

Ερευνητής: -Τώρα, ύστερα από τη συζήτηση που είχαμε, καταλήγεις ότι είναι το ίδιο, ότι δείχνουν το ίδιο πράγμα;

Φοιτητής: -*«Ναι, ουσιαστικά δείχνουν το ίδιο πράγμα άσχετα αν δεν το συμβολίζουμε έτσι.»*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.07

Ερευνητής: -Ναι, μπράβο. Διαφέρει σε τίποτε αυτή εδώ από την προηγούμενη; Ή δείχνουν ακριβώς το ίδιο πράγμα; Ως φαινόμενα εννοώ.
Φοιτητής: -*«Νομίζω ότι είναι το ίδιο πράγμα. Δείχνουν την* [παύση] *πώς να το πω; Το σχηματισμό δύο ενώσεων.»*
Ερευνητής: - «Δείχνουν το ίδιο πράγμα». Ωραία.

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.08

Ερευνητής: -Λοιπόν, διαφέρει σε τίποτε αυτή εδώ, που βλέπουμε στην κάρτα Νο 2, από αυτήν που βλέπουμε στην προηγούμενη κάρτα ή δείχνουν το ίδιο πράγμα;
Φοιτητής: -*«Εδώ έχει βελάκι κι εδώ έχει ίσον.»*
Ερευνητής: -Μάλιστα. Λοιπόν, σ' αυτό συνίσταται η διαφορά, ε; Ότι η μία έχει βελάκι και η άλλη ίσον. Άλλη διαφορά θες να επισημάνεις;
Φοιτητής: -*«Τη διαφορά στα στοιχεία, ας πούμε. Εδώ έχει άζωτο, υδρογόνο, αμμωνία. Εδώ έχει θείο οξυγόνο τριοξείδιο του θείου.»*
Ερευνητής: -Ναι. Ωραία. Στο είδος των αντιδρώντων και των προϊόντων. Έτσι; Στην προηγούμενη κάρτα είχες πει ότι έβλεπες μια χημική αντίδραση. Βέβαια, εμείς είπαμε, εξηγήσαμε, κάποια πράγματα...
Φοιτητής: -*«Ότι είναι εξίσωση.»*

ΚΑΡΤΑ Νο 3

$$2NH_3 \rightarrow N_2 + 3H_2$$

Ερώτηση 1

Μπορούμε να γράψουμε τη χημική εξίσωση της κάρτας Νο 1 αντίστροφα;

Ερώτηση 2

«Αν όχι γιατί, αν ναι γιατί;»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.06

Ερευνητής: -Τώρα ας δούμε την κάρτα αυτήν εδώ. Γιατί δε νομίζεις ότι μπορούμε να τη γράψουμε αντίστροφα;
Φοιτητής: -«[παύση] *Δηλαδή δεν* [παύση]. *Δεν την έχω συναντήσει, βασικά, πουθενά. Δηλαδή σαν διάσπαση την αμμωνία. Επειδή είναι κι έτσι ασθενής βάση, δεν μπορεί να* [παύση].»
Ερευνητής: -Δεν έχουν [παύση]. Ναι, εντάξει.
Φοιτητής: -« [παύση] *Και δε νομίζω να γίνεται αυτή.»*
Ερευνητής: -Ωραία.
Φοιτητής: -*«Απ' ότι έχω μάθει μέχρι τώρα.»*
Ερευνητής: -Καλά.
Φοιτητής: -*«Τέλος πάντων.»*

Ερώτηση 3

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

«Υπάρχει περίπτωση που να μην επιτρέπεται να γράψουμε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης αντίστροφα; Πώς διαφοροποιούμε τις δύο περιπτώσεις;»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.04

Ερευνητής: -Υπάρχει περίπτωση που να μην επιτρέπεται να γράψουμε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης αντίστροφα;
Φοιτητής: -« [παύση] *Επαναλαμβάνετε την ερώτηση, σας παρακαλώ;»*
Ερευνητής: -Ναι-ναι. Λέω, υπάρχει κάποια περίπτωση, που να μην επιτρέπεται να γράψουμε τη χημική εξίσωση αντίστροφα; Δηλαδή, με άλλα λόγια, σημαίνει ότι κάθε χημική εξίσωση που βλέπουμε μπορούμε να την γράψουμε αντίστροφα;
Φοιτητής: -*«Όχι.»*
Ερευνητής: -Όχι, δηλαδή, όλες μπορούμε, με άλλα λόγια, λες;.
Φοιτητής: -*«Α! Αν υπάρχει περίπτωση να μπορούμε* [παύση]. *Που να μην επιτρέπεται.»*
Ερευνητής: -Που να μην επιτρέπεται να γράψουμε τη χημική εξίσωση αντίστροφα;
Φοιτητής: -*«Α! Υπάρχει. Ναι – ναι.»*
Ερευνητής: -Ναι. Ξέρεις σε ποιες περιπτώσεις ή απλά, έτσι το φαντάζεσαι;
Φοιτητής: -*«Ξέρω. Κάναμε ένα πείραμα στο εργαστήριο την προηγούμενη εβδομάδα, σύνθεση θειούχου σιδήρου,* [παύση] *και ..... προσθέσαμε σίδηρο και θείο και θερμάναμε και είχαμε θειούχο σίδηρο, ο οποίος αντίστροφα δε νομίζω μπορεί να γραφεί. Δηλαδή, να γίνει η αντίδραση και να έχουμε θείο και σίδηρο.*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.17

Ερευνητής: -Υπάρχει περίπτωση που να μην επιτρέπεται να γράψουμε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης αντίστροφα; Δηλαδή, αυτό που το κάναμε εμείς με περισσή ευκολία τώρα, έτσι;
Φοιτητής: -*«Μάλιστα»*
Ερευνητής: -Γιατί η χημική εξίσωση αυτή εδώ, της κάρτας Νο 1, είπαμε ότι μπορούμε να τη γράψουμε και αντίστροφα και τότε θα συμβολίζει αυτό εδώ; Υπάρχει κάποια περίπτωση που να μην επιτρέπεται να γράψουμε τη χημική εξίσωση αντίστροφα;
Φοιτητής: -*«Εε, ίσως όταν χρειάζεται ξέρω 'γω κάποια θέρμανση; Για να διασπαστεί ή και τα ιζήματα μπορεί.»*
Ερευνητής: -Όταν χρειάζεται κάποια θέρμανση;
Φοιτητής: -*«Ναι. Κάποια επιπλέον, επιπλέον συνθήκες τέλος πάντων για το* [παύση].*»*
Ερευνητής: -Ναι, εντάξει.
Φοιτητής: -*«Δεν είμαι και πολύ σίγουρη γι' αυτό που απάντησα.»*

ΚΑΡΤΑ Νο 4

$$S + 3/2O_2 = SO_3$$

Ερώτηση 1

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

«Μπορούμε να γράψουμε την κάρτα Νο 2 ($2S + 3O_2 = 2SO_3$) διαιρώντας όλους τους συντελεστές της χημικής εξίσωσης διά 2;»,

Ερώτηση 2

«Αν όχι γιατί, αν ναι γιατί;»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.06

Ερευνητής: -Λοιπόν, πάμε στην [παύση], πριν να πάμε στην κάρτα Νο 4, να σε ρωτήσω: μπορούμε να γράψουμε την κάρτα Νο 2, τη θυμάσαι, ε;
Φοιτητής: -*«Ναι»*
Ερευνητής: -Διαιρώντας όλους τους συντελεστές της χημικής εξίσωσης δια δύο;
Φοιτητής: -*«Ναι»*
Ερευνητής: -Μπορούμε, έτσι; Μάλιστα. Εε ...«μπορούμε [παύση].». Επομένως, δες... τώρα, στην ουσία εδώ, αυτή η κάρτα δείχνει τη διαίρεση δια δύο, έτσι; Και μου είπες «ναι». Γιατί «ναι»; [παύση] Γιατί μπορούμε, δηλαδή, να διαιρέσουμε;
Φοιτητής: -*«Γιατί το οξυγόνο είναι* [παύση] *δισθενές, μπορεί να διαιρεθεί δια δύο. Δεν ξέρω. Ωστε να μην έχουμε περισσότερα άτομα* [παύση] *άτομα θείου και μετά* [παύση].*»*
Ερευνητής: -Ναι;
Φοιτητής: -*«Τέλος πάντων. Θα είναι πιο καλή η στοιχειομετρία.»*
Ερευνητής: -Α!
Φοιτητής: -*«Γιατί αν βάλουμε δύο θείο, όχι. Αν βάλουμε άνθρακας και οξυγόνο δίνει τριοξείδιο του θείου και βάλουμε ένα τρία μπροστά στο οξυγόνο, θα πρέπει να βάλουμε και δύο στο θείο και δύο στο... στα προϊόντα, τέλος πάντων, θα γίνει κάποιο μπέρδεμα.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.11

Ερευνητής: -«Μπορούμε να γράψουμε την κάρτα Νο 2..., έτσι; Διαιρώντας, δηλαδή, όλους του συντελεστές της χημικής εξίσωσης δια δύο;
Φοιτητής: - *«Σαφώς.»*
Ερευνητής: -«Σαφώς»! Θα το γράψω όπως το είπες. Στην ουσία σημαίνει «ναι». Λοιπόν... Γιατί «ναι»;
Φοιτητής: -*«Για δύο λόγους. Για τις πράξεις... Και γι' απλοποίηση.»*
Ερευνητής: -«Όταν λες «για τις πράξεις» τι εννοείς;
Φοιτητής: -*«Θα μας βοηθούνε στις πράξεις. Μπορεί ας πούμε να υπολογίσουμε μάζα από 'δω... Αλλά και στην απλοποίηση, στο μάτι, ας πούμε. Άμα θα φύγουν τα δυάρια... θα...»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.13

Ερευνητής: -Λοιπόν, πάμε στην κάρτα, ή μάλλον πριν πάμε στην κάρτα Νο 4 να σε ρωτήσω αν αυτή τη χημική εξίσωση μπορούμε να τη γράψουμε, διαιρώντας όλους τους συντελεστές της δια δύο.
Φοιτητής: -*«Ναι, μπορούμε. Απλά θα 'χουμε κλάσμα και* [παύση]*»*

Ερευνητής: -Ναι.
Φοιτητής: -«[παύση] *δεν είναι λειτουργικό.*»
Ερευνητής: -Γιατί μπορούμε;
Φοιτητής: -«*Γιατί έχει αριθμούς που δείχνουν πόσα μόρια χρησιμοποιούμε απ' το καθένα και το τρία δεύτερα είναι ένας αριθμός, γιατί θα χρειαστεί εδώ να γίνει τρία δεύτερα.*»
Ερευνητής: -Ναι, ναι;
Φοιτητής: -« [παύση] *απλά δεν είναι τόσο λειτουργικός και πώς θα χωρίσεις το μόριο του οξυγόνου, που είναι από δύο άτομα οξυγόνου, σε τρία δεύτερα; Εκεί δημιουργείται πρόβλημα φαντάζομαι. Και για να γίνεται πιο κατανοητό.*»

Ερώτηση 3

«Αν ναι, υπάρχει κάποιο πλεονέκτημα στη μία από τις δύο μορφές;»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.07

Ερευνητής: -Υπάρχει κάποιο πλεονέκτημα στην μία από τις δύο μορφές; Σ' αυτήν κι εκείνη που είχαμε γράψει πριν; Με τους συντελεστές διπλασιασμένους;
Φοιτητής: -«*Νομίζω ότι στην πρώτη περίπτωση, δηλαδή στην κάρτα Νο 2...*»
Ερευνητής: -Ναι;
Φοιτητής: -«[παύση] *έχουμε πώς να το πω; Είναι πιο εύκολες οι πράξεις* [παύση] *αργότερα.*»
Ερευνητής: -Στην προηγούμενη, ε;
Φοιτητής: -«*Ναι* [παύση]. *Όσο να 'ναι κλασματικοί* [παύση] *συντελεστές πάντα διώχνουν...*»
Ερευνητής: -Σωστά.
Φοιτητής: -«*Κατά τ' άλλα εκφράζουν ακριβώς το ίδιο πράγμα.*»
Ερευνητής: -Ωραία. Σωστά.

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.18

Ερευνητής: -Υπάρχει κάποιο πλεονέκτημα στις μία από τις δύο μορφές; Δηλαδή αυτή που φαίνεται στην κάρτα Νο 2 και στην κάρτα Νο 4;
Φοιτητής: -«[παύση] *Υπάρχει πλεονέκτημα ότι είναι πιο στρογγυλό* [παύση].»
Ερευνητής: -Που υπάρχει πλεονέκτημα;
Φοιτητής: -«*Στη Νο 2 κάρτα.*»
Ερευνητής: -Γιατί είπες;
Φοιτητής: -«*Επειδή δεν υπάρχει βασικά τόσο μεγάλη εξοικείωση στους δεκαδικούς.*»
Ερευνητής: -Μάλιστα.
Φοιτητής: -«*Στα κλάσματα.*»

ΚΑΡΤΑ Νο 5

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ερώτηση 3

«Διαφέρει σε τίποτε από την κάρτα Νο 1 ή δείχνουν το ίδιο ακριβώς;

Αν δε δείχνουν το ίδιο, σε τι συνίσταται η διαφορά; »

κατά την επεξεργασία των απαντήσεων των φοιτητών η ερώτηση 3 διακρίθηκε σε δύο επιμέρους ερωτήσεις, στην ερώτηση 3, που διατυπώνεται:

«Διαφέρει σε τίποτε από την κάρτα Νο 1 ή δείχνουν το ίδιο ακριβώς;»

και στην ερώτηση 3α, που η διατύπωσή της έχει ως εξής:

«Αν δε δείχνουν το ίδιο, σε τι συνίσταται η διαφορά; »

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.05

Ερευνητής: -Διαφέρει σε τίποτε από την κάρτα Νο 1 ή μας δείχνει το ίδιο ακριβώς;
Φοιτητής: -*«Ναι, ναι, ήταν μόνο πήγαινε. Ναι, διαφέρει. Μας δίνει την πληροφορία ότι έχει και τη δυνατότητα να* [παύση]*»*
Ερευνητής: -Σε τι συνίσταται η διαφορά, δηλαδή;
Φοιτητής: -*«Σε τι συνίσταται;* [παύση]. *Διαθέτει μια πληροφορία, ακόμη, παραπάνω.»*
Ερευνητής: -Επιπλέον πληροφορίες, λες……
Φοιτητής: -*«Μία, ας πούμε, ότι μπορεί να πάει και δεξιά και αριστερά.»*
Ερευνητής: -Ναι
Φοιτητής: -*«Μάλλον, υπάρχει μια ισορροπία μεταξύ των προϊόντων και των αντιδρώντων. Δηλαδή, δεν μπορεί* [παύση].*»*
Ερευνητής: -Υπάρχει ισορροπία.
Φοιτητής: -*«Να θυμηθώ, περιμένετε.* [παύση]. *Δεν μπορούμε. Δηλαδή, όταν γίνεται η αντίδραση δε θα πάρουμε μόνο αμμωνία. Θα έχουμε και μία ποσότητα τέτοιου* [παύση].*»*
Ερευνητής: -Δηλαδή, το διπλό βέλος στη χημική εξίσωση αυτή τι δείχνει;
Φοιτητής: -*«Πάλι, το διπλό βέλος. Ότι υπάρχει μια ισορροπία. Δηλαδή, όχι ισορροπία. Ισορροπία λέγεται; Τώρα περιμένετε.»*
Ερευνητής: -Ναι, ναι.
Φοιτητής: -*«* [παύση] *Βασικά ισορροπία έχουμε, όταν η μία ταχύτητα υπάρχει με την άλλη ταχύτητα.»*
Ερευνητής: -Ναι
-*«Αλλά το βέλος δείχνει ότι* [παύση].*»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.07

Ερευνητής: -Μάλιστα. Διαφέρει σε τίποτε από την κάρτα Νο 1 ή δείχνουν το ίδιο ακριβώς; Θυμάσαι η κάρτα Νο 1 ποια ήταν;
Φοιτητής: -*«Ναι. Η διαφορά τους είναι στο βέλος. Εδώ είναι ότι* [παύση].*»*
Ερευνητής: -Ναι;
Φοιτητής: -*«Εδώ πέρα δείχνει τη… ότι μπορεί να γίνει και η αντίστροφη και η αμφ….. η αντίστροφη αντίδραση, το άλλο… αμφίδρομη…»*
Ερευνητής: -Ναι;
Φοιτητής: -*«Εεμμ…»*
Ερευνητής: -Δηλαδή το…

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Φοιτητής: -*«Εδώ πέρα μπορούμε να πούμε ότι συνυπάρχουν δύο αντιδράσεις. Η μία είναι ο σχηματισμός και η άλλη η διάσπαση της αμμωνίας.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.10

Ερευνητής: -Διαφέρει σε τίποτε αυτή η κάρτα, η χημική εξίσωση που παριστάνεται στην κάρτα Νο 5 απ' αυτήν που είδαμε να παριστάνεται στην κάρτα Νο 1 ή δείχνουν το ίδιο ακριβώς;
Φοιτητής: -*«Το ίδιο ακριβώς δε δείχνει. Εδώ έχουμε αμφίδρομα βέλη.»*
Ερευνητής: -Σε τι διαφέρουν, λοιπόν;
Φοιτητής: -*«*[παύση] *Εδώ δείχνει, δείχνει ακρι... το αμφίδρομο βέλος δείχνει, ακριβώς, ότι γίνεται και στις δύο κατευθύνσεις η αντίδραση, υπό κάποιες συνθήκες.»*
Ερευνητής: -Στο αμφίδρομο της πορείας, δηλαδή, οφείλεται η διαφορά, ε;
Φοιτητής: -*«Ναι. Αλλά ίσως αυτή την αντίδραση να την μαθαίναμε σε ποιο* [παύση]*»*
Ερευνητής: -Ναι;
Φοιτητής: -*«....στο Γυμνάσιο κι όταν έρθουμε στο Πανεπιστήμιο να βλέπουμε ότι η αντίδραση γίνεται.»*
Ερευνητής: -Ναι. Μάλιστα.

Ερώτηση 6 και 6α

Η ερώτηση 6:

«Θα μπορούσαμε και στην περίπτωση αυτή (χημικής ισορροπίας/αμφίδρομης αντίδρασης) να χρησιμοποιήσουμε το σύμβολο της ισότητας αντί το διπλό βέλος;»

«Μήπως κάποιος από τους δύο συμβολισμούς έχει πλεονέκτημα και ποιο;», κατά τη διαδικασία της κωδικοποίησης των απαντήσεων που έδωσαν οι φοιτητές διακρίθηκε:

στην ερώτηση 6:

«Θα μπορούσαμε και στην περίπτωση αυτή (χημικής ισορροπίας/αμφίδρομης αντίδρασης) να χρησιμοποιήσουμε το σύμβολο της ισότητας αντί το διπλό βέλος;»

και στην ερώτηση 6α:

«Μήπως κάποιος από τους δύο συμβολισμούς έχει πλεονέκτημα και ποιο;»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.06

Ερευνητής: -Ναι. Αν νομίζεις ότι υπάρχει κάποιο πλεονέκτημα, ποιο είναι αυτό το πλεονέκτημα;
Φοιτητής: -*«Δε νομίζω ότι υπάρχει κάποιο πλεονέκτημα. Το ίδιο είναι. Απλ..... δεν ξέρω. Είναι επειδή είμαι πιο εξοικειωμένη στο βέλος...»*
Ερευνητής: -Ναι.
Φοιτητής: -*«... και μπορώ να το... Ας πούμε με το... το διπλό βέλος καταλαβαίνω καλύτερα, ενώ το ίσον μπορεί να σημαίνει και ένα βέλος.»*
Ερευνητής: -Ναι. «Δεν υπάρχει πλεονέκτημα», ας πούμε, λες. Έτσι;

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Φοιτητής: -*«Δεν υπάρχει με την έννοια ότι το ίσον μπορείς να το βάλεις και μ' ένα βέλος. Γιατί κάποιες αντιδράσεις είναι μονόδρομες. Δεν είναι αμφίδρομες.»*
Ερευνητής: -Ναι. Ωραία.

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.10

Ερευνητής: -Μάλιστα. Θα μπορούσαμε και στην περίπτωση αυτή να χρησιμοποιήσουμε το σύμβολο της ισότητας αντί για το διπλό βέλος; [παύση] Δηλαδή, αν αποφασίζαμε, ας το πούμε, να υιοθετήσουμε το σύμβολο της ισότητας. Κατάλαβες το νόημα της ερώτησης, έτσι;
Φοιτητής: -*«Ναι»*
Ερευνητής: -Θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε το σύμβολο της ισότητας αντί για το διπλό βέλος ή μήπως κάποια ή μάλλον κάποιος απ' τους δύο συμβολισμούς έχει κάποιο πλεονέκτημα;
Φοιτητής: -*«Αυτός δείχνει καλύτερα το τι* [παύση].*»*
Ερευνητής: -Το αμφίδρομο βέλος.
Φοιτητής: -*«Το αμφίδρομο βέλος, ναι. Παρά η ισότητα, σ' αυτή την περίπτωση.»*
Ερευνητής: -Και τι πλεονέκτημα βλέπεις σ' αυτήν την περίπτωση στο συμβολισμό αυτόν εδώ; Βλέπεις κάποιο πλεονέκτημα; Αν το βλέπεις, βέβαια. Αν δεν το βλέπεις...
Φοιτητής: -*«Απλά δείχνει ότι γίνεται και προς τις δύο κατευθύνσεις. Άλλο πλεονέκτημα δε βλέπω.»*
Ερευνητής: -Ναι.

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.15

Ερευνητής: -Ναι, λες και κάποιους απ' αυτούς τους δύο συμβολισμούς, έτσι; Το αμφίδρομο βέλος ή το σύμβολο της ισότητας, γιατί το προηγούμενο ερώτημα ήταν «αν θα μπορούσαμε», έτσι; Τώρα θα μπορούσαμε το ίσον, έχουμε όμως και το αμφίδρομο βέλος, το οποίο ήδη το χρησιμοποιούμε. Το ερώτημα που θέτω είναι «υπάρχει πλεονέκτημα σε κάποιον από τους δύο συμβολισμούς ή είναι το ίδιο πράγμα;»
Φοιτητής: -*«Εγώ πιστεύω ότι υπάρχει πλεονέκτημα στο δεύτερο συμβολισμό, αυτόν που είναι με το βέλος μαζί,γιατί έτσι δείχνουν πως.....»*
Ερευνητής: -Στο αμφίδρομο βέλος;
Φοιτητής: -*«Στο αμφίδρομο βέλος, ναι. Γιατί έτσι δείχνουν πως η αντίδραση γίνεται και από τα δύο, και προς τα δεξιά και προς τ' αριστερά.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.17

Ερευνητής: -Δηλαδή, θεωρείς ότι κάποιος από τους δύο συμβολισμούς έχει πλεονέκτημα;
Φοιτητής: -*«Ναι. Αυτός, γιατί* [παύση].*»*
Ερευνητής: -Ποιος έχει πλεονέκτημα;
Φοιτητής: -*«Τα βελάκια, γιατί....»*
Ερευνητής: -Το αμφίδρομο βέλος, ε; Και γιατί;

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Φοιτητής: -*«Γιατί, για παράδειγμα, με το ίσον δε σου δείχνει ότι η φορά της αντίδρασης πάει κι απ' τις δυο πλευρές, ενώ με το βέλος μπορείς να το διακρίνεις αυτό.»*

ΕΝΟΤΗΤΑ Β΄: Συμβολισμοί και Ορισμολογία, που αναφέρονται στις Ομάδες Υδροξύλιο και Υδροξείδιο

ΚΑΡΤΑ Νο 6

NaOH,	KOH,	$Ca(OH)_2$

Ερώτηση 1 «Τι δείχνει η κάρτα Νο 6;»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.13

Ερευνητής: -Εντάξει. Λοιπόν, περνάμε στη δεύτερη ενότητα των καρτών και των ερωτήσεων και σε ρωτάω τι δείχνει η κάρτα Νο 6;
Φοιτητής: -*«Δείχνει μερικές βάσεις. Οξείδια.»*
Ερευνητής: -Πώς;
Φοιτητής: -*«Οξείδια»*
Ερευνητής: -Μερικές βάσεις, οξείδια.

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.15

Ερευνητής: -Μάλιστα. Ωραία. Σ' αυτό το σημείο ολοκληρώθηκε η πρώτη ενότητα των ερωτήσεων; Αυτή είχε σχέση με τις χημικές αντιδράσεις και τη γραφή των χημικών εξισώσεων. Και περνάμε στο δεύτερο μέρος και σε ρωτάω «τι δείχνει η κάρτα Νο 6»;
Φοιτητής: -*«Να διαβάσω πώς λέγονται;»*
Ερευνητής: -Τι δείχνει; Στο ερώτημα «τι δείχνει» τι θα μπορούσες ν' απαντήσεις;
Φοιτητής: -*«Τι δείχνει;»*
Ερευνητής: -Ναι.
Φοιτητής: -*«Εγώ θα τα διάβαζα, δεν ξέρω.»*
Ερευνητής: -Ναι, ότι νομίζεις μπορείς να δώσεις.
Φοιτητής: -*«Μόρια, θα έλεγα. Υδροξείδιο του νατρίου, υδροξείδιο του καλίου και υδροξείδιο του ασβεστίου.»*

Ερώτηση 2

«Τι κοινό και τι διαφορά έχουν οι τρεις ενώσεις;»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.03

Ερευνητής: -Μάλιστα. Τι κοινό και τι διαφορά έχουν αυτές οι τρεις ενώσεις;
Φοιτητής: -*«Με τους συντελεστές στην ομάδα υδροξειδίου – υδροξειδ .....»*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ερευνητής: -Πώς το είπες;
Φοιτητής: -*«Υδροξύλιο, έχει να κάνει με τον αριθμό οξείδωσης.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.10

Ερευνητής: -Τι κοινό… έχουν αυτές οι τρεις ενώσεις;
Φοιτητής: -*«Είναι και οι τρεις βάσεις* [παύση]. *Έχουν και οι τρεις υδροξύλια.»*
Ερευνητής: -Λοιπόν… «ή, αλλιώς…» λες «…έχουν και οι τρεις υδροξύλια».
Φοιτητής: -*«Μάλιστα.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.12

Ερευνητής: -Τι κοινό και τι διαφορά έχουν αυτές οι τρεις ενώσεις; Έχουν κάποιο κοινό; …..
Φοιτητής: -*«Την ονοματολογία εγώ θα 'λεγα κοινό.»*
Ερευνητής: -Ναι;
Φοιτητής: -*«Δηλαδή, και όλα τα λέμε «καυστικό νάτριο», «καυστικό κάλιο»…*
Ερευνητής: -Ναι.
Φοιτητής: -*«Και… «καυστικό ασβέστιο.»…*
Ερευνητής: -Ναι;
Φοιτητής: -*«Η διαφορά έτσι πως τα βλέπω ή… τι ξέρω* [παύση]; *Δηλαδή και τα τρία είναι ισχυρά… ισχυρές βάσεις.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.16

Ερευνητής: -Τι κοινό έχουν αυτές οι τρεις ενώσεις και σε τι διαφέρουν;
Φοιτητής: -*«Ότι και οι τρεις ενώσεις έχουν στο… έχουν ένα μόριο υδροξειδίου, εκτός απ' το κάλιο που 'χει δύο, όπως φαίνεται.»*
Ερευνητής: -Εκτός απ' το;
Φοιτητής: -*«Κάλιο.»*
Ερευνητής: -Μήπως το ασβέστιο θες να πεις;
Φοιτητής: -*«Ναι, ασβέστιο. Το κάλιο είναι το δεύτερο.»*

Ερώτηση 4

«Σε ποια κατηγορία χημικών ενώσεων ανήκουν οι ενώσεις αυτές;»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.05

Ερευνητής: -Σε ποια κατηγορία χημικών ενώσεων ανήκουν οι ενώσεις αυτές;
Φοιτητής: -*«Κατηγορία χημικών ενώσεων; Τις χημικές ενώσεις τις* [παύση].»
Ερευνητής: -Σε ποια ομάδα, ενδεχομένως;
Φοιτητής: -*«Εννοούμε τους χημικούς δεσμούς, ας πούμε, που έχουν δημιουργηθεί, έτσι; Για περιμένετε* [παύση]. *Αυτό εδώ είναι, ναι* [παύση]. *Ετεροπολικές ενώσεις, ιοντικές, ετεροπολικές* [παύση]*»*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.06

Ερευνητής: -Σε ποια κατηγορία χημικών ενώσεων ανήκουν οι ενώσεις αυτές;
Φοιτητής: -*«Σε ποιες;»*
Ερευνητής: -Σε ποια κατηγορία χημικών ενώσεων, ανήκουν οι ενώσεις αυτές. [παύση]. Ανήκουν όλες μαζί σε μια κατηγορία ενώσεων; Ας πούμε, για παράδειγμα [παύση].Αυτό ρωτάω.
Φοιτητής: -*«Το υδροξείδιο του νατρίου με το υδροξείδιο του καλίου... δεν... δεν»*
Ερευνητής: -Ναι;
Φοιτητής: -*«Δε θυμάμαι το υδροξείδιο του ασβεστίου ανανήκει στην ίδια κατηγορία. Θέλετε να την ονομάσω, ε;»*
Ερευνητής: -Ναι. Αν νομίζεις ότι αυτές και οι τρεις ανήκουν σε κάποια κατηγορία ενώσεων. Μπορείς να πεις ότι δε γνωρίζω ή δεν ανήκουν.
Φοιτητής: -*«Δε θυμάμαι. Πάντως, για τα δύο πρώτα είμαι σίγουρη. Για το... τρίτο δεν...»*
Ερευνητής: -Ναι. Λοιπόν, δε θα ρωτήσουμε αυτό. Γνωρίζεις κάποια, λέει η ερώτηση, ή κάποιες ουσίες [παύση]. Ούτε αυτό. Τις βάσεις τις γνωρίζεις;
Φοιτητής: -*«Ναι. Αρκετές, όχι όλες.»*
Ερευνητής: -Ναι.
Φοιτητής: -*«Απ' αυτές.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.18

Ερευνητής: -Εντάξει; Σε ποια κατηγορία χημικών ενώσεων ανήκουν αυτές οι ενώσεις;
Φοιτητής: -*«Κατηγορία χημικών ενώσεων;* [παύση] »
Ερευνητής: -Ναι.
Φοιτητής: -*«Δηλαδή;* [παύση]*»*
Ερευνητής: -Σε ποια ομάδα ενώσεων;
Φοιτητής: -*«Ε, οξέα και τέτοια;»*
Ερευνητής: -Οξέα, βάσεις, άλατα, ας πούμε, ναι.
Φοιτητής: -*«Είναι το υδρο....»*
Ερευνητής: -Ναι;
Φοιτητής: -*«Άλατα είναι; Μισό λεπτό* [παύση]. *Οξέα.»*
Ερευνητής: -Είσαι σίγουρος;
Φοιτητής: -*«Όχι. Τώρα έχω αγχωθεί βασικά λίγο και δεν ξέρω*[παύση].*»*
Ερευνητής: -Γιατί; Έλα χαλάρωσε. Αφού είπαμε οι δυο μας είμαστε. Κι εγώ ξέρω ότι είσαι αγχωμένος, γιατί κι εγώ αν ήμουνα στη θέση σου, έτσι; Θα' μουνα κι εγώ μέχρι ένα βαθμό, αλλά τέλος πάντων, εντάξει, ε!
Φοιτητής: -*«Άλατα πρέπει να είναι αυτά.»*

Ερώτηση 5

«Με βάση ποιο χαρακτηριστικό κατέταξες τις τρεις ενώσεις στην ίδια κατηγορία;»,

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.06

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ερευνητής: -Τι χαρακτηριστικό έχουν οι βάσεις;
Φοιτητής: -*«Τι χαρακτηριστικό; Δηλαδή όταν έχουμε το υδροξείδιο του νατρίου πώς θα το αναγνωρίσω από ένα οξύ;»*
Ερευνητής: -Άν σου πω, άμα σου πω «ξέρεις εδώ αυτά είναι βάσεις, αυτά είναι οξέα». Ποιο είναι το χαρακτηριστικό γνώρισμα; Πώς θα ξεχωρίζεις ότι κάποια ένωση είναι βάση...
Φοιτητής: -*« [παύση] και ποια είναι οξύ.»*
Ερευνητής: - [παύση] και κάποια είναι οξύ.
Φοιτητής: -*«Σύμφωνα με το πε-χα τους, τι να πω, ξέρω 'γω;»*

Ερώτηση 6

«Γνωρίζεις κάποια ή κάποιες ουσίες/χημικές ενώσεις που είναι βάσεις, αλλά δε φαίνεται στον τύπο τους το υδροξείδιο;»,

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.05

Ερευνητής: -Γνωρίζεις κάποια ή κάποιες ουσίες που να ονομάζονται βάσεις;
Φοιτητής: -*«Τώρα; Να πω;»*
Ερευνητής: -Ναι, αν ξέρεις;
Φοιτητής: -*«Η αμμωνία,* [παύση] *βάση* [παύση]. *Περιμένετε τώρα. Η σόδα, το όξινο ανθρακικό νάτριο. Περιμένετε,* [παύση] *πρέπει να είναι και το ανθρακικό ασβέστιο, αλλά μη το γράφουμε αν δεν είμαστε σίγουροι.»*
Ερευνητής: -Για ότι είσαι σίγουρη θέλω να μου λες.
Φοιτητής: -*«Πόσες πρέπει να πω;»*
Ερευνητής: -Και μία να πεις φτάνει.
Φοιτητής: -*«Βάσεις* [παύση] *Αυτές. Δεν μπορώ να θυμηθώ άλλες, τώρα.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.12

Ερευνητής: -Γνωρίζεις κάποια ή κάποιες χημικές ενώσεις που είναι βάσεις, αλλά δε φαίνεται στον τύπο τους το υδροξύλιο ή το υδροξείδιο, όπως είπες;
Φοιτητής: -*«Α, ναι. Το χλωριούχο* [παύση] *όχι, περιμένετε. Το χλωριούχο νάτριο δεν είναι βάση; Είναι.»*
Ερευνητής: -Δεν ξέρω. Μη με ρωτάς. Εσύ θα απαντάς. Μπορείς να με ρωτήσεις ότι θέλεις.
Φοιτητής: -*«Βάση είναι, βάση!»*
Ερευνητής: -... που να σχετίζεται με την έρευνα, έτσι; Ή και εκτός έρευνας, μπορείς να με ρωτήσεις στο τέλος. Εγώ είμαι στη διάθεσή σου για να σου λύσω οποιαδήποτε απορία. Εντάξει;
Φοιτητής: -*«Εντάξει.»*
Ερευνητής: -Αλλά στη διάρκεια της έρευνας μη με ρωτάς.
Φοιτητής: -*«Το χλωριούχο νάτριο. Είναι.*
Ερευνητής: -Τι είναι το χλωριούχο νάτριο;
Φοιτητής: -*«Βάση.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.18

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Ερευνητής: -Γνωρίζεις κάποια ή κάποιες χημικές ενώσεις που είναι, τελικά, βάσεις;
Φοιτητής: -*«Βάσεις είναι; Ναι; Αφού έχουν υδροξείδιο, τι λέω;»*
Ερευνητής: -Ναι.
Φοιτητής: -*«Το υδροξείδιο είναι βάσεις και με το οξώνιο είναι τα....»*
Ερευνητής: -Καλά. Και με το οξώνιο τι είναι;
Φοιτητής: -*«Οξέα δεν είναι;»*
Ερευνητής: -Μμ. Λοιπόν, Γνωρίζεις κάποια ή κάποιες χημικές ουσίες που είναι βάσεις αλλά δε φαίνεται στον τύπο τους το υδροξείδιο;
Φοιτητής: -*«Ναι, είναι το αμμώνιο.»*

Ερώτηση 7

«Γνωρίζεις κάποια ή κάποιες ουσίες/χημικές ενώσεις που στο χημικό τους τύπο περιέχουν την ομάδα οξυγόνο υδρογόνο, αλλά δεν είναι βάσεις και είναι οξέα;»,

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.05

Ερευνητής: -Γνωρίζεις κάποια ή κάποιες χημικές ενώσεις που στο χημικό τους τύπο περιέχουν την ομάδα οξυγόνο υδρογόνο, και είναι οξέα;
Φοιτητής: -« [παύση] *Οξέα; Ναι. Βασικά, όχι ακριβώς έτσι. Ας πούμε το μυρμηκικό οξύ, δηλαδή, περιέχει, δεν την περιέχει ακριβώς έτσι, περιέχει άλλη ομάδα, αλλά οπτικώς.....»*
Ερευνητής: -Το μυρμηκικό οξύ το οποίο θα μπορούσες να το γράψεις έτσι, για παράδειγμα.
Φοιτητής: -*«Α! Σωστό. Αυτό δεν το ήξερα, όμως.»*
Ερευνητής: -Δεν το ήξερες;
Φοιτητής: -*«Ναι»*
Ερευνητής: -Εντάξει το σβήνω εγώ. Απλά για να δικαιολογήσω ότι υπάρχει; Το ήξερες έτσι, όμως [παύση];
Φοιτητής: -*«Να θυμηθώ, περιμένετε.* [παύση]. *Αν το μάθαμε έτσι,* [παύση]. *Θα το μάθαμε. Δεν μπορώ να θυμηθώ. Δεν μπορώ να θυμηθώ»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.11

Ερευνητής: -Γνωρίζεις κάποια ή κάποιες χημικές ενώσεις που στο χημικό τους τύπο έχουν την ομάδα οξυγόνο-υδρογόνο;
Φοιτητής: -*«Ναι;»*
Ερευνητής: -Έτσι;
- Φοιτητής: -*«Ναι»*
Ερευνητής: -Αλλά δεν είναι βάσεις και είναι οξέα; [παύση]. Συγκεκριμένα, δηλαδή να πεις: «γνωρίζω εκείνη». Αν δε γνωρίζεις, λες: «δε γνωρίζω» [παύση]. Δηλαδή, μια ένωση που να έχει αυτή την ομάδα, οξυγόνο-υδρογόνο, έτσι; Βλέπεις δεν τη βαφτίζω εγώ «υδροξείδιο».
Φοιτητής: -*«Όπως είναι αυτή ή και ανακατανεμημένη; Ας πούμε, μπροστά το υδρογόνο;»*
Ερευνητής: -Όπου, [παύση] όπως να 'ναι. Αρκεί να υπάρχει ομάδα οξυγόνο-υδρογό-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

νο.
Φοιτητής: *Μπορώ να πω το νερό;»*
Ερευνητής: -Μπορείς να πεις. Ότι, [παύση]. Ότι νομίζεις μπορείς να πεις. Αλλά να είναι οξύ, είπαμε.
Φοιτητής: *-«Α, οξύ! Συγγνώμη.»*
Ερευνητής: - [παύση] Κοίταξε δεν είναι [παύση] μην πιέζεσαι. Άμα...
Φοιτητής: *-«Κάτι που μου ήρθε έτσι στο...»*
Ερευνητής: -Ναι;
Φοιτητής: *-«Ηνό τρία (HNO_3); Υδρο...* [παύση]... *νιτρικό οξύ;»*
Ερευνητής: -Το νιτρικό οξύ.
Φοιτητής: *-«Αυτό μου ήρθε τώρα...»*

ΚΑΡΤΑ No 7

ΌΗ

Ερώτηση 1

«Τι δείχνει η κάρτα No 7; Είναι αυτό μια χημική ένωση;

Έχεις συναντήσει μόριο με τον τύπο ΌΗ;»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.01

Ερευνητής: -Πες μου, τι δείχνει η κάρτα No 7; Είναι αυτό μια χημική ένωση; Έχεις συναντήσει κάποιο μόριο με μόνο τον τύπο αυτό;
Φοιτητής: *-«Όχι δεν έχω συναντήσει κάποιο μόριο τέτοιο. Θα ήμουν σίγουρος ότι είναι ένα οξυγόνο και ένα υδρογόνο.»*
Ερευνητής: -Μάλιστα! Ένα οξυγόνο και ένα υδρογόνο. Ξέρεις πως το ονομάζουμε αυτό;
Φοιτητής: *-« Όχι»*
Ερευνητής: -Όχι!
Φοιτητής: *-«Θα το ονόμαζα υδροξείδιο, αν είχε ένα μείον.»*
Ερευνητής: -Θα το ονόμαζες υδροξείδιο αν είχε ένα μείον. Μάλιστα! [παύση]. Τον όρο υδροξύλιο τον έχεις ακούσει ποτέ;
Φοιτητής: *-«Ναι, νομίζω ότι είναι το ίδιο πράγμα, δεν είναι;»*
Ερευνητής: -Μάλιστα! Να πάμε στην κάρτα No 8.

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.07

Ερευνητής: -Λοιπόν, πάμε στην κάρτα No 7, και σε ρωτάω τι δείχνει η κάρτα No 7; Είναι αυτό μια χημική ένωση; Είναι κάτι άλλο; Τι είναι;
Φοιτητής: *-«Μπροστά υπάρχει μια τελεία;»*
Ερευνητής: -Ναι.
Φοιτητής: *-«* [παύση] *Δε θα μπορούσα να πω ότι δείχνει κάτι. Δείχνει ότι θα μπορούσε μεν να 'ναι συμβολισμός κάποιου* [παύση].*»*
Ερευνητής: -Αν δεν είχε τελεία, θα σου θύμιζε κάτι;
Φοιτητής: *-«Θα πρέπει να υπήρχε κάτι άλλο απ' την τελεία για να μου, για να*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

πω [παύση] *ότι μου θυμίζει κάτι.»*
Ερευνητής: -Καλά. Εντάξει. Άρα; Η απάντηση είναι;
Φοιτητής: -*«Όχι.»*
Ερευνητής: -Ότι «δε σου δείχνει τίποτε». Ε;
Φοιτητής: -*«Ναι.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.10

Ερευνητής: -Λοιπόν, στην κάρτα Νο 7. Τι δείχνει αυτή η κάρτα; Είναι αυτό μια χημική ένωση; Είναι μόριο; Τι είναι;
Φοιτητής: -*«Δεν είναι ένωση. Δείχνει το οξυγόνο ενωμένο με το...»*
Ερευνητής: -Ναι;
Φοιτητής: -*«...με το υδρογόνο κι ένα μονήρες ηλεκτρόνιο του... του οξυγόνου;»*
Ερευνητής: -Ναι; [παύση] Μάλιστα. Έχεις συναντήσει ποτέ αυτό το σύμπλεγμα; Έτσι;
Φοιτητής: -*«Όχι, δεν το 'χω συναντήσει.»*
Ερευνητής: -Ξέρεις πώς ονομάζεται; [παύση] Έστω και χωρίς το...
Φοιτητής: -*«Ναι»*
Ερευνητής: -...χωρίς το μονήρες ηλεκτρόνιο, αν το έχεις δει.
Φοιτητής: -*«Ίσως το μονήρες ηλε... το... το ηλεκτρόνιο εδώ μας δείχνει το πλην που Βλέπουμε στο υδροξύλιο; Το επιπλέον;»*
Ερευνητής: -Όχι, όχι. Λοιπόν, πώς το ονομάζουμε μπορούμε να πούμε;
Φοιτητής: -*«*[παύση] *Ίσως υδροξύλιο, γι' αυτό; Δεν ξέρω.»*
Ερευνητής: -Ίσως, λες υδροξύλιο, έτσι;
Φοιτητής: -*«Μάλιστα.»*
Ερευνητής: -Μάλιστα. [παύση] Το υδροξύλιο [παύση]. Το αφήνω εδώ. Δε θα ρωτήσω άλλο από εδώ. Θα προτιμήσω να δείξω την επόμενη κάρτα και, ίσως, αν χρειαστεί να επιστρέψω σ' αυτήν.

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.13

Ερευνητής: -Μάλιστα. Εντάξει. Λοιπόν, θα σε ρωτήσω, τώρα, τι βλέπεις στην κάρτα Νο 7;
Φοιτητής: -*«Ένα υδροξείδιο.»*
Ερευνητής: -Πώς;
Φοιτητής: -*«Η μάλλον.....* [παύση]..... *ένα υδροξείδιο βλέπω.»*
Ερευνητής: -Υδροξείδιο;
Φοιτητής: -*«Αλλά δεν έχει το μείον.* [παύση] *Μου θυμίζει και αλκοόλη, βέβαια.»*
Ερευνητής: -Είναι αυτό μια χημική ένωση από μόνο του ή όχι;
Φοιτητής: -*«* [παύση] *Όχι, νομίζω δεν είναι.»*
Ερευνητής: -Και στο ερώτημα αν έχεις συναντήσει μόριο με τον τύπο αυτόν εδώ μέσα, τι θα μπορούσες να πεις;
Φοιτητής: -*«Μόριο;»*
Ερευνητής: -Ναι.
Φοιτητής: -*«Εε, ναι, νομίζω έχω συναντήσει.»*
Ερευνητής: -Ποια;
Φοιτητής: -*«Το νερό.»*
Ερευνητής: -Ωραία. Είπες ότι αυτό είναι υδροξείδιο, έτσι;

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ερώτηση 4

«Το ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΟ (ως σωματίδιο) είναι το ίδιο με το ΥΔΡΟΞΥΛΙΟ;»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.06

Ερευνητής: -Τελικά, αν σε ρωτούσα, το υδροξείδιο ως σωματίδιο είναι το ίδιο με το υδροξύλιο; Τι θα μου έλεγες;
Φοιτητής: -*«Δεν είναι το ίδιο. Μ' αυτό, ας πούμε (με το υδροξύλιο), δεν μπορώ να σχηματίσω, όπως σας είπα προηγουμένως, «το υδροξείδιο του νατρίου».»*
Ερευνητής: -Ναι.
Φοιτητής: -*«Ενώ αυτό (το υδροξείδιο) μπορεί να ενωθεί με το νάτριο και να δώσει υδροξείδιο του νατρίου.»*
Ερευνητής: -Μάλιστα. Ωραία. Λοιπόν.
Φοιτητής: -*«Έχει διαφορά. Το παρατήρησα τώρα.»*
Ερευνητής: -Πώς;
Φοιτητής: -*«Τώρα το παρατήρησα.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.13

Ερευνητής: -Αυτό εδώ τι είναι;
Φοιτητής: -*«Να το μείον.»*
Ερευνητής: -Μμ;
Φοιτητής: -*«Να το μείον. Σας είπα ότι είναι υδροξείδιο, μόνο που δεν έχει το μείον.»*
Ερευνητής: -Ναι.
Φοιτητής: -*«Εδώ έχει το μείον.»*
Ερευνητής: -Αυτό εδώ τι είναι;
Φοιτητής: -*«Υδροξείδιο. Αυτό είναι σίγουρο.»*
Ερευνητής: -Μάλιστα. [παύση] Κάπου μου είπες κάτι και για υδροξύλιο; Τι είπες κάπου που...; Στην προηγούμενη εκεί που [παύση] στην κάρτα Νο 6 ή όχι; Κάνω λάθος;
Φοιτητής: -*«Δεν ξέρω. Εκτός αν σας είπα ότι μπερδεύω τα υδροξύλια με τα υδροξείδια.»*
Ερευνητής: -Ναι, κάπου το είπες. «Ναι, το μπερδεύω με το άλλο, με τα υδροξύλια.» Δηλαδή, τη λέξη «υδροξύλιο»...
Φοιτητής: -*«Τις λέξεις μπερδεύω και δεν μπορώ.»*
Ερευνητής: -Τις μπερδεύεις με την έννοια ξέρεις ότι είναι το ίδιο και τις...;
Φοιτητής: -*«Όχι.. Νομίζω μου 'χουν πει μία φορά, μου 'χαν πει τη διαφορά* [παύση]»
Ερευνητής: -Ναι.
Φοιτητής: -*«Στο σχολείο, μάλιστα, ήταν, αλλά δε θυμάμαι. Δεν το 'χα συγκρατήσει.»*
Ερευνητής: -Το υδροξείδιο, λοιπόν, δεν είναι το ίδιο με το υδροξύλιο, έτσι; Αλλά δεν ξέρεις τη διαφορά. Αυτό το μπέρδεμα, ας πούμε, [παύση]. Να το πω καλύτερα. Εσύ έχεις αντιληφθεί ότι γίνεται λανθασμένη χρήση αυτών των όρων;
Φοιτητής: -*«Από 'μένα;»*
Ερευνητής: -Ναι.
Φοιτητής: -*«Σίγουρα, μερικές φορές το λέω λάθος.»*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

ΚΑΡΤΑ No 8

ΟΗ΄

Ερώτηση 1

«Τι δείχνει η κάρτα No 8;»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.07

Ερευνητής: -Πάμε παρακάτω. Τι δείχνει η κάρτα No 8;
Φοιτητής: -*«…… [παύση]… δείχνει [παύση] το ανιόν υδροξυλίου.»*
Ερευνητής: -Μάλιστα. Θα ρωτήσω τώρα, αν και δεν είναι ερώτηση [παύση] που αφορά την κάρτα. Τη λέξη «υδροξείδιο» την έχεις ακούσει καμιά φορά;
Φοιτητής: -*«Ναι, βεβαίως. Είτε υδροξύλιο είτε υδροξείδιο. Δηλαδή στα σχολικά βιβλία, εφόσον αυτό μας ενδιαφέρει, [παύση] πάντα όταν αναφερόταν σ' αυτήν την ομάδα έλεγε «υδροξείδιο ή υδροξύλιο».»*
Ερευνητής: -Είναι το ίδιο πράγμα, δηλαδή;
Φοιτητής: -*«Μμμ… ναι.»*
Ερευνητής: -Αυτό σου δημιούργησε καμιά φορά κάποιο πρόβλημα;
Φοιτητής: -*«Όχι, και μάλιστα, όπως και πριν χρησιμοποίησα τη λέξη «υδροξείδιο», όταν αναφερόμασταν στις βάσεις. Λίγο[παύση] τώρα [παύση] μάλλον…»*
Ερευνητής: -Εντάξει, δεν [παύση]
Φοιτητής: -*«Είναι ο… παραξενεύτηκα κι αλλιώς γιατί… κι από 'μένα, γιατί συνήθως δεν το χρησιμοποιώ το… δε λέω «το υδροξύλιο».»*
Ερευνητής: -Ναι. Είπαμε για οτιδήποτε δε φταίτε εσείς. Αυτό για μένα είναι σημαία… η οποία ποτέ δε θα κατέβει.
Φοιτητής: -*«Εντάξει, εγώ τώρα βγήκα. Γι' αυτούς που έρχονται είναι το θέμα.»*
Ερευνητής: -Ε ναι, ναι. Μα αυτούς προσπαθούμε να βοηθήσουμε τώρα.
Φοιτητής: -*«Ακριβώς. Έχω κι εγώ μια αδερφή, ξέρετε, παιδεύεται.»*
Ερευνητής: -Τι τάξη είναι;
Φοιτητής: -*«Δευτέρα Λυκείου.»*
Φοιτητής: -*«Τώρα μου λεν να κατέβω κάτω στις διακοπές και ότι χρειάζεται να της κάνω φροντιστήριο στη Χημεία.»*
Ερευνητής: -Που μένεις εσύ; Μένεις…;
Φοιτητής: -*«Αθήνα.»*
Ερευνητής: -Α, στην Αθήνα;

Ερώτηση 2

« Έχεις αντιληφθεί ποτέ να γίνεται λανθασμένη χρήση των όρων Υδροξείδιο και Υδροξύλιο;»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.06

Ερευνητής: -Έχεις αντιληφθεί ποτέ να γίνεται λανθασμένη χρήση των όρων «υδροξείδιο» και «υδροξύλιο»; [παύση] Στην πορεία σου ως μαθήτρια και ως φοιτήτρια πρώτου… δευτέρου εξαμήνου.
Φοιτητής: -*«Ναι. Εγώ το υδροξύλιο το έμαθα στο Πανεπιστήμιο.»*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ερευνητής: -Αα!
Φοιτητής: -*«Ναι. Δεν το είχαμε χρησιμοποιήσει ποτέ.»*
Ερευνητής: -Μάλιστα.
Φοιτητής: -*«Τοοο... μπορεί να το 'χω ακούσει στο Γυμν... στο Λύκειο...»*
Ερευνητής: -Ναι, εντάξει, τι θυμάσαι;
Φοιτητής: -«[παύση] *αλλά δε μου 'χε κάνει αίσθηση γιατί απ... απλώς χρησιμοποιούσαμε το υδροξείδιο σαν...»*
Ερευνητής: -Ναι. Δηλαδή στη μέση εκπαίδευση, έτσι; Χρησιμοποιούσατε το υδροξείδιο. Έτσι;
Φοιτητής: -*«Ναι. Εντάξει, δεν ασχολούμαστε με ελεύθερες ρίζες.»*
Ερευνητής: -Ναι. Ωραία, εντάξει.
Φοιτητής: -*«Γι' αυτό, ίσως να φταίει κι αυτό.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.09

Ερευνητής: -Μάλιστα. Εσύ έχεις αντιληφθεί, το ερώτημα είναι περιττό, τώρα, γιατί... μου απάντησες, μου είπες ότι είναι «υδροξύλιο», έτσι; Αλλά στην αρχή, όταν σε ρώτησα για τις βάσεις εδώ...
Φοιτητής: -*«Ναι»*
Ερευνητής: - [παύση] αυτές πώς τις ονόμασες;
Φοιτητής: -*«Υδροξείδιο».*
Ερευνητής: -«Υδροξείδιο», έτσι;
Φοιτητής: -*«Ναι»*
Ερευνητής: -Πώς το αντιλαμβάνεσαι; Πιστεύεις ότι γίνεται κανένα λάθος εδώ, στη χρήση;
Φοιτητής: -*«Μάλλον. Δεν έχει ξεκαθαριστεί, αν υπάρχει κάποια διαφορά.»*
Ερευνητής: -Α, έτσι! Δεν υπάρχει, δεν έχει ξεκαθαριστεί αν υπάρχει κάποια διαφορά. Δηλαδή, για εσένα τι συμβαίνει; Υπάρχει διαφορά, ή δεν υπάρχει; Εξάλλου, είπες ότι είναι το ίδιο πριν, άρα δεν υπάρχει διαφορά. Και άρα δεν έχει νόημα και το ερώτημα, έτσι; .....

Ερώτηση 5

«Γενικά νομίζεις ότι η λανθασμένη χρήση των όρων «Υδροξείδιο» και «Υδροξύλιο» μπορεί να επηρεάζει τους μαθητές σε κάτι; (έστω και αν δεν επηρεάζει εσένα)»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.16

Ερευνητής: -Η χρήση των όρων «υδροξείδιο» και «υδροξύλιο» νομίζεις ότι μπορεί να επηρεάζει τους μαθητές σε κάτι; Αν ένας μαθητής ξαφνικά διαπιστώσει ότι γίνεται λάθος, ότι γίνεται μια λανθασμένη χρήση, ένα κομφούζιο, ίσως.
Φοιτητής: -*«Δεν ξέρω, ίσως.»*
Ερευνητής: -Πολύ «ίσως» χρησιμοποιείς.
Φοιτητής: -*«Πολλά «Δεν ξέρω» και «νομίζω» σας λέω.»*
Ερευνητής: -Όχι, το «δεν ξέρω» είναι πιο καλό από το «ίσως», έτσι;
Φοιτητής: -*«Εγώ θεωρώ ότι σ' όλες αυτές τις ενώσεις που υπάρχουν, με βάση κι αυτά*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

που 'χω κάνει, θεωρώ ότι είναι «υδροξείδια».
Ερευνητής: -Ναι.
Φοιτητής: -*«Για να είμαι ειλικρινής.»*
Ερευνητής: -Ωραία. Μα, εμείς αυτό ζητάμε, έτσι; Η έρευνα, αν έχεις.... δέκα άτομα που σε μια έρευνα δε σου λένε την αλήθεια, και μια έρευνα μ' ένα άτομο που σου λέει την αλήθεια, πιο αξιόπιστη, όχι αξιόπιστη, αλλά πιο αξιόπιστη είναι αυτή που..... σου λέει ένας την αλήθεια, έστω κι αν δεν μπορείς να βγάλεις στατιστικά αποτελέσματα. Επομένως δεν έχει νόημα, δεν υπάρχει νόημα να λέμε [παύση]. Λοιπόν, εδώ τελειώσαμε με τη δεύτερη ενότητα, έτσι;

ΕΝΟΤΗΤΑ Γ΄: Συμβολισμοί και Ορισμολογία, που αναφέρονται στην Ιοντική Δομή των Αλάτων

ΚΑΡΤΑ Νο 9

NaCl

Ερώτηση 3

«Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο νάτριο, NaCl;»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.01

Ερευνητής: -Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο νάτριο, NaCl;
Φοιτητής: -*«Δεν κατάλαβα την ερώτηση.»*
Ερευνητής: -Ναι, πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο νάτριο.
Φοιτητής: -*«Αν γίνει διάσταση του άλατος θα υπάρχει ένα αρνητικό φορτίο και ένα θετικό φορτίο, από το ιόν που θα προκύψει.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.02

Ερευνητής: -Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν σ' αυτή τη χημική ένωση, το χλωριούχο νάτριο, NaCl;
Φοιτητής: -*«Δύο θετικά και δύο αρνητικά; Ουδέτερη δεν πρέπει να είναι σίγουρα;»*
Ερευνητής: -Ουδέτερη, βεβαίως, πρέπει να είναι.
Φοιτητής: -*«Το χλώριο πόσο έχει;»*
Ερευνητής: -Μείον ένα έχει.
Φοιτητής: -*«Άρα και το νάτριο έχει συν ένα.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.05

Ερευνητής: -Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία, τώρα, ρωτάω, έτσι; .....
Φοιτητής: -*«Γιατί; Πριν τι με ρωτήσατε;»*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ερευνητής: -Ιόντα
Φοιτητής: -*«Αχ, περιμένετε* [παύση]. *Λοιπόν, φορτία ή ιόντα. Για πείτε, ναι* [παύση].*»*
Ερευνητής: -Πριν σε ρώτησα πόσα θετικά και πόσα αρνητικά ιόντα βλέπεις.
Φοιτητής: -*«Δε βλέπω καν ιόντα, τώρα που το βλέπω. Είναι ένωση.»*
Ερευνητής: -Λοιπόν. Άρα επανερχόμαστε και λες ότι δε βλέπεις καθόλου ιόντα.
Φοιτητής: -*«Έτσι, δεν είναι;* [παύση]. *Ναι, ωραία, δε βλέπω ιόντα.»*
Ερευνητής: -Και ρωτάω, τώρα, να μου πεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση;
Φοιτητής: -*«Δεν έχει. Έχει ουδέτερο φορτίο αυτή η χημική ένωση. Πάλι, αν διαλυθεί. Τα ξεχωριστά ιόντα τα οποία έχουν δημιουργηθεί ένα θετικό και ένα αρνητικό φορτίο, πάλι, θα έχει ουδέτερο.»*
Ερευνητής: -Ναι. Πριν είπαμε τα αναιρέσαμε.
-*«Έλεγα για φορτίο.»*
Ερευνητής: -Ναι
Φοιτητής: -*«Αν διαλυθεί θα έχει ένα θετικό φορτίο και ένα αρνητικό φορτίο.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.08

Ερευνητής: -Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά υπάρχουν σ' αυτή τη χημική ένωση;
Φοιτητής: -*«* [παύση] *Τώρα, φορτίο και ιόν το ίδιο πράμα δεν είναι;»*
Ερευνητής: - [παύση] Εγώ ρωτάω, εσύ μόνο απαντάς (γέλιο).
Φοιτητής: -*«Σωστό κι αυτό. Ε, ένα θετικό φορτίο του νατρίου κι ένα αρνητικό του χλωρίου.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.13

Ερευνητής: -Ωραία. Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά υπάρχουν εδώ;
Φοιτητής: -*«Εε* [παύση] *σ' αυτή την ένωση;»*
Ερευνητής: -Ναι.
Φοιτητής: -*«Ε, καθόλου (φορτίο) νομίζω. Νομίζω!»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.18

Ερευνητής: -Μάλιστα. Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο νάτριο;
Φοιτητής: -*«*[παύση] *πόσα θετικά και πόσα αρνητικά φορτία;»*
Ερευνητής: -Φορτία τώρα. Πριν είχα ρωτήσει ιόντα.
Φοιτητής: -*«Ναι»*
Ερευνητής: -Έτσι; Τώρα μιλάω για φορτία.
Φοιτητής: -*«Όχι δεν μπορώ.»*

ΚΑΡΤΑ Νο 10

$CaCl_2$

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Ερώτηση 2

«Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο ασβέστιο, $CaCl_2$;»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.02

Ερευνητής: -Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο ασβέστιο, $CaCl_2$; Για ιόντα μιλάμε, έτσι;
Φοιτητής: -*«Ιόντα;!»*
Ερευνητής: -Ναι
Φοιτητής: -*« Έχει κάποια διαφορά με το φορτίο;»*
Ερευνητής: -Ε! Υπάρχει διαφορά.
Φοιτητής: -*«Ναι,!! Ιόντα;»*
Ερευνητής: -Ναι
Φοιτητής: -*«Ξέρω εγώ;»*
Ερευνητής: -Αν δεν ξέρεις, δεν πειράζει καθόλου.
Φοιτητής: -*«Τώρα, εδώ για φορτία, ναι, αλλά ιόντα τώρα, δεν ξέρω.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.05

Ερευνητής: -Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο ασβέστιο;
Φοιτητής: -*«Ξανασκέφτομαι τώρα και την άλλη απάντηση. Περιμένετε. Αυτό είναι ουδέτερο.»*
Ερευνητής: -Ναι
Φοιτητής: -*«Μάλλον το φορτίο του είναι ουδέτερο.* [παύση]. *Αυτή τη στιγμή* [μεγάλη παύση]. *Να απαντήσω τη μία έτσι και την άλλη αλλιώς;»*
Ερευνητής: -Όπως θέλεις. Η μία απαντήθηκε.
Φοιτητής: -*«Ωραία θα το κάνω, έτσι αυτό. Λοιπόν, δεν είμαι σίγουρη. Έτσι, όπως το βλέπω, βασικά.»*
Ερευνητής: -Ναι. Εμείς, τώρα, εννοούμε στη δομή της ένωσης.
Φοιτητής: -*«Στη δομή της ένωσης.»*
Ερευνητής: -Βέβαια, αυτός είναι ο χημικός της τύπος. Εδώ, δε βλέπεις, θα σου πει ο άλλος, εγώ δε βλέπω τίποτε.
Φοιτητής: -*«Ωραία»*
Ερευνητής: -Αλλά αυτό εκφράζει μια δομή στη φύση.
Φοιτητής: -*«Ωραία»*
Ερευνητής: -Μέσα σ' αυτή τη δομή, εννοείται, τι βλέπουμε αν υπάρχουν; Γι' αυτό λέω. Μέσα σ' αυτή τη δομή που εκφράζεται μέσα από αυτό το χημικό τύπο, πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα;
Φοιτητής: -*«Ωραία! Δύο θετικά ιόντα και ένα αρνητικό ιόν* [μεγάλη παύση].*»*
-*«Θέλει φορτία, όμως,* [παύση] *περιμένετε.»*
-*«Μη συγχύζεστε. Έχετε πάρει ηρεμιστικό; Θα σας πρήξω σήμερα.»*
Ερευνητής: -Ξέρεις, με πολύ αγάπη κάνω αυτό που κάνω και θεωρώ και το νοιώθω μέσα από την ψυχή μου ότι η συμμετοχή σας είναι τόσο μεγάλη υπόθεση που δεν μπορείτε να το αντιληφθείτε. Μόνο από τα αποτελέσματα, όταν διαβάσετε τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα της έρευνας, τότε θα

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

δείτε πόσο πολύ θα έχετε βοηθήσει [παύση]. Λοιπόν, έχεις το δικαίωμα να αναθεωρήσεις αν θέλεις. Το ερώτημα είναι πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα.

Φοιτητής: -*«Δύο αρνητικά ιόντα και ένα θετικό.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.10

Ερευνητής: -Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρχουν στη χημική ένωση αυτή;
Φοιτητής: -« [παύση] *Έχουμε δύο... δύο θετικά του ασβεστίου...»*
Ερευνητής: -Τι δύο θετικά;
Φοιτητής: -*«Ιόντα.»*
Ερευνητής: -Ναι
Φοιτητής: -*«Ασβεστίου... και δύο αρνητικά του χλωρίου. Ιόντα.»*

Ερώτηση 3

«Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο ασβέστιο, $CaCl_2$;»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.12

Ερευνητής: -Ωραία! Μπορείς, πάλι, να διακρίνεις πόσα θετικά ιόντα και πόσα αρνητικά ιόντα υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο ασβέστιο;
Φοιτητής: -*«Δύο θετικά κι ένα αρνητικό (ιόν).»*
Ερευνητής: -Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο ασβέστιο;
Φοιτητής: -*«Τώρα μπερδεύτηκα. Τα φορτία δεν είναι το ίδιο, έτσι δεν είναι; Με τα...»*
Ερευνητής: -Είπαμε δε ρωτάμε.
Φοιτητής: -*«Α!»*
Ερευνητής: -[παύση]
Φοιτητής: -*«Ξανά την ερώτηση;»*
Ερευνητής: -Βεβαίως. Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση αυτήν εδώ; Το χλωριούχο ασβέστιο;
Φοιτητής: -*«Ναι. Δύο κι ένα.»*
Ερευνητής: -Δύο, λοιπόν, θετικά φορτία κι ένα αρνητικό φορτίο, έτσι;
Φοιτητής: -*«Ναι»*

Ερώτηση 4

«Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 2 στο χλώριο;»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.03

Ερευνητής: -Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 2 στο χλώριο;
Φοιτητής: -*«Έχει να κάνει με τον αριθμό οξείδωσης του ασβεστίου.»*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Ερευνητής: -Με τον αριθμό οξείδωσης του ασβεστίου. Μήπως και κάτι ακόμη μπορεί να μας δείξει [παύση], εκτός από τον αριθμό οξείδωσης του ασβεστίου;
Φοιτητής: -« [παύση] *Κάτι που να αφορά, δηλαδή, τα άτομα; Δεν καταλαβαίνω τι εννοείτε;»*
Ερευνητής: -Έτσι απλά, χαλαρά. Λίγο σε ζόρισα μου φαίνεται, ε; Σε κούρασα λίγο;
Φοιτητής: -*«Δε με κουράζετε, απλά θα φύγω από εδώ απογοητευμένη.»*
Ερευνητής: -Α! Με συγχωρείς. Εγώ θα πρέπει να σου πω ότι μέχρι τώρα είσαι η καλύτερη, από χθες, από αυτούς που συμμετέχουν στη συνέντευξη. Αν θες να το πούμε έτσι. Αλλά είπαμε ότι δεν εξετάζεσαι, μη το ξεχνάμε.
Φοιτητής: -*«Για τη δομή εννοείτε αυτής εδώ* [παύση].*»*
Ερευνητής: -Το ερώτημα, απλά, είναι να μου πεις [παύση].
Φοιτητής: -*«Α! Νομίζω ότι πιάνω την παγίδα σας, ότι, δηλαδή,* [παύση].*»*
Ερευνητής: -Α! Όχι, δεν είναι παγίδα. Δε στήνω παγίδες. Να το ξέρεις. Κάνω απλά ερωτήματα. Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 2 στο χλώριο; Τι θέλει να δείξει; Μια απάντηση μου έδωσες. Αλλά, αν θες μένουμε σ' αυτή. Αν θες, μου δίνεις και μία ακόμη, μου τη δίνεις [παύση].
Φοιτητής: -*«Με ομάδες και τέτοια; Ομάδα* [παύση].*»*
Ερευνητής: -Όχι, ας το αφήσουμε καλύτερα. Δεν υπάρχει κανένας λόγος να πιέζουμε την κατάσταση.

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.04

Ερευνητής: -Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση χλωριούχο ασβέστιο;
Φοιτητής: -*«Δύο θετικά φορτία και ένα αρνητικό.»*
Ερευνητής: -Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 2 στο χλώριο;
Φοιτητής: -*«Διότι το σθένος του ασβεστίου είναι δύο συν. Ή ο αριθμός οξείδωσης, το ίδιο δεν είναι;»*
Ερευνητής: -Καλά, στην περίπτωση των ιόντων συμπίπτει, όπως εδώ, αλλά δεν είναι αυτό που μας απασχολεί αυτή τη στιγμή.

ΚΑΡΤΑ Νο 11

$NaNO_3$

Ερώτηση 3

«Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση νιτρικό νάτριο, $NaNO_3$;»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.01

Ερευνητής: -Μάλιστα, και πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά υπάρχουν στη

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

χημική ένωση αυτή;
Φοιτητής: -*«Θετικά!;* [παύση] *Στην ένωση, έτσι όπως είναι* [παύση];*»*
Ερευνητής: -Θα διακρίνεις, εννοείται, στη δομή. Καταλαβαίνεις, τη δομή της, και μπορείς να δεις;
Φοιτητής: -*«Θετικά υπάρχουν τέσσερα και* [παύση].*»*
Ερευνητής: -Θετικά υπάρχουν τέσσερα!
Φοιτητής: -*«Ναι»*
Ερευνητής: -Μιλάμε για φορτία τώρα, έτσι;
Φοιτητής: -*«Ένα φορτίο από το νάτριο, θετικό. Στο άζωτο για να υπάρξει με το οξυγόνο πρέπει να υπάρξουν άλλα τρία θετικά στο άζωτο και το οξυγόνο που είναι δύο πλην και ένα πλην για να υπάρξει με το άζωτο. Άρα, τρία, τέσσερα μάλλον, αρνητικά, και τέσσερα θετικά.»*
Ερευνητής: -Μάλιστα! Πάμε στην επόμενη κάρτα, στην κάρτα Νο 12.

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.02

Ερευνητής: -Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση νιτρικό νάτριο, $NaNO_3$;
Φοιτητής: -*«Ναι, έχουμε τρία επί μείον δύο από το οξυγόνο... Ωραία! Το άζωτο πόσο έχει; Λογικά θα έχει συν ένα και συν δύο το νάτριο. Όχι, Όχι, όχι, τι λέω; Όχι.»*
Ερευνητής: -Χαλαρά, μη βιάζεσαι.
Φοιτητής: -*«Συν ένα το νάτριο, και λογικά το άζωτο συν πέντε.»*
Ερευνητής: -Μάλιστα!

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.09

Ερευνητής: -Για φορτία, πάλι, θα σε ρωτήσω...
Φοιτητής: --*«Και* [παύση]... *συν* [παύση] *όχι. Ναι. Έξι θετικά και έξι αρνητικά.»*
Ερευνητής: -Έξι θετικά ιόντα;
Φοιτητής: -*«Ναι. Σωστά.»*
Ερευνητής: -Φορτία;
Φοιτητής: -*«Δεν υπάρχουν.»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.12

Ερευνητής: -Μπορείς να διακρίνεις πόσα θετικά φορτία και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν στη χημική ένωση νιτρικό νάτριο;
Φοιτητής: -*«* [παύση] *Τώρα θα το σκεφτώ διαφορετικά.»*
Ερευνητής: -Να το σκεφτείς όπως θέλεις. Είσαι ελεύθερη να σκέφτεσαι.
Φοιτητής: -«Μήπως έκανα κι εδώ λάθος;»
Ερευνητής: -Δεν ξέρω [παύση] Είπαμε δε ρωτάς.
Φοιτητής: -«Λοιπόν, μάλλον και στο προηγούμενο έκανα λάθος.»
Ερευνητής: -Ναι;
Φοιτητής: -*«Εδώ πρέπει να υπάρχει ένα θετικό φορτίο, εδώ πρέπει να υπάρχουν τέσσερα αρνητικά* [παύση]. *Τρία, τρία* [παύση] *ψηφίζω τρία.»*
Ερευνητής: -Τρία; Καλά! Λοιπόν, πάμε στην κάρτα Νο 12, έτσι;

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

Φοιτητής: -*«Ναι»*

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.13

Ερευνητής: -Μάλιστα. Μπορείς, πάλι, να μου πεις πόσα θετικά και πόσα αρνητικά φορτία υπάρχουν;
Φοιτητής: -*«[παύση] θα πω κι εδώ μηδέν.»*
Ερευνητής: -Κρατάς χαρακτήρα... (γέλια). Λοιπόν, μην επηρεάζεσαι απ' αυτά που λέω, αλλά [παύση] για να λέμε και καμιά κουβέντα έτσι, ε;

ΚΑΡΤΑ Νο 12

$Al_2(SO_4)_3$

Ερώτηση 4α

«Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 4 στο οξυγόνο;»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.11

Ερευνητής: -Γιατί σημειώνεται ο δείκτης 4 στο οξυγόνο, μπορούμε να πούμε;
Φοιτητής: -*«Γιατί το θείο έχει τέσσερα* [παύση],*»*
Ερευνητής: -Ναι;
Φοιτητής: -*«* [παύση] *έχει, συγγνώμη, οχτώ.»*
Ερευνητής: -Οχτώ τι;
Φοιτητής: -*«Απλοποιήθηκε με το μείον δύο* [παύση], *οχτώ θετικά* [παύση] *ιόντα.»*
Ερευνητής: -Όχι ιόντα.
Φοιτητής: -*«Κατιόντα! Θετικά φορτία, συγγνώμη.»*
Ερευνητής: - «Φορτία». Έτσι;
Φοιτητής: -*«Φορτία, ναι.»*

Ερώτηση 4δ

«Υπάρχει κάποια διαφορά ανάμεσα στους δείκτες 2, 4 και 3;»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.10

Ερευνητής: - Υπάρχει κάποια διαφορά ανάμεσα στους δείκτες 2, 4 και 3;
Φοιτητής: -*«Τι εννοείτε «κάποια διαφορά»;»*
Ερευνητής: - Είναι ίδιοι; Παίζουν τον ίδιο ρόλο, ας πούμε;
Φοιτητής: -*«Όχι, δεν παίζουν τον ίδιο ρόλο. Είναι διαφορετικοί.»*
Ερευνητής: - Άρα υπάρχει διαφορά, έτσι;
Φοιτητής: -*«Υπάρχει διαφορά.»*
Ερευνητής: - Μπορείς να την εντοπίσεις κιόλας; Να πεις, ας πούμε, ότι αυτοί εδώ οι

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

δύο χρησιμοποιούνται γι' αυτό το λόγο και ο ένας... ή ο ένας γι' αυτό, ο άλλος για 'κείνο...

Φοιτητής: -*«Μάλιστα.»*

Ερευνητής: - Κάποιοι μεταξύ τους παίζουν τον ίδιο ρόλο;

Φοιτητής: -*«Το δύο με το τρία.»*

Ερευνητής: - Α! Το δύο με το τρία παίζουν το ίδιο ρόλο.

Φοιτητής: -*«Παίζουν τον ίδιο ρόλο.»*

Ερευνητής: - Και δείχνουν τι;

Φοιτητής: -*«Το πόσες ρίζες θα ενωθούν με το αργίλιο για να μας δώσουν αυτήν την ένωση.»*

Ερευνητής: - Ωραία, έγινε.

ΕΝΟΤΗΤΑ Δ΄: Συμβολισμοί και Ορισμολογία, που αναφέρονται στη Διαλυτότητα Δυσδιαλύτων Αλάτων

Εργασίες Χωρίς Κάρτες

Σελίδα μεγέθους Α4, Νο 13.α.

«Ξέρεις να γράφεις τη χημική εξίσωση της κάρτας Νο 13

$$AgNO_3 + KCl \rightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$$

σε ιοντική μορφή;»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.02

Ερευνητής: - Πάμε παρακάτω. Θα σε ρωτήσω δίνοντάς σου πάλι μια κόλλα χαρτί και γράφοντας πάλι τον κωδικό σου αριθμό ή μπορούμε να το κάνουμε, [παύση] τέλος πάντων, ναι. Γράψε Κ.Α.02, είσαι ο Κ.Α.02, και θα ήθελα αυτή τη χημική εξίσωση που βλέπεις εδώ, στην κάρτα Νο 13,

$$AgNO_3+KCl \rightarrow AgCl\downarrow+KNO_3$$

αν μπορείς να μου τη γράψεις σε ιοντική μορφή.

Φοιτητής: -*«Ιοντική; Α! να γράψω τα ιόντα;»*

Ερευνητής: -Ναι, αν μπορείς να τη γράψεις σε ιοντική μορφή (μεγάλη παύση)

Φοιτητής: -*«Μείον έξι, μείον δύο.* [παύση] *Σε καθένα στοιχείο να γράψω* [παύση],*»*

Ερευνητής: - Όπως καταλαβαίνεις.

Φοιτητής: -*«Εντάξει»* (μεγάλη παύση)

-*«Τώρα δεν ξέρω*[παύση]. *Πώς θα τα βγάλω τώρα τα ιόντα;»*

Ερευνητής: - Μη στενοχωριέσαι, εσύ θα βγάλεις αυτό που σου έρχεται.

Φοιτητής: -*«*[παύση] *Έτσι μου ήρθε τώρα, δεν ξέρω.»*

Ερευνητής: - Εντάξει!

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.05

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Ερευνητής: - Ξέρεις να γράφεις τη χημική εξίσωση της κάρτας Νο 13;

$$AgNO_3 + KCl \rightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$$

Φοιτητής: -«*Χημική εξίσωση!!! (γέλιο)*»
Ερευνητής: - Θα το έχεις μάθει.
Φοιτητής: -«*Έπρεπε να το έχω πει. (γέλιο)*»
Ερευνητής: - Όχι. Σήμερα θα το έχεις μάθει πια ότι αυτές τις λέμε χημικές εξισώσεις. Έτσι, δεν είναι;
Φοιτητής: -«*Δεν ξέρω γιατί εμένα μου πάει χημική αντίδραση;*»
Ερευνητής: - Γιατί, έτσι στο μάθανε.
Φοιτητής: -«*Μου έχει τυπωθεί μεσ' στο κεφάλι* ..... »
Ερευνητής: - Έτσι στο μάθανε, κατάλαβες;
Φοιτητής: -«*Και δεν μπορώ να το αμφισβητήσω.*»
Ερευνητής: - Είναι ένα από αυτά που λέμε [παύση]. Λοιπόν, ξέρεις να γράφεις τη χημική εξίσωση της κάρτας Νο 13 σε ιοντική μορφή;
Φοιτητής: -«*Αχ, αυτή η ιοντική μορφή.* [παύση]»
Ερευνητής: - Εδώ είναι, άμα θέλεις πάρε και το στυλό.
Φοιτητής: -«*Ωχ! Ιοντική μορφή.*»
Ερευνητής: - Ναι
Φοιτητής: -«*Τι φταίω;* [παύση] *Ωραία.* [παύση] *Υποθέτουμε ότι είναι αυτό, τώρα, έτσι;* [παύση]»
Ερευνητής: - Εντάξει, ότι [παύση]
Φοιτητής: -«*Άντε ας το κάνω έτσι. Δεν είναι έτσι, έχω αμφιβολίες γι' αυτό που κάνω.*»
Ερευνητής: - Δεν πειράζει. Εσύ γράψε αυτό που ξέρεις.
Φοιτητής: -«*Τώρα αυτό γράφεται σε ιοντική μορφή; Αυτό, δεν το ξέρω* [παύση]. *Όχι, αυτό δε θα το γράψω έτσι* [παύση]. *Θα το αφήσω έτσι. Δε με νοιάζει. Αυτο έπρεπε να το γράψω εδώ ή εδώ;*»
Ερευνητής: - Δε με πειράζει καθόλου. Για εκεί το προόριζα αλλά δε μας πειράζει καθόλου.

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.08

Ερευνητής: - Πάμε στην κάρτα Νο 14, έτσι; [παύση] Στην κάρτα Νο 14 [παύση] αλλά πριν να πάμε στην κάρτα Νο 14, να σε ρωτήσω. Αυτήν τη χημική εξίσωση,

$$AgNO_3+KCl \rightarrow AgCl\downarrow+KNO_3$$

Ερευνητής: - της κάρτας Νο 13 δηλαδή, έτσι;
Φοιτητής: -«*Ναι*»
Ερευνητής: - Που μπορείς να δεις ότι την έχω γραμμένη εδώ, στη σελίδα αυτή, την 18 Μπορείς να την γράψεις με την ιοντική της μορφή;
Φοιτητής: -«*Έχει και ιοντική μορφή δηλαδή.*»
Ερευνητής: - Ναι. Κάνε μια προσπάθεια.
Φοιτητής: -«*Θα κάνω μία απόπειρα.*»
Ερευνητής: - Μπράβο, έτσι;
Φοιτητής: -«*Επάνω σ' αυτή τη γραμμούλα;*»
Ερευνητής: - Όπου θέλεις. Άμα θέλεις και κάτω, στο λευκό μέρος του χαρτιού. Όπου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

σ' αρέσει εσένα.

Φοιτητής: -« [παύση] *Αχ! Δεν ξέρω αν είναι σωστό* [παύση]. *Τώρα, κάπου θέλει παρένθεση. Τώρα, έτσι τη θέλει; Μια στιγμή να θυμηθώ.»*

Ερευνητής: - Όση ώρα θέλεις.

Φοιτητής: - «[Μεγάλη παύση]. *Εδώ, τώρα δε θυμάμαι ποιο είναι το σωστό και ποιο είναι το λάθος. Δεν πειράζει, θα το βάλω έτσι όπως μου 'ρθει* [παύση]. *Αυτό πρέπει να 'ναι το λάθος.»*

Ερευνητής: - ..... Ωραία.

Φοιτητής: -«*Το λάθος είναι αυτό, ε; Α, είπαμε δε* [παύση].»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.13

Ερευνητής: - Θα ήθελα σ' αυτή την κόλλα εδώ, να μου γράψεις, αν ξέρεις, που πιστεύω ότι ξέρεις, τη χημική εξίσωση της κάρτα 13, έτσι;

$$AgNO_3 + KCl \rightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$$

Ερευνητής: - Σε ιοντική μορφή. Όπου θέλεις γράψ' το. Τώρα τα κουτάκια και οι τελίτσες είναι πολύ [παύση].

Φοιτητής: -«*Σε ιοντική μορφή;»*

Ερευνητής: - Βάλε πάνω το ΚΑ, δεκατρία.

Φοιτητής: -« [παύση] *Αυτό δεν είναι* [παύση] *όχι, τώρα έχω πρόβλημα.»*

Ερευνητής: - Ναι;

Φοιτητής: -«*Τώρα έχω πρόβλημα λέω.»*

Ερευνητής: - [παύση] Τι πρόβλημα έχεις;

Φοιτητής: -«*Έχω πρόβλημα γιατί* [παύση] *δε μου βγαίνουν τα φορτία ίσα. Και γιατί εδώ δε μου βγαίνει ιόν. Αλλά υπάρχουν,* [παύση] *μπορούμε να γράψουμε μια αντίδραση στην οποία να μην έχουμε απαραίτητα παντού ιόντα, απλά δε μου βγαίνουν τα φορτία. Οπότε κάπου έχω κάνει λάθος* [παύση]. *Αλλά αυτή τη στιγμή δεν μπορώ να σκεφτώ.»*

Ερευνητής: - Καλά. Δεν πειράζει. Λοιπόν..... εε, αυτή ήταν η κάρτα Νο 13.

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.16

Ερευνητής: - Μάλιστα. Λοιπόν, [παύση] ξέρεις να γράφεις τη χημική εξίσωση της κάρτας Νο 13, που εγώ την έχω εδώ γραμμένη πάλι,

$$AgNO_3 + KCl \rightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$$

Ερευνητής: - Μπορείς να τη γράψεις σε ιοντική μορφή;

Φοιτητής: -«[παύση] *Θα γράψω κάτι χωρίς, όμως, να 'μαι σίγουρη.»*

Ερευνητής: - Ναι, γράψε ό,τι νομίζεις. Κι όπου θέλεις γράψ' το, εγώ τα πλαίσια και τις γραμμούλες τα 'χω έτσι [παύση].

ΚΑΡΤΑ Νο 14

$$Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)}$$

Ερώτηση 4

«Περιγράφει την ίδια ή διαφορετική αντίδραση η χημική εξίσωση της κάρτας

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

αυτής από την προηγούμενη κάρτα, Νο 13;»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.16

Ερευνητής: - Περιγράφει την ίδια ή διαφορετική αντίδραση η χημική εξίσωση της κάρτας αυτής από την προηγούμενη κάρτα, Νο 13;
Φοιτητής: -*«Και στις δύο κάρτες σχηματίζεται ο χλωριούχος άργυρος.»*
Ερευνητής: - Ναι;
Φοιτητής: -*«Απλά στην πρώτη σχηματίζεται και το νιτρικό κάλιο, ενώ στην άλλη έχουμε μόνο το σχηματισμό του χλωριούχου αργύρου.»*
Ερευνητής: - Μάλιστα, που σημαίνει; Ότι έχουμε την ίδια αντίδραση ή διαφορετική;
Φοιτητής: -*«Έχουμε το ίδιο αποτέλεσμα. Έχουμε και στις δύο περιπτώσεις το σχηματισμό του χλωριούχου αργύρου. Ίδια αντίδραση ή διαφορετική;* [παύση]»
Ερευνητής: - Ναι;
Φοιτητής: -*«Εάν τις έβλεπα θα έλεγα ότι είναι δύο διαφορετικές αντιδράσεις, άσχετα με το αποτέλεσμα που έχω στο τέλος.»*
Ερευνητής: - Ναι. Εγώ θα ήθελα λίγο να σκεφτείς, παρόλα αυτά, έτσι; Και να μου δώσεις μια απάντηση στην ερώτηση που κάνω, αν περιγράφει την ίδια ή διαφορετική αντίδραση. Ίδια ή διαφορετική αντίδραση σημαίνει ή είναι ίδια ή είναι διαφορετικές. Κάτι ενδιάμεσο δεν υπάρχει, έτσι; Επομένως για 'σένα, περιγράφουν την ίδια αντίδραση, ή διαφορετική χημική αντίδραση;
Φοιτητής: -*«Την ίδια.»*

Ερώτηση 4β

«Αν ίδια, υπάρχει κάποιο πλεονέκτημα στον έναν ή στον άλλο τρόπο γραφής;»

Στιχομυθία με το φοιτητή με Κ.Α.12

Ερευνητής: - Μάλιστα. Ωραία. Πάμε, τώρα, στο ερώτημα εάν υπάρχει κάποιο πλεονέκτημα στον έναν ή στον άλλο τρόπο γραφής. Απ' τη στιγμή που μου είπες ότι είναι η ίδια, έτσι;
Φοιτητής: -*«Ναι»*
Ερευνητής: - Υπάρχει κάποιο πλεονέκτημα, παρόλα αυτά, στον ένα ή στον άλλο τρόπο γραφής;
Φοιτητής: -*«Ναι, γιατί στην*[παύση].»
Ερευνητής: - Λοιπόν, είδες;
Φοιτητής: -*«Τουλάχιστον εγώ όταν πήγαινα σχολείο* [παύση],»
Ερευνητής: - Ναι;
Φοιτητής: -*«δεν μπορούσα..., δε μου έδιναν να καταλάβω* [παύση],»
Ερευνητής: - Ναι;
Φοιτητής: -*«Δεν καταλάβαινα, όταν... πιο απ' τα δύ... ποια θα πάνε μαζί.»*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ερευνητής: - Ναι.

Φοιτητής: -*«Δηλαδή, δεν μπορούσα να καταλάβω ότι το χλώριο θα πρέπει να πάει μαζί με τον άργυρο, για να μας δώσουν χλωριούχο άργυρο.»*

Ερευνητής: - Ναι. Εγώ θα μπορούσα να σχολιάσω αυτό που μου λες μετά. Κάνε μου, όμως, τη χάρη μέχρι να τελειώσουμε – λίγο θέλουμε ακόμη – να μου πεις, μια και μου απάντησες ότι δείχνουν το ίδιο πράγμα οι δύο χημικές εξισώσεις, αν, παρόλα αυτά, υπάρχει κάποιο πλεονέκτημα στον ένα ή στον άλλο τρόπο γραφής.

Φοιτητής: -*«[παύση] πλεονέκτημα πρέπει να υπάρχει στο Νο 14, διότι έχουμε πιο Λίγα.»*

Ερευνητής: - Ναι. Πιο λίγα τι; Ποιο λίγους συμβολισμούς;

Φοιτητής: -*«Ποιο λίγα αντιδρώντα και μπορούμε να καταλάβουμε ότι αφού έχουμε αυτά τα δύο θα σχηματίσουν [παύση] είναι αυτονόητο ότι θα σχηματίσουν χλωριούχο άργυρο.»*

Ερευνητής: - Μάλιστα.

Φοιτητής: -*«Κι ότι θα... θα... όχι. Τίποτα.»*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Α. Ελληνόγλωσση

Βαρνάβα-Σκούρα Τ. (1994), *Θέματα Γνωστικής Ανάπτυξης Μάθησης και Αξιολόγησης Με κείμενα των Ζαν Πιαζέ-Τζέρομ Μπρούνερ,* Εκδόσεις «Παπαζήση» Αθήνα 17, 23, 24, 40-42, 46

Βλάχος Α. Ι. (2004), *Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες. Η Πρόταση της Εποικοδόμησης*, Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα, 236-238, 242

Γεωργιάδου. Τ., Καφετζόπουλος Κ., Προβής Ν., Σπυρέλης Ν., Χηνιάδης Δ. (2005), *Βιβλίο Χημείας Β΄ Γυμνασίου* Ο.Ε.Δ.Β.

Γωνίδα Ε., Ευκλείδη Ε., Κλάδης Δ., Μπεζέ Λ., Σφυρόερα Μ. Brouliet D. (2003), *Γνωστική Ψυχολογία και Εκπαίδευση,* Εκδόσεις «Ελληνικά Γράμματα», 9, 10, 49, 52

Δημητρόπουλου Γ. Ε., -(Β΄ Βελτιωμένη Έκδοση, 1999) ,*Παιδαγωγική Ψυχολογία - Οι Θεωρίες Μαθήσεως*, Εκδόσεις Παπαζήση, 11, 14, 17, 29, 30, 33, 45-49, 53-55, 62, 78, 97, 101, 113, 116, 117, 121, 128, 129-131, 133, 134, 146, 147, 155, 157

Κόκκοτας Π. (1998), *Σύγχρονες προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσ. Επιστημών,* Επιμέλεια Διον. Κ. Παρούτσας, http://paroutsas.jmc.gr/did_fe.htm

Κολιάδης Α. Ε. (1996), *Θεωρίες Μάθησης και Εκπαιδευτική Πράξη, Τόμος Α΄ Συμπεριφορικές Θεωρίες,* Εκδόσεις «Παπαζήση», 32, 39, 43, 47, 91- 93

Κούμας Μ. Κωνσταντίνος (1997), Εισαγωγή: *Θεμελιώδης Φιλοσοφία,* Εκδόσεις «Αρμός», Αθήνα 93,103, 104

Κωσταρίδου – Ευκλείδη Α. (2003), Ψυχολογία της Σκέψης, Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα», 17, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 34, 38, 39, 40, 45

Λιαντίνης Δ. (1997), *Γκέμμα,* Εκδόσεις «Βιβλιογωνιά», 65

Μαθιουδάκη Α., Σταμπάκη-Χατζηπαναγιώτη Δ., Χρυσαφίδη Κ. και Παπαρηγοπούλου-Καμαριωτάκη, (2003), *Η διδασκαλία του Περιοδικού Πίνακα Βασισμένη στις αρχές του Διερευνητικού Επικοδομητισμού* Πρακτικά 13ου Επιμορφωτικού Σεμιναρίου «Διδακτικής της Χημείας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση» Έκδοση Ε.Ε.Χ., 93, 95

Μουρέλος Γ. (1968), *Μαθήματα Μεθοδολογίας (Α΄ Παραγωγή και Επαγωγή)* 11, 15, 16

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Μπόκαρης Ε. (1998), *ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ* Έκδοση Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, 47-49

Ντάβου Μ. (2000), *Οι Διεργασίες της Σκέψης στην Εποχή της Πληροφορίας*, Εκδόσεις «Παπαζήση», 93, 99, 101, 166, 284, 289

Παλαμιτζόγλου Θ. Π. (2003), *Το Διδακτικό Βιβλίο της Χημείας στη Μέση Εκπαίδευση στη Διάρκεια του 20ου Αιώνα*, Διπλωματική Εργασία, Διαπανεπιστημιακού Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Διδακτική της Χημείας και Νέες Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες», 107-108

Παπάρου Φ. και Καραλιώτα Α. (2003), *Ανάπτυξη Διδακτικής Πρότασης για τη Διδασκαλία Υποενότητας στο Κεφάλαιο των Χημικών Αντιδράσεων με τη Συνδρομή της Ιστορίας και Φιλοσοφίας της Επιστήμης* Πρακτικά 13ου Επιμορφωτικού Σεμιναρίου «Διδακτικής της Χημείας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση», Έκδοση Ε.Ε.Χ., 36

Παπαφώτης Β. Γ. (2004), *Κβαντομηχανικές Έννοιες στη Χημεία (Γ΄ Λυκείου)*, Διδακτορική Διατριβή, Σχολή Θετικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Σαμαρτζή Σ. (1995), *Εισαγωγή στις Γνωστικές Λειτουργίες*, Εκδόσεις «Παπαζήση», 10,13, 20, 22, 51

Σταθακόπουλος Β. (1997), *Μέθοδοι έρευνας αγοράς*, Εκδόσεις Α. Σταμούλης, Αθήνα, 102

Τοπαλίδης Χ. Β. (1980), *Η ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ Η ΧΗΜΕΙΑ ΣΤΟ ΛΥΚΕΙΟ Ψυχοβιολογικά Δεδομένα*, Περιοδικό Ο.Λ.Μ.Ε.: Λόγος και Πράξη Τόμος Β΄, Τεύχος 12, 54

Τσαπαρλής Γ. (1985). Μερικές από τις δυσκολίες της Χημείας στο Λύκειο. Σύγχρονη Εκπαίδευση, Τεύχος 24, 40-48

Τσαπαρλής Γ. (2000), *Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Διδακτική της Χημείας*, Θέματα σε μεταπτυχιακό Επίπεδο, 302, 306, 391

Τσίπης Κ. (1996), *Άτομα και Μόρια*, Εκδόσεις ΖΗΤΗ

Τσουμπέλης Λ. (2003), *Οι υποθέσεις πάνω στη μάθηση των φυσικών επιστημών*, Πρακτικά 13ου Επιμορφωτικού Σεμιναρίου «Διδακτικής της Χημείας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση», Έκδοση Ε.Ε.Χ., 11, 16

Χατζηκωνσταντίνου Ν. (2003), *Οι Αναλογίες στο Μάθημα της Χημείας*, Πρακτικά 12ου Επιμορφωτικού Σεμιναρίου «Διδακτικής της Χημείας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση», Έκδοση Ε.Ε.Χ., 68

Bertrand Y. (1994), *Σύγχρονες Εκπαιδευτικές Θεωρίες*, Μετάφραση: Αθηνά Σιπητάν-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ελένη Λινάρδου, Εκδόσεις «Ελληνικά Γράμματα» 23-27, 49, 65-83, 85, 115-130

Μπρεχτ Μ. (1990), *«Για το Ρεαλισμό»*. Μετάφραση: Λουκία Κοντή, Εκδόσεις Σύγχρονη Εποχή-Αθήνα. 177

Cassells A. και Green P. (Ζ΄ Έκδοση, 1999), *Αντίληψη*, Μετάφραση: Γιώργος Σπανούδης-Κυριακή Σύρμαλη, Επιμέλεια: Αναστασία Κωσταρίδου-Ευκλείδη, Εκδόσεις «Ελληνικά Γράμματα», 7, 8, 24, 30, 33

Dewey J. (1910), *Πώς Σκεπτόμεθα*, Μετάφραση: Γεωργίου Σ. Κατσαμά, Έκδοση Α. Κατσαμά, Αθήνα, 117-120, 126-128, 155

Elzer H.– M. (1984), *Ο Άνθρωπος και η Μόρφωσή του*, Μετάφραση: Δημήτρη Χατζηδήμου (Επιστολές σε ένα νέο δάσκαλο), 34.

Hayes N.(2000), *Εισαγωγή στις Γνωστικές Λειτουργίες* (Γ΄ Έκδοση), Μετάφραση: Κυριακή Σύρμαλη, Εκδόσεις «Ελληνικά Γράμματα», 7, 16, 18, 19, 21, 22, 25-27, 146, 147, 157, 168

http://www2.cytanet.com.cy/klimakio/epimorfosi/concept_mapping.ppt

http://www.ergastirio.ppp.uoa.gr/seminaria/poiotiki_2006.html

http://www.moec.gov.cy/ dde/klimakio/ Themata/Epistimi/ xartografisi/index.html

Huisman D. (1998), *Η Φιλοσοφία για Αρχαρίους*, Μετάφραση: Δημήτρης Ρήσος, Εκδόσεις «Γράμματα», 18, 20, 22, 24, 26, 151, 152, 162, 166

Ortoli S. - Witkowski N. (1997), *Η Μπανιέρα του Αρχιμήδη*, Μετάφραση: Ανδρέας Κασσέτας, Εκδόσεις «Σαββάλα», 101

Piaget J. (2000), Περί Παιδαγωγικής, Μετάφραση: Σ. Σαμαρτζή, Εκδόσεις «Ελληνικά Γράμματα», 227-229

Ρενάν Ε. (1931), *Φιλοσοφία – Θρησκεία*, Μετάφραση: Ι. Ζερβού, Εκδόσεις «ΠΕΛΛΑ», 49, 74, 81

Salmon H. M., Earman J., Glymour C., Lennox G. J., Machamer P., McGuire E. J., Norton D. J., Salmon C. W., Schaffner E. K. (2001), *Εισαγωγή στη Φιλοσοφία της Επιστήμης*, «Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης», Μετάφραση: Π. Θεοδώρου, Κ. Παγωνδιώτης, Γ. Φουρτούνης, xiii, xiv

Strathern P. (2000), *Το Όνειρο του Μεντελέγιεφ*, Μετάφραση: Νικόλαος Πρατσίνης Εκδόσεις «Τραυλός», 19, 20, 48, 78

Stengers I - Bensaude-Vincent B. (1999): *Η Ιστορία της Χημείας* Μετάφραση: Ιωάννης Μπιτσάκης, *Εκδόσεις «Π. Τραυλός»*, Αθήνα, 41, 64, 70, 71, 93, 140, 141, 176, 223, 254, 226, 257, 265

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Φρόϋντ Σ.: *«Ομαδική Ψυχολογία και Ανάλυση του Εγώ»*, Μετάφραση: Α. Φραγκιά, Εκδόσεις Άτλας, 17, 19, 22.

Wittgenstein L. (1997), Φιλοσοφία-Πηγές: *Φιλοσοφικές έρευνες*, Μετάφραση: Παύλος Χριστοδουλίδης, *Εκδόσεις Παπαζήση*, Αθήνα, 7, 55, 123, 125, 164, 169, 175, 197

Β. Ξενόγλωσση

Allin B. S. (2001) Ars Mutandi: Issues in Philosophy and History of Chemistry, *HYLE--International Journal for Philosophy of Chemistry*, Vol. 7, No. 1 , pp. 120

Altunata S. (2001): Chemistry and Humanity, *HYLE--International Journal for Philosophy of Chemistry*, Vol. 7, No. 1, pp. 51-60

Bailey D. P. and Garratt J. (2002), Chemical education: theory and practice, *This journal is © The Royal Society of Chemistry, U.Chem.Ed.*, 6 39

Bernal J. P. (2006): Addressing the Philosophical Confusion Regarding Constructivism in Chemical Education *New Approaches to Chemistry Teaching. George C. Pimental Award Chemical Education Today* February, Vol. 83, No. 2 p. 284, 287, 289, 324

Brandt L., Elen J., Hellemans J., Heerman L., Couwenberg I., Volckaert L. and Morisse H.: The impact of concept mapping and visualization on the learning of secondary school chemistry students, *International Journal of Science Education*, 2001, VOL. 23, NO. 12, 1304

Brooks W. D. and Schraw G.: New Approaches to Chemistry Teaching Chemical, *Chemical Education Today, Journal of Chemical Education*, April 2005 Vol. 82 No. 4, p. 637

Caldin F.E.: The Structure of Chemistry In Relation to the Philosofy of Science *HYLE--International Journal for Philosophy of Chemistry*, Vol. 8, No.2 (2002), pp.103-121

Cavallo M.L. A. McNeely C. J, and Marek A. E.,: Eliciting students' understandings of chemical reactions using two forms of essay questions during a learning cycle. *INT. J. SCI. EDUC.*, 2003, VOL. 25, NO. 598-600

Christie M.: The Ozone Layer. A Philosophy of Science Perspective, HYLE *International Journal for Philosophy of Chemistry*, Vol. 8, No.2 (2002), pp. 137-139

Definitive Report of IUC, (1930) Definitive Report of the Committee for the Reform

of Nomenclature in Organic Chemistry p1607-1616.

Elk B. S.: (1) The Distinction between Terminology versus Orismology and Its Application to Mathematical Chemistry. *J. Chem. Inf. Comput. Sci.* 1998, **38,** 54-57.

Elk B. S.: (2) Journdl of Moλcular Structure (Thcochem) 1995, **358,** 119-124

Elk B. S.: (3) An Application of Geometry to the Discovery of New Classes of Chemical Compounds. *Carib. J. Sci Math.* 1968, **I,** 1-30,

Elk B. S.: (4) *J. Chem. Inf. Comput. Sci.* 1996, **36,** 385-392, 385

Elk B. S.: (5) *J. Chem. Inf. Comput. Sci.* 1997, **37,** 835-840, 835

Erduran S. Philosophy of Chemistry: An Emerging Field with Implications for Chemistry Education *Science & Education* 10: 581–593, 2001. *Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.* 581

Earley E. J.: Sixth Summer Symposium of the International Society for the Philosophy of Chemistry (ISPC), *HYLE--International Journal for Philosophy of Chemistry*, Vol. **8**, No. 2 (2002), pp. 141-142

Eybe H. and Schmidt H-J: Group Discussions as a Tool for Investigating Students' Concepts, *CHEMISTRY EDUCATION: RESEARCH AND PRACTICE*, Vol. **5**, No. 3, (2004), pp. 265-280

Georgiadou A. and Tsaparlis G., Chemistry Teaching in Lower Secondary School with Methods Based on: A) Psychological Theories; B) The Macro, Presentational, and Submicro Levels of Chemistry, *CHEMISTRY EDUCATION: RESEARCH AND PRACTICE IN EUROPE,* 2000, Vol. **1**, No. 2, pp. 217-226

Habraken L. C., Buijs W., Borkent H., Ligeon W., Wender H. and Meijer M.: School Chemistry Vs. Chemistry in Research1:An Exploratory Experiment . *Journal of Science Education and Technology,* Vol. **10**, No. 3, 2001, p 249-250

Harré R. Jaap van Brakel, Philosophy of Chemistry. Between the Manifest and the Scientific Image, Leuven University Press, Leuven, 2000 *HYLE--International Journal for Philosophy of Chemistry,* Vol. **7**, No. 2 (2001), pp. 178-18

Harrison G. A. & Treagust F. D.: Conceptual change using multiple interpretive perspectives: Two case studies in secondary school chemistry, *Instructional Science 29: 45–85, 2001. © 2001 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands*

IUPAC Green Book: Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry, (1993),

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

§ 2.10, (iv), p.45

IUPAC Recommendations: Revised Nomenclature for Radicals, Ions, radical Ions and Related Species, (1993) Rule RC-81.2.1, Radical centers on characteristic groups –http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/ions/RC812.html#r6

IUPAC Recommendations: Revised Nomenclature for Radicals, Ions, radical Ions and Related Species, (1993) Rule RC-83.1.2, Anions –http://www.chem.qmul.ac.uk./iupac/ions/RC831.html

Jones G. & Jacob C.: Teaching Philosofy of Chemistry at the University of Exeter, *HYLE–International Journal for Philosophy of Chemistry*, Vol. 9, No.1 (2003), pp. 126-128

Johnstone A. H.: Chemical education research: Past, present and future. *Chemical Society Reviews* 1978, Vol. 9, pp. 365-380

Johnstone A. H.: Teaching of Chemistry - Logical or Psychological?, *CHEMISTRY EDUCATION: RESEARCH AND PRACTICE IN EUROPE*, 2000, Vol. 1, No. 1, pp. 9-15

Justi S. R. and Gilbert K. J.: Philosophy of Chemistry in University Chemical Education: The Case of Models and Modelling, *Foundations of Chemistry* 4: 213–240, 2002. © 2002 *Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.*

Laugier A. et Dumon: The Equation of Reaction: A Cluster of Obstacles which are Difficult to Overcome, *CHEMISTRY EDUCATION: RESEARCH AND PRACTICE* 2004, Vol. 5, No. 3, pp. 327-342

Levy Nahum T., Hofstein A., Mamlok-Naaman R. and Bar-Dov Z: Can final examinations amplify students' misconceptions in Chemistry? *Chemistry Education Research and Practice* 2004, Vol 5, No 3, pp 301-325

Mason S. D., Persistent Misconceptions, *Chemical Education Today, Journal of Chemical Education*, May 2006 Vol. 83 No. 5 p. 681

Moore W. John: Preparation of Chemistry Teachers. Chemical Education Today, *Journal of Chemical Education*, 2003, Vol. 80 No. 7 719

Moore W. John: Students' misconceptions, though more numerous, parallel those of Teachers. Chemical Education Today, *Journal of Chemical Education*, 2005, Vol. 82 No. 8 1111

Niaz M. & Rodriguez A. M.: Teaching Chemistry as Rhetoric of Conclusions or Heuristic Principles - A History and Philosophy of Science Perspective,

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Chemistry Education Research and Practice 2000, Vol. **1**, No. 3, pp. 315-322

Niaz M. & Rodriguez A. M.: Do we Have to Introduce History and Philosophy of Science or is it Already 'Inside' Chemistry? *Chemistry Education Research and Practice* 2001, Vol. 2, No. 2, pp. 159-164

Nicoll G.: A report of undergraduates' bonding misconceptions *Research Report Int. J. Sci. Educ.*, 2001, VOL. **23**, NO. 7, 707- 730

Paneth A. F: The need for epistemological clarification of the fundamental concepts of chemistry. *Foundations of Chemistry* **5**: 113–145, 2003.

Phillips D.: Who is asking the question? Nyholm Symposium: Are we teaching our students the skills they need? *U.Chem.Ed.*, 2001, **5** 59

Price S. W. and Hill O J. Raising the Status of Chemistry Education. *Univercity Chemistry Education* 2004, **8**, 13, 24

Ruthenberg K.: Second ISPC Conference on the Philosophy of Chemistry. *HYLE—An International Journal for Philosophy*, Vol **4**, No. 2 (1998),

Ruthenberg K.: Third ISPC Conference on the Philosophy of Chemistry. *HYLE--An International Journal for the Philosophy of Chemistry,* Vol. **5**, No. 2 (1999), pp.175

Ryder J. and Clarke A. Teaching errors? A case study of students learning about the analysis of data quality. *Univercity Chemistry Education* 2002, **6**, 1

Scerri R. E.:The new philosophy of chemistry *Chemistry Education Research and Practice* 2001, **2**, 2, 165-170

Scerri R. E.: (1) Philosophical Confusion in Chemical Education Research. *Journal of Chemical Education* • Vol. **80** No. 5 May 2003 • *JChemEd.chem.wisc.edu* 468 - 469

Schummer J.:Of Minds and Moλcules. New Philosophical Perspectives Chemistry, ed. by Nalini Bhushan & Stuart Rosenfeld, New York, Oxford University Press, 2000, *HYLE-- International Journal for Philosophy of Chemistry*, Vol. **8**, No.1, 2002, pp. 74-76

Sirhan G., Gray C., Johnstone H. A. and Reid N. (1999): Preparing the Mind of the Learner, *University Chemistry Education*, **3** (2) 43-44

Sirhan G.and Reid N.: Preparing the Mind of the Learner – Part 2 *University Chemistry Education, 2001, 5* 52

Spencer N. J.: New Approaches to Chemistry Teaching. 2005 George C. Pimental Award, *Chemical Education Today,* April 2006 Vol. **83** No. 4 p. 528

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Taber S. K.: The Atom in the Chemistry Curriculum: Fundamental Concept, Teaching Model or Epistemological Obstacle? *Foundations of Chemistry* **5:** 43–84, 2003.

Tan S.-T. & Tan L.-K. : CHEMMAT: Adaptive Multimedia Courseware for Chemistry, *Journal of Science Education and Technology,* **6**, N(1), 1997, 71

Thomas P. G. and Mc Robbie J. C.: Using metaphor to probe students' conceptions of Chemistry learning, *International Journal of Science Education* 1999, **21**, N(6), 667– 685

Tomlinson J., Dyson J. P. and Garratt J.: Student misconceptions of the language of error *U.Chem.Ed.*, 2001, **5** 1-16

Toube T., Critical Thinking, *This journal is © The Royal Society of Chemistry Letters 1 U.Chem.Ed.*, 2002, **6**, 35

Treagust F. D, Chittleborough G., Mamiala L. T. The role of submicroscopic and s ymbolic representations in chemical explanations, *International Journal of Science Education*, 2003, **25**, NO. 11, 1353–1368

Van Brakel J. (1999): The Autonomy of Chemistry. 3rd Erlemeyer-Colloquy for the philisofy of Chemistry *HYLE--An International Journal for the Philosophy of Chemistry*, **5**, N(2), 166-168

Wu, H.-K.: Linking the microscopic view of chemistry to real life experiences: Intertextuality in a high-school science classroom. *Science Education*, 2003 **87**, 868-891 Connecting the Microscopic View 2

Wu, H.-K., & Shah, P.: Exploring visuospatial thinking in chemistry learning, Science Education, 2004, **88**, 465-492

Zarotiadou E. and Tsaparlis G. Teaching Lower-Secontary Chemistry With a Piagetian Constructivist and Ausbelian Meaningful-Receptive Method: A Longitudinal Comparison, *Chemistry Education Research and Practice*, 2000, Vol. **1**, No. 1, pp. 9-15, 37-50

Zusho A. & Pintrich R. P.: AFFECT Skill and will: the role of motivation and cognition in the learning of college chemistry, *International Journal of Science Education,* 2003, VOL. **25**, NO. 9, 1081–1094

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ