

**«Ψηφιακός Οδηγός Πειραμάτων Φυσικών
Επιστημών των σχολικών εγχειριδίων της Ε΄
τάξης του Δημοτικού Σχολείου»**

Κοντοδήμος Δημήτρης



Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

Επιβλέπων:

Καθηγητής Κ.Κώτσης

Ιωάννινα, Ιούνιος 2013

«Τρία πράγματα χρειάζονται για την εκπαίδευση: η φύση, η μάθηση και η άσκηση.»

Αριστοτέλης

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα	4
Πινάκας εικόνων	8
Περίληψη.....	20
Εισαγωγή.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	22
1. Περί Φυσικών Επιστημών.....	22
1.1 Βασικοί Ορισμοί.....	22
1.2 Η Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.....	22
1.2.1 Σκοπός.....	22
1.2.2 Προβλήματα.....	23
1.2.3 Διδακτική Πορεία	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	25
2. Η Φυσική στο Δημοτικό Σχολείο.....	25
2.1 Η Σημασία του Μαθήματος.....	25
2.2 Η Διδασκαλία της Φυσικής	26
2.2.1 Χαρακτηριστικά της Διδασκαλίας της Φυσικής.....	26
2.3 Τα Διδακτικά Μοντέλα.....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	28
3. Το Ανακαλυπτικό Μοντέλο Διδασκαλίας.....	28
3.1 Σκοπός	28
3.2 Χαρακτηριστικά	28
3.3 Πλεονεκτήματα.....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	30
4. Το Πείραμα και ο ρόλος του στην Εκπαιδευτική Διαδικασία	30
4.1 Διάφορες Προσεγγίσεις.....	30
4.2 Το Πείραμα στην Εκπαιδευτική Διαδικασία	30
4.3 Η σημασία του πειράματος στη διδασκαλία της Φυσικής	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	33
5. Το Διδακτικό Μοντέλο των Σχολικών Εγχειριδίων της Ε΄ Τάξης του Δημοτικού Σχολείου	33
5.1 Το Ερευνητικά Εξελισσόμενο Μοντέλο.....	33
5.2 Η Εξέλιξη του Μαθήματος.....	36

5.2.1 Διδακτικά Στάδια	36
5.3 Πειράματα με απλά μέσα	36
5.3.1 Πλεονεκτήματα για τους μαθητές.....	37
5.3.2 Πλεονεκτήματα για τους εκπαιδευτικούς	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	39
6. Πείραμα - Ελληνικό Δημοτικό Σχολείο – Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών.....	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.....	40
7. Η Δημιουργία του Οπτικού Δίσκου	40
7.1 Πως δημιουργήθηκε	40
7.2 Δομή	40
7.3 Σκοπός	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8.....	43
8. Κατάλογος Πειραμάτων.....	43
8.1 Κεφάλαιο: Υλικά Σώματα	43
8.1.1 Φύλλο Εργασίας 1: Όγκος	44
8.1.2 Φύλλο Εργασίας 2: Μάζα	46
8.1.3 Φύλλο Εργασίας 3: Πυκνότητα	49
8.2 Κεφάλαιο: Μίγματα.....	50
8.2.1 Φύλλο Εργασίας 1: Μελετάμε τα Μίγματα	50
8.2.2 Φύλλο Εργασίας 2: Μελετάμε τα Διαλύματα.....	55
8.3 Κεφάλαιο: Ενέργεια	59
8.3.1 Φύλλο Εργασίας 1: Η Ενέργεια Έχει Πολλά «Πρόσωπα»	60
8.3.2 Φύλλο Εργασίας 2: Η Ενέργεια Αποθηκεύεται.....	60
8.3.3 Φύλλο Εργασίας 3: Η Ενέργεια Αλλάζει Συνεχώς Μορφή.....	61
8.3.4 Φύλλο Εργασίας 4: Η Ενέργεια Υποβαθμίζεται.....	63
8.3.5 Φύλλο Εργασίας 5: Τροφές και Ενέργεια.....	64
8.4 Κεφάλαιο: Πεπτικό Σύστημα	65
8.4.1 Φύλλο Εργασίας 1: Ισορροπημένη Διατροφή	66
8.4.2 Φύλλο Εργασίας 2: Τα Δόντια μας – Η Αρχή του Ταξιδιού της Τροφής.....	67
8.4.3 Φύλλο Εργασίας 3: Το Ταξίδι της Τροφής Συνεχίζεται	70
8.5 Κεφάλαιο: Θερμότητα.....	73
8.5.1 Φύλλο Εργασίας 1: Το Θερμόμετρο.....	75

8.5.2 Φύλλο Εργασίας 2: Θερμοκρασία - Θερμότητα: Δυο Έννοιες Διαφορετικές.....	78
8.5.3 Φύλλο Εργασίας 3: Τήξη και Πήξη	81
8.5.4 Φύλλο Εργασίας 4: Εξάτμιση και Συμπύκνωση.....	83
8.5.5 Φύλλο Εργασίας 5: Βρασμός.....	84
8.5.6 Φύλλο Εργασίας 6: Θερμαίνοντας και Ψήχοντας τα Στερεά	87
8.5.7 Φύλλο Εργασίας 7: Θερμαίνοντας και Ψήχοντας τα Υγρά	89
8.5.8 Φύλλο Εργασίας 8: Θερμαίνοντας και Ψήχοντας τα Αέρια	91
8.6 Κεφάλαιο: Ηλεκτρισμός	93
8.6.1 Φύλλο Εργασίας 1: Στατικός Ηλεκτρισμός	95
8.6.2 Φύλλο Εργασίας 2: Το Ηλεκτροσκόπιο.....	96
8.6.3 Φύλλο Εργασίας 3: Πότε Ανάβει το Λαμπάκι;.....	99
8.6.4 Φύλλο Εργασίας 4: Ένα Απλό Κύκλωμα	100
8.6.5 Φύλλο Εργασίας 5: Το Ηλεκτρικό Ρεύμα.....	102
8.6.6 Φύλλο Εργασίας 6: Αγωγοί και Μονωτές	102
8.6.7 Φύλλο Εργασίας 7: Ο Διακόπτης	104
8.6.8 Φύλλο Εργασίας 8: Σύνδεση σε Σειρά και Παράλληλη Σύνδεση	107
8.6.9 Φύλλο Εργασίας 9: Ηλεκτρικό Ρεύμα - Μια Επικίνδυνη Υπόθεση	109
8.7 Κεφάλαιο: Φως.....	110
8.7.1 Φύλλο Εργασίας 1: Διάδοση του Φωτός	111
8.7.2 Φύλλο Εργασίας 2: Διαφανή, Ημιδιαφανή και Αδιαφανή Σώματα.....	113
8.7.3 Φύλλο Εργασίας 3: Φως και Σκιές	115
8.7.4 Φύλλο Εργασίας 4: Ανάκλαση και Διάχυση του Φωτός.....	117
8.7.5 Φύλλο Εργασίας 5: Απορρόφηση του Φωτός.....	121
8.8 Κεφάλαιο: Ήχος	123
8.8.1 Φύλλο Εργασίας 1: Πώς Παράγεται ο Ήχος	124
8.8.2 Φύλλο Εργασίας 2: Διάδοση του Ήχου	127
8.8.3 Φύλλο Εργασίας 3: Ανάκλαση του Ήχου.....	129
8.8.4 Φύλλο Εργασίας 4: Απορρόφηση του Ήχου	130
8.8.5 Φύλλο Εργασίας 5: Άνθρωπος και Ήχος - Το Αφτί Μας.....	131
8.8.6 Φύλλο Εργασίας 6: Ηχορύπανση - Ηχοπροστασία	133
8.9 Κεφάλαιο: Μηχανική	134
8.9.1 Φύλλο Εργασίας 1: Η Ταχύτητα.....	136

8.9.2 Φύλλο Εργασίας 2: Οι Δυνάμεις.....	137
8.9.3 Φύλλο Εργασίας 3: Δυνάμεις με Επαφή - Δυνάμεις από Απόσταση	139
8.9.4 Φύλλο Εργασίας 4: Πως Μετράμε τη Δύναμη	141
8.9.5 Φύλλο Εργασίας 5: Η Τριβή - Μια Σημαντική Δύναμη.....	143
8.9.6 Φύλλο Εργασίας 6: Παράγοντες από τους οποίους Εξαρτάται η Τριβή	145
8.9.7 Φύλλο Εργασίας 7: Τριβή - Επιθυμητή Ή Ανεπιθύμητη;	148
8.9.8 Φύλλο Εργασίας 8: Η Πίεση.....	151
8.9.9 Φύλλο Εργασίας 9: Η Υδροστατική Πίεση	153
8.9.10 Φύλλο Εργασίας 10: Η Ατμοσφαιρική Πίεση	156
Επίλογος.....	160
Βιβλιογραφία.....	161
Ελληνική.....	161
Ξενόγλωσση	164

Πινάκας εικόνων

ΕΙΚΟΝΑ 1: ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ	23
ΕΙΚΟΝΑ 2: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ1: ΌΓΚΟΣ	44
ΕΙΚΟΝΑ 3: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΌΓΚΟΣ	45
ΕΙΚΟΝΑ 4: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΌΓΚΟΣ	45
ΕΙΚΟΝΑ 5: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΌΓΚΟΣ	45
ΕΙΚΟΝΑ 6: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ1: ΌΓΚΟΣ	46
ΕΙΚΟΝΑ 7: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΌΓΚΟΣ	46
ΕΙΚΟΝΑ 8: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ2: ΜΑΖΑ	47
ΕΙΚΟΝΑ 9: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΜΑΖΑ	47
ΕΙΚΟΝΑ 10: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ2: ΜΑΖΑ	47
ΕΙΚΟΝΑ 11: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΜΑΖΑ	48
ΕΙΚΟΝΑ 12: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΜΑΖΑ	48
ΕΙΚΟΝΑ 13: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΜΑΖΑ	48
ΕΙΚΟΝΑ 14: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ3: ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	49
ΕΙΚΟΝΑ 15: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	49
ΕΙΚΟΝΑ 16: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ1: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΑ ΜΙΓΜΑΤΑ	51
ΕΙΚΟΝΑ 17: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΑ ΜΙΓΜΑΤΑ	51
ΕΙΚΟΝΑ 18: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ1: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΑ ΜΙΓΜΑΤΑ	52
ΕΙΚΟΝΑ 19: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΑ ΜΙΓΜΑΤΑ	52
ΕΙΚΟΝΑ 20: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ1: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΑ ΜΙΓΜΑΤΑ	52
ΕΙΚΟΝΑ 21: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΑ ΜΙΓΜΑΤΑ	53
ΕΙΚΟΝΑ 22: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ1: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΑ ΜΙΓΜΑΤΑ	53
ΕΙΚΟΝΑ 23: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΑ ΜΙΓΜΑΤΑ	53
ΕΙΚΟΝΑ 24: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΑ ΜΙΓΜΑΤΑ	54
ΕΙΚΟΝΑ 25: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΑ ΜΙΓΜΑΤΑ	54
ΕΙΚΟΝΑ 26: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΑ ΜΙΓΜΑΤΑ	54
ΕΙΚΟΝΑ 27: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ2: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ	55

ΕΙΚΟΝΑ 28: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ	56
ΕΙΚΟΝΑ 29: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ2: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ	56
ΕΙΚΟΝΑ 30: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ	56
ΕΙΚΟΝΑ 31: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ	57
ΕΙΚΟΝΑ 32: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ	57
ΕΙΚΟΝΑ 33: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ2: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ	57
ΕΙΚΟΝΑ 34: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ	58
ΕΙΚΟΝΑ 35: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ	58
ΕΙΚΟΝΑ 36: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ	58
ΕΙΚΟΝΑ 37: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ3: Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΛΛΑΖΕΙ ΣΥΝΕΧΩΣ ΜΟΡΦΗ	61
ΕΙΚΟΝΑ 38: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΛΛΑΖΕΙ ΣΥΝΕΧΩΣ ΜΟΡΦΗ	62
ΕΙΚΟΝΑ 39: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ3: Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΛΛΑΖΕΙ ΣΥΝΕΧΩΣ ΜΟΡΦΗ	62
ΕΙΚΟΝΑ 40: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΛΛΑΖΕΙ ΣΥΝΕΧΩΣ ΜΟΡΦΗ	62
ΕΙΚΟΝΑ 41: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ4: Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΥΠΟΒΑΘΜΙΖΕΤΑΙ	63
ΕΙΚΟΝΑ 42: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ4: Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΥΠΟΒΑΘΜΙΖΕΤΑΙ	63
ΕΙΚΟΝΑ 43: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΙΣΟΡΡΟΠΗΜΕΝΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ	66
ΕΙΚΟΝΑ 44: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΙΣΟΡΡΟΠΗΜΕΝΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ	67
ΕΙΚΟΝΑ 45: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΤΑ ΔΟΝΤΙΑ ΜΑΣ – Η ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΤΑΞΙΔΙΟΥ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ	68
ΕΙΚΟΝΑ 46: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΤΑ ΔΟΝΤΙΑ ΜΑΣ – Η ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΤΑΞΙΔΙΟΥ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ	68
ΕΙΚΟΝΑ 47: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΤΑ ΔΟΝΤΙΑ ΜΑΣ – Η ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΤΑΞΙΔΙΟΥ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ	68
ΕΙΚΟΝΑ 48: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΤΑ ΔΟΝΤΙΑ ΜΑΣ – Η ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΤΑΞΙΔΙΟΥ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ	69

ΕΙΚΟΝΑ 49: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΤΑ ΔΟΝΤΙΑ ΜΑΣ – Η ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΤΑΞΙΔΙΟΥ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ	69
ΕΙΚΟΝΑ 50: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΤΑ ΔΟΝΤΙΑ ΜΑΣ – Η ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΤΑΞΙΔΙΟΥ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ	69
ΕΙΚΟΝΑ 51: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ3: ΤΟ ΤΑΞΙΔΙ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ ΣΥΝΕΧΙΖΕΤΑΙ	70
ΕΙΚΟΝΑ 52: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: ΤΟ ΤΑΞΙΔΙ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ ΣΥΝΕΧΙΖΕΤΑΙ	71
ΕΙΚΟΝΑ 53: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: ΤΟ ΤΑΞΙΔΙ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ ΣΥΝΕΧΙΖΕΤΑΙ	71
ΕΙΚΟΝΑ 54: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: ΤΟ ΤΑΞΙΔΙ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ ΣΥΝΕΧΙΖΕΤΑΙ	71
ΕΙΚΟΝΑ 55: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ3: ΤΟ ΤΑΞΙΔΙ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ ΣΥΝΕΧΙΖΕΤΑΙ	72
ΕΙΚΟΝΑ 56: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: ΤΟ ΤΑΞΙΔΙ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ ΣΥΝΕΧΙΖΕΤΑΙ	72
ΕΙΚΟΝΑ 57: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: ΤΟ ΤΑΞΙΔΙ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ ΣΥΝΕΧΙΖΕΤΑΙ	72
ΕΙΚΟΝΑ 58: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΤΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ	75
ΕΙΚΟΝΑ 59: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΤΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ	76
ΕΙΚΟΝΑ 60: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ1: ΤΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ	76
ΕΙΚΟΝΑ 61: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΤΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ	76
ΕΙΚΟΝΑ 62: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΤΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ	77
ΕΙΚΟΝΑ 63: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ1: ΤΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ	77
ΕΙΚΟΝΑ 64: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΤΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ	77
ΕΙΚΟΝΑ 65: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΤΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ	78
ΕΙΚΟΝΑ 66: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ2: ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ - ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ: ΔΥΟ ΈΝΝΟΙΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ	79
ΕΙΚΟΝΑ 67: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ - ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ: ΔΥΟ ΈΝΝΟΙΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ	79
ΕΙΚΟΝΑ 68: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ - ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ: ΔΥΟ ΈΝΝΟΙΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ	79
ΕΙΚΟΝΑ 69: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ2: ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ - ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ: ΔΥΟ ΈΝΝΟΙΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ	80

ΕΙΚΟΝΑ 70: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ - ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ: ΔΥΟ ΈΝΝΟΙΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ	80
ΕΙΚΟΝΑ 71: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ - ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ: ΔΥΟ ΈΝΝΟΙΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ	80
ΕΙΚΟΝΑ 72: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ3: ΤΗΞΗ ΚΑΙ ΠΗΞΗ	81
ΕΙΚΟΝΑ 73: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: ΤΗΞΗ ΚΑΙ ΠΗΞΗ	82
ΕΙΚΟΝΑ 74: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: ΤΗΞΗ ΚΑΙ ΠΗΞΗ	82
ΕΙΚΟΝΑ 75: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: ΤΗΞΗ ΚΑΙ ΠΗΞΗ	82
ΕΙΚΟΝΑ 76: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ4: ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ	83
ΕΙΚΟΝΑ 77: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ4: ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ	83
ΕΙΚΟΝΑ 78: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ4: ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ	84
ΕΙΚΟΝΑ 79: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ4: ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ	84
ΕΙΚΟΝΑ 80: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ5: ΒΡΑΣΜΟΣ	85
ΕΙΚΟΝΑ 81: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ5: ΒΡΑΣΜΟΣ	85
ΕΙΚΟΝΑ 82: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ5: ΒΡΑΣΜΟΣ	86
ΕΙΚΟΝΑ 83: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ5: ΒΡΑΣΜΟΣ	86
ΕΙΚΟΝΑ 84: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ5: ΒΡΑΣΜΟΣ	86
ΕΙΚΟΝΑ 85: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ6: ΘΕΡΜΑΙΝΟΝΤΑΣ ΚΑΙ ΨΗΧΟΝΤΑΣ ΤΑ ΣΤΕΡΕΑ	87
ΕΙΚΟΝΑ 86: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ6: ΘΕΡΜΑΙΝΟΝΤΑΣ ΚΑΙ ΨΗΧΟΝΤΑΣ ΤΑ ΣΤΕΡΕΑ	87
ΕΙΚΟΝΑ 87: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ6: ΘΕΡΜΑΙΝΟΝΤΑΣ ΚΑΙ ΨΗΧΟΝΤΑΣ ΤΑ ΣΤΕΡΕΑ	88
ΕΙΚΟΝΑ 88: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ6: ΘΕΡΜΑΙΝΟΝΤΑΣ ΚΑΙ ΨΗΧΟΝΤΑΣ ΤΑ ΣΤΕΡΕΑ	88
ΕΙΚΟΝΑ 89: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ6: ΘΕΡΜΑΙΝΟΝΤΑΣ ΚΑΙ ΨΗΧΟΝΤΑΣ ΤΑ ΣΤΕΡΕΑ	88
ΕΙΚΟΝΑ 90: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ7: ΘΕΡΜΑΙΝΟΝΤΑΣ ΚΑΙ ΨΗΧΟΝΤΑΣ ΤΑ ΥΓΡΑ	89
ΕΙΚΟΝΑ 91: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ7: ΘΕΡΜΑΙΝΟΝΤΑΣ ΚΑΙ ΨΗΧΟΝΤΑΣ ΤΑ ΥΓΡΑ	89

ΕΙΚΟΝΑ 92: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ7: ΘΕΡΜΑΙΝΟΝΤΑΣ ΚΑΙ ΨΗΧΟΝΤΑΣ ΤΑ ΥΓΡΑ	90
ΕΙΚΟΝΑ 93: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ7: ΘΕΡΜΑΙΝΟΝΤΑΣ ΚΑΙ ΨΗΧΟΝΤΑΣ ΤΑ ΥΓΡΑ	90
ΕΙΚΟΝΑ 94: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ7: ΘΕΡΜΑΙΝΟΝΤΑΣ ΚΑΙ ΨΗΧΟΝΤΑΣ ΤΑ ΥΓΡΑ	90
ΕΙΚΟΝΑ 95: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ8: ΘΕΡΜΑΙΝΟΝΤΑΣ ΚΑΙ ΨΗΧΟΝΤΑΣ ΤΑ ΑΕΡΙΑ	91
ΕΙΚΟΝΑ 96: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ8: ΘΕΡΜΑΙΝΟΝΤΑΣ ΚΑΙ ΨΗΧΟΝΤΑΣ ΤΑ ΑΕΡΙΑ	91
ΕΙΚΟΝΑ 97: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ8: ΘΕΡΜΑΙΝΟΝΤΑΣ ΚΑΙ ΨΗΧΟΝΤΑΣ ΤΑ ΑΕΡΙΑ	92
ΕΙΚΟΝΑ 98: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ8: ΘΕΡΜΑΙΝΟΝΤΑΣ ΚΑΙ ΨΗΧΟΝΤΑΣ ΤΑ ΑΕΡΙΑ	92
ΕΙΚΟΝΑ 99: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ1: ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	95
ΕΙΚΟΝΑ 100: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	95
ΕΙΚΟΝΑ 101: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	96
ΕΙΚΟΝΑ 102: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	96
ΕΙΚΟΝΑ 103: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΣΚΟΠΙΟ	97
ΕΙΚΟΝΑ 104: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΣΚΟΠΙΟ	97
ΕΙΚΟΝΑ 105: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΣΚΟΠΙΟ	97
ΕΙΚΟΝΑ 106: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ2: ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΣΚΟΠΙΟ	98
ΕΙΚΟΝΑ 107: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΣΚΟΠΙΟ	98
ΕΙΚΟΝΑ 108: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΣΚΟΠΙΟ	98
ΕΙΚΟΝΑ 109: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ3: ΠΟΤΕ ΑΝΑΒΕΙ ΤΟ ΛΑΜΠΑΚΙ;	99
ΕΙΚΟΝΑ 110: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: ΠΟΤΕ ΑΝΑΒΕΙ ΤΟ ΛΑΜΠΑΚΙ;	99
ΕΙΚΟΝΑ 111: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: ΠΟΤΕ ΑΝΑΒΕΙ ΤΟ ΛΑΜΠΑΚΙ;	100
ΕΙΚΟΝΑ 112: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: ΠΟΤΕ ΑΝΑΒΕΙ ΤΟ ΛΑΜΠΑΚΙ;	100

ΕΙΚΟΝΑ 113: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ4: ΈΝΑ ΑΠΛΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	101
ΕΙΚΟΝΑ 114: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ4: ΈΝΑ ΑΠΛΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	101
ΕΙΚΟΝΑ 115: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ4: ΈΝΑ ΑΠΛΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	101
ΕΙΚΟΝΑ 116: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ4: ΈΝΑ ΑΠΛΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	102
ΕΙΚΟΝΑ 117: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ5: ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ	103
ΕΙΚΟΝΑ 118: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ5: ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ	103
ΕΙΚΟΝΑ 119: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ5: ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ	103
ΕΙΚΟΝΑ 120: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ5: ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ	104
ΕΙΚΟΝΑ 121: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ5: ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ	104
ΕΙΚΟΝΑ 122: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ7: Ο ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ	105
ΕΙΚΟΝΑ 123: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ7: Ο ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ	105
ΕΙΚΟΝΑ 124: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ7: Ο ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ	105
ΕΙΚΟΝΑ 125: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ7: Ο ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ	106
ΕΙΚΟΝΑ 126: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ7: Ο ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ	106
ΕΙΚΟΝΑ 127: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ7: Ο ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ	106
ΕΙΚΟΝΑ 128: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ7: Ο ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ	107
ΕΙΚΟΝΑ 129: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ7: Ο ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ	107
ΕΙΚΟΝΑ 130: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ8: ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΕ ΣΕΙΡΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΣΥΝΔΕΣΗ	108
ΕΙΚΟΝΑ 131: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ8: ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΕ ΣΕΙΡΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΣΥΝΔΕΣΗ	108
ΕΙΚΟΝΑ 132: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ8: ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΕ ΣΕΙΡΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΣΥΝΔΕΣΗ	108
ΕΙΚΟΝΑ 133: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ8: ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΕ ΣΕΙΡΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΣΥΝΔΕΣΗ	109
ΕΙΚΟΝΑ 134: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ1: ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ	112

ΕΙΚΟΝΑ 135: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ	112
ΕΙΚΟΝΑ 136: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ	112
ΕΙΚΟΝΑ 137: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ1: ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ	113
ΕΙΚΟΝΑ 138: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ	113
ΕΙΚΟΝΑ 139: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ2: ΔΙΑΦΑΝΗ, ΗΜΙΔΙΑΦΑΝΗ ΚΑΙ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΣΩΜΑΤΑ	114
ΕΙΚΟΝΑ 140: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΔΙΑΦΑΝΗ, ΗΜΙΔΙΑΦΑΝΗ ΚΑΙ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΣΩΜΑΤΑ	114
ΕΙΚΟΝΑ 141: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΔΙΑΦΑΝΗ, ΗΜΙΔΙΑΦΑΝΗ ΚΑΙ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΣΩΜΑΤΑ	114
ΕΙΚΟΝΑ 142: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΔΙΑΦΑΝΗ, ΗΜΙΔΙΑΦΑΝΗ ΚΑΙ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΣΩΜΑΤΑ	115
ΕΙΚΟΝΑ 143: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΔΙΑΦΑΝΗ, ΗΜΙΔΙΑΦΑΝΗ ΚΑΙ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΣΩΜΑΤΑ	115
ΕΙΚΟΝΑ 144: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: ΦΩΣ ΚΑΙ ΣΚΙΕΣ	116
ΕΙΚΟΝΑ 145: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: ΦΩΣ ΚΑΙ ΣΚΙΕΣ	116
ΕΙΚΟΝΑ 146: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ3: ΦΩΣ ΚΑΙ ΣΚΙΕΣ	116
ΕΙΚΟΝΑ 147: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: ΦΩΣ ΚΑΙ ΣΚΙΕΣ	117
ΕΙΚΟΝΑ 148: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: ΦΩΣ ΚΑΙ ΣΚΙΕΣ	117
ΕΙΚΟΝΑ 149: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ4: ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ	118
ΕΙΚΟΝΑ 150: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ4: ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ	118
ΕΙΚΟΝΑ 151: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ4: ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ	118
ΕΙΚΟΝΑ 152: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ4: ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ	119
ΕΙΚΟΝΑ 153: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ4: ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ	119
ΕΙΚΟΝΑ 154: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ4: ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ	119
ΕΙΚΟΝΑ 155: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ4: ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ	120
ΕΙΚΟΝΑ 156: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ4: ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ	120

ΕΙΚΟΝΑ 157: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ4: ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ	120
ΕΙΚΟΝΑ 158: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ5: ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ	121
ΕΙΚΟΝΑ 159: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ5: ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ	121
ΕΙΚΟΝΑ 160: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ5: ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ	122
ΕΙΚΟΝΑ 161: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ5: ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ	122
ΕΙΚΟΝΑ 162: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΠΩΣ ΠΑΡΑΓΕΤΑΙ Ο ΉΧΟΣ	124
ΕΙΚΟΝΑ 163: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ1: ΠΩΣ ΠΑΡΑΓΕΤΑΙ Ο ΉΧΟΣ	125
ΕΙΚΟΝΑ 164: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΠΩΣ ΠΑΡΑΓΕΤΑΙ Ο ΉΧΟΣ	125
ΕΙΚΟΝΑ 165: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΠΩΣ ΠΑΡΑΓΕΤΑΙ Ο ΉΧΟΣ	125
ΕΙΚΟΝΑ 166: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ1: ΠΩΣ ΠΑΡΑΓΕΤΑΙ Ο ΉΧΟΣ	126
ΕΙΚΟΝΑ 167: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΠΩΣ ΠΑΡΑΓΕΤΑΙ Ο ΉΧΟΣ	126
ΕΙΚΟΝΑ 168: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: ΠΩΣ ΠΑΡΑΓΕΤΑΙ Ο ΉΧΟΣ	126
ΕΙΚΟΝΑ 169: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΟΥ ΉΧΟΥ	127
ΕΙΚΟΝΑ 170: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ2: ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΟΥ ΉΧΟΥ	128
ΕΙΚΟΝΑ 171: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΟΥ ΉΧΟΥ	128
ΕΙΚΟΝΑ 172: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ2: ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΟΥ ΉΧΟΥ	128
ΕΙΚΟΝΑ 173: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΟΥ ΉΧΟΥ	129
ΕΙΚΟΝΑ 174: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ3: ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΤΟΥ ΉΧΟΥ	129
ΕΙΚΟΝΑ 175: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΤΟΥ ΉΧΟΥ	130
ΕΙΚΟΝΑ 176: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ3: ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΤΟΥ ΉΧΟΥ	130
ΕΙΚΟΝΑ 177: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΤΟΥ ΉΧΟΥ	131

ΕΙΚΟΝΑ 178: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΤΟΥ ΉΧΟΥ	131
ΕΙΚΟΝΑ 179: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ5: ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΉΧΟΣ - ΤΟ ΑΦΤΙ ΜΑΣ	132
ΕΙΚΟΝΑ 180: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ5: ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΉΧΟΣ - ΤΟ ΑΦΤΙ ΜΑΣ	132
ΕΙΚΟΝΑ 181: ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ5: ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΉΧΟΣ - ΤΟ ΑΦΤΙ ΜΑΣ	132
ΕΙΚΟΝΑ 182: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ5: ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΉΧΟΣ - ΤΟ ΑΦΤΙ ΜΑΣ	133
ΕΙΚΟΝΑ 183 ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ6: ΗΧΟΥΡΥΠΑΝΣΗ - ΗΧΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ	133
ΕΙΚΟΝΑ 184: ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ1: Η ΤΑΧΥΤΗΤΑ	136
ΕΙΚΟΝΑ 185: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ1: Η ΤΑΧΥΤΗΤΑ	137
ΕΙΚΟΝΑ 186: ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ2: ΟΙ ΔΥΝΑΜΕΙΣ	137
ΕΙΚΟΝΑ 187: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΟΙ ΔΥΝΑΜΕΙΣ	138
ΕΙΚΟΝΑ 188: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΟΙ ΔΥΝΑΜΕΙΣ	138
ΕΙΚΟΝΑ 189: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ2: ΟΙ ΔΥΝΑΜΕΙΣ	138
ΕΙΚΟΝΑ 190: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΜΕ ΕΠΑΦΗ - ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ	139
ΕΙΚΟΝΑ 191: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΜΕ ΕΠΑΦΗ - ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ	139
ΕΙΚΟΝΑ 192: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΜΕ ΕΠΑΦΗ - ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ	140
ΕΙΚΟΝΑ 193: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΜΕ ΕΠΑΦΗ - ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ	140
ΕΙΚΟΝΑ 194: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ3: ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΜΕ ΕΠΑΦΗ - ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ	140
ΕΙΚΟΝΑ 195: ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ4: ΠΩΣ ΜΕΤΡΑΜΕ ΤΗ ΔΥΝΑΜΗ	141
ΕΙΚΟΝΑ 196: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ4: ΠΩΣ ΜΕΤΡΑΜΕ ΤΗ ΔΥΝΑΜΗ	141
ΕΙΚΟΝΑ 197: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ4: ΠΩΣ ΜΕΤΡΑΜΕ ΤΗ ΔΥΝΑΜΗ	142
ΕΙΚΟΝΑ 198: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ4: ΠΩΣ ΜΕΤΡΑΜΕ ΤΗ ΔΥΝΑΜΗ	142
ΕΙΚΟΝΑ 199: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ4: ΠΩΣ ΜΕΤΡΑΜΕ ΤΗ ΔΥΝΑΜΗ	142

ΕΙΚΟΝΑ 200: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ5: Η ΤΡΙΒΗ - ΜΙΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ	143
ΕΙΚΟΝΑ 201: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ5: Η ΤΡΙΒΗ - ΜΙΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ	143
ΕΙΚΟΝΑ 202: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ5: Η ΤΡΙΒΗ - ΜΙΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ	144
ΕΙΚΟΝΑ 203: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ5: Η ΤΡΙΒΗ - ΜΙΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ	144
ΕΙΚΟΝΑ 204: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ5: Η ΤΡΙΒΗ - ΜΙΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ	144
ΕΙΚΟΝΑ 205: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ5: Η ΤΡΙΒΗ - ΜΙΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ	145
ΕΙΚΟΝΑ 206: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ5: Η ΤΡΙΒΗ - ΜΙΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ	145
ΕΙΚΟΝΑ 207: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ6: ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΟΠΟΙΟΥΣ ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ Η ΤΡΙΒΗ	146
ΕΙΚΟΝΑ 208: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ6: ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΟΠΟΙΟΥΣ ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ Η ΤΡΙΒΗ	146
ΕΙΚΟΝΑ 209: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ6: ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΟΠΟΙΟΥΣ ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ Η ΤΡΙΒΗ	146
ΕΙΚΟΝΑ 210: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ6: ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΟΠΟΙΟΥΣ ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ Η ΤΡΙΒΗ	147
ΕΙΚΟΝΑ 211: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ6: ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΟΠΟΙΟΥΣ ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ Η ΤΡΙΒΗ	147
ΕΙΚΟΝΑ 212: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ6: ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΟΠΟΙΟΥΣ ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ Η ΤΡΙΒΗ	147
ΕΙΚΟΝΑ 213: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ6: ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΟΠΟΙΟΥΣ ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ Η ΤΡΙΒΗ	148
ΕΙΚΟΝΑ 214: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ6: ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΟΠΟΙΟΥΣ ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ Η ΤΡΙΒΗ	148
ΕΙΚΟΝΑ 215: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ7: ΤΡΙΒΗ - ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ Ή ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΗ;	149
ΕΙΚΟΝΑ 216: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ7: ΤΡΙΒΗ - ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ Ή ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΗ;	149
ΕΙΚΟΝΑ 217: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ7: ΤΡΙΒΗ - ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ Ή ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΗ;	149
ΕΙΚΟΝΑ 218: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ7: ΤΡΙΒΗ - ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ Ή ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΗ;	150
ΕΙΚΟΝΑ 219: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ7: ΤΡΙΒΗ - ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ Ή ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΗ;	150
ΕΙΚΟΝΑ 220: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ7: ΤΡΙΒΗ - ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ Ή ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΗ;	150
ΕΙΚΟΝΑ 221: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ8: Η ΠΙΕΣΗ	151

ΕΙΚΟΝΑ 222: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ8: Η ΠΙΕΣΗ	151
ΕΙΚΟΝΑ 223: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ8: Η ΠΙΕΣΗ	152
ΕΙΚΟΝΑ 224: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ8: Η ΠΙΕΣΗ	152
ΕΙΚΟΝΑ 225: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ8: Η ΠΙΕΣΗ	152
ΕΙΚΟΝΑ 226: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ9: Η ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ	153
ΕΙΚΟΝΑ 227: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ9: Η ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ	153
ΕΙΚΟΝΑ 228: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ9: Η ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ	154
ΕΙΚΟΝΑ 229: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ9: Η ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ	154
ΕΙΚΟΝΑ 230: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ9: Η ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ	154
ΕΙΚΟΝΑ 231: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ9: Η ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ	155
ΕΙΚΟΝΑ 232: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ9: Η ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ	155
ΕΙΚΟΝΑ 233: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ9: Η ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ	155
ΕΙΚΟΝΑ 234: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ10: Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ	156
ΕΙΚΟΝΑ 235: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ10: Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ	156
ΕΙΚΟΝΑ 236: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ10: Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ	157
ΕΙΚΟΝΑ 237: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ10: Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ	157
ΕΙΚΟΝΑ 238: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ10: Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ	157
ΕΙΚΟΝΑ 239: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ10: Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ	158
ΕΙΚΟΝΑ 240: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ10: Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ	158
ΕΙΚΟΝΑ 241: ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΦΕ10: Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ	158
ΕΙΚΟΝΑ 242: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ10: Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ	159

ΕΙΚΟΝΑ 243: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ10: Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ	159
ΕΙΚΟΝΑ 244: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΕ10: Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ	159

Περίληψη

Κεντρικό άξονα της συγκεκριμένης εργασίας αποτελεί η δημιουργία οπτικοακουστικού υλικού για τα πειράματα Φυσικής των σχολικών εγχειριδίων της Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου, η οποία στηρίζεται στις σύγχρονες παιδαγωγικές θεωρίες και σκοπό έχει την ενίσχυση του εκπαιδευτικού έργου του δάσκαλου. Πριν από αυτό, δίνεται το γενικότερο θεωρητικό πλαίσιο για το τι είναι Φυσικές Επιστήμες και ποια η σημασία της διδασκαλίας τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται για το ρόλο και την αξία που έχει το μάθημα της Φυσικής στο Δημοτικό Σχολείο και τα χαρακτηριστικά που καλό είναι να έχει η διδασκαλία της. Παρουσιάζεται συνοπτικά το ανακαλυπτικό μοντέλο διδασκαλίας πάνω στο οποίο βασίζεται το διδακτικό μοντέλο που ακολουθούν τα νέα σχολικά εγχειρίδια. Τονίζεται η σπουδαιότητα του πειράματος γενικά, ο ρόλος που παίζει στην εκπαιδευτική διαδικασία και το πόσο απαραίτητο είναι για την διδασκαλία της Φυσικής. Στη συνέχεια παρουσιάζεται αναλυτικά το ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο το οποίο ακολουθούν τα νέα σχολικά εγχειρίδια και σύμφωνα με το οποίο εξελίσσεται το μάθημα μέσα από τα διάφορα διδακτικά στάδια. Αναπόσπαστο κομμάτι του συγκεκριμένου διδακτικού μοντέλου είναι η εκτέλεση πειραμάτων με απλά μέσα. Φαίνεται έτσι η άμεση συσχέτιση που υπάρχει με το νέο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών. Τέλος περιγράφονται λεπτομερώς, ο τρόπος δημιουργίας του οπτικού δίσκου, η δομή και το περιεχόμενο του καθώς επίσης και οι βασικοί σκοποί που επιθυμεί να επιτύχει.

Εισαγωγή

Στη Φυσική επιδιώκεται οι μαθητές να έλθουν σε επαφή με σύγχρονες ιδέες και θέματα από το χώρο της Φυσικής, προσαρμοσμένα βέβαια στο επίπεδο νοητικής ανάπτυξης και τα ενδιαφέροντα των μαθητών κάθε βαθμίδας, χωρίς αυτό να είναι σε βάρος της επιστημονικής εγκυρότητας.

Ο εκπαιδευτικός, αξιοποιώντας σύγχρονα ευρήματα της γνωστικής ψυχολογίας και της εκπαιδευτικής έρευνας, είναι δυνατόν, με χρήση κατάλληλων δραστηριοτήτων: να βοηθήσει τον μαθητή να διακρίνει την ανεπάρκεια των απόψεών του για την ερμηνεία των φαινομένων, να τον οδηγήσει στην οικοδόμηση και χρήση επιστημονικών προτύπων-«μοντέλων» προκειμένου να περιγράψει, να ερμηνεύσει και να προβλέψει ορισμένα φυσικά φαινόμενα και διαδικασίες.

Η προσέγγιση των παραπάνω στόχων αναμφισβήτητα διευκολύνεται από τη χρήση στην εκπαίδευση των νέων τεχνολογιών. Τα νέα παιδαγωγικά εργαλεία (εκπαιδευτικό λογισμικό, διαδίκτυο, συστήματα συγχρονικής λήψης και απεικόνισης των μετρήσεων) πολλαπλασιάζουν τις δυνατότητες των μαθητών να συγκεντρώνουν, αναλύουν, οπτικοποιούν, μοντελοποιούν και κοινοποιούν δεδομένα ώστε οι μαθητές, με την ενεργό συμμετοχή τους, να κατανοούν βασικές αρχές και νόμους της Φυσικής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1. Περί Φυσικών Επιστημών

1.1 Βασικοί Ορισμοί

Ο όρος επιστήμη με την ευρεία έννοια αρχικά δήλωνε το οργανωμένο σώμα της εξακριβωμένης και τεκμηριωμένης γνώσης. Ο πρώτος αυτός ορισμός διατυπώνεται στο έργο Θεαίτητος του Πλάτωνα όπου ένας από τους συνομιλητές αναφέρει ότι «έστιν ουν επιστήμη δόξα αληθής μετά λόγου», δηλαδή η επιστήμη αποτελεί βεβαιωμένη με λογικά επιχειρήματα γνώση. Πολλές από τις ανθρώπινες προκαταλήψεις γύρω από τον τρόπο που λειτουργεί το σύμπαν έχουν αμφισβητηθεί κατά καιρούς από τις νέες επιστημονικές ανακαλύψεις.

Στη σύγχρονη εποχή, ο όρος είναι πιο περιορισμένος και δηλώνει το σύστημα απόκτησης γνώσης με βάση την επιστημονική μεθοδολογία που βασίζεται στην επιστημονική έρευνα, καθώς και στην οργάνωση και ταξινόμηση της αποκτώμενης με αυτόν τον τρόπο γνώσης. Διακρίνουμε συνεπώς διαφορετικούς επιστημονικούς τομείς που εντάσσονται συνήθως σε τέσσερις μεγάλες ομάδες, τις θετικές επιστήμες, τις εφαρμοσμένες επιστήμες, τις ανθρωπιστικές επιστήμες και τις κοινωνικές επιστήμες.

Ένας ορισμός για τις Φυσικές Επιστήμες είναι ότι αποτελούν την προσπάθεια του ανθρώπου να γνωρίσει την πραγματικότητα και παράλληλα το πλήθος των γνώσεων που αποκτήθηκε από αυτή την προσπάθεια.

1.2 Η Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Οι φυσικές επιστήμες αναπτύσσονται με την επιστημονική παρατήρηση και επαλήθευση, και όχι με την απομνημόνευση δεδομένων, παρόλο που οικοδομούνται από αυτά. Είναι ένας τρόπος συμπεριφοράς ο οποίος χρησιμοποιεί τη μέθοδο και τη γνώση, για να διαπραγματευτεί κάποια γεγονότα. Τέλος, αποτελούν μια ανοιχτή διαδικασία όπου η φαντασία, η υπόθεση και η κριτική διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο.

1.2.1 Σκοπός

Πέρα λοιπόν, από την πρακτική διάσταση, την ανάπτυξη στο σύνολο των μαθητών της ικανότητας προσέγγισης της ερμηνείας του κόσμου, το μάθημα των φυσικών επιστημών καλείται να μεταδώσει το μεθοδολογικό πλαίσιο, το σύστημα διερεύνησης που είναι άρρηκτα συνυφασμένο με τις φυσικές επιστήμες. Η καλλιέργεια της παρατήρησης, της διατύπωσης της

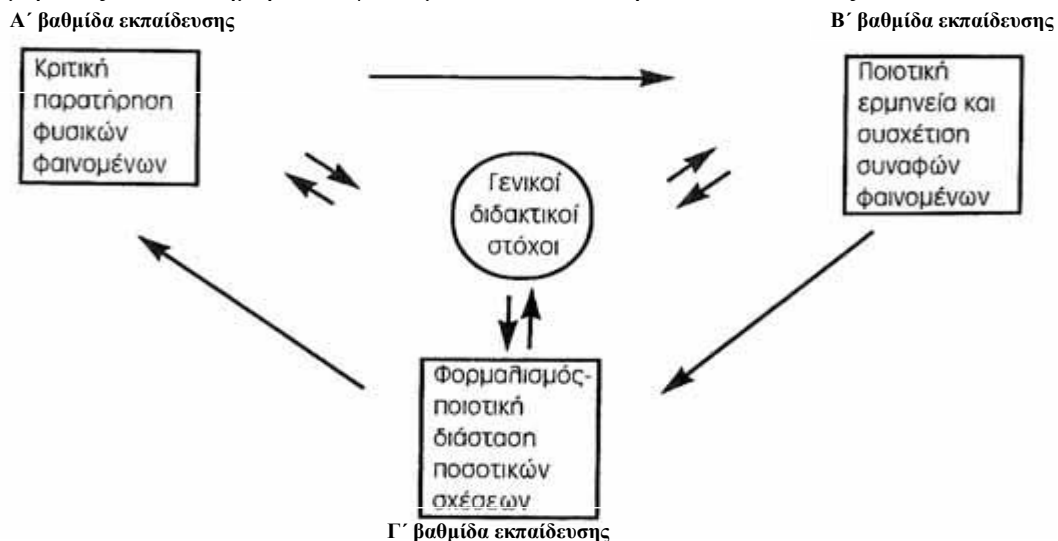
υπόθεσης και της διερεύνησης της υπόθεσης αυτής με συστηματικό τρόπο προσεγγίζονται από το μάθημα των φυσικών επιστημών, αλλά αποτελούν εφόδια με πολύ ευρύτερο πεδίο εφαρμογής. Η συστηματικότητα που χαρακτηρίζει την έρευνα στις φυσικές επιστήμες είναι εφόδιο ευρύτερα αξιοποιήσιμο από τους μαθητές.

1.2.2 Προβλήματα

Ένα από τα βασικότερα προβλήματα για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών προκύπτει από την ανεξάρτητη αντιμετώπιση των σχετικών μαθημάτων στις τρεις σχολικές βαθμίδες, από την έλλειψη δηλαδή ενός ενιαίου πλαισίου διδακτικής αντιμετώπισής τους, ανεξάρτητου από τη διοικητική τομή της σχολικής πορείας σε βαθμίδες. Ανάλογα με την ηλικία των μαθητών διαμορφώνεται και το μαθησιακό δυναμικό τους, οπότε αντίστοιχα πρέπει να διαμορφώνεται και η εμβάθυνση της διδασκαλίας. Είναι όμως ανάγκη σε κάθε στάδιο να αξιοποιείται το γνωστικό δυναμικό που έχει ήδη κατακτηθεί και να συνδέεται με το νέο υλικό που θα παρουσιαστεί στους μαθητές.

1.2.3 Διδακτική Πορεία

Η διδακτική πορεία περιγράφεται συνοπτικά στο παρακάτω σχήμα. Στο κέντρο τοποθετούνται οι διδακτικοί στόχοι, οι οποίοι επιδρούν σε κάθε στάδιο της διδακτικής διαδικασίας, και περιμετρικά η εξέλιξη της εμβάθυνσης σε κάθε διδακτικό στάδιο. Η κυκλική μορφή στην εξέλιξη της διδακτικής πορείας τονίζει εμφατικά το γεγονός ότι, ακόμη και μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας των φορμαλιστικών αλληλοσυσχετίσεων, πρέπει να είναι αυτονόητη η αναφορά της κατακτηθείσας γνώσης στην ολοκληρωμένη πια αντιμετώπιση της ερμηνείας των καθημερινών φαινομένων και των προεκτάσεών τους.



Εικόνα 1: Διδακτική πορεία της διδασκαλίας της Φυσικής

Η ποιοτική διάσταση της ερμηνείας των φαινομένων προηγείται της ποσοτικής και φορμαλιστικής. Έτσι η διδασκαλία της φυσικής στην α' βαθμίδα πρέπει να εξυπηρετεί κυρίως το στόχο της συστηματικής παρατήρησης, τη συνειδητοποίηση της εξέλιξης των φαινομένων από το μαθητή (παρατηρησιακή διάσταση).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2. Η Φυσική στο Δημοτικό Σχολείο

Στην πρώτη εκπαιδευτική βαθμίδα σημειώνεται η πρώτη επαφή του μαθητή με το «οργανωμένο» μάθημα των φυσικών επιστημών. Αυτό δε σημαίνει ότι ο μαθητής αντιμετωπίζει για πρώτη φορά τα φυσικά φαινόμενα. Ορθό είναι να ισχυριστεί κανείς ότι για πρώτη φορά οι πρώιμες αντιλήψεις του μαθητή δοκιμάζονται σε αντιδιαστολή με τις «φυσικές αλήθειες» του δασκάλου και του διδακτικού βιβλίου, καθώς και με τις πρώιμες αντιλήψεις των συμμαθητών.

Στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση η διδασκαλία της Φυσικής δίνει έμφαση στις βασικές έννοιες και στους τρόπους με τους οποίους ελέγχονται εμπειρικά οι θεωρίες. Αυτό συμβαίνει γιατί στους μαθητές της ηλικίας των 11-12 ετών απουσιάζει η ικανότητα της αφαιρετικής σκέψης που είναι αναγκαία για την περαιτέρω και σε βάθος κατανόηση της Φυσικής.

2.1 Η Σημασία του Μαθήματος

Έχει μεγάλη σημασία το μάθημα της Φυσικής στο Δημοτικό Σχολείο γιατί:

- Επιτυγχάνεται η ωριμότητα του ατόμου με την ανάληψη ευθυνών για την εκτέλεση πειραμάτων και την λήψη αποφάσεων μέσω της παρατήρησης και της έρευνας.
- Το παιδί χρησιμοποιεί στο σχολείο για την εκτέλεση πειραμάτων παιχνίδια που χρησιμοποιεί και στη καθημερινή του ζωή νιώθοντας, έτσι, μεγαλύτερη ασφάλεια.
- Η ικανοποίηση που παίρνει μέσω της τελειοποίησης ενός έργου, το συναίσθημα της προσωπικής του αξίας.
- Δίνονται οι απαντήσεις στα ερωτήματα που έχουν δημιουργηθεί στους μαθητές μέσα από καταστάσεις της καθημερινής τους ζωής.
- Αποκτάται το συναίσθημα της ασφάλειας μέσω της γνώσης που έχει ο μαθητής ότι μπορεί να ελέγχει και να κατανοεί ότι τα φυσικά φαινόμενα έχουν εξηγήσιμες λογικά αιτίες.
- Τέλος, το παιδί μέσα από την άσκηση του πειράματος και την παρατήρηση μορφώνεται και διαμορφώνει την αντίληψη ότι η φύση αποτελεί ένα ενιαίο και αδιαίρετο όλο.

2.2 Η Διδασκαλία της Φυσικής

Γενικά κατά την διδασκαλία της Φυσικής χρησιμοποιείται η ανάλυση και η σύνθεση. Οι αρχές που χρησιμοποιούνται για τη διδασκαλία είναι οι ακόλουθες:

- Η αρχή της εποπτείας. Με την παρακολούθηση αντικειμένων στο φυσικό περιβάλλον, την ανάλυση των στοιχείων τους, την παρατήρηση των οργάνων και το πείραμα.
- Η αρχή της αυτενέργειας. Οι μαθητές μόνοι τους θα παρατηρήσουν, θα συλλέξουν το υλικό που τους χρειάζεται, για να μπορέσουν να πειραματιστούν και να επαληθεύσουν τις υποθέσεις τους.
- Η αρχή της έννοιας. Οι μαθητές με τη σύγκριση παρόμοιων περιπτώσεων θα οδηγηθούν στη διατύπωση νόμων.
- Η αρχή της κριτικής και του αυτοελέγχου μέσα από τις αποδείξεις.

2.2.1 Χαρακτηριστικά της Διδασκαλίας της Φυσικής

Τα χαρακτηριστικά που πρέπει να εμπεριέχονται κατά την διδασκαλία της Φυσικής είναι:

- Πρόσκτηση με ανακάλυψη
- Επεξεργασία
- Σύγκριση
- Αφαίρεση
- Σύλληψη
- Γενίκευση
- Εμπέδωση-Χρήση
- Έλεγχος

2.3 Τα Διδακτικά Μοντέλα

Τα διδακτικά μοντέλα ή αλλιώς διδακτικές στρατηγικές αποτελούν σχήματα με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά στη δομή και μεθοδολογία, όσον αφορά στο σχεδιασμό και στην οργάνωση της διδακτικής - μαθησιακής πορείας. Η επιλογή συγκεκριμένου διδακτικού μοντέλου πρέπει να είναι σε συνάρτηση με το επίπεδο των μαθητών και τα υπάρχοντα μέσα διδασκαλίας και να εξυπηρετεί τους δεδομένους διδακτικούς στόχους. Σημαντικό είναι ο όποιος διαχωρισμός να μη δημιουργεί στεγανά.

Η εξέλιξη της διδασκαλίας δεν μπορεί να είναι τυχαία και να βασίζεται στον αυθορμητισμό της στιγμής. Η επιλογή της διδακτικής μεθοδολογίας πρέπει ν' ανταποκρίνεται

στις διδακτικές και παιδαγωγικές αρχές και να εξυπηρετεί την υλοποίηση των διδακτικών σκοπών και στόχων, προσφέροντας δυνατότητες πολύπλευρης αντιμετώπισης της διδακτέας ύλης, συγκροτημένες όμως μεθοδολογικά, ώστε η μία να ενισχύει την άλλη, συντελώντας τελικά στη γνωστική εδραίωση των νέων δεδομένων. Η επιλογή της μεθοδολογίας είναι καθοριστική για την επιτυχία του μαθήματος, αφού προδιαγράφει τη δομή του μαθήματος και την ποιότητα της σχέσης μαθητή - δασκάλου.

Σε συνάρτηση με τις σύγχρονες διδακτικές και παιδαγωγικές αρχές στις οποίες βασίζεται η διδασκαλία της Φυσικής, καθώς και την επιλογή των απλών μέσων και υλικών για τα πειράματα που εκτελούν οι μαθητές, επιβάλλεται η απόρριψη των δασκαλοκεντρικών μοντέλων και η υιοθέτηση διδακτικής μεθοδολογίας προσανατολισμένης στο μαθητή, διδακτικής μεθοδολογίας με την οποία να καλλιεργείται η αυτονομία του μαθητή στην κατάκτηση των «νέων» μαθησιακών στοιχείων. Η βασική αυτή θέση αποτυπώνεται emphaticά στα λόγια του Pascal «Πειθόμαστε γενικά ευκολότερα από τα αίτια τα οποία ανακαλύπτουμε μόνοι μας παρά από εκείνα τα οποία δημιουργήθηκαν στο μυαλό άλλων».

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3. Το Ανακαλυπτικό Μοντέλο Διδασκαλίας

Οι σύγχρονοι τρόποι διδασκαλίας της Φυσικής και γενικότερα των Φυσικών Επιστημών βασίζονται σε πορίσματα της παιδαγωγικής ψυχολογίας. Η ανακάλυψη κατά την διάρκεια της σχολικής πράξης είναι πολύ σπουδαία πνευματική δραστηριότητα, στην οποία ο μαθητής μέσω της εμπειρίας του κατορθώνει να συλλάβει πολλές δύσκολες έννοιες. Η ανακάλυψη συνδέεται άμεσα με τις διαδικασίες της μάθησης, όπως την παρατήρηση και την ταξινόμηση, τις οποίες και καλλιεργεί.

3.1 Σκοπός

Με την ανακαλυπτική μάθηση ο μαθητής μαθαίνει να σκέπτεται και να χειρίζεται πολύπλοκες έννοιες, όταν εκτελεί με τα χέρια του εργασίες πάνω σε συγκεκριμένα αντικείμενα. Ο ανακαλυπτικός τρόπος μάθησης είναι περισσότερο κατάλληλος για το δωμάτιο σχολείου. Για τους μικρούς μαθητές οι αισθήσεις είναι σπουδαίες πηγές πληροφοριών για το περιβάλλον. Αυτές οι πληροφορίες αποτελούν τις παρατηρήσεις που είναι η βάση των διαδικασιών μάθησης. Στα πρώτα στάδια η Φυσική αποβλέπει στην καλλιέργεια της παρατήρησης στους μαθητές. Κατά συνέπεια, η ανακαλυπτική δραστηριότητα είναι ένα μάθημα που ο εκπαιδευτικός σχεδιάζει, ώστε οι μαθητές μέσω των δικών τους νοητικών διεργασιών να ανακαλύπτουν την πραγματικότητα.

3.2 Χαρακτηριστικά

Η ανακαλυπτική διδασκαλία στοχεύει να βοηθήσει τους μαθητές στο πώς να μαθαίνουν, ενώ παράλληλα τους προσφέρει την ευκαιρία να αποκτήσουν γνώσεις που είναι προσωπικά δικές τους. Ο ανακαλυπτικός τρόπος μάθησης στο δημοτικό σχολείο καθορίζει ως κύριο τρόπο μάθησης τις εξερευνήσεις των ίδιων των μαθητών και καταργεί το σχολικό εγχειρίδιο. Το οικοδόμημα της Φυσικής στο δημοτικό σχολείο στηρίζεται στην ικανότητα του παιδιού να μαθαίνει ερευνώντας και ρωτώντας. Με την πείρα που αποκτάει ο μαθητής μέσα από την προσωπική του εμπειρία και το πειραματικό ψηλάφισμα, καταφέρνει να αποκτήσει την ικανότητα της έκφρασης και του συλλογισμού.

Ακόμη ένα χαρακτηριστικό της ανακαλυπτικής διδασκαλίας είναι η εστίαση στις δραστηριότητες του μαθητή. Απαιτούνται στρατηγικές διδακτικές που δημιουργούν

κατάλληλες συνθήκες, οι οποίες καθιστούν την ανακάλυψη δυνατή. Συγκεκριμένα, ο μαθητής πρέπει να προβληματίζεται πάνω σε καταστάσεις που έχουν σχεδιαστεί, στη συνέχεια να διακρίνει τις σχέσεις μεταξύ των δεδομένων, να αντιλαμβάνεται τις αιτίες και να συσχετίζει αυτά που βλέπει με τις προηγούμενες γνώσεις που διαθέτει.

3.3 Πλεονεκτήματα

Το πιο σημαντικό πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι συντηρεί τη μνήμη, η οποία εξασθενεί με την απομνημόνευση. Αυτά που ανακαλύπτει κάποιος από μόνος του, διατηρούνται για πολύ χρόνο, ενώ αυτά που ακούει σε διαλέξεις, τα ξεχνά γρήγορα.

Τέλος, η ανακαλυπτική μάθηση επιβοηθά στην απόκτηση αυτοπεποίθησης. Όταν οι μαθητές μετέχουν ενεργά και εργάζονται με όλες τις δυνάμεις, αποκτούν αυτοπεποίθηση και τους δίνεται η δυνατότητα για προσωπική ανάμειξη και σωστότερη αντίληψη αυτού που μελετούν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4. Το Πείραμα και ο ρόλος του στην Εκπαιδευτική Διαδικασία

Το πείραμα αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της μεθοδολογίας της Φυσικής. Ο φυσικός παρατηρεί τη φύση και από την γενίκευση των παρατηρήσεών του καταλήγει σε υποθέσεις, σ' ένα μοντέλο, από το οποίο στη συνέχεια οδηγείται σε συμπεράσματα.

4.1 Διάφορες Προσεγγίσεις

Η χρήση του αντιμετωπίζεται διαφορετικά από τις κυρίαρχες τάσεις που καταγράφονται στο πεδίο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών.

Παραδοσιακή προσέγγιση (Συμπεριφορισμός)

- Πείραμα επίδειξης.
- Επιβεβαίωση της θεωρίας, όπως αυτή παρουσιάζεται ή εξηγείται από το διδάσκοντα.

Ανακαλυπτική προσέγγιση

- Πείραμα επίδειξης.
- Ομαδικά κυρίως πειράματα.

Εποικοδομητική προσέγγιση

- Ομαδικές πειραματικές δραστηριότητες.
- Ρόλος του πειράματος: πρόκληση γνωστικής σύγκρουσης.
- Αναδόμηση ιδεών, γνωστική σύγκρουση, συζήτηση, εφαρμογή-εμπέδωση.

4.2 Το Πείραμα στην Εκπαιδευτική Διαδικασία

Η πρακτική άσκηση στο εργαστήριο ή στη τάξη έχει άμεση σχέση με τις σύγχρονες αντιλήψεις περί διδασκαλίας και μάθησης, σύμφωνα με τις οποίες η εποπτεία και η αυτενέργεια του μαθητή στην παραγωγή γνώσης κατέχουν ιδιαίτερη θέση. Κατά την πειραματική διδασκαλία έχουμε αυξημένο βαθμό εποπτείας, αυτενέργεια του μαθητή αλλά και εξατομίκευση της διδασκαλίας. Η ψυχολογία της μάθησης υποστηρίζει ότι οι μαθητές μπορούν καλύτερα να κατανοούν καινούργιες έννοιες και αρχές και να σκεφτούν εν γένει

αφηρημένες έννοιες, όταν προηγουμένως έχουν αποκτήσει εμπειρία από σχετικά φαινόμενα. Καταλήγει έτσι κανείς εύκολα στο συμπέρασμα ότι για το Δημοτικό Σχολείο, τουλάχιστον, η παρουσίαση της ύλης της Φυσικής μέσα από πειράματα αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για μάθηση.

Το πείραμα στοχεύει κυρίως στην ανάπτυξη των νοητικών δεξιοτήτων και στην καλλιέργεια της επιστημονικής σκέψης. Οι μαθητές μέσα από το πείραμα ελέγχουν τις υποθέσεις τους και τις ισχυροποιούν ή τις απορρίπτουν. Με την οργάνωση της πειραματικής εργασίας διακρίνουν λύσεις και επιλέγουν την κατάλληλη πορεία για την επαλήθευση των υποθέσεων τους. Τέλος, όλες αυτές οι ενέργειες συντελούν στη σύνδεση της θεωρίας με την πράξη και την καθημερινή ζωή.

Οι έννοιες, οι σχέσεις, οι ιδιότητες απαιτούν για την κατανόηση τους, ικανότητες τυπικής συλλογιστικής. Οι μαθητές οι οποίοι σκέπτονται τυπικά, κατακτούν καλύτερα μια καινούργια εμπειρία, όταν αυτή τους παρουσιάζεται με συγκεκριμένο τρόπο, πριν προχωρήσουν στην εμβάθυνση, δηλαδή την αφαίρεση και τη γενίκευση. Απ' όλα αυτά φαίνεται ότι ο ρόλος του πειράματος στο σχολείο είναι πολύ σημαντικός.

4.3 Η σημασία του πειράματος στη διδασκαλία της Φυσικής

Η σπουδαιότητα του πειράματος στη διδασκαλία της Φυσικής έχει αναγνωριστεί από πολύ παλιά. Είναι ευρύτερα αποδεκτό ότι οι μαθητές είναι περισσότερο ικανοποιημένοι, όταν η γνώση που αποκτούν, προέρχεται από πειράματα και κυρίως, όταν τα πειράματα αυτά ανταποκρίνονται στις ικανότητες τους.

Η Φυσική ασκεί μεγάλη επίδραση στη διανοητική ανάπτυξη των μαθητών μέσω της πειραματικής μελέτης των εννοιών και των φαινομένων, καθώς η διαλεκτική των εννοιών προάγεται από τη διαλεκτική των πραγμάτων και η γνώση δεν αποσπάται από το υλικό της υπόστρωμα. Η δράση, λοιπόν, πάνω στα αντικείμενα παίζει σημαντικό ρόλο στη γνώση, γι' αυτό και το πείραμα κατέχει ξεχωριστή θέση στη διδακτική πράξη. Με το πείραμα μέσα στη σχολική τάξη οι μαθητές μπορούν να επιδρούν πάνω σε αντικείμενα και να ανακαλύπτουν χαρακτηριστικές ιδιότητες τους. Δρώντας πάνω σε αντικείμενα το παιδί μπορεί να αποκαλύψει αφαιρετικές ιδιότητες ξεκινώντας όχι από τα ίδια τα αντικείμενα αλλά από τις δράσεις πάνω σε αυτά.

Είναι γενικά αποδεκτό ότι η πειραματική δραστηριότητα δεν είναι από μόνη της αρκετή στην κατανόηση, ενδεχομένως περισσότερο σημαντική να είναι η ερμηνεία που της δίνουμε. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να αφιερώνεται αρκετός χρόνος στο να

προβληματίζονται οι μαθητές τόσο ως μεμονωμένα άτομα, όσο και στα πλαίσια της ομάδας, προκειμένου να ερμηνεύσουν τα πειραματικά δεδομένα. Με το πείραμα οι μαθητές καθηγούνται στο να αποκτήσουν την απαιτούμενη εμπειρία πάνω στην οποία ο δάσκαλος θα οικοδομήσει την σημασία των εννοιών. Είναι σημαντικός ο ρόλος της οργανωμένης από το δάσκαλο συζήτησης που ακολουθεί το πείραμα και έχει στόχο να οδηγήσει από τα αποτελέσματα του πειράματος στην εξαγωγή συμπεράσματος και στη διδασκαλία της νέας γνώσης, καθώς πολλές φορές τα αποτελέσματα δεν οδηγούν από μόνα τους στην επιθυμητή γνώση.

Για την παραγωγή της γνώσης είναι απαραίτητη η αλληλεπίδραση μεταξύ της δραστηριότητας και της σκέψης του ατόμου. Αν η γνώση παράγεται από τις πράξεις του δρώντος ατόμου, τότε ο ρόλος του πειράματος είναι πιο ουσιαστικός στη γνωστική διαδικασία, γι' αυτό και η εκτέλεση του θα πρέπει να γίνεται από τους ίδιους τους μαθητές. Λόγω, όμως, της δυσκολίας εκτελέσεως κάποιων πειραμάτων από τους μαθητές, μπορεί να αξιοποιηθεί το πείραμα επίδειξης που είναι μεν ένας παθητικός τρόπος μαθήσεως αλλά θα πρέπει να θεωρείται ως ένα χρήσιμο μέσο διδασκαλίας της φυσικής.

Άρα ο καλύτερος τρόπος για να αλληλεπιδράσει κανείς με τη νέα γνώση στη Φυσική, τις έννοιες και τα φυσικά φαινόμενα, είναι με το να εκτελεί ο ίδιος μόνος του ή ομαδικά ένα πείραμα.

Με τη χρήση των πειραμάτων κατά τη διδασκαλία της Φυσικής είναι δυνατόν να συντελεστεί:

1. Ανάδειξη των ιδεών των μαθητών.
2. Δοκιμασία των ιδεών των μαθητών.
3. Εισαγωγή της επιστημονικής γνώσης.
4. Εφαρμογή της επιστημονικής γνώσης.
5. Σύγκριση μεταξύ αρχικών αντιλήψεων των μαθητών και τις επιστημονικής γνώσης.

Το πείραμα είναι, δηλαδή, συνδεδεμένο με όλες τις φάσεις του εποικοδομητικού μοντέλου της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι διδάσκεται Φυσική στο Δημοτικό Σχολείο, αν ταυτόχρονα δεν γίνεται πείραμα στην τάξη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5. Το Διδακτικό Μοντέλο των Σχολικών Εγχειριδίων της Ε΄ Τάξης του Δημοτικού Σχολείου

Σύμφωνα, λοιπόν με όλα τα παραπάνω, και σε άμεση σχέση με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών για το μάθημα της Φυσικής της Ε΄ τάξης του Δημοτικού Σχολείου επιλέγεται μια διδακτική μεθοδολογία, που στόχο έχει τη σταδιακή μετατόπιση προς ένα πιο «ανοιχτό» μάθημα. Επιδιώκεται ο προσανατολισμός του μαθήματος στο μαθητή, στο βαθμό που αυτό είναι δυνατό, χωρίς το μάθημα να γίνει αντιληπτό από τους μαθητές ως κάτι δραματικά καινούριο και ξένο με τα υπόλοιπα μαθήματα, που διδάσκονται στην πλειοψηφία τους δασκαλοκεντρικά. Η διδακτική μεθοδολογία η οποία επιλέχτηκε εξυπηρετεί τον βασικό στόχο του μαθήματος που είναι η παροχή πρακτικά εφαρμόσιμης γνώσης, χρήσιμης για την καθημερινή ζωή των παιδιών-μαθητών και στηρίζεται στην πειραματική διδασκαλία με απλά μέσα. Ως προς το περιεχόμενο το μάθημα είναι «κλειστό», ο βασικός κορμός της ύλης είναι καθορισμένος και σύμφωνος με το πρόγραμμα σπουδών. Παρόλα αυτά στο πλαίσιο του παραλληλισμού με τα θεματικά ενδιαφέροντα των μαθητών, ο δάσκαλος έχει τη δυνατότητα να αποκλίνει από το βασικό αυτό κορμό του περιεχομένου, καθορίζοντας την έκταση και το βάθος της διδασκαλίας κάθε φαινομένου.

Η υλοποίησή του διδακτικού αυτού μοντέλου, όπως άλλωστε και κάθε μοντέλου που προσανατολίζεται στο μαθητή, προϋποθέτει την καθιέρωση κατάλληλου κλίματος διδασκαλίας – μάθησης στην τάξη, κλίματος που κατοχυρώνει το «άνοιγμα» του μαθήματος, που βασίζεται στο σεβασμό της ελευθερίας του μαθητή να συγκαθορίσει τη μαθησιακή του πορεία, κλίματος που δημιουργεί τις προϋποθέσεις στους μαθητές για να εκφράσουν ελεύθερα, χωρίς το φόβο του χλευασμού και της ειρωνείας, τις απόψεις τους.

5.1 Το Ερευνητικά Εξελισσόμενο Μοντέλο

Το διδακτικό μοντέλο που χρησιμοποιείται σε γενικές γραμμές αποτελεί ένα συνδυασμό του ανακαλυπτικού και του εποικοδομητικού μοντέλου. Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές καλούνται να συστηματοποιήσουν την εργασία τους σύμφωνα με τα μεθοδολογικά πρότυπα των φυσικών επιστημών, να προβληματίζονται από τις καθημερινές τους παρατηρήσεις, να διατυπώνουν υποθέσεις, να τις ελέγχουν με απλά πειράματα, να

παρατηρούν την εξέλιξή τους να καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους και να καταλήγουν σε ποιοτικά συμπεράσματα. Οι μαθητές δεν αντιμετωπίζουν πια τα φυσικά φαινόμενα τυχαία, αλλά καλούνται να τα μελετήσουν με μεθοδικό τρόπο. Μαθαίνουν να παρατηρούν συστηματικά και να εκτελούν απλά πειράματα, που πολλές φορές δε διαφέρουν από τις καθημερινές τους δραστηριότητες ως προς το περιεχόμενο αλλά κυρίως ως προς τη μεθοδολογία με την οποία τα αντιμετωπίζουν.

Κάθε μαθητής δομεί τη δική του αντίληψη για τον κόσμο. Η φυσική πραγματικότητα είναι μία και δεδομένη. Ο τρόπος όμως που καθένας μας την προσεγγίζει είναι διαφορετικός. Διαμορφώνεται εξελικτικά με βάση τις προσωπικές εμπειρίες και σε σύνθεση με τις αντιλήψεις των άλλων. Η πορεία που οδηγεί κάθε φορά στο καινούριο δεν είναι δεδομένη. Στο σχολείο πρέπει συνεπώς να δίνεται περισσότερη έμφαση στην καλλιέργεια των γνωστικών δεξιοτήτων που θα οδηγήσουν στη διαμόρφωση της αντίληψης του μαθητή παρά στα περιεχόμενα της διδασκαλίας αυτά καθεαυτά. Πρέπει να δίνουμε στους μαθητές ευκαιρίες για προσωπικές, αυθεντικές εμπειρίες, εμπειρίες με ισχυρές αναλογίες με τον καθημερινό κόσμο.

Στις φυσικές επιστήμες η αναγκαιότητα ανάπτυξης νοητικών μοντέλων ανάγει τον παραγωγικό συλλογισμό στο απαραίτητο μεθοδολογικό εφόδιο κατανόησής τους. Η μετάδοση λοιπόν της λογικής της παραγωγικής σκέψης είναι για το μάθημα των φυσικών επιστημών βασικό ζητούμενο. Ο συνδυασμός της προσέγγισης του παραγωγικού συλλογισμού με την παράλληλη αυτενεργητική δραστηριότητα εξυπηρετείται αποτελεσματικά στο μάθημα των φυσικών επιστημών με το συγκεκριμένο διδακτικό μοντέλο. Ο συνδυασμός σκέψης και πράξης οδηγεί στην εδραίωση νοητικών δεξιοτήτων πολύ ουσιαστικότερων από τη μηχανική εφαρμογή ή την απομνημόνευση συγκεκριμένων κανόνων. Με αυτή την έννοια η θέση του πειράματος είναι ιδιαίτερα σημαντική.

Το πείραμα πρέπει να είναι σε λογικό συνδυασμό με την προσπάθεια επίλυσης του προβλήματος στο οποίο προσπαθούμε να ανάγουμε το φαινόμενο. Η αναγωγή αυτή των φαινομένων σε προβλήματα, τα οποία οι μαθητές καλούνται να επιλύσουν, ξεχωρίζει το συγκεκριμένο διδακτικό μοντέλο από τα υπόλοιπα ανακαλυπτικά μοντέλα. Ο στόχος κάθε διδακτικής ενότητας ανάγεται σε πρόβλημα. Οι μαθητές καλούνται να αναγνωρίζουν, να διατυπώνουν και να επιδιώκουν την επίλυση του προβλήματος, αναπαράγοντας στον μικρόκοσμο του σχολείου με συνέπεια την πορεία της επιστημονικής μεθοδολογίας. Διατυπώνουν μια υπόθεση, υλοποιούν μια πειραματική πρόταση αντιμετώπισης και την εκτελούν, παρατηρώντας συστηματικά την εξέλιξη του πειράματος και καταγράφοντας την

παρατήρησή τους. Οι διαπιστώσεις συζητιούνται και αφηρηματοποιούνται. Το νέο γνωστικό υλικό εμπεδώνεται τέλος με τη βοήθεια του δασκάλου, ο οποίος επιλέγει παραδείγματα και εφαρμογές ανάλογες με τα ειδικά ενδιαφέροντα των μαθητών, προκαλώντας έτσι τη γενίκευση των συμπερασμάτων.

Το διδακτικό αυτό μοντέλο, αξιοποιώντας πολύπλευρα το πείραμα και την επιστημονική μεθοδολογία μέσα από την αναγωγή κάθε φαινομένου σε πρόβλημα προς επίλυση, καλλιεργεί πολύ ευρύτερες δεξιότητες των μαθητών.

Σύμφωνα με τα παραπάνω τα βασικά χαρακτηριστικά μοντέλου είναι:

- η επιδίωξη της αναβάθμισης του ενδιαφέροντος για το μάθημα
- η ευρύτητα της αυτόνομης συμμετοχής του μαθητή
- η προσπάθεια προσφοράς της αίσθησης επιτυχίας
- η ισομερής επιδίωξη γνωστικών, συναισθηματικών και ψυχοκινητικών στόχων
- η αναγωγή των φαινομένων σε προβλήματα προς επίλυση
- η μεθόδευση της ανακάλυψης μέσα από δομημένο μάθημα
- η μετάδοση της επιστημονικής μεθοδολογίας
- ο ρόλος του δασκάλου στο συντονισμό του μαθήματος
- η σύνδεση των φαινομένων που μελετώνται με την καθημερινότητα
- η δυνατότητα επανάληψης των πειραμάτων και αυτόνομης διερεύνησης στον εξωσχολικό χώρο.

Αυτό λοιπόν το συνδυαστικό μοντέλο ονομάζεται ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο και βασίζεται κυρίως στο το ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό μοντέλο των Schmidkunz και Lindeman (1992). Με τον όρο ερευνητικό στον τίτλο του δίνεται έμφαση στην προσπάθεια να βοηθηθεί ο μαθητής, με βάση τις προϋπάρχουσες γνώσεις και τα μέσα που διαθέτει και με μεθόδους αντίστοιχες του γνωστικού του δυναμικού, να κατακτήσει αυτόνομα τα νέα στοιχεία. Η έρευνα ως μεθοδολογία και πρακτική με βάση όσα έχουν προαναφερθεί μπορεί να γίνει κτήμα του μαθητή ακόμη και στο δημοτικό σχολείο. Με τον όρο εξελισσόμενο τονίζεται το γεγονός ότι η ερευνητική πορεία του μαθητή δεν είναι τυχαία και ελεύθερη, αλλά εξελίσσεται σε συγκεκριμένα στάδια με χρονική αλληλουχία. Ο ρόλος του δασκάλου είναι να οργανώσει και να συντονίσει την ερευνητική πρωτοβουλία του μαθητή σύμφωνα με τα στάδια αυτά και με στόχο τη διεύρυνση των νοητικών δομών, ώστε να καταστεί δυνατή η αφομοίωση του κάθε φορά καινούριου.

5.2 Η Εξέλιξη του Μαθήματος

Η προσέγγιση της «επίλυσης» του «προβλήματος», στο οποίο ανάγεται το φαινόμενο που μελετάται, γίνεται στο ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό μοντέλο με μικρά γνωστικά βήματα τα λεγόμενα διδακτικά στάδια, σε λογική αλληλουχία και με σταδιακά αυξανόμενο βαθμό αφηρηματοποίησης. Τα διδακτικά στάδια που χρονικά διαδέχονται το ένα το άλλο αντιστοιχούν στα βασικά στάδια της επιστημονικής μεθοδολογίας. Η αλληλουχία των σταδίων αυτών, που χαρακτηρίζουν τη διδακτική - μαθησιακή πορεία, είναι αυτή που επιτρέπει στο δάσκαλο το σχεδιασμό και τον έλεγχο της διδακτικής διαδικασίας και τον βοηθά στην οργάνωση και εκτέλεση του μαθήματος.

5.2.1 Διδακτικά Στάδια

Τα διδακτικά στάδια στην προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση είναι:

Εισαγωγικό ερέθισμα - Διατύπωση υποθέσεων: Στο διδακτικό αυτό στάδιο επιδιώκεται ο προσανατολισμός του ενδιαφέροντος των μαθητών στο φαινόμενο που θα μελετηθεί, επιδιώκεται να τεθεί η βάση του «προβλήματος» και να δοθούν τα ερεθίσματα για την ανάπτυξή του.

Πειραματική αντιμετώπιση: Στο στάδιο αυτό οι μαθητές εκτελούν ένα ή περισσότερα πειράματα, παρατηρούν συστηματικά και καταγράφουν την παρατήρησή τους.

Εξαγωγή συμπεράσματος: Μετά την ολοκλήρωση της εκτέλεσης των πειραμάτων και μέσα από συζήτηση στην τάξη, επιδιώκεται η αφηρηματοποίηση και η γενίκευση των παρατηρήσεων με τη διατύπωση ενός συμπεράσματος.

Εμπέδωση - Γενίκευση: Στο τελευταίο διδακτικό στάδιο επιδιώκεται η εμπέδωση και η γενίκευση των νέων γνωστικών στοιχείων. Αυτό επιτυγχάνεται με εργασίες που αναφέρονται σε εφαρμογές και παραδείγματα ή έχουν επαναληπτικό χαρακτήρα.

5.3 Πειράματα με απλά μέσα

Στην προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση, η εξέλιξη του μαθήματος βασίζεται σε πειράματα με απλά καθημερινά μέσα. Με υλικά του καθημερινού περίγυρου δάσκαλος και μαθητές συνθέτουν τις πειραματικές διατάξεις με τις οποίες θα αντιμετωπιστούν τα φαινόμενα. Ανάλογα με το διαθέσιμο χρόνο μπορεί οι διατάξεις να έχουν προκατασκευαστεί από το δάσκαλο ή τους μαθητές ή μπορεί η κατασκευή τους να αποτελεί μέρος του μαθήματος.

5.3.1 Πλεονεκτήματα για τους μαθητές

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα της χρησιμοποίησης υλικών και καταστάσεων από την καθημερινή ζωή, στην υποχρεωτική κυρίως εκπαίδευση, όταν κυρίαρχος στόχος δεν είναι η ποσοτική επιβεβαίωση νόμων, αλλά η επίγνωση των φαινομένων και η συσχέτιση όσων διδάσκονται στο σχολείο με την καθημερινή ζωή:

1. Η χρήση καθημερινών υλικών συντελεί στην εστίαση της προσοχής του μαθητή στο φαινόμενο και όχι στη συσκευή που χρησιμοποιείται για την εκτέλεση του πειράματος.
2. Έχει παρατηρηθεί ότι μαθητές, βλέποντας στο εργαστήριο το αποτέλεσμα ενός πειράματος, πιστεύουν ότι αυτό οφείλεται στα χρησιμοποιούμενα ειδικά υλικά και ότι χωρίς αυτά, στην καθημερινή ζωή, δεν συμβαίνει το ίδιο ή κάτι αντίστοιχο. Με τη χρήση καθημερινών υλικών αποφεύγεται ο κίνδυνος να θεωρηθεί ότι το φαινόμενο, ειδικά αν αυτό είναι «παράξενο», προκαλείται από τα χρησιμοποιούμενα υλικά ή οφείλεται σ' αυτά. Ο μαθητής βοηθιέται να συνδέσει τις Φυσικές Επιστήμες με την καθημερινή ζωή και να συσχετίσει την επιστήμη με το περιβάλλον του.
3. Η χρήση καθημερινών υλικών συντελεί στο να αφαιρεθεί ένα ποσοστό από το μυστήριο που περιβάλλει την επιστήμη και συνεπώς οδηγεί στην απομυθοποίηση οργάνων και συσκευών. Δείχνει ότι η επιστήμη δεν είναι κάτι το εξωτικό, το μακρινό, το ιδιαίτερο, αλλά σχετίζεται με αντικείμενα και κοινές εμπειρίες της καθημερινής ζωής.
4. Τα ειδικά σχεδιασμένα σύνθετα όργανα εισάγουν πρόσθετες δυσκολίες στη διδακτική διαδικασία. Τα σύνθετα ειδικά όργανα είναι πιθανό να αποτελούν τα ίδια αντικείμενο μάθησης και όχι μέσο για την μάθηση.
5. Πειράματα με υλικά καθημερινής χρήσης προσφέρονται, για να δοθεί στο μαθητή εργασία για το σπίτι διαφορετική από η συνηθισμένη. Έτσι, είναι περισσότερο πιθανή η ενασχόληση των μαθητών με τις Φυσικές Επιστήμες να μην είναι μια βαρετή σχολική εργασία, αλλά μια ενδιαφέρουσα εμπειρία που να συμβάλλει και στη νοητική τους ανάπτυξη.
6. Τα πειράματα με υλικά καθημερινής χρήσης και η χρησιμοποίηση καταστάσεων από την καθημερινή ζωή ενθαρρύνουν σημαντικά τους μαθητές από χαμηλότερα οικονομικά και κοινωνικά στρώματα, καθώς και τους θεωρούμενους «κακούς» μαθητές να συμμετέχουν στο μάθημα.

7. Εάν στόχος μας είναι να οδηγήσουμε τους μαθητές να αμφισβητήσουν οι ίδιοι τις ερμηνείες τους για καθημερινά φαινόμενα, τότε υπάρχει ένας ακόμη λόγος για χρήση υλικών από την καθημερινή ζωή παρά ειδικών εργαστηριακών συσκευών. Αν το πείραμα γίνεται με υλικά γνωστά στο μαθητή, το αποτέλεσμα έχει πολλές πιθανότητες -οπωσδήποτε περισσότερες απ' όσο το πείραμα που γίνεται με ειδικές συσκευές και όργανα- να προβληματίσει το μαθητή, να του δημιουργήσει αμφιβολία για τις προϋπάρχουσες απόψεις του και να τον προετοιμάσει να ακούσει θετικά τη διδασκόμενη άποψη.

5.3.2 Πλεονεκτήματα για τους εκπαιδευτικούς

Τα πειράματα με υλικά καθημερινής χρήσης, εκτός των πλεονεκτημάτων που έχουν για τους μαθητές, παρουσιάζουν πλεονεκτήματα και για τους εκπαιδευτικούς, κυρίως της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, γιατί:

1. Τα απαιτούμενα υλικά τους είναι γνωστά. «φιλικά» και δεν τους φοβίζονται από άποψη επικινδυνότητας.
2. Τα πειράματα αυτής της κατηγορίας έχουν για τους εκπαιδευτικούς το πλεονέκτημα της επιτυχούς εκτέλεσης.
3. Τα ειδικά σχεδιασμένα σύνθετα όργανα εισάγουν επιπλέον δυσκολίες, τόσο στη εξοικείωση των εκπαιδευτικών με αυτά, όσο και στο χειρισμό και την κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των οργάνων.
4. Δεν απαιτείται ειδικός χώρος για την εκτέλεση των πειραμάτων, καθώς τα πειράματα με υλικά καθημερινής χρήσης μπορούν να γίνονται στην αίθουσα διδασκαλίας.

Από όλα τα παραπάνω προκύπτει ότι η χρησιμοποίηση υλικών καθημερινής χρήσης για την εκτέλεση πειραμάτων δεν αντιμετωπίζεται ως λύση ανάγκης, λόγω του χαμηλού κόστους και της εύκολης εύρεσης τους, αλλά ως επιλογή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6. Πείραμα - Ελληνικό Δημοτικό Σχολείο – Αναλυτικό

Πρόγραμμα Σπουδών

Το σχολείο, για να παραμείνει ζωντανός και δημιουργικός θεσμός στα πλαίσια της διαρκώς μεταβαλλόμενης κοινωνίας, πρέπει να μετασχηματίζει τις σύγχρονες παιδαγωγικές αντιλήψεις και τις δημιουργούμενες ανάγκες και απαιτήσεις της κοινωνίας σε διδακτικές προσεγγίσεις.

Το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα για την Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση έχει εισάγει τα τελευταία χρόνια νέα διδακτικά εγχειρίδια στην Ε΄ και Στ΄ Δημοτικού για την διδασκαλία της Φυσικής. Τα νέα εγχειρίδια στηρίζονται στο ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό μοντέλο που παρουσιάστηκε αναλυτικά παραπάνω και απαιτούν την εκτέλεση πειραμάτων τόσο από τον εκπαιδευτικό, όσο και από τους μαθητές. Η εκτέλεση, όμως, πειραμάτων εκτός από την αναγκαία γνώση απαιτεί και την αποδοχή της σημασίας τους από τους εκπαιδευτικούς.

Τα βασικά σημεία των νέων προγραμμάτων σπουδών των Φυσικών στο Δημοτικό Σχολείο είναι:

1. Δίνεται έμφαση στις επιστημονικές διαδικασίες και την ενεργοποίηση του μαθητή στην τάξη μέσα από δραστηριότητες, οι οποίες κατευθύνονται από Φύλλα Εργασίας. Η κύρια εργασία συντελείται στην τάξη με τους μαθητές να εργάζονται σε ομάδες εκτελώντας πειράματα με απλά υλικά.
2. Παρέχεται η δυνατότητα στον εκπαιδευτικό και το μαθητή να επεξεργάζονται θέματα από την πλευρά διαφορετικών επιστημών. Επιχειρείται επίσης η οριζόντια σύνδεση των επιμέρους γνωστικών αντικειμένων (διαθεματική προσέγγιση).
3. Στο νέο Δ.Ε.Π.Π.Σ των Φυσικών Επιστημών γίνεται πολύς λόγος για την ανακαλυπτική μάθηση και δεν τονίζεται με έμφαση, τουλάχιστον, το πρότυπο της εποικοδομητικής διδασκαλίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

7. Η Δημιουργία του Οπτικού Δίσκου

Η υλη στο βιβλίο του μαθητή Φυσικά Δημοτικού, ΕΡΕΥΝΩ ΚΑΙ ΑΝΑΚΑΛΥΠΤΩ της Ε' τάξης είναι, σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα, δομημένη σε κεφάλαια που αντιστοιχούν σε γενικότερες θεματικές ενότητες.

Το τετράδιο εργασιών του μαθήματος περιλαμβάνει τα φύλλα εργασίας κάθε κεφαλαίου με βάση τα οποία αναπτύσσεται η ερευνητική δουλειά των μαθητών. Στα επιμέρους φύλλα εργασίας κάθε κεφαλαίου επιδιώκεται η προσέγγιση των ειδικών στόχων όπως αυτοί περιγράφονται μέσα από το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών για το Δημοτικό Σχολείο. Η δομή των φύλλων εργασίας ακολουθεί τα διδακτικά στάδια του ερευνητικά εξελισσόμενου μοντέλου. Δίνεται έμφαση στην καλλιέργεια των επιστημονικών διαδικασιών και στην ενεργοποίηση του μαθητή μέσα από δραστηριότητες και πειράματα.

7.1 Πως δημιουργήθηκε

Για την δημιουργία του οπτικού δίσκου χρησιμοποιήθηκε μια κάμερα υψηλής ευκρίνειας, μια ψηφιακή φωτογραφική μηχανή και ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής. Τα πειράματα εκτελέστηκαν σε διάφορους χώρους ενός σπιτιού με απλά καθημερινά υλικά, πράγμα που επιβεβαιώνει ότι δεν είναι απαραίτητη η ύπαρξη ειδικευμένου χώρου (εργαστήριο) ή οργάνων και ότι ο κάθε εκπαιδευτικός ή μαθητής μπορεί με την ανάλογη προετοιμασία και προσοχή να εκτελέσει τα πειράματα των φύλλων εργασίας στο δικό του χώρο. Η ψηφιακή επεξεργασία των μαγνητοσκοπημένων πειραμάτων έγινε με το Windows Live Movie Maker, ένα πρόγραμμα που προσφέρεται ελεύθερα από την Microsoft, έχει αρκετές δυνατότητες, είναι σχετικά εύκολο στη χρήση και κατάλληλο για την δημιουργία οπτικοακουστικού υλικού.

7.2 Δομή

Η δομή του οπτικού δίσκου ακολουθεί το τετράδιο εργασιών. Υπάρχουν 9 κεφάλαια που αντιστοιχούν στις θεματικές ενότητες του σχολικού βιβλίου. Σε κάθε κεφάλαιο υπάρχουν τα αντίστοιχα φύλλα εργασίας με τη σειρά που εμφανίζονται στο τετράδιο εργασιών. Σε κάθε κεφάλαιο παρουσιάζονται συνοπτικά τα βασικά σημεία του και αναλυτικά οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών που σχετίζονται με την συγκεκριμένη ενότητα όπως αυτές αναφέρονται

στο βιβλίο του δασκάλου. Για κάθε φύλλο εργασίας αναφέρονται οι ειδικοί στόχοι που πρέπει να επιτευχθούν με την εκτέλεση των πειραμάτων του. Οι διδακτικοί στόχοι βρίσκονται σε άμεση συσχέτιση με τις εναλλακτικές ιδέες των παιδιών και σκοπό έχουν να τις αναδομήσουν οδηγώντας έτσι στην επιθυμητή εννοιολογική αλλαγή. Στη συνέχεια ακολουθούν τα βίντεο που περιλαμβάνουν εκτός από την εκτέλεση των πειραμάτων, παρουσίαση των οργάνων και των υλικών που θα χρειαστούν καθώς επίσης και αναλυτικές βήμα προς βήμα οδηγίες για την σωστή και ασφαλή διεκπεραίωση των πειραμάτων. Τέλος παρουσιάζονται τα συμπεράσματα στα οποία πρέπει να καταλήξει ο μαθητής μετά το τέλος της υλοποίησης του κάθε φύλλου εργασίας. Οι μαθητές μπορούν έτσι να συγκρίνουν τα νέα δεδομένα που προέκυψαν με τις αρχικές τους υποθέσεις, να εκτιμήσουν την αξία των τελικών συμπερασμάτων και να οδηγηθούν στον αυτοέλεγχο και στη συνειδητοποίηση της γνωστικής τους πορείας ή σε αυτό που αλλιώς ονομάζεται μεταγνώση. Για τα φύλλα εργασίας τα οποία δεν ενδείκνυνται για την εκτέλεση πειραμάτων και προτείνονται αντί για πειράματα δραστηριότητες, παρουσιάζονται μόνο οι διδακτικοί στόχοι και τα συμπεράσματα που καλό είναι να καταλήξουν οι μαθητές μετά την αντιμετώπιση των δραστηριοτήτων. Στο cd δεν περιλαμβάνονται οι απαντήσεις των εργασιών για το σπίτι με τις οποίες τελειώνει κάθε φύλλο εργασίας του τετραδίου εργασιών.

7.3 Σκοπός

Η δημιουργία του οπτικοακουστικού υλικού στοχεύει στο να βοηθήσει και να ενισχύσει το διδακτικό έργο του δασκάλου. Είναι ένα εργαλείο που μπορεί να διευκολύνει την εκπαιδευτική διαδικασία και να δώσει λύσεις σε προβλήματα που ίσως προκύψουν κατά την διάρκεια του σχολικού έτους.

Ο οπτικός δίσκος έχει κυρίως συμβουλευτικό χαρακτήρα. Ο δάσκαλος έχει την δυνατότητα πριν πάει στην τάξη να εκτελέσει κάποιο πείραμα, να δει την μεθοδολογία εκτέλεσης, τα υλικά και τα όργανα που θα χρειαστεί καθώς επίσης και τα αποτελέσματα της υλοποίησης του πειράματος ώστε να είναι απολύτως βέβαιος για τον τρόπο διεξαγωγής της πειραματικής αντιμετώπισης και έτοιμος να διαχειριστεί οποιαδήποτε «αναποδιά» μπορεί να προκύψει κατά την εκτέλεση του. Επειδή είναι πιθανό κάποιο από τα πειράματα να μην έχει την αναμενόμενη επιτυχία εκτέλεσης με την πρώτη φορά, μπορεί ο δάσκαλος με την βοήθεια του οπτικού δίσκου να το σχεδιάσει και να το εκτελέσει στο σπίτι του ώστε να μην έχει καμιά αμφιβολία και να αποφύγει τυχόν καθυστέρηση μέσα στην τάξη.

Ένας άλλος τομέας τον οποίο μπορεί να καλύψει ο συγκεκριμένος οπτικός δίσκος είναι αυτός του χρόνου. Πολλές φορές συμβαίνει να μην υπάρχει αρκετός «σχολικός» χρόνος

ώστε να οργανωθούν και να εκτελεστούν όλα τα πειράματα και να γίνουν όλες οι δραστηριότητες των σχολικών εγχειριδίων. Σε αυτή την περίπτωση μπορεί ο δάσκαλος να επιλέξει, να παρουσιάσει μέσα στην τάξη, κάποια από τα πειράματα που υπάρχουν στο cd με την μορφή προσομοίωσης με την βοήθεια ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή και ενός βιντεοπροβολέα κερδίζοντας έτσι πολύτιμο χρόνο.

Η έλλειψη υλικοτεχνικής υποδομής, δηλαδή χώρου εργαστηρίου και οργάνων, θεωρείται από τους εκπαιδευτικούς μια άλλη αιτία η οποία ευθύνεται για την απουσία εκτέλεσης των πειραμάτων. Αν και τα πειράματα των σχολικών εγχειριδίων της Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου δεν απαιτούν εξειδικευμένο σχολικό εργαστήριο και χρησιμοποιούν κατά κύριο λόγο υλικά καθημερινής χρήσης που είναι σχετικά εύκολο να βρεθούν, εντούτοις υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να υπάρχει έλλειψη αυτών των υλικών, ειδικά σε σχολεία απομακρυσμένων περιοχών. Και σε αυτή την περίπτωση μπορεί ο δάσκαλος να εκμεταλλευτεί τον οπτικό δίσκο και να το αξιοποιήσει, προβάλλοντας εκείνα τα πειράματα των οποίων τα υλικά είναι δύσκολο να βρεθούν, μέσα στη τάξη.

Τέλος, ένας άλλος λόγος που ο εκπαιδευτικός αποφεύγει την εκτέλεση κάποιου πειράματος μέσα στην τάξη είναι ο φόβος πιθανού ατυχήματος. Αν και τα περισσότερα πειράματα των φύλλων εργασίας είναι ακίνδυνα και μπορούν να εκτελεστούν με ασφάλεια από τους μαθητές, υπάρχουν και κάποια που απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή, όπως αυτά παραδείγματος χάριν που χρειάζονται καμινέτο. Αν λοιπόν ο δάσκαλος δεν αισθάνεται ασφάλεια να εκτελέσει αυτά τα πείραμα μέσα στην τάξη μπορεί και πάλι να χρησιμοποιήσει τον οπτικό δίσκο και τα προβάλλει τα πειράματα που θεωρεί επικίνδυνα μέσα στην τάξη αποφεύγοντας έτσι την πιθανότητα ατυχήματος.

Φαίνεται λοιπόν, ξεκάθαρα, από όλα τα παραπάνω ότι το συγκεκριμένο οπτικοακουστικό υλικό μπορεί να αξιοποιηθεί ποικιλοτρόπως από τους εκπαιδευτικούς και να προσαρμοστεί στις ανάγκες τους ανάλογα με το πώς αυτές προκύπτουν κάθε φορά παρέχοντας τους ένα εύκολο και χρήσιμο εργαλείο προσανατολισμένο στις σύγχρονες παιδαγωγικές θεωρίες, για να τους βοηθήσει στο διδακτικό τους έργο και να τους οδηγήσει στα επιθυμητά μαθησιακά αποτελέσματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

8. Κατάλογος Πειραμάτων

Παρακάτω, παρουσιάζονται στιγμιότυπα με τα όργανα, τα υλικά και την εκτέλεση των πειραμάτων όλων των φύλλων εργασίας των θεματικών ενοτήτων του τετραδίου εργασιών της Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου, μαζί με τα σημαντικά σημεία κάθε κεφαλαίου, τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και τους διδακτικούς στόχους.

8.1 Κεφάλαιο: Υλικά Σώματα

ΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ

- Η μάζα είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα ενός υλικού σώματος.
- Μονάδες μέτρησης της μάζας είναι το γραμμάριο (g), το χιλιόγραμμο ή κιλό (kg) και ο τόνος (tn). Η μάζα μετριέται με τους ζυγούς σύγκρισης και τα κατάλληλα σταθμά.
- Ο όγκος είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα ενός υλικού σώματος.
- Μονάδες μέτρησης του όγκου είναι το κυβικό εκατοστό (cc ή cm³) ή αλλιώς χιλιοστόλιτρο (ml), το λίτρο (l) και το κυβικό μέτρο (m³). Ο όγκος μετριέται με τα ογκομετρικά δοχεία ή με μέτρηση των διαστάσεων του σώματος.
- Η πυκνότητα είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα των υλικών σωμάτων. Η πυκνότητα εκφράζει τη μάζα ενός σώματος στη μονάδα του όγκου.

ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ - ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ

- Πολλοί μαθητές συγχέουν τη μάζα με το βάρος των σωμάτων. Η μάζα είναι χαρακτηριστική ιδιότητα των σωμάτων ανεξάρτητη από τη θέση στην οποία αυτά βρίσκονται. Το βάρος είναι η δύναμη την οποία η Γη ασκεί στα σώματα. Εξαρτάται από τη μάζα των σωμάτων αλλά και από την απόσταση των σωμάτων από το κέντρο της Γης. Η μάζα μετριέται με το ζυγό σύγκρισης, ενώ το βάρος με το δυναμόμετρο. Η σύγχυση βάρους και μάζας είναι συχνή στην καθημερινή ζωή. Ο μανάβης, για παράδειγμα, μετρά το βάρος των σωμάτων με ένα δυναμόμετρο, χρησιμοποιεί όμως τις μονάδες της μάζας. Η σύγχυση αυτή είναι ιδιαίτερα εδραιωμένη. Χρειάζεται συστηματική προσπάθεια για την αναδόμησή της. Η χρησιμοποίηση των σωστών μονάδων μέτρησης κάθε φορά βοηθά τους μαθητές να διακρίνουν τα μεγέθη αυτά: η μάζα μετριέται σε kg ενώ το βάρος σε N.
- Πολλοί μαθητές περιγράφουν τη μάζα και τον όγκο ενός σώματος ως «ποσότητα ύλης» του σώματος και αδυνατούν να ορίσουν με σαφήνεια τη διαφορά των μεγεθών.

- Η μάζα είναι χαρακτηριστική ιδιότητα όλων των σωμάτων. Πολλοί μαθητές θεωρούν ότι κάποια σώματα που δεν είναι ορατά, όπως ο αέρας, δεν έχουν μάζα. Αυτό παρατηρείται κυρίως σε σώματα με ιδιαίτερα μικρή πυκνότητα, όπως για παράδειγμα τα αέρια.
- Κάποιοι μαθητές θεωρούν ότι η πυκνότητα των σωμάτων εξαρτάται μόνο από τη μάζα τους και αδυνατούν να κατανοήσουν ότι η πυκνότητα εκφράζει την ποσότητα μάζας στη μονάδα όγκου.

8.1.1 Φύλλο Εργασίας 1: Όγκος

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι ο όγκος είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα ενός υλικού σώματος.
- Να μετρήσουν οι μαθητές τον όγκο ενός στερεού σώματος χρησιμοποιώντας ένα ογκομετρικό δοχείο.
- Να αναφέρουν οι μαθητές μονάδες μέτρησης όγκου.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

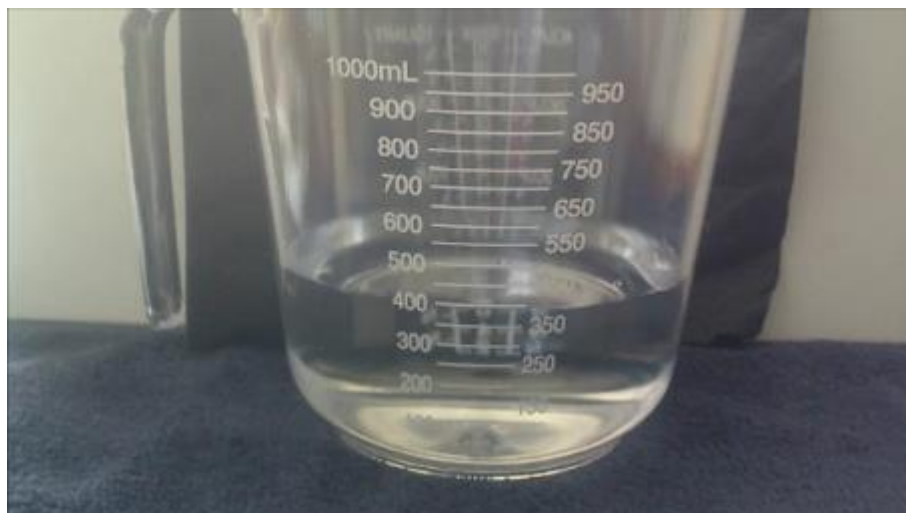
για κάθε ομάδα

- ογκομετρικό δοχείο
- πέτρα - πατάτα
- μεγάλη μπαταρία - κόλλα
- πλαστελίνη - σαπούνι
- διάφορα δοχεία γνωστού όγκου

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 20):



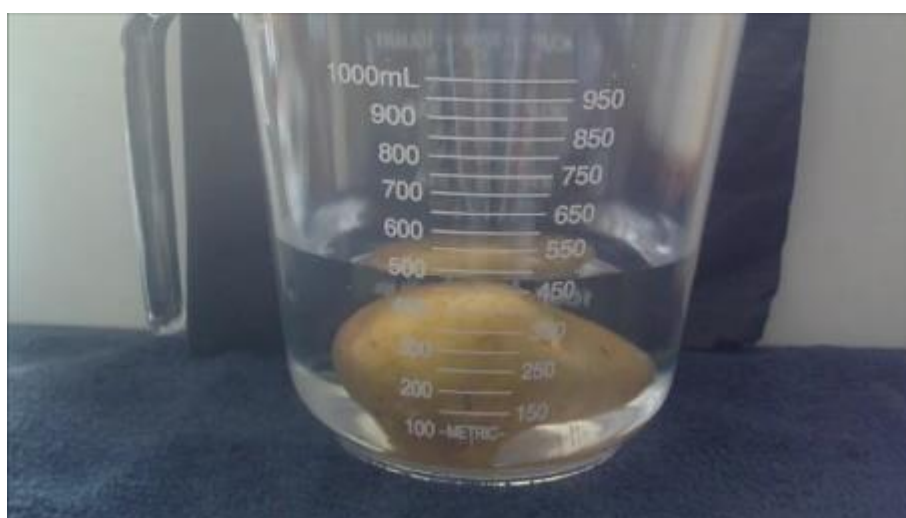
Εικόνα 2: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ1: Όγκος



Εικόνα 3: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Όγκος



Εικόνα 4: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Όγκος



Εικόνα 5: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Όγκος

ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 21):



Εικόνα 6: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ1: Όγκος



Εικόνα 7: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Όγκος

8.1.2 Φύλλο Εργασίας 2: Μάζα

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η μάζα είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα ενός υλικού σώματος.
- Να μετρήσουν οι μαθητές τη μάζα ενός στερεού σώματος χρησιμοποιώντας ένα ζυγό σύγκρισης.
- Να αναφέρουν οι μαθητές μονάδες μέτρησης μάζας.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- ζυγός σύγκρισης
- διάφορα συσκευασμένα προϊόντα

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 23):



Εικόνα 8: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ2: Μάζα



Εικόνα 9: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Μάζα

ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 24):



Εικόνα 10: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ2: Μάζα



Εικόνα 11: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Μάζα



Εικόνα 12: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Μάζα



Εικόνα 13: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Μάζα

8.1.3 Φύλλο Εργασίας 3: Πυκνότητα

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η πυκνότητα είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα ενός υλικού σώματος.
- Να ταξινομήσουν οι μαθητές υλικά σώματα ανάλογα με την πυκνότητά τους.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- διάφορα συσκευασμένα προϊόντα με μάζα 1Kg.

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 26):



Εικόνα 14: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ3: Πυκνότητα



Εικόνα 15: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Πυκνότητα

8.2 Κεφάλαιο: Μίγματα

ΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ

- Τα μίγματα προκύπτουν από την ανάμειξη δύο ή περισσότερων ουσιών.
- Οι ουσίες από τις οποίες αποτελείται ένα μίγμα ονομάζονται συστατικά του μίγματος.
- Τα μίγματα μπορεί να βρίσκονται σε στερεή, υγρή ή αέρια φυσική κατάσταση.
- Τα μίγματα διακρίνονται σε ετερογενή και ομογενή. Ετερογενή ονομάζονται τα μίγματα στα οποία μπορούμε να διακρίνουμε τα συστατικά τους, ενώ ομογενή ονομάζονται τα μίγματα στα οποία δεν μπορούμε να διακρίνουμε τα συστατικά τους.
- Τα ομογενή μίγματα ονομάζονται και διαλύματα.
- Στα υγρά διαλύματα διακρίνουμε το διαλύτη και τη διαλυμένη ουσία.
- Η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας που μπορεί να διαλυθεί σε ένα διαλύτη εξαρτάται από την ποσότητα, τη θερμοκρασία, το είδος του διαλύτη και από το είδος της ουσίας.
- Όταν σ' ένα διάλυμα δεν μπορεί να διαλυθεί επιπλέον ουσία, το διάλυμα ονομάζεται κορεσμένο. Αν συνεχίζουμε να προσθέτουμε ποσότητες της ουσίας στο διάλυμα, δημιουργείται ίζημα.

ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ - ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ

- Σημαντικές δυσκολίες συναντούν πολλοί μαθητές στη διάκριση των καθαρών ουσιών από τα μίγματα. Οι μαθητές θεωρούν συνήθως ότι καθαρές ουσίες είναι αυτές οι οποίες δεν είναι «βρώμικες». Έτσι ταξινομούν τα περισσότερα ομογενή μίγματα στην κατηγορία των καθαρών ουσιών. Στην ενότητα αυτή δε δίνεται ορισμός για τις καθαρές ουσίες, επιδιώκουμε όμως να βοηθήσουμε τους μαθητές να διακρίνουν τις καθαρές ουσίες από τα μίγματα.
- Στην καθημερινή ζωή ο όρος «διάλυμα» χρησιμοποιείται κυρίως για τα ομογενή μίγματα που βρίσκονται σε υγρή φυσική κατάσταση. Πολλοί μαθητές δυσκολεύονται συνεπώς να κατανοήσουν ότι οι όροι «ομογενές μίγμα» και «διάλυμα» είναι συνώνυμοι.

8.2.1 Φύλλο Εργασίας 1: Μελετάμε τα Μίγματα

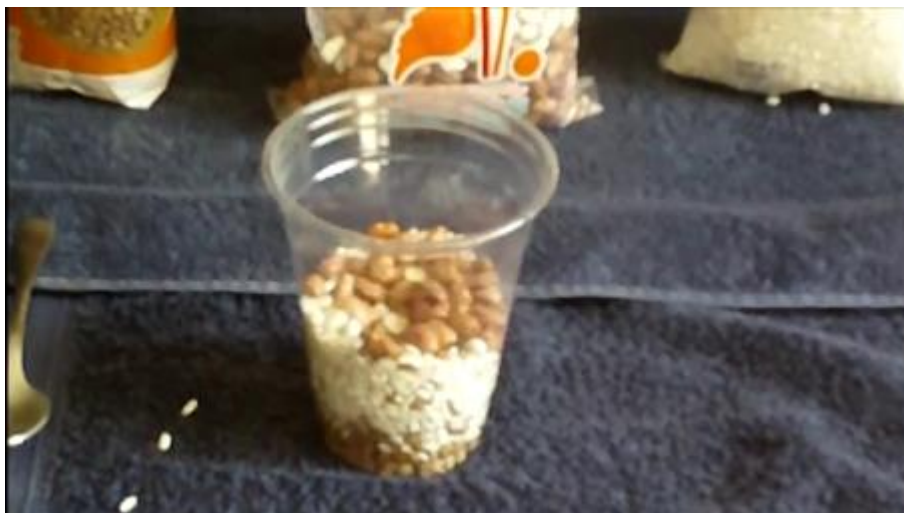
ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να φτιάξουν οι μαθητές μίγματα αναμειγνύοντας διάφορες ουσίες.
- Να αναφέρουν οι μαθητές τη φυσική κατάσταση των μιγμάτων που έφτιαξαν, καθώς και τη φυσική κατάσταση των συστατικών τους.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά σε ποια από τα μίγματα που φτιάχνουν μπορούν να διακρίνουν τα συστατικά τους και σε ποια όχι.
- Να διακρίνουν οι μαθητές τα μίγματα σε ομογενή και ετερογενή.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι τα ομογενή μίγματα ονομάζονται αλλιώς διαλύματα.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- κουταλάκι - ποτήρια
- φασόλια - φακές
- αλάτι - λάδι
- οινόπνευμα
- ζάχαρη - ρύζι
- νερό - πιπέρι
- χρώμα - νέφτι

ΠΕΙΡΑΜΑ 1⁰ (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 30):**Εικόνα 16: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ1: Μελετάμε τα Μίγματα****Εικόνα 17: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Μελετάμε τα Μίγματα**



Εικόνα 18: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ1: Μελετάμε τα Μίγματα



Εικόνα 19: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Μελετάμε τα Μίγματα



Εικόνα 20: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ1: Μελετάμε τα Μίγματα



Εικόνα 21: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Μελετάμε τα Μίγματα
ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 32):



Εικόνα 22: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ1: Μελετάμε τα Μίγματα



Εικόνα 23: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Μελετάμε τα Μίγματα



Εικόνα 24: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Μελετάμε τα Μίγματα



Εικόνα 25: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Μελετάμε τα Μίγματα



Εικόνα 26: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Μελετάμε τα Μίγματα

8.2.2 Φύλλο Εργασίας 2: Μελετάμε τα Διαλύματα

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι η ποσότητα μίας ουσίας που μπορεί να διαλυθεί σε ένα διαλύτη είναι περιορισμένη.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι η ποσότητα μίας ουσίας που μπορούμε να διαλύσουμε σε ένα διαλύτη εξαρτάται από την ποσότητα του διαλύτη.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι η ποσότητα μίας ουσίας που μπορούμε να διαλύσουμε σε ένα διαλύτη εξαρτάται συχνά από τη θερμοκρασία του διαλύτη.
- Να προτείνουν οι μαθητές πείραμα με το οποίο θα διαπιστώσουν ότι στην ίδια ποσότητα νερού διαλύεται μεγαλύτερη ποσότητα ζάχαρης απ' ό,τι αλατιού.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

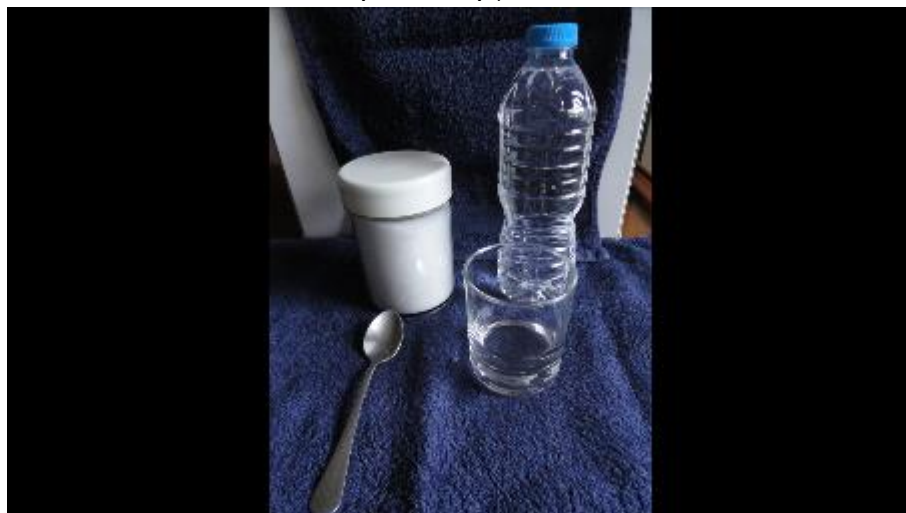
για κάθε ομάδα

- διάφανα μικρά ποτήρια για κρασί
- ζάχαρη
- κουταλάκια

για τα πειράματα επίδειξης

- αλάτι
- καμινέτο
- μπρίκι

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 34):

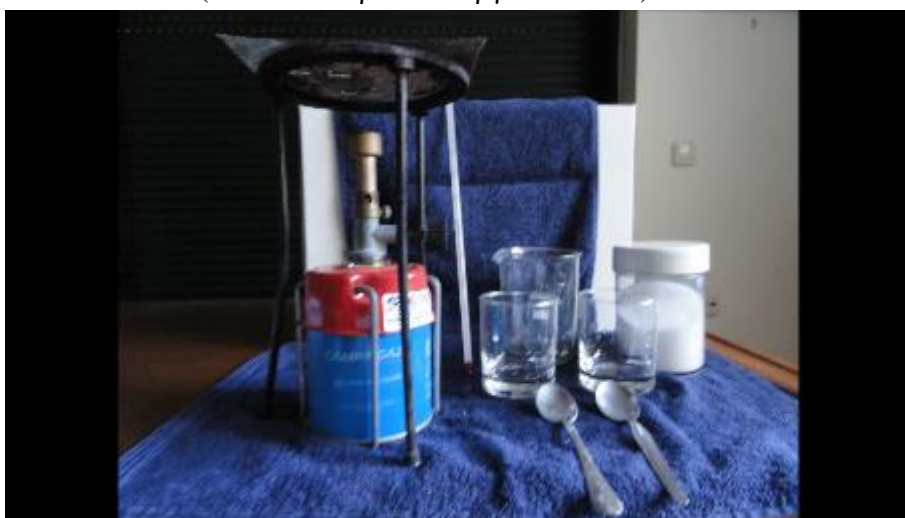


Εικόνα 27: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ2: Μελετάμε τα Διαλύματα



Εικόνα 28: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Μελετάμε τα Διαλύματα

ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 35):



Εικόνα 29: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ2: Μελετάμε τα Διαλύματα



Εικόνα 30: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Μελετάμε τα Διαλύματα



Εικόνα 31: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Μελετάμε τα Διαλύματα



Εικόνα 32: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Μελετάμε τα Διαλύματα

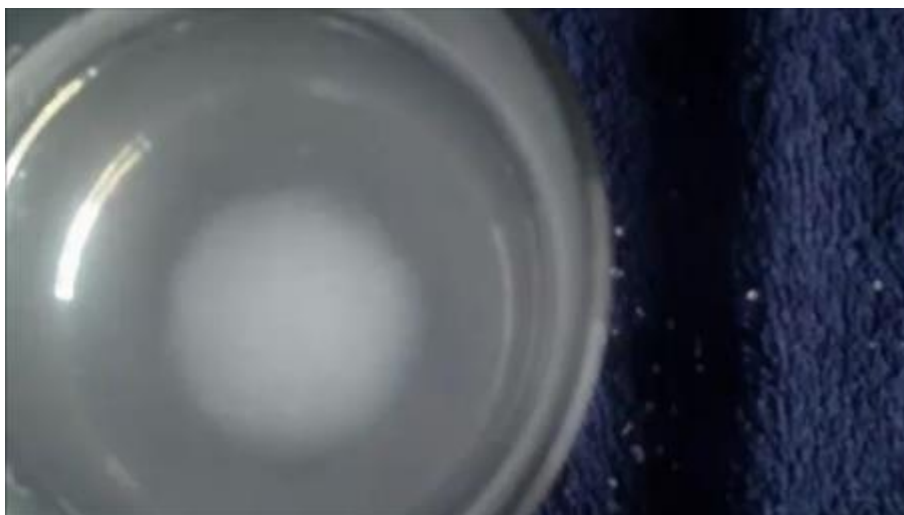
ΠΕΙΡΑΜΑ 3⁰ (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 35):



Εικόνα 33: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ2: Μελετάμε τα Διαλύματα



Εικόνα 34: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Μελετάμε τα Διαλύματα



Εικόνα 35: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Μελετάμε τα Διαλύματα



Εικόνα 36: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Μελετάμε τα Διαλύματα

8.3 Κεφάλαιο: Ενέργεια

ΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ

- Για κάθε αλλαγή στη φύση είναι απαραίτητη η ενέργεια.
- Στην ενέργεια δίνουμε διάφορα «ονόματα» ανάλογα με την προέλευσή της και τον τρόπο με τον οποίο τη χρησιμοποιούμε. Τα διάφορα «πρόσωπα», με τα οποία «εμφανίζεται» η ενέργεια, τα ονομάζουμε μορφές ενέργειας.
- Οι διάφορες αλλαγές που συμβαίνουν γύρω μας συνοδεύονται από μετατροπές στη μορφή της ενέργειας.
- Η ενέργεια βρίσκεται αποθηκευμένη σε διάφορες μορφές. Τις αποθήκες ενέργειας τις ονομάζουμε συχνά και πηγές ενέργειας.
- Με τις διάφορες δραστηριότητές μας η ενέργεια μετατρέπεται διαρκώς σε μορφές, που δεν μπορούμε να αξιοποιήσουμε ή, όπως λέμε διαφορετικά, η ενέργεια υποβαθμίζεται.
- Οι καθημερινές ανάγκες του οργανισμού σε ενέργεια πρέπει να καλύπτονται από τις τροφές που καταναλώνουμε.

ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ - ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ

Καμία έννοια της φυσικής δεν έχει μελετηθεί τόσο αναλυτικά όσο η έννοια «ενέργεια». Οι επιστημονικές εργασίες για τον εντοπισμό εναλλακτικών αντιλήψεων σχετικά με την ενέργεια είναι αμέτρητες, όπως αμέτρητες είναι και οι προτάσεις για διάφορους τρόπους διδακτικής προσέγγισης της ενέργειας. Είναι προφανές ότι ο σχετικός προβληματισμός δεν είναι δυνατόν να παρουσιαστεί με πληρότητα στα πλαίσια ενός βιβλίου για το δάσκαλο. Παρακάτω παρουσιάζονται κάποια σημεία που η συγγραφική ομάδα θεωρεί ιδιαίτερα σημαντικά. Στη βιβλιογραφία, στο τέλος του βιβλίου αυτού, προτείνονται πηγές, στις οποίες μπορεί κανείς να ανατρέξει, αν επιθυμεί να μελετήσει αναλυτικότερα τις σχετικές ερευνητικές εργασίες. Η κυρίαρχη σήμερα άποψη είναι ότι η ενέργεια δεν πρέπει να διδάσκεται ως ανεξάρτητο κεφάλαιο, αλλά σε συνάρτηση με τα διάφορα φυσικά φαινόμενα, που οι μαθητές μελετούν στα επιμέρους κεφάλαια. Η συγγραφική ομάδα ακολουθώντας το αναλυτικό πρόγραμμα όφειλε να περιλάβει στο βιβλίο το ανεξάρτητο αυτό κεφάλαιο. Αναφορές όμως στην ενέργεια γίνονται σε διάφορες ενότητες του βιβλίου. Προτείνεται, όπου δίνεται σχετική ευκαιρία, να γίνεται αναφορά στην ενέργεια και στην αρχή διατήρησής της.

- Η ενέργεια είναι αφηρημένη έννοια, η κατανόηση συνεπώς των ενεργειακών μετατροπών προξενεί σημαντική δυσκολία στους περισσότερους μαθητές. Στο επίπεδο του δημοτικού σχολείου είναι προτιμότερο να μην εμβαθύνουμε ιδιαίτερα, είναι όμως σημαντικό, όταν αναφερόμαστε στην ενέργεια, να μην κάνουμε απλοποιήσεις, που ενδέχεται να εδραιώσουν εσφαλμένες αντιλήψεις.

- Οι περισσότεροι μαθητές θεωρούν ότι η ενέργεια «παράγεται» από τις πηγές και «καταναλώνεται» από τις διάφορες μηχανές. Καθημερινές εκφράσεις, όπως «ηλεκτροπαραγωγό εργοστάσιο», «κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας», «η μπαταρία άδειασε», «τελείωσε η ενέργεια», ενισχύουν την εδραίωση αυτής της λαθεμένης αντίληψης. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να αποφεύγουμε τις εκφράσεις αυτές και να αναφερόμαστε με έμφαση στην αρχή διατήρησης της ενέργειας. Η αναφορά αυτή δεν πρέπει να περιορίζεται κατά την επεξεργασία του κεφαλαίου αυτού, αλλά να είναι συστηματική και συνεχής καθ' όλη τη διάρκεια της χρονιάς. Εξηγούμε στους μαθητές με έμφαση ότι η συνολική ενέργεια διατηρείται και ότι αυτό, που στην καθημερινή ζωή ονομάζουμε «κατανάλωση ενέργειας», είναι στην πραγματικότητα «μετατροπή ενέργειας» σε κάποια μορφή που δε γίνεται εύκολα αντιληπτή, για παράδειγμα σε θερμότητα.
- Πολλοί μαθητές θεωρούν ότι η ενέργεια έχει «υλική υπόσταση». Όταν συνεπώς μεταφέρεται ενέργεια από ένα σώμα σε ένα άλλο, θεωρούν ότι μεταφέρεται κάτι υλικό. Η αναφορά στη διάδοση ενέργειας από τον Ήλιο στη Γη μπορεί να βοηθήσει στην ανατροπή αυτής της εσφαλμένης αντίληψης, αφού οι μαθητές γνωρίζουν ότι ανάμεσα στη Γη και στον Ήλιο ο περισσότερος χώρος είναι κενός.
- Πολλοί μαθητές θεωρούν ότι η ενέργεια είναι εγγενής ιδιότητα κάποιων σωμάτων. Η βενζίνη και το πετρέλαιο, για παράδειγμα, έχουν ενέργεια, ενώ ο σίδηρος δεν έχει. Κατά την αναφορά σε πηγές ενέργειας πρέπει συνεπώς να είμαστε ιδιαίτερα προσεχτικοί.
- Ο ανθρώπινος οργανισμός είναι ένας μετατροπέας ενέργειας. Την ενέργεια που είναι απαραίτητη για τις λειτουργίες του οργανισμού μας και για τις δραστηριότητες μας την παίρνουμε από τις τροφές.

8.3.1 Φύλλο Εργασίας 1: Η Ενέργεια Έχει Πολλά «Πρόσωπα»

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η ενέργεια μπορεί να έχει διάφορες μορφές.
- Να αναφέρουν οι μαθητές διάφορες μορφές ενέργειας.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

- Δεν απαιτούνται

Δεν απαιτείται πειραματική αντιμετώπιση

8.3.2 Φύλλο Εργασίας 2: Η Ενέργεια Αποθηκεύεται

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να εξηγήσουν οι μαθητές ότι η ενέργεια που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή μπορεί να αποθηκεύεται με διάφορους τρόπους.
- Να αναφέρουν οι μαθητές παραδείγματα αποθήκευσης ενέργειας.

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι τις «αποθήκες ενέργειας» τις ονομάζουμε πηγές ενέργειας.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

- Δεν απαιτούνται

Δεν απαιτείται πειραματική αντιμετώπιση

8.3.3 Φύλλο Εργασίας 3: Η Ενέργεια Αλλάζει Συνεχώς Μορφή

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να εξηγήσουν οι μαθητές πώς η ενέργεια μετατρέπεται από μια μορφή σε μια άλλη.
- Να καταγράψουν οι μαθητές παραδείγματα ενεργειακών μετατροπών.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

- ελατήριο
- χαρτί
- μπαταρία
- λαμπάκι σε λυχνιολαβή
- καλώδια

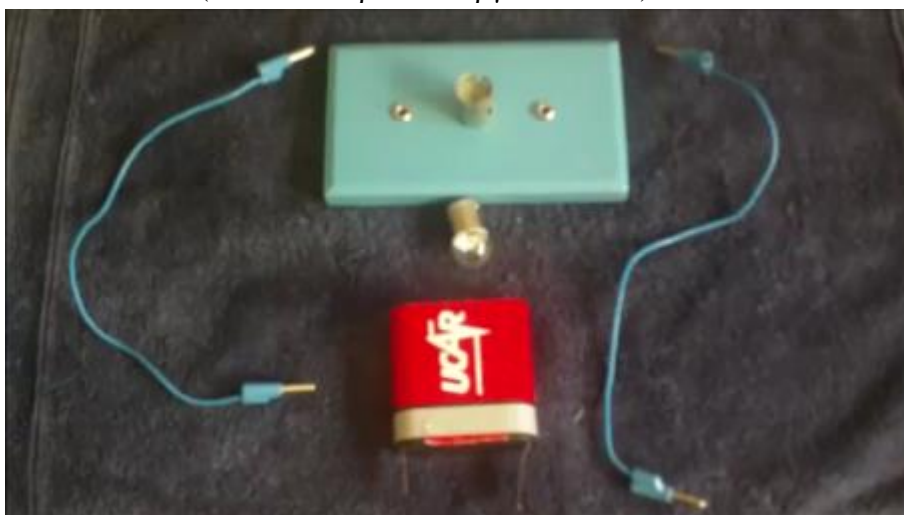
ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 45):



Εικόνα 37: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ3: Η Ενέργεια Αλλάζει Συνεχώς Μορφή



Εικόνα 38: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Η Ενέργεια Αλλάζει Συνεχώς Μορφή
ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 46):



Εικόνα 39: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ3: Η Ενέργεια Αλλάζει Συνεχώς Μορφή



Εικόνα 40: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Η Ενέργεια Αλλάζει Συνεχώς Μορφή

8.3.4 Φύλλο Εργασίας 4: Η Ενέργεια Υποβαθμίζεται

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να εξηγήσουν οι μαθητές ότι η ενέργεια μπορεί να μετατρέπεται από μία μορφή σε μία άλλη.
- Να καταγράψουν οι μαθητές παραδείγματα ενεργειακών μετατροπών.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι πολλές φορές προκαλούμε εμείς οι ίδιοι τη μετατροπή της ενέργειας στη μορφή που μας είναι κάθε φορά χρήσιμη.
- Να εξηγήσουν οι μαθητές ότι σε όλες τις ενεργειακές μετατροπές ένα μέρος της ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα, την οποία δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και έτσι η ενέργεια υποβαθμίζεται

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

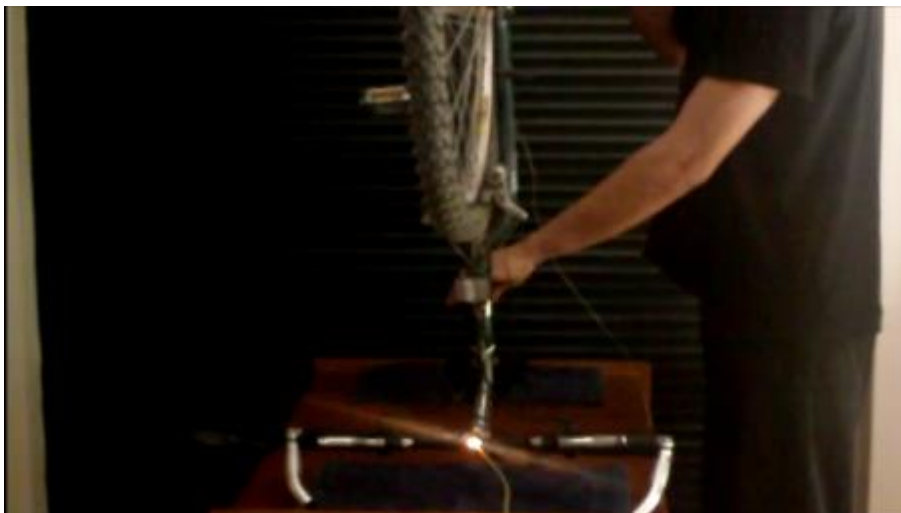
για το πείραμα επίδειξης

- ποδήλατο με δυναμό

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 48):



Εικόνα 41: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ4: Η Ενέργεια Υποβαθμίζεται



Εικόνα 42: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ4: Η Ενέργεια Υποβαθμίζεται

8.3.5 Φύλλο Εργασίας 5: Τροφές και Ενέργεια

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι ο άνθρωπος παίρνει την ενέργεια που είναι απαραίτητη για τη λειτουργία του οργανισμού και τις δραστηριότητες του από τις τροφές.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η ενέργεια που χρειάζεται ένας άνθρωπος εξαρτάται από τη σωματική του δραστηριότητα.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι διαφορετικές τροφές έχουν διαφορετικό ενεργειακό περιεχόμενο.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές ότι το ενεργειακό περιεχόμενο των τροφών που καταναλώνει κάθε άνθρωπος πρέπει να είναι αντίστοιχο της ενέργειας που απαιτείται για τις δραστηριότητές μας.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- Δεν απαιτούνται

Δεν απαιτείται πειραματική αντιμετώπιση

8.4 Κεφάλαιο: Πεπτικό Σύστημα

ΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ

- Με την τροφή παίρνουμε όλα τα απαραίτητα συστατικά για τις διάφορες λειτουργίες του οργανισμού μας.
- Δεν είναι όλα τα είδη των τροφών το ίδιο ωφέλιμα για τον οργανισμό μας.
- Το σύνολο των οργάνων με τα οποία γίνεται η επεξεργασία της τροφής, ώστε να απορροφηθούν από τον οργανισμό μας τα θρεπτικά συστατικά, αποτελεί το πεπτικό μας σύστημα.
- Στη στοματική κοιλότητα υπάρχουν δύο σειρές δοντιών, μία σειρά στην άνω σιαγόνα και μία σειρά στην κάτω σιαγόνα.
- Ανάλογα με το σχήμα και τη λειτουργία που επιτελούν, τα δόντια χωρίζονται σε κοπτήρες, κυνόδοντες, προγόμφιους και γομφίους.
- Τα πρώτα δόντια που αποκτά ένα παιδί ονομάζονται νεογιλά. Περίπου στην ηλικία των έξι χρόνων τα νεογιλά δόντια αρχίζουν να πέφτουν. Στη θέση τους βγαίνουν τα μόνιμα δόντια.
- Με τα δόντια κόβεται και πολτοποιείται η τροφή. Το σάλιο, που εκκρίνεται στη στοματική κοιλότητα από τους σιελογόνους αδένες κατά τη μάσηση, διασπά το άμυλο και συμβάλλει στη δημιουργία του βλωμού (της μπουκιάς).
- Στη συνέχεια ο βλωμός μέσω του φάρυγγα και του οισοφάγου φτάνει στο στομάχι, όπου με την επίδραση του όξινου γαστρικού υγρού και των κινήσεων του στομάχου μετατρέπεται σε παχύρρευστο χυλό.
- Ο παχύρρευστος αυτός χυλός περνά στο λεπτό έντερο, όπου γίνεται η διάσπαση των τροφικών υλικών, τα οποία περνούν στο αίμα. Στη διάσπαση των τροφικών υλικών συμβάλλουν η χολή και το παγκρεατικό υγρό, που εκκρίνονται από το συκώτι και το πάγκρεας αντίστοιχα στο δωδεκαδάκτυλο, το πρώτο τμήμα του λεπτού εντέρου.
- Τα άχρηστα υπολείμματα της τροφικής διάσπασης περνούν στο παχύ έντερο, όπου δημιουργούνται τα κόπρανα, που αποβάλλονται από τον πρωκτό.

ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ - ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ

- Πολλοί μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν ότι τα δόντια αποτελούν όργανα του πεπτικού συστήματος.
- Πολλοί μαθητές δεν είναι ευαισθητοποιημένοι σχετικά με την ανάγκη της προληπτικής επίσκεψης στον οδοντίατρο και θεωρούν ότι η επίσκεψη σε αυτόν είναι αναγκαία μόνο εφόσον πονέσουν τα δόντια.

- Πολλοί μαθητές αγνοούν τον σωστό τρόπο βουρτσίσματος των δοντιών, καθώς επίσης και την αναγκαιότητα του βουρτσίσματος μετά από κάθε γεύμα.

8.4.1 Φύλλο Εργασίας 1: Ισοροπημένη Διατροφή

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

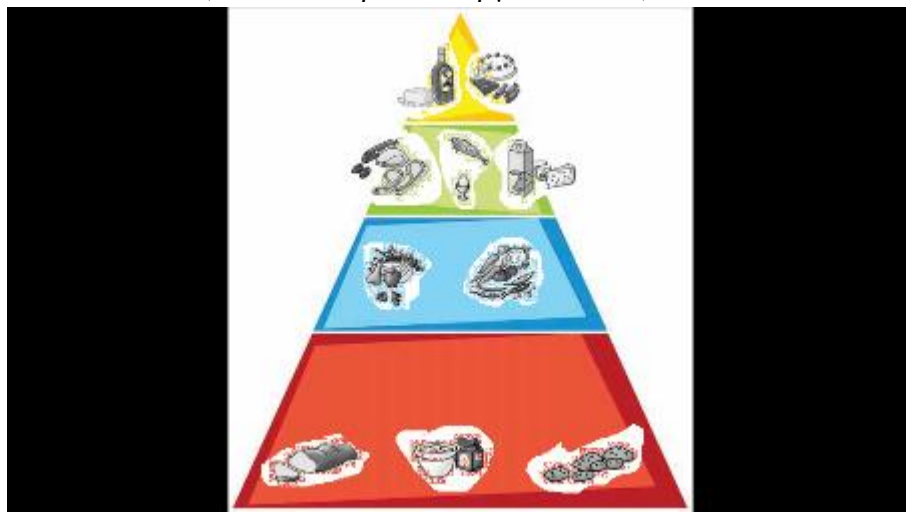
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η υγιεινή διατροφή πρέπει να περιλαμβάνει ποικιλία τροφών, καθώς για τη σωστή ανάπτυξη είναι απαραίτητα όλα τα στοιχεία των τροφών.
- Να κατασκευάσουν οι μαθητές τη διατροφική πυραμίδα και να εξηγήσουν τη σημασία της.
- Να κατασκευάσουν οι μαθητές την πυραμίδα δραστηριοτήτων και να εξηγήσουν τη σημασία της.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

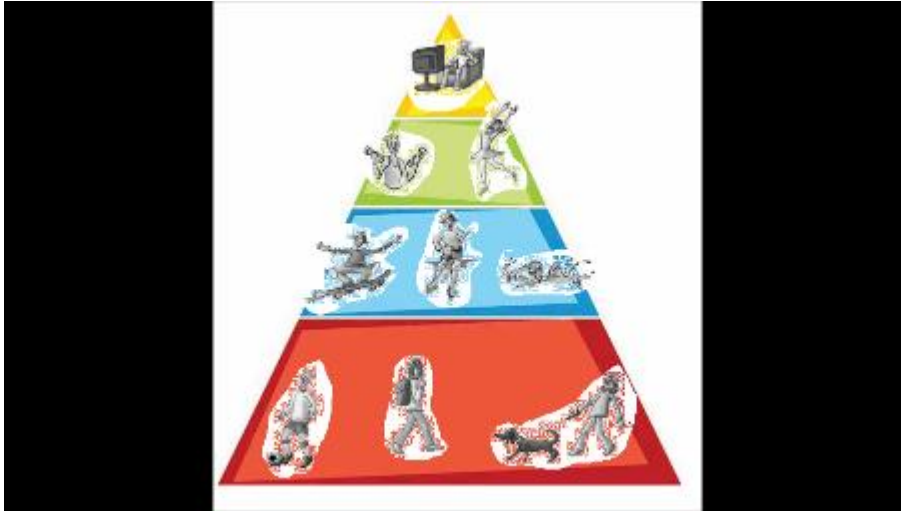
- κόλλα
- ψαλίδι

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 56):



Εικόνα 43: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Ισοροπημένη Διατροφή

ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 57):



Εικόνα 44: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Ισορροπημένη Διατροφή

8.4.2 Φύλλο Εργασίας 2: Τα Δόντια μας - Η Αρχή του Ταξιδιού της Τροφής

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να εντοπίσουν και να αναγνωρίσουν οι μαθητές τους διάφορους τύπους δοντιών στο στόμα τους.
- Να διακρίνουν οι μαθητές σε σκίτσο μιας οδοντοστοιχίας τους κοπήρες, τους κυνόδοντες, τους προγόμφιους και τους γομφίους και να εξηγήσουν τη χρησιμότητα κάθε τύπου δοντιών.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ομοιότητες και διαφορές μεταξύ των νεογιλών και των μόνιμων δοντιών.
- Να σημειώσουν οι μαθητές σε σκίτσο τομής ενός δοντιού τα διάφορα μέρη του δοντιού.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- πλυμένο μήλο
- χαρτί κουζίνας
- αλουμινόφυλλο
- ξυλομπογιές ή μαρκαδόροι

Αν ο γονέας κάποιου μαθητή είναι οδοντίατρος ή γνωρίζουμε εμείς κάποιον οδοντίατρο, μπορούμε να δανειστούμε ένα μοντέλο οδοντοστοιχίας. Στα περισσότερα μοντέλα μπορούμε να αφαιρέσουμε δόντια και να τα παρατηρήσουμε ξεχωριστά. Είναι προφανές ότι η χρήση του μοντέλου διευκολύνει σημαντικά την παρατήρηση των δοντιών σε σχέση με τις δισδιάστατες απεικονίσεις του βιβλίου.

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 59):



Εικόνα 45: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Τα Δόντια μας – Η Αρχή του Ταξιδιού της Τροφής



Εικόνα 46: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Τα Δόντια μας – Η Αρχή του Ταξιδιού της Τροφής

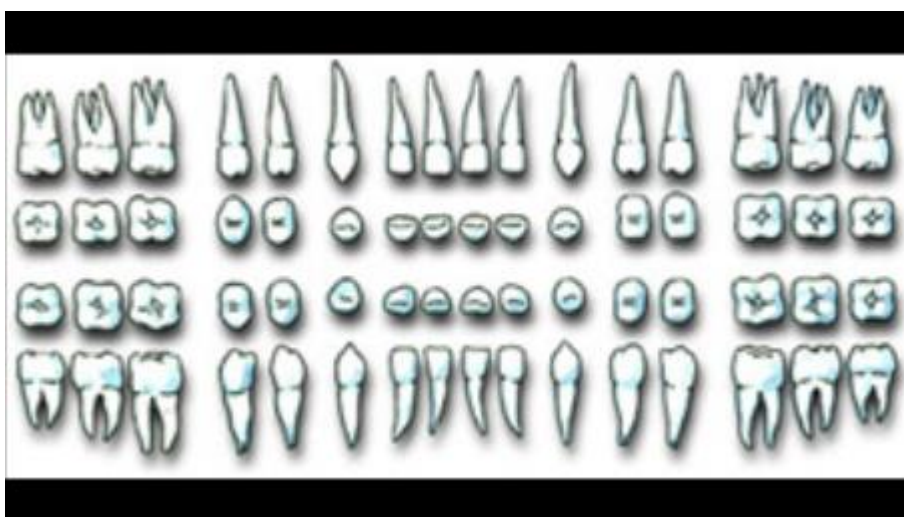


Εικόνα 47: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Τα Δόντια μας – Η Αρχή του Ταξιδιού της Τροφής

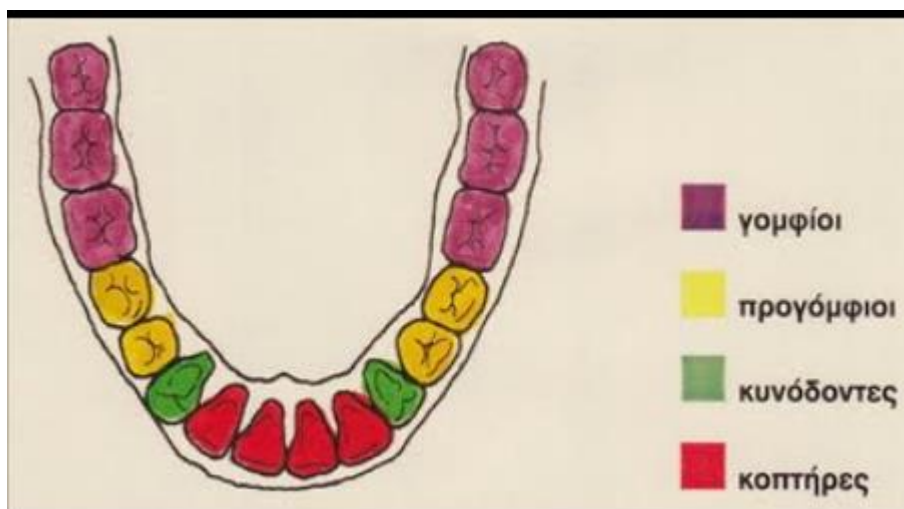
ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 60):



Εικόνα 48: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Τα Δόντια μας – Η Αρχή του Ταξιδιού της Τροφής



Εικόνα 49: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Τα Δόντια μας – Η Αρχή του Ταξιδιού της Τροφής



Εικόνα 50: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Τα Δόντια μας – Η Αρχή του Ταξιδιού της Τροφής

8.4.3 Φύλλο Εργασίας 3: Το Ταξίδι της Τροφής Συνεχίζεται

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να αναφέρουν οι μαθητές τα όργανα του πεπτικού συστήματος και να εξηγήσουν τη λειτουργία καθενός από αυτά.
- Να εντοπίσουν οι μαθητές σε τομή του ανθρώπινου σώματος τη θέση των οργάνων του πεπτικού συστήματος.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά τη χρησιμότητα του σάλιου για τη διάσπαση του αμύλου των τροφών.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά τη χρησιμότητα της χολής στη λειτουργία της πέψης.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- ψαλίδι - κόλλα
- ψωμί - χάρτινο πιατάκι
- νερό - βάμμα ιωδίου
- οδοντογλυφίδες
- ποτήρι - λάδι
- υγρό σαπούνι πιάτων
- καλαμάκι

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 65):



Εικόνα 51: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ3: Το Ταξίδι της Τροφής Συνεχίζεται



Εικόνα 52: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Το Ταξίδι της Τροφής Συνεχίζεται



Εικόνα 53: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Το Ταξίδι της Τροφής Συνεχίζεται



Εικόνα 54: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Το Ταξίδι της Τροφής Συνεχίζεται

ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 66):



Εικόνα 55: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ3: Το Ταξίδι της Τροφής Συνεχίζεται



Εικόνα 56: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Το Ταξίδι της Τροφής Συνεχίζεται



Εικόνα 57: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Το Ταξίδι της Τροφής Συνεχίζεται

8.5 Κεφάλαιο: Θερμότητα

ΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ

- Η εκτίμηση της θερμοκρασίας με τις αισθήσεις μας δεν είναι ακριβής. Για να μετρήσουμε με ακρίβεια τη θερμοκρασία, χρησιμοποιούμε ειδικά όργανα, τα θερμόμετρα.
- Η κατασκευή των θερμομέτρων υδραργύρου και οινοπνεύματος είναι ίδια. Η λειτουργία τους στηρίζεται στη διαστολή ή συστολή, ανάλογα με τη θερμοκρασία, ενός υγρού που βρίσκεται σε ένα μικρό δοχείο. Το δοχείο αυτό καταλήγει στο επάνω μέρος του σε ένα λεπτό σωληνάκι. Όταν το υγρό διαστέλλεται, ανεβαίνει η στάθμη του στο λεπτό σωληνάκι. Δίπλα στο λεπτό σωληνάκι είναι σημειωμένη η κλίμακα, στην οποία διαβάζουμε την τιμή της θερμοκρασίας.
- Η κλίμακα Celsius έχει οριστεί με βάση το σημείο βρασμού του νερού ($100\text{ }^{\circ}\text{C}$) και το σημείο τήξης του πάγου ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- Όταν δύο σώματα, που έχουν διαφορετική θερμοκρασία, έρθουν σε επαφή, ρέει ενέργεια από το σώμα με την υψηλότερη θερμοκρασία προς το σώμα με τη χαμηλότερη θερμοκρασία. Την ενέργεια που ρέει από ένα σώμα σε ένα άλλο λόγω της διαφορετικής τους θερμοκρασίας την ονομάζουμε θερμότητα. Η θερμότητα ρέει λοιπόν πάντοτε από τα θερμότερα στα ψυχρότερα σώματα.
- Μία από τις βασικές ιδιότητες των σωμάτων είναι η φυσική τους κατάσταση. Η φυσική κατάσταση μπορεί να είναι στερεή, υγρή ή αέρια.
- Όταν ένα στερεό σώμα απορροφά ενέργεια, η θερμοκρασία του αυξάνεται. Σε κάποια συγκεκριμένη θερμοκρασία το στερεό αρχίζει να αλλάζει σταδιακά φυσική κατάσταση και γίνεται υγρό. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται τήξη. Όση ώρα διαρκεί η τήξη και ωσότου όλη η ποσότητα του στερεού γίνει υγρή, η θερμοκρασία δε μεταβάλλεται παρά την απορρόφηση ενέργειας.
- Όταν ένα υγρό αποβάλλει ενέργεια, η θερμοκρασία του μειώνεται. Σε κάποια συγκεκριμένη θερμοκρασία το υγρό αρχίζει σταδιακά να αλλάζει φυσική κατάσταση και γίνεται στερεό. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται πήξη. Όση ώρα διαρκεί η πήξη και ωσότου όλη η ποσότητα του υγρού στερεοποιηθεί, η θερμοκρασία δε μεταβάλλεται παρά την αποβολή ενέργειας.
- Η θερμοκρασία πήξης των καθαρών ουσιών είναι ίση με τη θερμοκρασία τήξης τους και χαρακτηριστική για κάθε ουσία.
- Ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία του, ένα μέρος του υγρού από την ελεύθερη επιφάνειά του απορροφά ενέργεια και αλλάζει τη φυσική του κατάσταση από υγρή σε αέρια. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται εξάτμιση.
- Όταν ένα υγρό θερμαίνεται, η θερμοκρασία του αυξάνεται. Με την αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνεται και η εξάτμιση, η αλλαγή δηλαδή της φυσικής κατάστασης από υγρή σε αέρια στην ελεύθερη επιφάνεια του υγρού. Σε κάποια συγκεκριμένη θερμοκρασία, η

αλλαγή της φυσικής κατάστασης από υγρή σε αέρια αρχίζει να γίνεται σε όλο το υγρό και όχι μόνο στην ελεύθερη επιφάνειά του. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται βρασμός. Όση ώρα διαρκεί ο βρασμός και ωστόσο όλη η ποσότητα του υγρού γίνει αέρια, η θερμοκρασία δε μεταβάλλεται παρά την απορρόφηση ενέργειας.

- Η αλλαγή φυσικής κατάστασης από αέρια σε υγρή ονομάζεται συμπύκνωση ή υγροποίηση. Κατά τη συμπύκνωση το αέριο αποβάλλει ενέργεια.
- Τα στερεά, υγρά και αέρια σώματα διαστέλλονται, όταν θερμαίνονται και συστέλλονται, όταν ψύχονται.

ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ - ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ

- Οι περισσότεροι μαθητές συγχέουν τα φυσικά μεγέθη «θερμοκρασία» και «θερμότητα». Η σύγχυση αυτή επιτείνεται από την πολλές φορές λανθασμένη χρήση των όρων στην καθημερινή ζωή. Για την άρση της σύγχυσης και τη σωστή διάκριση των μεγεθών είναι σημαντικό από την αρχή κιόλας του κεφαλαίου να επιμένουμε στην ορθή χρήση των όρων.
- Πολλοί μαθητές, για να ερμηνεύσουν τα σχετικά με τη θερμότητα φαινόμενα, «επινοούν» ένα νέο μέγεθος, την «ψυχρότητα». Αντί δηλαδή να αντιλαμβάνονται το ψύχος ως έλλειψη θερμότητας, του προσδίδουν ανεξάρτητη υπόσταση. Καθημερινές εκφράσεις, όπως «κλείσε το παράθυρο, για να μην μπει κρύο μέσα», «κλείσε το ψυγείο, για να μη φύγει η ψύξη», «σήμερα κάνει κρύο, έχει ψύχρα» επιτείνουν τη σύγχυση των μαθητών.
- Πολλές φορές η «ζέστη» και το «κρύο» ή η «θερμότητα» και η «ψυχρότητα» εκλαμβάνονται ως δύο διαφορετικά ρέοντα υλικά, τα οποία ρέουν μέσα και έξω από τα αντικείμενα.
- Καθώς οι περισσότερες ουσίες στη φύση συναντώνται σε μία φυσική κατάσταση, πολλοί μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν ότι όλα τα σώματα μπορούν να υπάρξουν και στις τρεις φυσικές καταστάσεις ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν. Πολλοί μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν ότι ακόμη και το ατσάλι, για παράδειγμα, μπορεί να βρίσκεται σε αέρια φυσική κατάσταση, αν η θερμοκρασία είναι πάρα πολύ υψηλή.
- Πολλοί μαθητές δυσκολεύονται να διακρίνουν πότε το νερό βρίσκεται σε αέρια και πότε σε υγρή φυσική κατάσταση. Θεωρούν, για παράδειγμα, ότι το «σύννεφο», που σχηματίζεται πάνω από το μπρίκι με το νερό που βράζει, είναι νερό σε αέρια φυσική κατάσταση. Η άποψη αυτή είναι λανθασμένη. Το νερό σε αέρια φυσική κατάσταση δε φαίνεται. Αν μπορούμε να «δούμε» το νερό, αυτό σημαίνει ότι βρίσκεται σε υγρή φυσική κατάσταση. Το «σύννεφο», για παράδειγμα, που σχηματίζεται πάνω από το μπρίκι με νερό που βράζει, αποτελείται από μικροσκοπικά σταγονίδια νερού, που αιωρούνται στον αέρα.

8.5.1 Φύλλο Εργασίας 1: Το Θερμόμετρο

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η εκτίμηση της θερμοκρασίας με τις αισθήσεις μας είναι υποκειμενική.
- Να περιγράψουν οι μαθητές την κατασκευή των θερμομέτρων υδραργύρου και οινόπνευματος και να εξηγήσουν τη χρησιμότητα και τον τρόπο λειτουργίας τους.
- Να χρησιμοποιήσουν οι μαθητές θερμομετρο οινόπνευματος για τη μέτρηση της θερμοκρασίας κάποιων σωμάτων.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά τη θερμοκρασία τήξης του πάγου και τη θερμοκρασία βρασμού του νερού.
- Να περιγράψουν οι μαθητές τον τρόπο με τον οποίο εργάστηκε ο Celsius για τον καθορισμό της κλίμακάς του.
- Να βαθμονομήσουν οι μαθητές αβαθμονόμητο θερμομετρο.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- νερό
- θερμομετρο οινόπνευματος
- παγάκια
- χάρτινο ποτήρι

για τα πειράματα επίδειξης

- 3 λεκάνες νερό
- καμινέτο
- μπρίκι
- κατσαρολάκι
- θερμομετρο οινόπνευματος

ΠΕΙΡΑΜΑ 1⁰ (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 70):



Εικόνα 58: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Το Θερμόμετρο



Εικόνα 59: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Το Θερμόμετρο

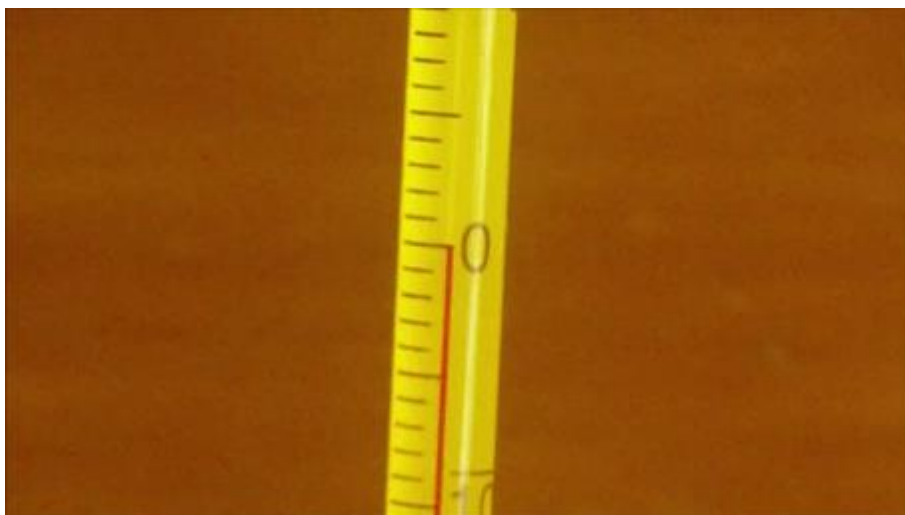
ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 71):



Εικόνα 60: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ1: Το Θερμόμετρο



Εικόνα 61: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Το Θερμόμετρο



Εικόνα 62: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Το Θερμόμετρο

ΠΕΙΡΑΜΑ 3⁰ (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 72):



Εικόνα 63: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ1: Το Θερμόμετρο



Εικόνα 64: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Το Θερμόμετρο



Εικόνα 65: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Το Θερμόμετρο

8.5.2 Φύλλο Εργασίας 2: Θερμοκρασία - Θερμότητα: Δυο Έννοιες Διαφορετικές

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να αναφέρουν οι μαθητές διάφορους τρόπους με τους οποίους μπορούμε να αυξήσουμε τη θερμοκρασία ενός σώματος.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι, όταν ένα σώμα απορροφά θερμότητα, η θερμοκρασία του αυξάνεται.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι η θερμότητα ρέει από τα θερμά στα ψυχρά σώματα.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- νερό
- δοχείο
- μπρίκι
- 2 θερμόμετρα οινόπνευματος

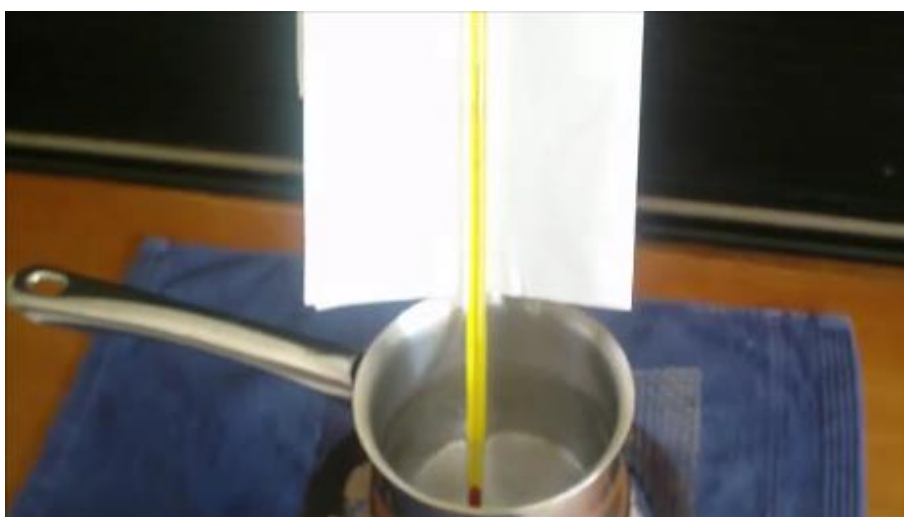
για τα πειράματα επίδειξης

- νερό
- καμινέτο
- μπρίκι
- θερμόμετρο οινόπνευματος

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 74):



Εικόνα 66: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ2: Θερμοκρασία - Θερμότητα: Δυο Έννοιες Διαφορετικές



Εικόνα 67: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Θερμοκρασία - Θερμότητα: Δυο Έννοιες Διαφορετικές



Εικόνα 68: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Θερμοκρασία - Θερμότητα: Δυο Έννοιες Διαφορετικές

ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 75):



Εικόνα 69: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ2: Θερμοκρασία - Θερμότητα: Δυο Έννοιες Διαφορετικές



Εικόνα 70: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Θερμοκρασία - Θερμότητα: Δυο Έννοιες Διαφορετικές



Εικόνα 71: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Θερμοκρασία - Θερμότητα: Δυο Έννοιες Διαφορετικές

8.5.3 Φύλλο Εργασίας 3: Τήξη και Πήξη

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι ο πάγος λιώνει σε συγκεκριμένη θερμοκρασία.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι, όση ώρα ο πάγος λιώνει, η θερμοκρασία παραμένει σταθερή.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι την αλλαγή φυσικής κατάστασης από στερεή σε υγρή την ονομάζουμε τήξη.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι, για να γίνει ένα σώμα από στερεό υγρό, πρέπει να απορροφήσει ενέργεια.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι το νερό στερεοποιείται σε συγκεκριμένη θερμοκρασία.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι, όση ώρα το νερό στερεοποιείται, η θερμοκρασία παραμένει σταθερή.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι την αλλαγή φυσικής κατάστασης από υγρή σε στερεή την ονομάζουμε πήξη.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι η θερμοκρασία πήξης ενός σώματος είναι ίση με τη θερμοκρασία τήξης του.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- νερό - παγάκια
- μπρίκι -παγοθήκη
- κερί - πλαστελίνη
- ποτήρι - θερμομόμετρο οινόπνευματος

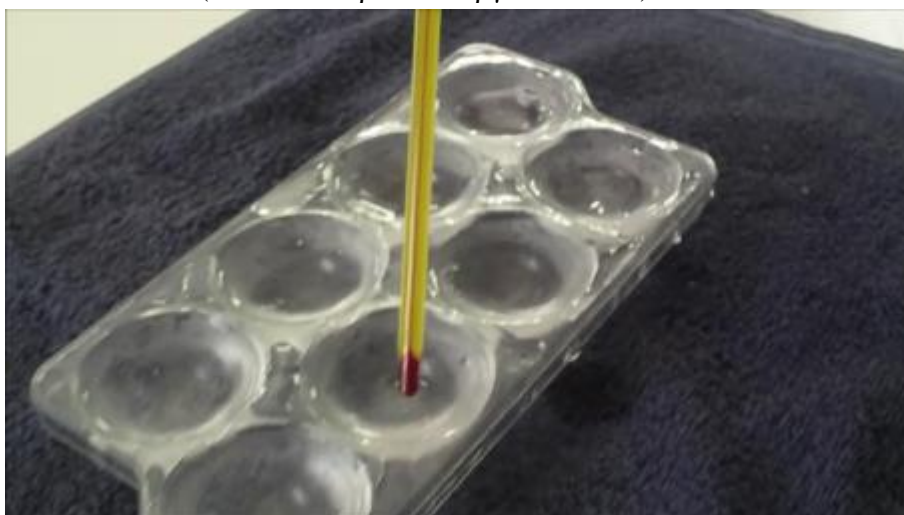
ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 78):



Εικόνα 72: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ3: Τήξη και Πήξη



Εικόνα 73: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Τήξη και Πήξη
ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 79):



Εικόνα 74: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Τήξη και Πήξη



Εικόνα 75: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Τήξη και Πήξη

8.5.4 Φύλλο Εργασίας 4: Εξάτμιση και Συμπύκνωση

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι ονομάζουμε εξάτμιση την αλλαγή της φυσικής κατάστασης μιας ποσότητας υγρού από την ελεύθερη επιφάνειά του από υγρή σε αέρια.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι κατά την εξάτμιση το υγρό απορροφά ενέργεια.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι την αλλαγή φυσικής κατάστασης από αέρια σε υγρή την ονομάζουμε συμπύκνωση ή υγροποίηση.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι κατά την υγροποίηση το αέριο αποβάλλει ενέργεια.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- νερό - οινόπνευμα
- ποτήρι - χαρτόνι
- παγάκια - σταγονόμετρο (εναλλακτικά καλαμάκι)

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 82):



Εικόνα 76: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ4: Εξάτμιση και Συμπύκνωση



Εικόνα 77: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ4: Εξάτμιση και Συμπύκνωση

ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 83):



Εικόνα 78: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ4: Εξάτμιση και Συμπύκνωση



Εικόνα 79: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ4: Εξάτμιση και Συμπύκνωση

8.5.5 Φύλλο Εργασίας 5: Βρασμός

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι την αλλαγή της φυσικής κατάστασης από υγρή σε αέρια, όταν αυτή γίνεται σε όλο το υγρό, την ονομάζουμε βρασμό.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι η θερμοκρασία βρασμού του νερού είναι συγκεκριμένη.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι, όση ώρα διαρκεί ο βρασμός του νερού, η θερμοκρασία του νερού παραμένει σταθερή.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η θερμοκρασία βρασμού είναι χαρακτηριστική για κάθε καθαρή ουσία.
- Να διακρίνουν οι μαθητές το φαινόμενο της εξάτμισης από το φαινόμενο του βρασμού.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για το πείραμα επίδειξης

- διαφανές πυρίμαχο δοχείο, ειδικό για φλόγα
- θερμοόμετρο οινόπνεύματος
- καμινέτο
- νερό

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 84):

Εικόνα 80: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ5: Βρασμός



Εικόνα 81: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ5: Βρασμός



Εικόνα 82: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ5: Βρασμός



Εικόνα 83: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ5: Βρασμός



Εικόνα 84: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ5: Βρασμός

8.5.6 Φύλλο Εργασίας 6: Θερμαίνοντας και Ψήχοντας τα Στερεά

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι τα στερεά σώματα διαστέλλονται, όταν θερμαίνονται.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι τα στερεά σώματα συστέλλονται, όταν ψύχονται.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- κομμάτι ξύλο - 2 μεγάλα καρφιά
- κερί - πλαστελίνη
- ξύλινο μανταλάκι - κέρμα
- ποτήρι - νερό

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 87):



Εικόνα 85: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ6: Θερμαίνοντας και Ψήχοντας τα Στερεά



Εικόνα 86: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ6: Θερμαίνοντας και Ψήχοντας τα Στερεά



Εικόνα 87: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ6: Θερμαίνοντας και Ψήχοντας τα Στερεά



Εικόνα 88: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ6: Θερμαίνοντας και Ψήχοντας τα Στερεά



Εικόνα 89: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ6: Θερμαίνοντας και Ψήχοντας τα Στερεά

8.5.7 Φύλλο Εργασίας 7: Θερμαίνοντας και Ψήχοντας τα Υγρά

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι τα υγρά διαστέλλονται, όταν θερμαίνονται.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι τα υγρά συστέλλονται, όταν ψύχονται.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- νερό - νερομπογιά
- μικρό μπουκαλάκι - καλαμάκι
- πλαστελίνη - μπρίκι (πείραμα επίδειξης)
- μαρκαδόρος - καμινέτο (πείραμα επίδειξης)
- μεγάλο δοχείο

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 89):



Εικόνα 90: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ7: Θερμαίνοντας και Ψήχοντας τα Υγρά



Εικόνα 91: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ7: Θερμαίνοντας και Ψήχοντας τα Υγρά



Εικόνα 92: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ7: Θερμαίνοντας και Ψήχοντας τα Υγρά



Εικόνα 93: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ7: Θερμαίνοντας και Ψήχοντας τα Υγρά



Εικόνα 94: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ7: Θερμαίνοντας και Ψήχοντας τα Υγρά

8.5.8 Φύλλο Εργασίας 8: Θερμαίνοντας και Ψήχοντας τα Αέρια

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι ο αέρας διαστέλλεται, όταν θερμαίνεται.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι ο αέρας συστέλλεται, όταν ψύχεται.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- μικρό μπουκάλι - μπαλόνι
- νερό - 2 πλαστικές λεκάνες

για το πείραμα επίδειξης

- μπρίκι
- καμινέτο

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 91):



Εικόνα 95: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ8: Θερμαίνοντας και Ψήχοντας τα Αέρια



Εικόνα 96: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ8: Θερμαίνοντας και Ψήχοντας τα Αέρια



Εικόνα 97: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ8: Θερμαίνοντας και Ψήχοντας τα Αέρια



Εικόνα 98: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ8: Θερμαίνοντας και Ψήχοντας τα Αέρια

8.6 Κεφάλαιο: Ηλεκτρισμός

ΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ

- Όταν τρίβουμε μεταξύ τους κάποια υλικά, μεταφέρονται ηλεκτρόνια από το ένα σώμα στο άλλο. Τα σώματα τότε φορτίζονται ηλεκτρικά. Όταν δυο σώματα είναι φορτισμένα όμοια, απωθούνται, ενώ όταν είναι φορτισμένα διαφορετικά, έλκονται.
- Οι ηλεκτρικές συσκευές λειτουργούν με ενέργεια που παίρνουν από μπαταρίες από το δίκτυο της ΔΕΗ.
- Για να φωτοβολεί ένας λαμπτήρας, πρέπει η μία επαφή του να συνδέεται με τον ένα πόλο μιας μπαταρίας και η άλλη επαφή με τον άλλο πόλο της μπαταρίας έτσι, ώστε να δημιουργείται ένα κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα.
- Για να σχεδιάζουμε ευκολότερα τα ηλεκτρικά κυκλώματα, χρησιμοποιούμε σκίτσα με σύμβολα για τα διάφορα στοιχεία του κυκλώματος.
- Τα άτομα αποτελούνται από τον πυρήνα και τα ηλεκτρόνια, που κινούνται γύρω από τον πυρήνα. Ο πυρήνας αποτελείται από πρωτόνια και νετρόνια. Τα πρωτόνια έχουν θετικό φορτίο, τα ηλεκτρόνια αρνητικό, ενώ τα νετρόνια δεν είναι φορτισμένα ηλεκτρικά.
- Γύρω από κάθε πυρήνα κινούνται τόσα ηλεκτρόνια όσα είναι και τα πρωτόνια του. Γι' αυτό και τα άτομα είναι ηλεκτρικά ουδέτερα. Σε κάποια υλικά ωστόσο τα ηλεκτρόνια δεν κινούνται γύρω από ένα συγκεκριμένο πυρήνα, αλλά μπορούν να κινηθούν από το ένα άτομο στο άλλο. Τα ηλεκτρόνια αυτά ονομάζονται ελεύθερα ηλεκτρόνια.
- Τα υλικά διακρίνονται σε αγωγούς του ηλεκτρικού ρεύματος και σε μονωτές. Τα υλικά μέσα από τα οποία είναι δυνατή η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος ονομάζονται αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος, ενώ τα υλικά μέσα από τα οποία δεν είναι δυνατή η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος, μονωτές.
- Για να μπορούμε να διακόπτουμε εύκολα και για όσο διάστημα επιθυμούμε τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα κύκλωμα, χρησιμοποιούμε τους διακόπτες.
- Στο κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα η πηγή θέτει σε κίνηση τα ελεύθερα ηλεκτρόνια των αγωγών. Την κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων την ονομάζουμε ηλεκτρικό ρεύμα. Συνήθη στοιχεία ενός απλού ηλεκτρικού κυκλώματος είναι η ηλεκτρική πηγή, τα καλώδια, η λυχνιολαβή με το λαμπάκι και ο διακόπτης.
- Στη σύνδεση σε σειρά το ηλεκτρικό ρεύμα που ρέει στα δύο λαμπάκια είναι το ίδιο. Αν αποσυνδεθεί ένα από τα δύο λαμπάκια, το κύκλωμα διακόπτεται, οπότε σβήνει και το άλλο λαμπάκι.
- Στην παράλληλη σύνδεση το ρεύμα διακλαδίζεται. Αν αποσυνδεθεί το ένα από τα δύο λαμπάκια, η ροή του ρεύματος διακόπτεται μόνο στον κλάδο του κυκλώματος στον οποίο ήταν συνδεδεμένο το λαμπάκι που αποσυνδέθηκε. Το άλλο λαμπάκι παραμένει αναμμένο.

- Το νερό, όταν περιέχει άλατα, είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος. Το ανθρώπινο σώμα αποτελείται σε μεγάλο ποσοστό από νερό με άλατα, είναι συνεπώς αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος. Η ροή ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από το ανθρώπινο σώμα μπορεί να προκαλέσει ακόμη και το θάνατο.

ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ - ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ

- Για να μελετήσουν οι μαθητές τα ηλεκτρικά φαινόμενα, πρέπει να κάνουν συλλογισμούς με αφηρημένες έννοιες, όπως «ρεύμα», «ενέργεια», «φορτίο» κ.ά. Πολλοί μαθητές συναντούν δυσκολίες στη διάκριση εννοιών, όπως ηλεκτρικό ρεύμα, ηλεκτρική ενέργεια, φορτίο. Πολλοί μαθητές χρησιμοποιούν συχνά το γενικό όρο «ηλεκτρισμός» αντί για τον κάθε φορά ορθό ειδικότερο.
- Δυσκολίες αντιμετωπίζουν πολλοί μαθητές και στην κατανόηση της διατήρησης του φορτίου. Πολλοί μαθητές θεωρούν ότι το φορτίο χάνεται στη διαδρομή μέσα από τα καλώδια και συνεπώς το ηλεκτρικό ρεύμα εξασθενεί. Το μηχανικό ανάλογο με το μοντέλο του νερού, που περιγράφεται στο Φύλλο Εργασίας 5 του κεφαλαίου αυτού, μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν ότι το φορτίο διατηρείται.
- Πολλοί μαθητές συναντούν γενικότερα δυσκολίες σχετικά με την κατανόηση της μεταφοράς ενέργειας από το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα κύκλωμα. Για να εξηγήσουν πώς φτάνει το ρεύμα από την πηγή στον «καταναλωτή», τα παιδιά στρέφονται σε εναλλακτικά μοντέλα (Driver 1993, σ. 49), τα πιο συνηθισμένα από τα οποία είναι:

Το μονοπολικό μοντέλο, στο οποίο οι μαθητές αναγνωρίζουν μόνο έναν πόλο στην πηγή. Οι μαθητές θεωρούν ότι για τη σύνδεση πηγής και λαμπτήρα είναι αρκετό ένα μόνο καλώδιο. Η χρήση πλακέ μπαταριών, στις οποίες και οι δύο πόλοι είναι εξίσου εμφανείς, βοηθά στην απόρριψη του μοντέλου αυτού.

Το μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων, στο οποίο οι μαθητές θεωρούν ότι από τους δύο πόλους της μπαταρίας ρέουν προς τον «καταναλωτή» δύο «ποιότητες ρεύματος», η ένωση των οποίων προκαλεί την ακτινοβολία του λαμπτήρα. Η επίδειξη κυκλώματος με δύο λαμπτήρες σε παράλληλη σύνδεση βοηθά στην απόρριψη αυτού του μοντέλου, αφού, αν το μοντέλο ήταν σωστό, θα έπρεπε ο δεύτερος λαμπτήρας να ακτινοβολεί λιγότερο από τον πρώτο.

Το μοντέλο της εξασθένησης του ρεύματος, σύμφωνα με το οποίο το ρεύμα ρέει προς μία κατεύθυνση, καταναλώνεται στον λαμπτήρα, οπότε επιστρέφει λιγότερο ρεύμα στην πηγή. Η επίδειξη κυκλώματος με δύο λαμπτήρες σε σύνδεση σε σειρά βοηθά στην απόρριψη αυτού του μοντέλου, αφού, αν το μοντέλο ήταν σωστό, θα έπρεπε ο δεύτερος λαμπτήρας να ακτινοβολεί λιγότερο.

8.6.1 Φύλλο Εργασίας 1: Στατικός Ηλεκτρισμός

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι τα ομώνυμα φορτία απωθούνται, ενώ τα ετερόνυμα έλκονται.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι το πλαστικό καλαμάκι, όταν τρίβεται με ένα χαρτομάντιλο, φορτίζεται αρνητικά.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι το χαρτομάντιλο, όταν τρίβεται σε ένα καλαμάκι, φορτίζεται θετικά.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

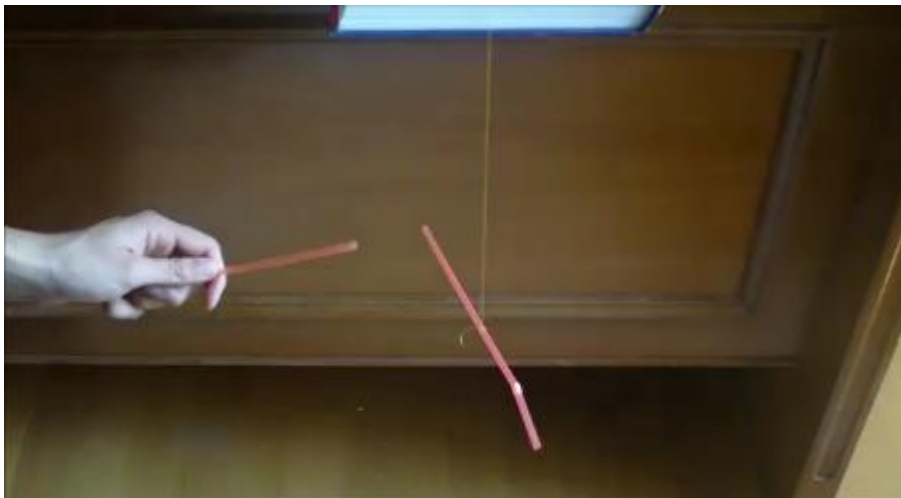
για κάθε ομάδα

- καλαμάκια
- κλωστή
- χαρτομάντιλο

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 94):



Εικόνα 99: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ1: Στατικός Ηλεκτρισμός



Εικόνα 100: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Στατικός Ηλεκτρισμός

ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 96):



Εικόνα 101: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Στατικός Ηλεκτρισμός



Εικόνα 102: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Στατικός Ηλεκτρισμός

8.6.2 Φύλλο Εργασίας 2: Το Ηλεκτροσκόπιο

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι δύο όμοια φορτισμένα σώματα απωθούνται.
- Να κατασκευάσουν οι μαθητές ένα ηλεκτροσκόπιο και να διαπιστώσουν πειραματικά τον τρόπο λειτουργίας του.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- διαφάνεια - μάλλινο ύφασμα
- ταινία - καλαμάκι
- άδειο διάφανο, γυάλινο μπουκάλι - αλουμινόφυλλο
- χαρτόνι - ψαλίδι
- σύρμα – χαρτομάντιλο

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 98):



Εικόνα 103: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Το Ηλεκτροσκόπιο



Εικόνα 104: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Το Ηλεκτροσκόπιο



Εικόνα 105: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Το Ηλεκτροσκόπιο

ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 99):



Εικόνα 106: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ2: Το Ηλεκτροσκόπιο



Εικόνα 107: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Το Ηλεκτροσκόπιο



Εικόνα 108: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Το Ηλεκτροσκόπιο

8.6.3 Φύλλο Εργασίας 3: Πότε Ανάβει το Λαμπάκι;

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να σημειώσουν οι μαθητές σε τομή ενός λαμπτήρα πυρακτώσεως τα διάφορα μέρη του.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά το σωστό τρόπο σύνδεσης ενός λαμπτήρα με τους πόλους μιας μπαταρίας σε ένα κύκλωμα.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

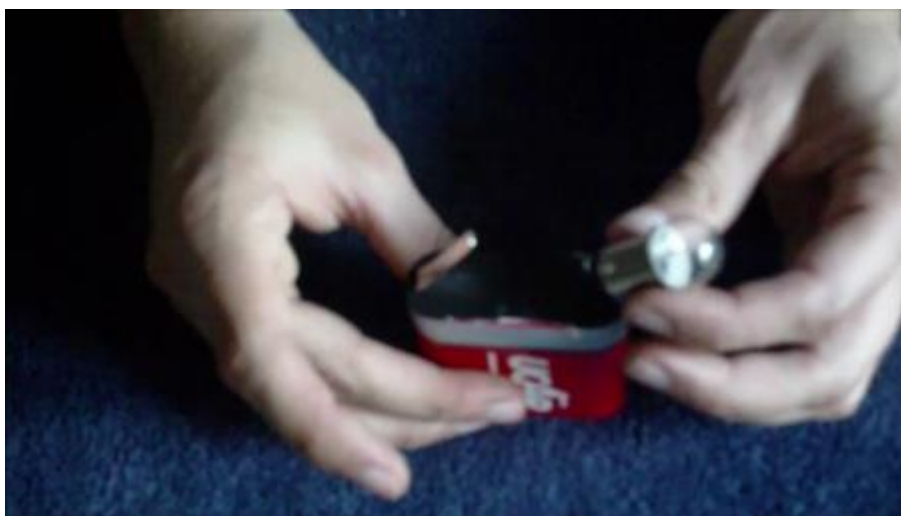
για κάθε ομάδα

- καλώδιο
- μπαταρία
- λαμπάκι
- ψαλίδι

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 102):



Εικόνα 109: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ3: Πότε Ανάβει το Λαμπάκι;



Εικόνα 110: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Πότε Ανάβει το Λαμπάκι;



Εικόνα 111: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Πότε Ανάβει το Λαμπάκι;



Εικόνα 112: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Πότε Ανάβει το Λαμπάκι;

8.6.4 Φύλλο Εργασίας 4: Ένα Απλό Κύκλωμα

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να κατασκευάσουν οι μαθητές μια λυχνιολαβή και να τη χρησιμοποιήσουν σε ένα απλό κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα.
- Να συσχετίσουν οι μαθητές τα στοιχεία ενός κυκλώματος με τα αντίστοιχα σύμβολα.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

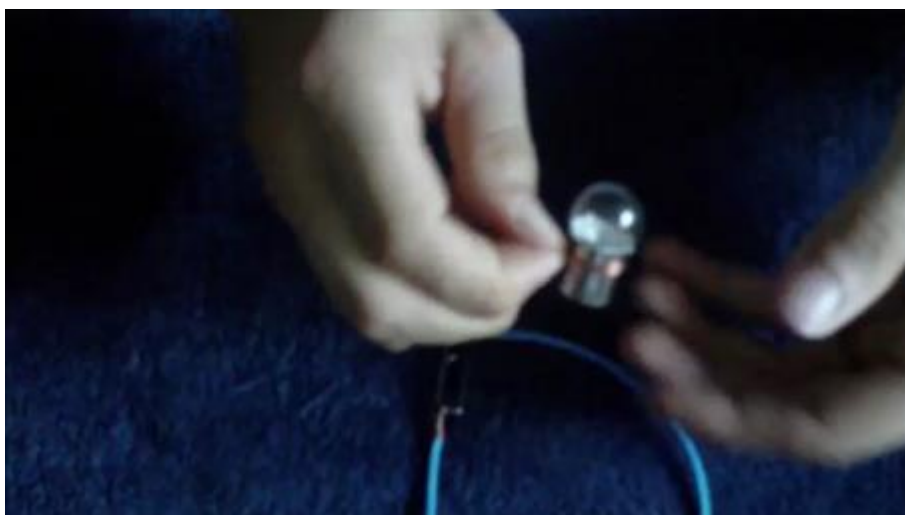
για κάθε ομάδα

- μπαταρία - συνδετήρες
- ψαλίδι - μανταλάκι
- καλώδιο - λαμπάκι βιδωτό
- πινέζα - σφυρί
- κομμάτι ξύλο – καρφί

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 105):



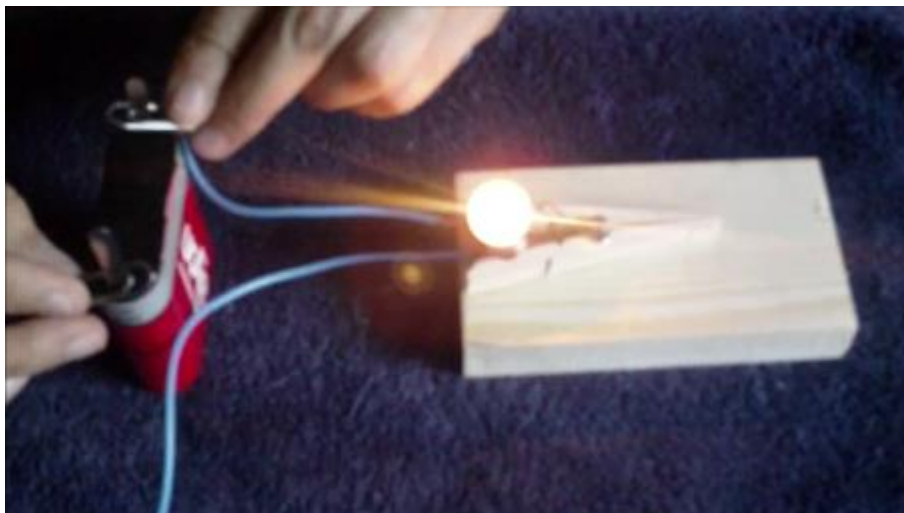
Εικόνα 113: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ4: Ένα Απλό Κύκλωμα



Εικόνα 114: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ4: Ένα Απλό Κύκλωμα



Εικόνα 115: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ4: Ένα Απλό Κύκλωμα



Εικόνα 116: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ4: Ένα Απλό Κύκλωμα

8.6.5 Φύλλο Εργασίας 5: Το Ηλεκτρικό Ρεύμα

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να εξηγήσουν οι μαθητές με απλά λόγια την έννοια «ελεύθερα ηλεκτρόνια» και να αναφέρουν ότι η κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων ονομάζεται ηλεκτρικό ρεύμα.
- Να εντοπίσουν οι μαθητές διαφορές και ομοιότητες ανάμεσα στη ροή του νερού σε ένα κλειστό κύκλωμα με σωλήνες και στη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

- Δεν απαιτούνται

Δεν απαιτείται πειραματική αντιμετώπιση

8.6.6 Φύλλο Εργασίας 6: Αγωγοί και Μονωτές

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά την ύπαρξη υλικών που άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα και υλικών που δεν άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα.
- Να αναγνωρίσουν οι μαθητές το μέρος των καλωδίων είναι κατασκευασμένο από αγωγούς και αυτό που είναι κατασκευασμένο από μονωτές.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

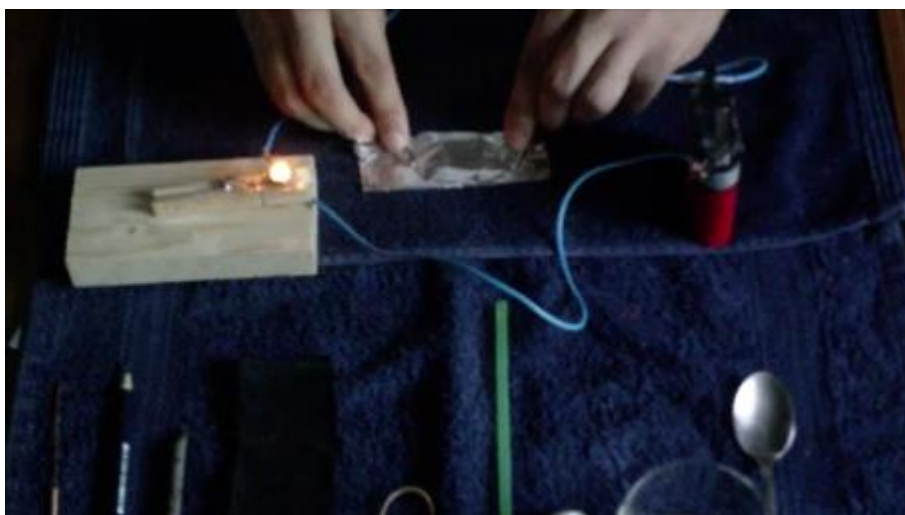
για κάθε ομάδα

- λαμπάκι σε λυχνιολαβή - ασημένιο δαχτυλίδι - καλώδιο
- μπαταρία - καλαμάκι - σύρμα από καλώδιο
- καλώδιο - λαστιγάκι - ποτήρι
- συνδετήρες - μπλουζάκι - μολύβι
- αλουμινόφυλλο - κλαδί – κουταλάκι

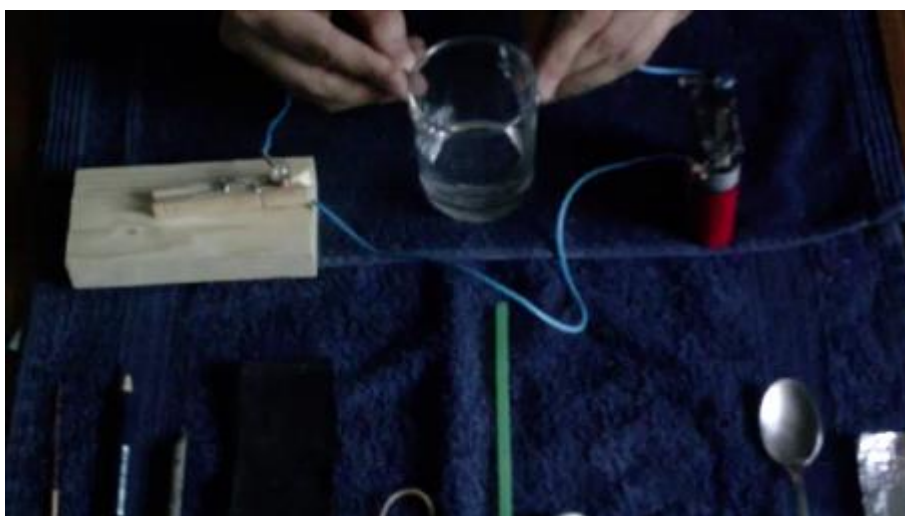
ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 112):



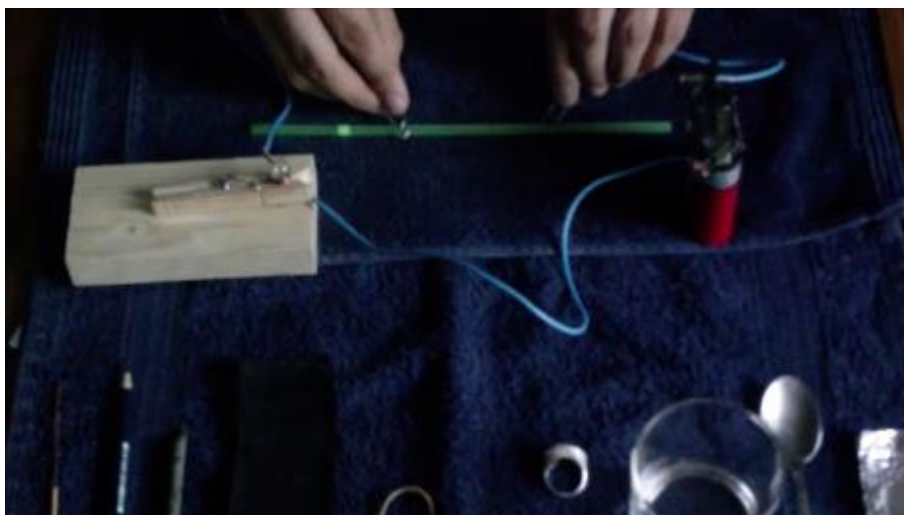
Εικόνα 117: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ5: Το Ηλεκτρικό Ρεύμα



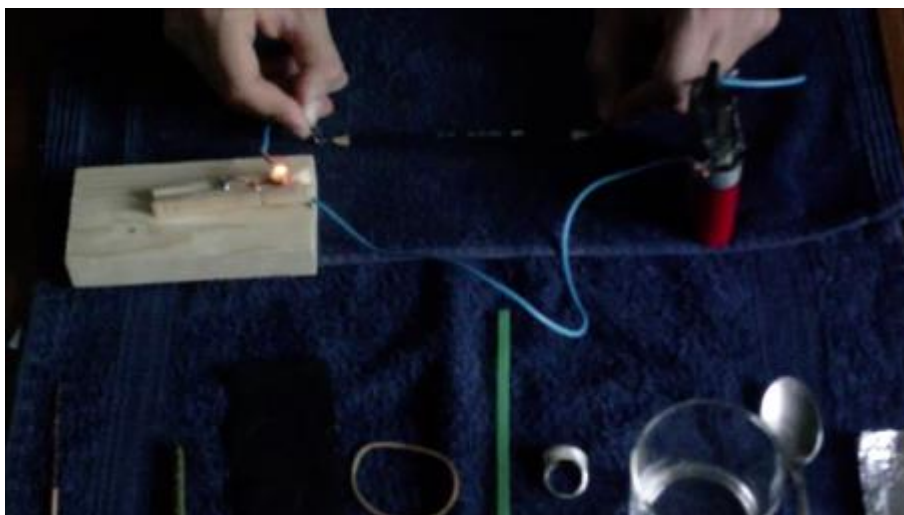
Εικόνα 118: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ5: Το Ηλεκτρικό Ρεύμα



Εικόνα 119: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ5: Το Ηλεκτρικό Ρεύμα



Εικόνα 120: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ5: Το Ηλεκτρικό Ρεύμα



Εικόνα 121: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ5: Το Ηλεκτρικό Ρεύμα

8.6.7 Φύλλο Εργασίας 7: Ο Διακόπτης

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

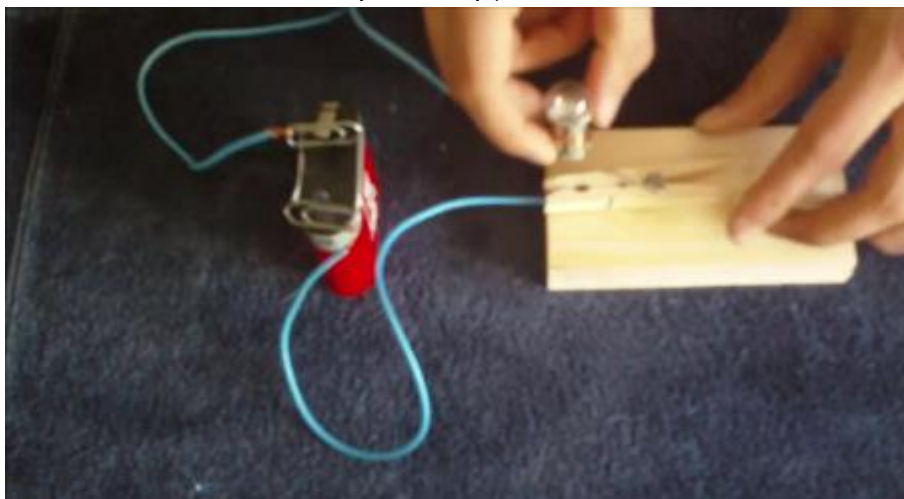
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά τη χρησιμότητα του διακόπτη σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.
- Να αναγνωρίσουν οι μαθητές τα σύμβολα για τον ανοιχτό και για τον κλειστό διακόπτη.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι στη σύνδεση σε σειρά ο διακόπτης μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιαδήποτε θέση του κυκλώματος.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

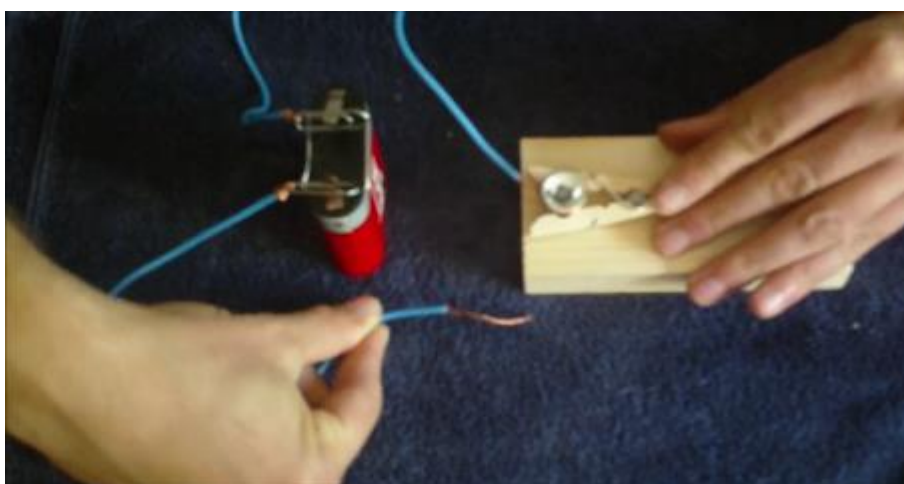
για κάθε ομάδα

- μπαταρία - ξύλο
- καλώδιο – συνδετήρες - λαμπάκι σε λυχνιολαβή
- πινέζες - μεγάλος συνδετήρας – ψαλίδι

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 115):



Εικόνα 122: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ7: Ο Διακόπτης

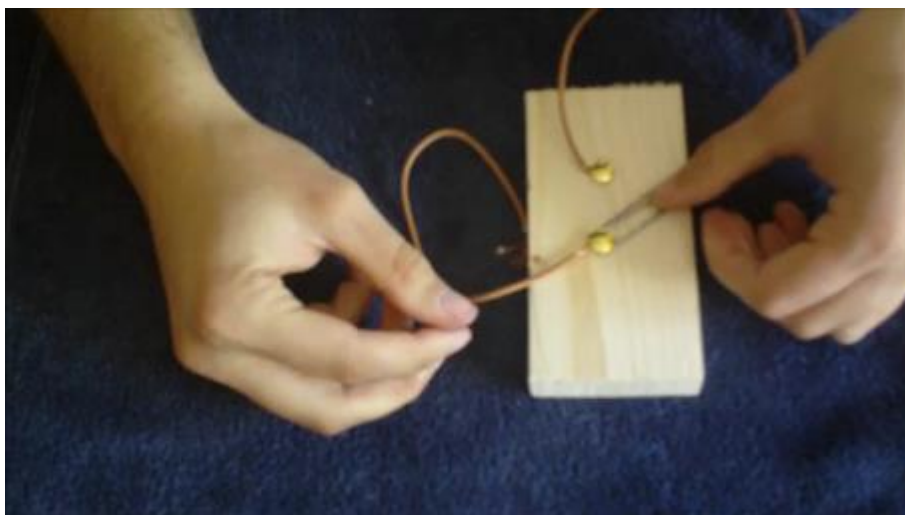


Εικόνα 123: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ7: Ο Διακόπτης

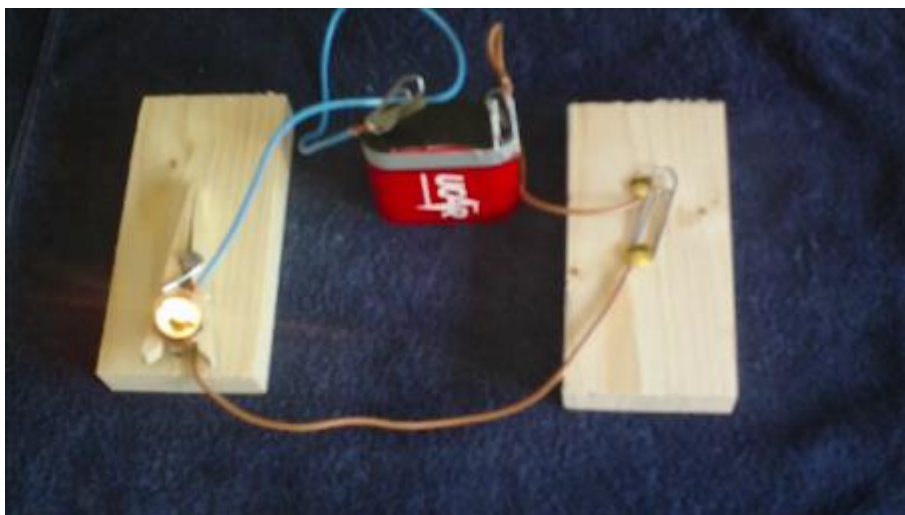
ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 116):



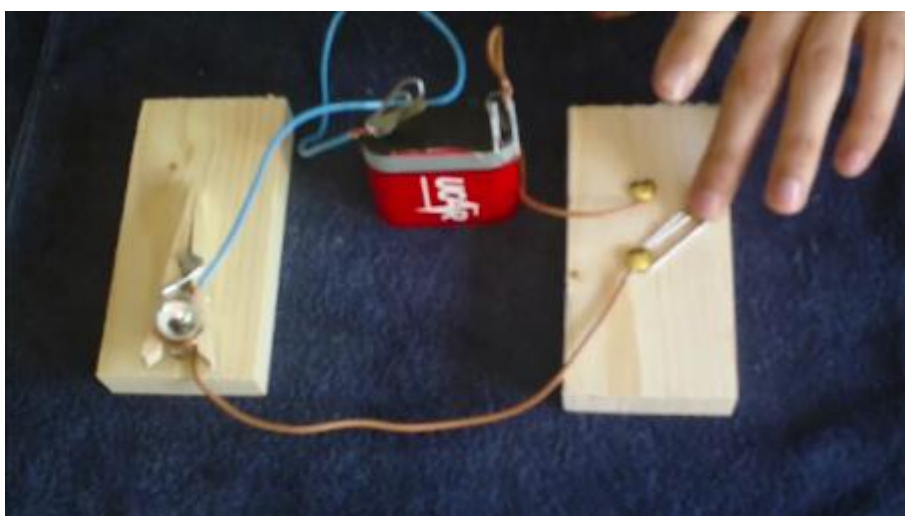
Εικόνα 124: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ7: Ο Διακόπτης



Εικόνα 125: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ7: Ο Διακόπτης

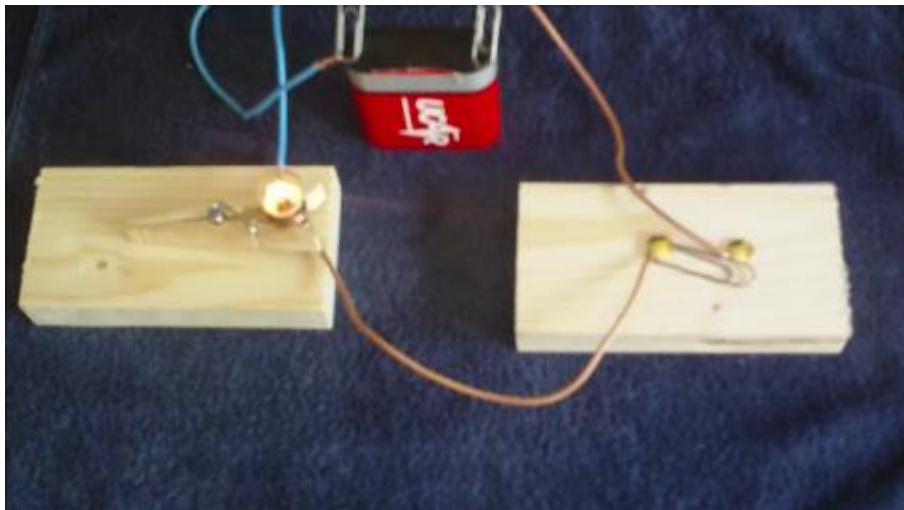


Εικόνα 126: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ7: Ο Διακόπτης

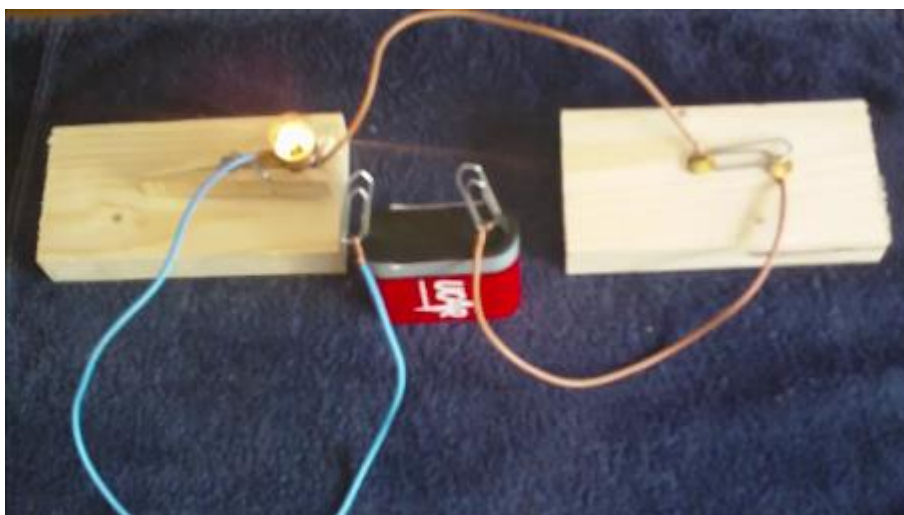


Εικόνα 127: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ7: Ο Διακόπτης

ΠΕΙΡΑΜΑ 3^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 117):



Εικόνα 128: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ7: Ο Διακόπτης



Εικόνα 129: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ7: Ο Διακόπτης

8.6.8 Φύλλο Εργασίας 8: Σύνδεση σε Σειρά και Παράλληλη Σύνδεση

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

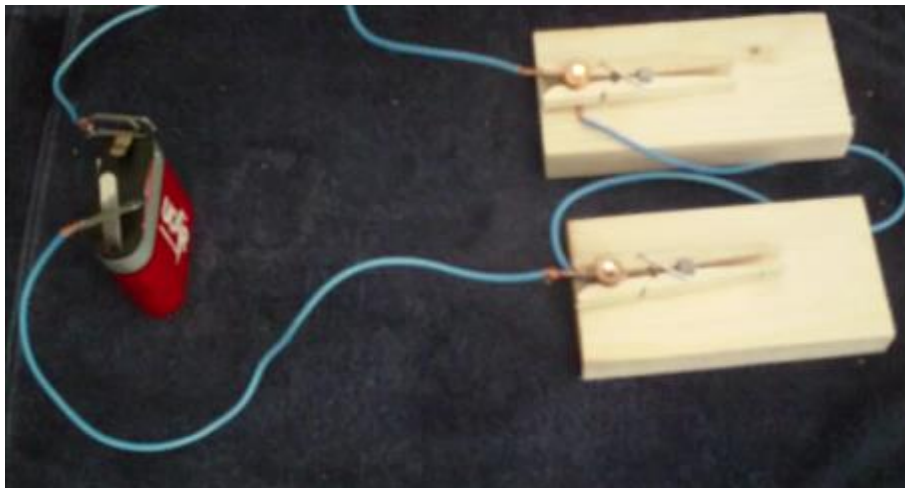
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές διαφορές και ομοιότητες μεταξύ της σύνδεσης σε σειρά και της παράλληλης σύνδεσης.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι οι ηλεκτρικές συνδέσεις στα σπίτια μας είναι παράλληλες.
- Να διακρίνουν οι μαθητές τη σύνδεση σε σειρά από την παράλληλη σύνδεση σε ένα σκίτσο ηλεκτρικού κυκλώματος με σύμβολα.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

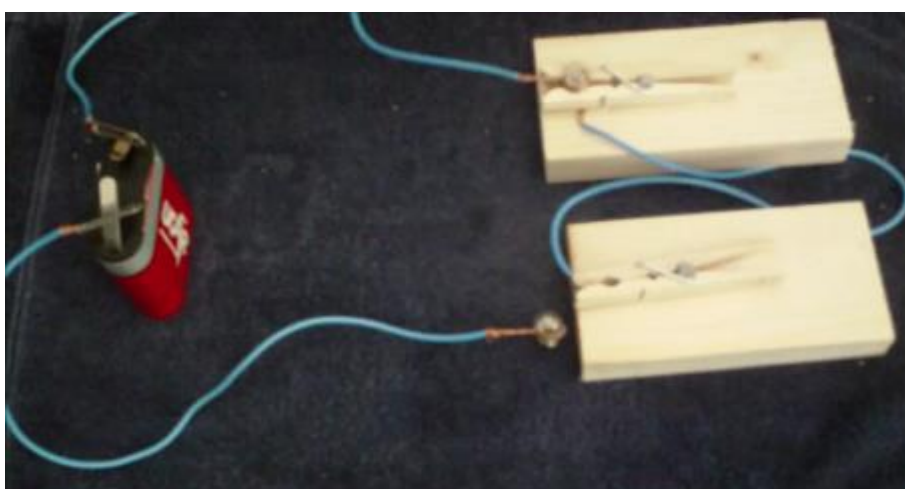
για κάθε ομάδα

- μπαταρία - λαμπάκια σε λυχνιολαβές
- καλώδιο – συνδετήρες

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 120):

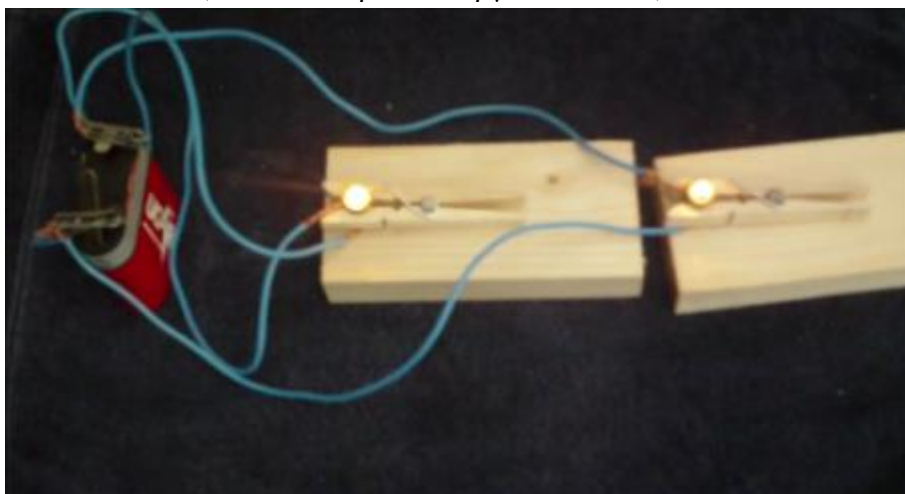


Εικόνα 130: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ8: Σύνδεση σε Σειρά και Παράλληλη Σύνδεση

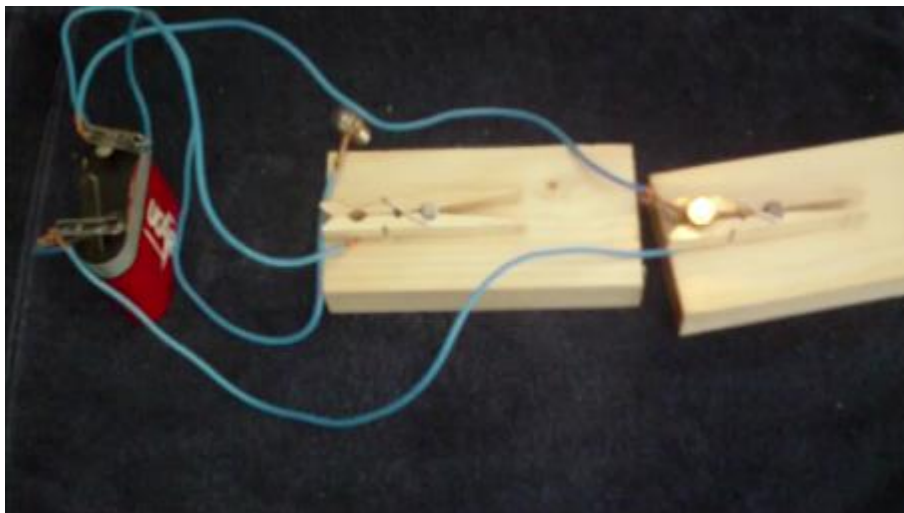


Εικόνα 131: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ8: Σύνδεση σε Σειρά και Παράλληλη Σύνδεση

ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 121):



Εικόνα 132: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ8: Σύνδεση σε Σειρά και Παράλληλη Σύνδεση



Εικόνα 133: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ8: Σύνδεση σε Σειρά και Παράλληλη Σύνδεση

8.6.9 Φύλλο Εργασίας 9: Ηλεκτρικό Ρεύμα - Μια Επικίνδυνη Υπόθεση

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι το ανθρώπινο σώμα είναι αγωγός.
- Να αναφέρουν οι μαθητές κινδύνους από την απρόσεκτη χρήση των ηλεκτρικών συσκευών.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

- Δεν απαιτούνται

Δεν απαιτείται πειραματική αντιμετώπιση

8.7 Κεφάλαιο: Φως

ΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ

- Οι φωτεινές πηγές εκπέμπουν φως προς όλες τις κατευθύνσεις. Το φως διαδίδεται ευθύγραμμα.
- Τα σώματα χαρακτηρίζονται διαφανή, ημιδιαφανή ή αδιαφανή, ανάλογα με το πόσο φως περνά μέσα από αυτά.
- Όταν το φως συναντά ένα αδιαφανές σώμα, δημιουργείται πίσω από το σώμα σκιά.
- Το μέγεθος της σκιάς εξαρτάται από την απόσταση του σώματος από τη φωτεινή πηγή και από το πέτασμα στο οποίο η σκιά σχηματίζεται.
- Οι φωτεινές ακτίνες, όταν προσπίπτουν σε λείες και γυαλιστερές επιφάνειες, αλλάζουν κατεύθυνση. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται ανάκλαση.
- Σε επιφάνειες που δεν είναι λείες και γυαλιστερές, οι φωτεινές ακτίνες ανακλώνται σε πολλές διαφορετικές κατευθύνσεις. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται διάχυση.
- Χάρη στη διάχυση μπορούμε να δούμε τα διάφορα αντικείμενα γύρω μας, καθώς φτάνουν στα μάτια μας κάποιες από τις φωτεινές ακτίνες, που διαχέονται, όταν προσπίπτουν στα αντικείμενα αυτά.
- Στις ανοιχτόχρωμες επιφάνειες το φως κυρίως διαχέεται, ενώ αντίθετα στις σκουρόχρωμες επιφάνειες το φως κυρίως απορροφάται.

ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ - ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ

- Πολλοί μαθητές ταυτίζουν το φως με την πηγή του ή με τα αποτελέσματά του και δυσκολεύονται να του προσδώσουν ανεξάρτητη υπόσταση. Οι μαθητές αυτοί δυσκολεύονται να συνειδητοποιήσουν ότι φως υπάρχει και ανάμεσα στη φωτεινή πηγή και το αντικείμενο που βλέπουν να φωτίζεται από αυτή.
- Πολλοί μαθητές αντιλαμβάνονται το φως μόνο αν αυτό είναι αρκετά έντονο. Οι ίδιοι μαθητές δυσκολεύονται συνήθως να αντιληφθούν το σκοτάδι ως έλλειψη φωτός και προσδίδουν στις έννοιες «φως» και «σκοτάδι» ισότιμη υπόσταση.
- Η μελέτη του τρόπου διάδοσης του φωτός καθώς και ο σχεδιασμός φωτεινών ακτίνων από τη φωτεινή πηγή προς τα αντικείμενα δεν αντιμετωπίζονται με ιδιαίτερο ενδιαφέρον από τους μαθητές. Η εξοικείωση όμως των μαθητών με το σχεδιασμό ακτίνων από τη φωτεινή πηγή προς τα αντικείμενα είναι απαραίτητη για την κατανόηση του σχηματισμού της σκιάς.
- Με την παρατήρηση της σκιάς των αντικειμένων καθώς και με παιχνίδια με σκιές ασχολούνται τα παιδιά από πολύ μικρή ηλικία. Οι μαθητές στην ηλικία των 10 - 12 ετών γνωρίζουν ότι το σχήμα της σκιάς εξαρτάται από το σχήμα του αντικειμένου που φωτίζεται και μπορούν με σχετική άνεση να «προβλέψουν» το μέγεθος της σκιάς, που θα δημιουργηθεί

από ένα σώμα που φωτίζεται. Οι μαθητές όμως δυσκολεύονται να εξηγήσουν πώς δημιουργείται η σκιά, καθώς δε συνδέουν το σχηματισμό της με την ευθύγραμμη διάδοση του φωτός. Οι εξηγήσεις που δίνουν, όταν ερωτώνται σχετικά, είναι συνήθως απλοϊκές:

- Η σκιά είναι ένα λιγότερο φωτεινό μέρος του αντικειμένου.
- Τα αντικείμενα κρύβουν το φως, έτσι δημιουργείται η σκιά. (Η διατύπωση αυτή είναι χαρακτηριστική για την ταύτιση φωτός και φωτεινής πηγής. Τα αντικείμενα κρύβουν τη φωτεινή πηγή, άρα και το φως.)

• Πολλοί μαθητές πιστεύουν ότι βλέπουμε τα αντικείμενα, επειδή φωτεινές ακτίνες ξεκινούν από αυτά και φτάνουν στα μάτια μας. Άλλοι μαθητές πάλι πιστεύουν ότι οι φωτεινές ακτίνες ξεκινούν από τα μάτια μας, ανακλώνται στα αντικείμενα και επιστρέφουν στα μάτια μας. Γενικά οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν ότι το φως, που φτάνει στα μάτια μας από τα διάφορα αντικείμενα, προέρχεται από τη διάχυση του φωτός, που ακτινοβολούν οι φωτεινές πηγές.

8.7.1 Φύλλο Εργασίας 1: Διάδοση του Φωτός

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι το φως διαδίδεται προς όλες τις κατευθύνσεις.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι το φως διαδίδεται ευθύγραμμα.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- πλαστελίνη
- κερί
- σπαστό καλαμάκι

για τα πειράματα επίδειξης

- λυχνιολαβή *
- αλουμινόφυλλο
- μπαταρία
- σφουγγάρι
- σουρωτήρι
- σκόνη κιμωλίας
- λαμπάκι

* Θα χρησιμοποιηθεί η λυχνιολαβή, που οι μαθητές κατασκεύασαν για τα πειράματα της ενότητας «Ηλεκτρισμός».

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 128):



Εικόνα 134: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ1: Διάδοση του Φωτός



Εικόνα 135: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Διάδοση του Φωτός

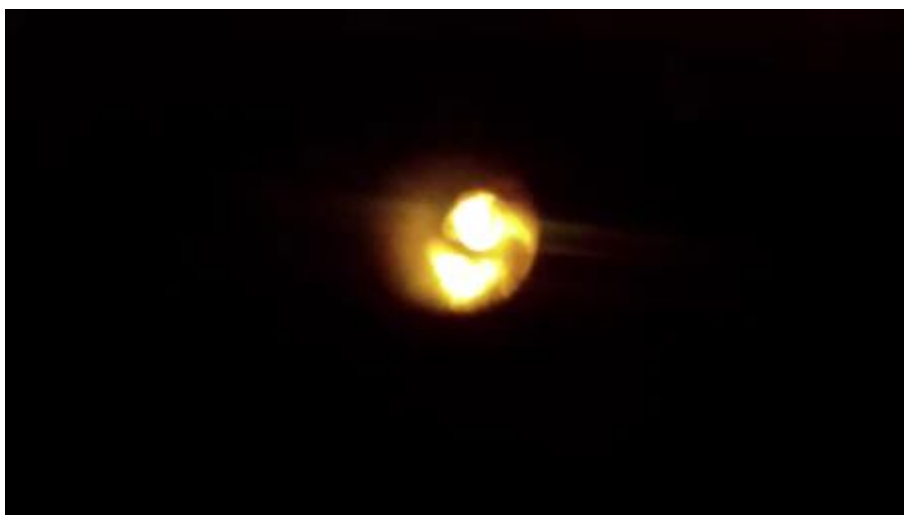


Εικόνα 136: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Διάδοση του Φωτός

ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 129):



Εικόνα 137: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ1: Διάδοση του Φωτός



Εικόνα 138: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Διάδοση του Φωτός

8.7.2 Φύλλο Εργασίας 2: Διαφανή, Ημιδιαφανή και Αδιαφανή Σώματα

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι ένα σώμα χαρακτηρίζεται διαφανές, ημιδιαφανές ή αδιαφανές ανάλογα με το πόσο φως περνά μέσα από αυτό.
- Να ταξινομήσουν οι μαθητές διάφορα σώματα σε διαφανή, ημιδιαφανή και αδιαφανή.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- χαρτόνι – ψαλίδι - μαύρο χαρτόνι - ταινία
- ρυζόχαρτο - χοντρό βιβλίο – αλουμινοφύλλο - λευκό χαρτόνι
- άχρωμη ζελατίνα – χαρτοπετσέτα - λευκό χαρτί
- φακός - χρωματιστή ζελατίνα

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 131):



Εικόνα 139: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ2: Διαφανή, Ημιδιαφανή και Αδιαφανή Σώματα



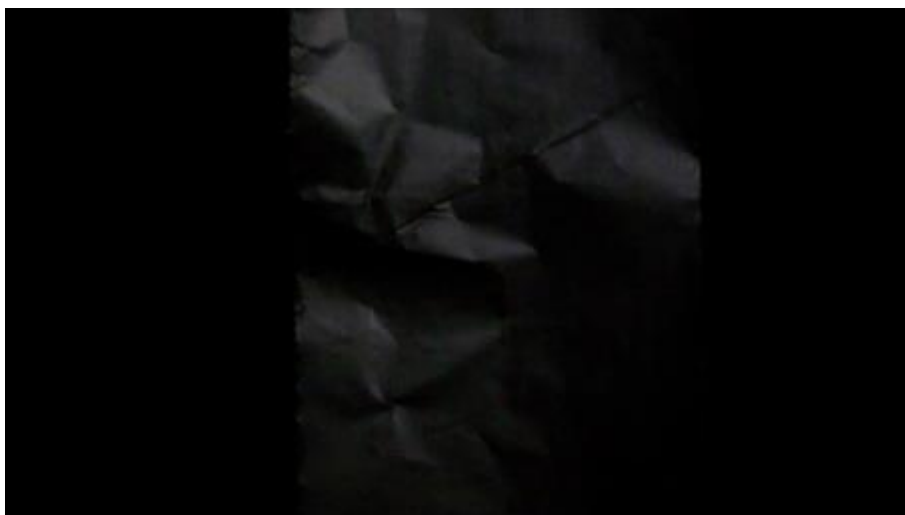
Εικόνα 140: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Διαφανή, Ημιδιαφανή και Αδιαφανή Σώματα



Εικόνα 141: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Διαφανή, Ημιδιαφανή και Αδιαφανή Σώματα



Εικόνα 142: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Διαφανή, Ημιδιαφανή και Αδιαφανή Σώματα



Εικόνα 143: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Διαφανή, Ημιδιαφανή και Αδιαφανή Σώματα

8.7.3 Φύλλο Εργασίας 3: Φως και Σκιές

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να εξηγήσουν οι μαθητές ότι ο σχηματισμός σκιάς οφείλεται στην ευθύγραμμη διάδοση του φωτός.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι το μέγεθος της σκιάς εξαρτάται από την απόσταση του σώματος από τη φωτεινή πηγή.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- φακός
- λευκό χαρτόνι
- πλαστελίνη
- κιμωλία
- κοντό κερί

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 133):



Εικόνα 144: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Φως και Σκιές



Εικόνα 145: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Φως και Σκιές

ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 134):



Εικόνα 146: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ3: Φως και Σκιές



Εικόνα 147: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Φως και Σκιές



Εικόνα 148: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Φως και Σκιές

8.7.4 Φύλλο Εργασίας 4: Ανάκλαση και Διάχυση του Φωτός

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά τα φαινόμενα της ανάκλασης και της διάχυσης του φωτός.
- Να αναφέρουν οι μαθητές επιφάνειες, στις οποίες το φως ανακλάται και επιφάνειες στις οποίες το φως διαχέεται.
- Να εξηγήσουν οι μαθητές ότι μπορούμε να βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας χάρη στις φωτεινές ακτίνες, που διαχέονται, όταν προσπίπτουν σε αυτά.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- καθρέπτης - λυχνιολαβή - λαμπάκι
- μπαταρία - χαρτόνι με σχισμή

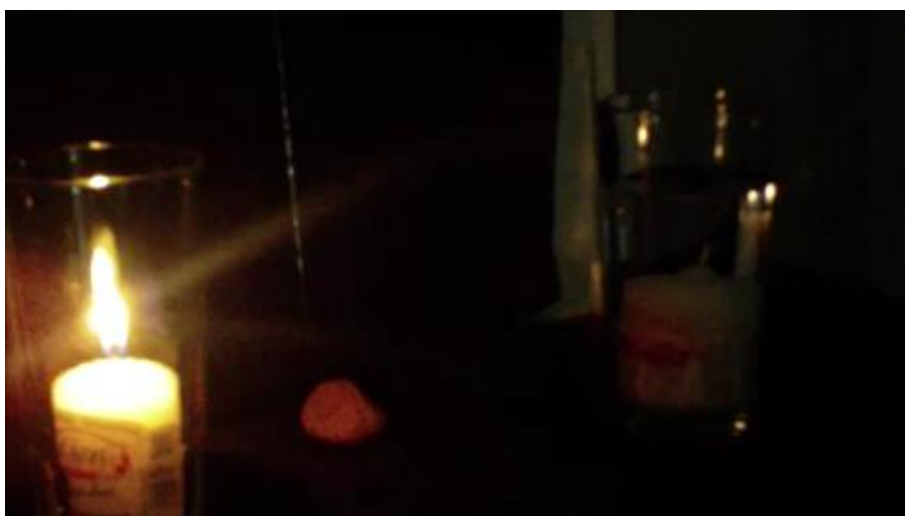
ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 136):



Εικόνα 149: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ4: Ανάκλαση και Διάχυση του Φωτός



Εικόνα 150: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ4: Ανάκλαση και Διάχυση του Φωτός



Εικόνα 151: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ4: Ανάκλαση και Διάχυση του Φωτός

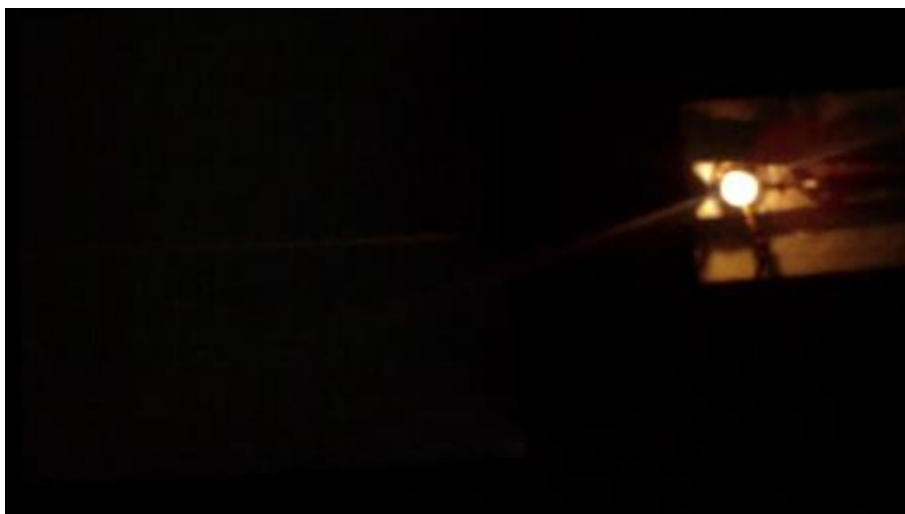
ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 137):



Εικόνα 152: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ4: Ανάκλαση και Διάχυση του Φωτός



Εικόνα 153: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ4: Ανάκλαση και Διάχυση του Φωτός



Εικόνα 154: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ4: Ανάκλαση και Διάχυση του Φωτός

ΠΕΙΡΑΜΑ 3⁰ (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 137):

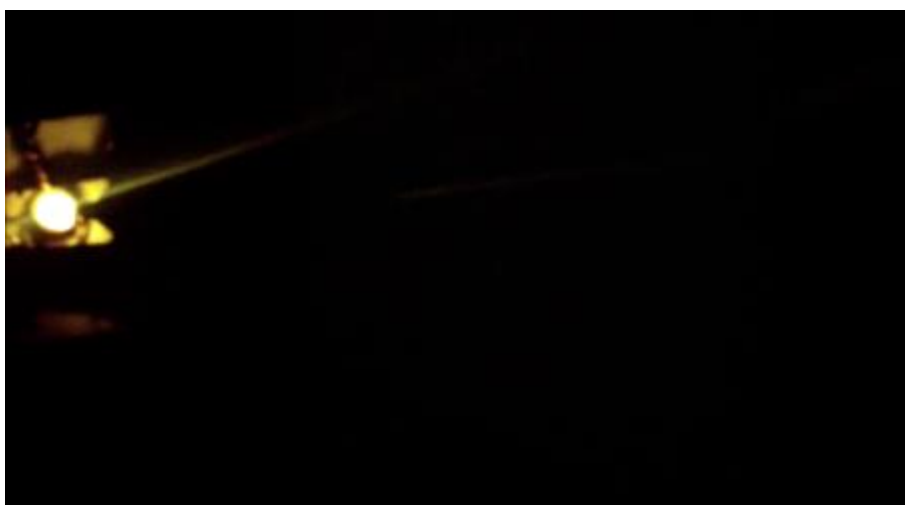


Εικόνα 155: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ4: Ανάκλαση και Διάχυση του Φωτός

ΠΕΙΡΑΜΑ 4⁰ (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 138):



Εικόνα 156: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ4: Ανάκλαση και Διάχυση του Φωτός



Εικόνα 157: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ4: Ανάκλαση και Διάχυση του Φωτός

8.7.5 Φύλλο Εργασίας 5: Απορρόφηση του Φωτός

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά το φαινόμενο της απορρόφησης του φωτός.
- Να αναφέρουν οι μαθητές επιφάνειες στις οποίες το φως κυρίως διαχέεται και επιφάνειες στις οποίες το φως κυρίως απορροφάται.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- λευκό και μαύρο χαρτόνι
- κύλινδρος από χαρτί κουζίνας
- φακός
- ταινία

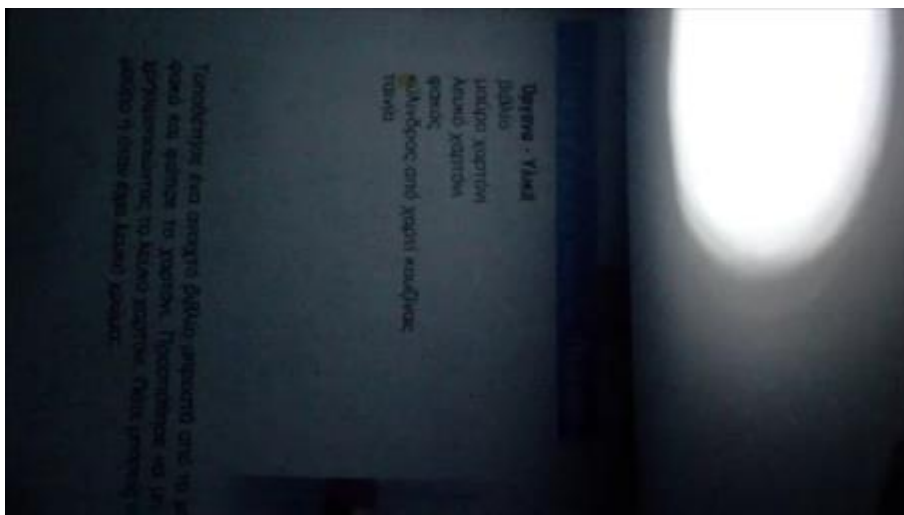
ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 140):



Εικόνα 158: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ5: Απορρόφηση του Φωτός



Εικόνα 159: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ5: Απορρόφηση του Φωτός



Εικόνα 160: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ5: Απορρόφηση του Φωτός



Εικόνα 161: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ5: Απορρόφηση του Φωτός

8.8 Κεφάλαιο: Ήχος

ΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ

- Ο ήχος παράγεται, όταν μια ηχητική πηγή εκτελεί παλμικές κινήσεις (ταλαντώσεις).
- Ο ήχος διαδίδεται στα στερεά, υγρά και αέρια σώματα.
- Ο ήχος διαδίδεται με ηχητικά κύματα, τα οποία μεταφέρουν ενέργεια.
- Η ταχύτητα διάδοσης του ήχου είναι μεγαλύτερη στα υγρά συγκριτικά με τα αέρια, ενώ στα στερεά είναι ακόμη μεγαλύτερη απ' ό,τι στα υγρά.
- Όταν τα ηχητικά κύματα συναντούν λείες και σκληρές επιφάνειες, ανακλώνται, δηλαδή αλλάζουν κατεύθυνση.
- Το φαινόμενο της επανάληψης του ήχου εξαιτίας της ανάκλασης ονομάζεται ηχώ.
- Τα ηχητικά κύματα απορροφώνται από τα μαλακά και πορώδη υλικά.
- Το όργανο της ακοής είναι το αφτί. Το πτερύγιο του αφτιού συλλέγει το ηχητικό κύμα.
- Οι ενοχλητικοί ήχοι ονομάζονται θόρυβοι και μπορεί να έχουν αρνητική επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό. Το πρόβλημα της έντονης ενόχλησης από τους θορύβους ονομάζεται ηχορρύπανση. Η ηχορρύπανση αντιμετωπίζεται με διάφορα μέτρα ηχοπροστασίας.
- Τα φαινόμενα της ανάκλασης και απορρόφησης του ήχου αξιοποιούνται στην εφαρμογή μέτρων προστασίας από την ηχορρύπανση.

ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ- ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ

- Πολλοί μαθητές θεωρούν ότι η παραγωγή του ήχου αποτελεί φυσική ιδιότητα κάποιων σωμάτων. Οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν ότι οι ήχοι παράγονται από ταλαντώσεις των ηχητικών πηγών, γιατί αυτές δεν είναι ορατές.
- Πολλοί μαθητές θεωρούν ότι ο ήχος αποτελεί ένα ρευστό που διαδίδεται στον αέρα, γι' αυτό δύσκολα προσεγγίζουν την έννοια του μη ορατού ηχητικού κύματος.
- Αν και οι μαθητές γνωρίζουν ότι το όργανο ακοής είναι το αφτί, πολλές φορές συγχέουν το αφτί με το πτερύγιο. Καθώς αγνοούν τη σύνθετη δομή του οργάνου της ακοής, ταυτίζουν το μέρος που βλέπουν, το πτερύγιο, με το όργανο της ακοής.
- Σε σχέση με την απορρόφηση του ήχου, ορισμένοι μαθητές θεωρούν ότι ο ήχος ή παγιδεύεται μέσα στο υλικό ή εξέρχεται από αυτό πιο αργά απ' ό,τι εισήλθε.

8.8.1 Φύλλο Εργασίας 1: Πώς Παράγεται ο Ήχος

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι ο ήχος παράγεται από την ταλάντωση της ηχητικής πηγής.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι ο ήχος διαρκεί όσο και η ταλάντωση της ηχητικής πηγής, ότι δηλαδή η παραγωγή του ήχου σταματά, όταν η ηχητική πηγή σταματήσει να πάλλεται.
- Να εξηγήσουν οι μαθητές με απλά λόγια πώς παράγεται ο ήχος και να συνδέσουν την έννοια «ταλάντωση» με τις καθημερινές έννοιες «επαναλαμβανόμενη κίνηση», «παλμική κίνηση».

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

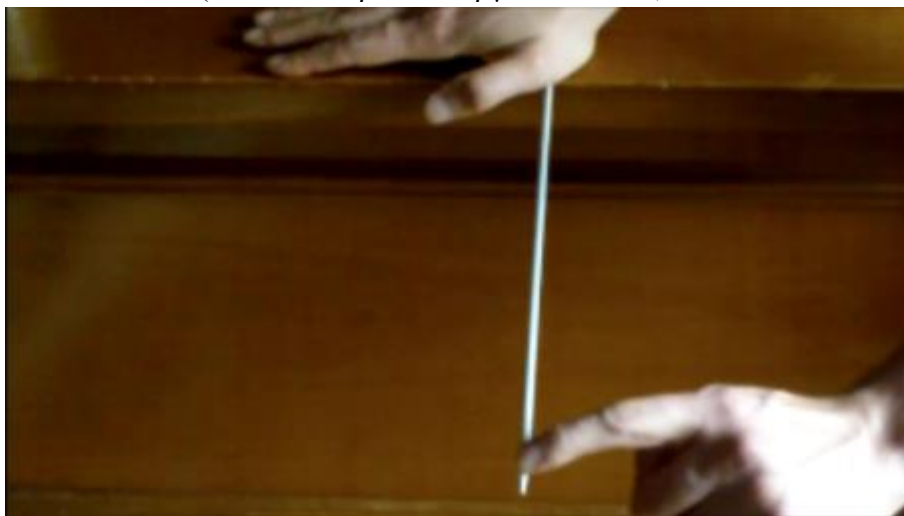
για κάθε ομάδα

- βελόνα πλεξίματος (εναλλακτικά: πλαστικός χάρακας)
- ψαλίδι
- καλαμάκι

για τα πειράματα επίδειξης

- φορητό ραδιόφωνο
- πλαστική σακούλα
- κομμάτι φελιζόλ

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 144):



Εικόνα 162: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Πώς Παράγεται ο Ήχος

ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 145):



Εικόνα 163: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ1: Πώς Παράγεται ο Ήχος



Εικόνα 164: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Πώς Παράγεται ο Ήχος



Εικόνα 165: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Πώς Παράγεται ο Ήχος

ΠΕΙΡΑΜΑ 3⁰ (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 145):



Εικόνα 166: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ1: Πώς Παράγεται ο Ήχος



Εικόνα 167: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Πώς Παράγεται ο Ήχος



Εικόνα 168: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Πώς Παράγεται ο Ήχος

8.8.2 Φύλλο Εργασίας 2: Διάδοση του Ήχου

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι ο ήχος διαδίδεται στα στερεά, στα υγρά και στα αέρια.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές ότι ο ήχος διαδίδεται στα στερεά καλύτερα απ' ό,τι στα αέρια.
- Να εξηγήσουν οι μαθητές τη διάδοση του ήχου αναφερόμενοι στο ηχητικό κύμα που μεταφέρει ενέργεια.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

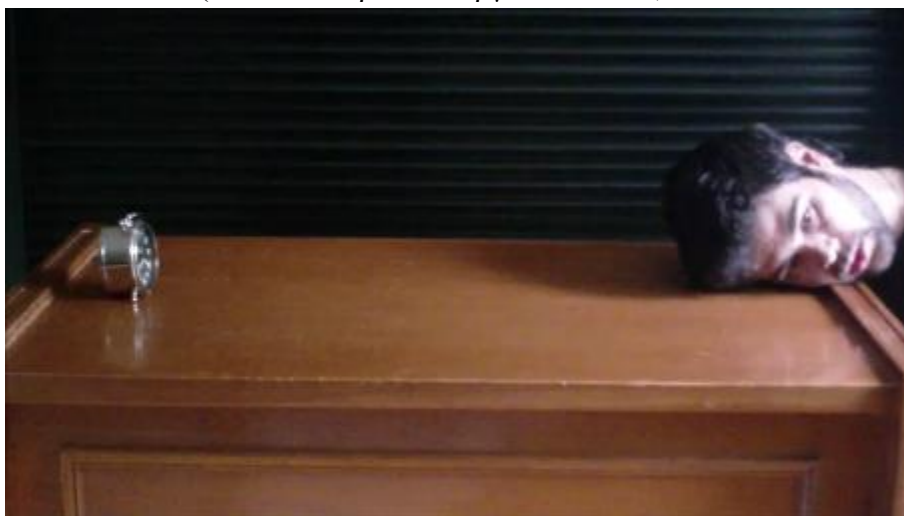
για κάθε ομάδα

- ξυπνητήρι
- μεγάλη λεκάνη
- νερό
- δύο κουτάλια

για τα πειράματα επίδειξης

- μπαλάκι πινγκ - πονγκ
- κλωστή
- βελόνα
- δύο ταμπουρίνα ή δύο μεταλλικά στρογγυλά κουτιά από μπισκότα

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 147):



Εικόνα 169: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Διάδοση του Ήχου

ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 148):



Εικόνα 170: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ2: Διάδοση του Ήχου



Εικόνα 171: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Διάδοση του Ήχου

ΠΕΙΡΑΜΑ 3^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 148):



Εικόνα 172: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ2: Διάδοση του Ήχου



Εικόνα 173: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Διάδοση του Ήχου

8.8.3 Φύλλο Εργασίας 3: Ανάκλαση του Ήχου

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι ο ήχος, όταν συναντήσει σκληρές και λείες επιφάνειες, αλλάζει κατεύθυνση, δηλαδή ανακλάται.
- Να μπορούν οι μαθητές να εξηγήσουν το φαινόμενο της ηχούς αναφερόμενοι στην ανάκλαση του ήχου.
- Να είναι οι μαθητές σε θέση να αναφέρουν τις προϋποθέσεις για τη δημιουργία ηχούς.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

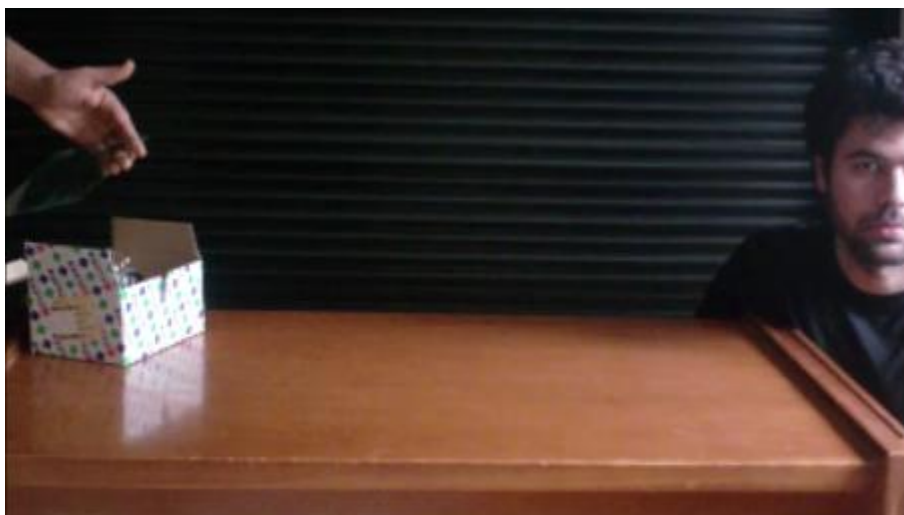
για κάθε ομάδα

- ξυπνητήρι
- χάρτινο κουτί (αρκετά μεγάλο, ώστε να χωρά το ξυπνητήρι μέσα σε αυτό)
- γυαλί (με τροχισμένες ακμές, για να μην υπάρχει κίνδυνος τραυματισμού)

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 150):



Εικόνα 174: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ3: Ανάκλαση του Ήχου



Εικόνα 175: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Ανάκλαση του Ήχου

8.8.4 Φύλλο Εργασίας 4: Απορρόφηση του Ήχου

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά την απορρόφηση του ήχου από τα μαλακά και πορώδη υλικά.
- Να αναφέρουν οι μαθητές υλικά που απορροφούν τον ήχο.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

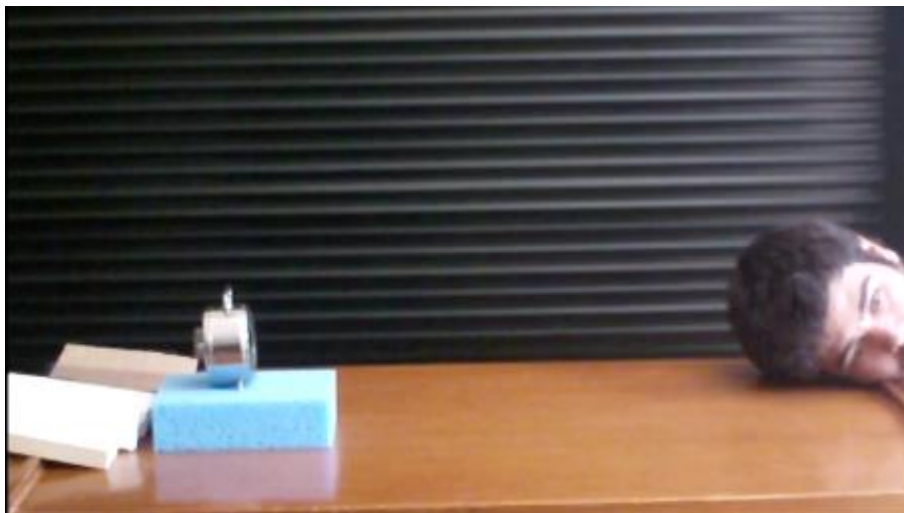
για κάθε ομάδα

- μεγάλο σφουγγάρι – φελιζόλ
- πανί - ξύλο
- ξυπνητήρι - χαρτόνι
- γυαλί (με τροχισμένες ακμές, για να μην υπάρχει κίνδυνος τραυματισμών)
- μέταλλο (με τροχισμένες ακμές, για να μην υπάρχει κίνδυνος τραυματισμών)

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 153):



Εικόνα 176: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ3: Ανάκλαση του Ήχου



Εικόνα 177: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Ανάκλαση του Ήχου



Εικόνα 178: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Ανάκλαση του Ήχου

8.8.5 Φύλλο Εργασίας 5: Άνθρωπος και Ήχος - Το Αφτί Μας

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά τη λειτουργία και τη χρησιμότητα των περυγίων των αφτιών.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά τη χρησιμότητα ύπαρξης δύο αφτιών.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για το πείραμα επίδειξης

- εύκαμπτος πλαστικός σωλήνας με μήκος περίπου 1 μέτρο

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 155):



Εικόνα 179: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ5: Άνθρωπος και Ήχος - Το Αφτί Μας



Εικόνα 180: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ5: Άνθρωπος και Ήχος - Το Αφτί Μας

ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 156):



Εικόνα 181: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ5: Άνθρωπος και Ήχος - Το Αφτί Μας



Εικόνα 182: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ5: Άνθρωπος και Ήχος - Το Αφτί Μας

8.8.6 Φύλλο Εργασίας 6: Ηχορύπανση - Ηχοπροστασία

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να περιγράψουν οι μαθητές με απλά λόγια την έννοια της «ηχορρύπανσης».
- Να αναφέρουν οι μαθητές επιπτώσεις της ηχορρύπανσης στη ζωή μας.
- Να εντοπίσουν οι μαθητές πηγές ηχορρύπανσης στον καθημερινό τους περίγυρο και να εκθέσουν με απλά λόγια τη σημασία της προστασίας από τους ενοχλητικούς ήχους.
- Να προτείνουν οι μαθητές μέτρα προστασίας από τους θορύβους.
- Να μπορούν οι μαθητές να εντοπίσουν εφαρμογές της ηχομόνωσης στην καθημερινή τους ζωή.
- Να είναι οι μαθητές σε θέση να εξηγήσουν με ποιούς τρόπους, μπορούμε να επιτύχουμε την ηχομόνωση.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- φορητό ραδιόφωνο

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 158):



Εικόνα 183 Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ6: Ηχορύπανση - Ηχοπροστασία

8.9 Κεφάλαιο: Μηχανική

ΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ

- Η ταχύτητα είναι το μέγεθος που πληροφορεί για την απόσταση που διανύει ένα κινητό στη μονάδα του χρόνου. Όσο μικρότερος είναι ο χρόνος που απαιτείται, για να διανύσει ένα κινούμενο σώμα μια απόσταση, τόσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητά του.

- Τις δυνάμεις δε μπορούμε να τις δούμε. Καταλαβαίνουμε ότι ασκούνται από τα αποτελέσματά τους, που είναι παρατηρήσιμα.

Μία δύναμη μπορεί:

- να αλλάξει την κινητική κατάσταση ενός σώματος:

- να αυξήσει την ταχύτητά του

- να μειώσει την ταχύτητά του

- να αλλάξει την κατεύθυνση της κίνησής του

- να παραμορφώσει ένα σώμα:

- μόνιμα

- προσωρινά

- Η Γη ασκεί σε όλα τα σώματα που έχουν μάζα μια δύναμη με κατεύθυνση προς το κέντρο της. Τη δύναμη αυτήν την ονομάζουμε βάρος. Η δύναμη της βαρύτητας μειώνεται όσο ένα σώμα απομακρύνεται από το κέντρο της Γης. Το βάρος του ίδιου σώματος είναι συνεπώς μεγαλύτερο, όταν αυτό βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας και μικρότερο, όταν αυτό βρίσκεται σε ένα ψηλό βουνό.

- Οι δυνάμεις ασκούνται με δύο τρόπους, με επαφή και από απόσταση.

- Το βάρος, οι ηλεκτρικές δυνάμεις και οι μαγνητικές δυνάμεις μπορεί να ασκούνται με επαφή αλλά και από απόσταση.

- Για να μετράμε τις δυνάμεις, παρατηρούμε το μέγεθος της προσωρινής παραμόρφωσης που αυτές προκαλούν σε ένα ελαστικό σώμα, συνήθως σε ένα ελατήριο.

- Τα όργανα που συνήθως χρησιμοποιούμε για τη μέτρηση των δυνάμεων ονομάζονται δυναμόμετρα. Το δυναμόμετρο αποτελείται από το ελατήριο, που επιμηκύνεται, όταν ασκείται σ' αυτό δύναμη, από την κλίμακα, με την οποία μετράμε το μέγεθος της παραμόρφωσης και από το άγκιστρο, με το οποίο συνδέεται το ελατήριο με άλλα σώματα.

- Όταν προσπαθήσουμε να θέσουμε σε κίνηση ένα σώμα που εφάπτεται με ένα άλλο, προκαλείται δύναμη που ανθίσταται στην κίνηση. Τη δύναμη αυτήν την ονομάζουμε τριβή. Η τριβή προκαλεί ήχο και θερμότητα και φθείρει τα σώματα.

- Η τριβή που ασκείται σε ένα σώμα, όταν αυτό ολισθαίνει πάνω σε μία επιφάνεια, εξαρτάται από το βάρος του σώματος και από το είδος των επιφανειών που τρίβονται. Η τριβή δεν εξαρτάται από το εμβαδόν της επιφάνειας του σώματος.

- Η τριβή άλλοτε είναι επιθυμητή και άλλοτε ανεπιθύμητη. Όταν θέλουμε να αυξήσουμε την τριβή, κατασκευάζουμε τις επιφάνειες των σωμάτων από τραχύ υλικό. Για να μειώσουμε την τριβή, όταν αυτή είναι ανεπιθύμητη, χρησιμοποιούμε λιπαντικά.
- Όταν ένα σώμα ολισθαίνει πάνω σε μία επιφάνεια, ονομάζουμε την τριβή που ασκείται σε αυτό τριβή ολίσθησης.
- Πίεση ονομάζουμε το πηλίκιο της δύναμης που ασκείται σε μια επιφάνεια δια του εμβαδού της επιφάνειας αυτής. Η πίεση που δημιουργείται συνεπώς λόγω του βάρους ενός σώματος εξαρτάται από το βάρος του σώματος και το εμβαδόν της επιφάνειάς του.
- Στο νερό δημιουργείται λόγω του βάρους του πίεση που ονομάζεται υδροστατική. Η υδροστατική πίεση είναι ίδια σε όλες τις κατευθύνσεις και αυξάνει όσο αυξάνει το βάθος.
- Και ο αέρας έχει βάρος. Η πίεση που δημιουργείται στον αέρα λόγω του βάρους του ονομάζεται ατμοσφαιρική. Η ατμοσφαιρική πίεση δεν είναι ίδια σε όλους τους τόπους. Όσο πιο ψηλά βρισκόμαστε, τόσο μικρότερο είναι το βάρος των υπερκείμενων στρωμάτων αέρα, τόσο μικρότερη είναι συνεπώς και η ατμοσφαιρική πίεση.

ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ - ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ

- Εκφράσεις, όπως κάτι «πηγαίνει πιο γρήγορα» ή «πηγαίνει πιο αργά» χρησιμοποιούνται με ασαφή τρόπο, άλλοτε υπονοώντας το μέτρο της ταχύτητας ενός αντικειμένου και άλλοτε την αύξηση ή μείωση της ταχύτητας σε σχέση με το χρόνο.
- Η έννοια της «δύναμης» είναι αφηρημένη. Πολλοί μαθητές, όπως άλλωστε και πολλοί ενήλικες, δυσκολεύονται να την κατανοήσουν και έχουν έντονα εδραιωμένες «αριστοτελικές» αντιλήψεις. Θεωρούν ότι, για να κινηθεί ένα σώμα, είναι απαραίτητο να ασκηθεί δύναμη και ότι, όταν δεν ασκείται δύναμη, μετά από λίγο το σώμα ηρεμεί, αντί του ορθού ότι, για να αλλάξει η κινητική κατάσταση ενός σώματος, πρέπει να ασκηθεί δύναμη. Καθώς οι μαθητές δεν αντιλαμβάνονται εύκολα την τριβή και την έννοια της «συνισταμένης» δύναμης, θεωρούν ότι πολλές καθημερινές παρατηρήσεις ενισχύουν την άποψη αυτή. Οι μαθητές παρατηρούν για παράδειγμα ότι, για να κινηθεί ισοταχώς ένα αυτοκίνητο, πρέπει να ασκείται δύναμη, αγνοώντας την αντίσταση του αέρα και τις τριβές, που έχουν σαν αποτέλεσμα η συνισταμένη δύναμη να είναι ίση με το μηδέν.
- Πολλοί μαθητές τείνουν να βλέπουν τα αντικείμενα είτε σε κατάσταση ηρεμίας είτε σε κατάσταση κίνησης. Ελάχιστα εστιάζουν σε καταστάσεις, όπως είναι η σταθερή ταχύτητα, η αλλαγή της ταχύτητας, ή ακόμα η μείωση της ταχύτητας και το σταμάτημα της κίνησης.
- Οι περισσότεροι μαθητές θεωρούν ότι η τριβή είναι πάντοτε ανεπιθύμητη και δυσκολεύονται να κατανοήσουν ότι σε πάρα πολλές περιπτώσεις η τριβή είναι επιθυμητή.
- Πολλοί μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν ότι ο αέρας έχει βάρος, δυσκολεύονται συνεπώς να κατανοήσουν και την έννοια της «ατμοσφαιρικής πίεσης». Καθώς δε βλέπουν τον αέρα, πολλοί μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν ακόμη και την υλική του

υπόσταση. Αποδέχονται τον αέρα ως κάτι υπαρκτό, αφού τον εισπνέουμε και αφού παρατηρούν τα αποτελέσματα της κίνησής του όταν φυσά, έχουν όμως σημαντική δυσκολία να κατανοήσουν ότι ο αέρας, όπως όλα τα υλικά σώματα, καταλαμβάνει όγκο και έχει βάρος.

• Πολλοί μαθητές θεωρούν ότι τα αέρια ασκούν δυνάμεις μόνο όταν βρίσκονται σε κίνηση, θεωρούν συνεπώς ότι ο αέρας ασκεί δυνάμεις στα σώματα μόνο όταν φυσά. Η λανθασμένη αυτή αντίληψη έχει ως συνέπεια οι μαθητές να θεωρούν ότι ο αέρας ασκεί δύναμη προς μια συγκεκριμένη μόνο κατεύθυνση, την κατεύθυνση προς την οποία κινείται.

8.9.1 Φύλλο Εργασίας 1: Η Ταχύτητα

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να αναφέρουν οι μαθητές παραδείγματα κίνησης σωμάτων με μεγάλη ή μικρή ταχύτητα.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά τη σχέση του χρόνου που χρειάζεται ένα κινητό, για να διανύσει μια απόσταση με την ταχύτητά του.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- μπάλα
- χρονόμετρο
- μετροταινία

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 162):



Εικόνα 184: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ1: Η Ταχύτητα



Εικόνα 185: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ1: Η Ταχύτητα

8.9.2 Φύλλο Εργασίας 2: Οι Δυνάμεις

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά τα αποτελέσματα των δυνάμεων που ασκούνται στα σώματα.
- Να διακρίνουν οι μαθητές τα αποτελέσματα των δυνάμεων σε δύο γενικές κατηγορίες: στην αλλαγή της κινητικής κατάστασης των σωμάτων και στην παραμόρφωση των σωμάτων.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- συνδετήρας - σχολική τσάντα - λαστιχάκι - κουτί αναψυκτικού
- γόμα – σφουγγάρι χαρτί - ξύλινη σανίδα αυτοκινητάκι – κασετίνα

ΠΕΙΡΑΜΑ 1⁰ (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 164):



Εικόνα 186: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ2: Οι Δυνάμεις



Εικόνα 187: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Οι Δυνάμεις



Εικόνα 188: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Οι Δυνάμεις



Εικόνα 189: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ2: Οι Δυνάμεις

8.9.3 Φύλλο Εργασίας 3: Δυνάμεις με Επαφή - Δυνάμεις από Απόσταση

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να διακρίνουν οι μαθητές τις δυνάμεις που ασκούνται με επαφή από αυτές που ασκούνται από απόσταση.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά την ύπαρξη δυνάμεων που ασκούνται από απόσταση και δυνάμεων που ασκούνται με επαφή.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η Γη ασκεί σε όλα τα σώματα δύναμη προς το κέντρο της, καθώς και ότι τη δύναμη αυτήν την ονομάζουμε βάρος.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- κουτί αναψυκτικού – αυτοκινητάκι – λαστιχάκι - πλαστελίνη
- μαγνήτης – συνδετήρες – καλαμάκια - κλωστή - χαρτομάντιλο – ψαλίδι

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 169):



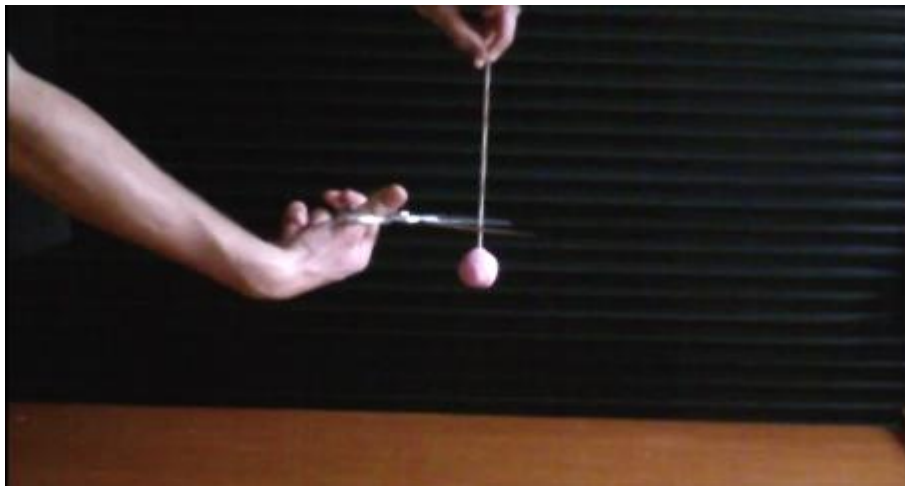
Εικόνα 190: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Δυνάμεις με Επαφή - Δυνάμεις από Απόσταση

ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 170):



Εικόνα 191: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Δυνάμεις με Επαφή - Δυνάμεις από Απόσταση

ΠΕΙΡΑΜΑ 3^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 170):



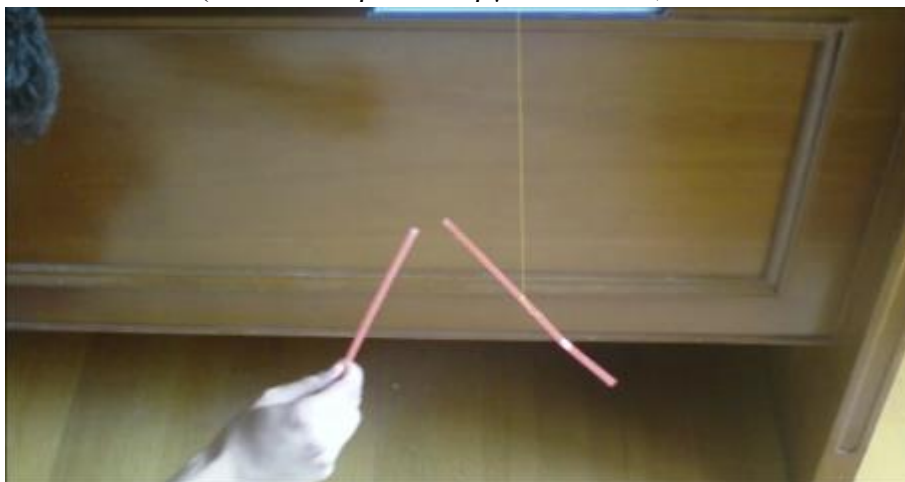
Εικόνα 192: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Δυνάμεις με Επαφή - Δυνάμεις από Απόσταση

ΠΕΙΡΑΜΑ 4^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 171):



Εικόνα 193: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Δυνάμεις με Επαφή - Δυνάμεις από Απόσταση

ΠΕΙΡΑΜΑ 5^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 172):



Εικόνα 194: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ3: Δυνάμεις με Επαφή - Δυνάμεις από Απόσταση

8.9.4 Φύλλο Εργασίας 4: Πως Μετράμε τη Δύναμη

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά πώς μετράμε τις δυνάμεις.
- Να σημειώσουν οι μαθητές σε σκίτσο τομής ενός δυναμόμετρου τα βασικά του μέρη.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- χάρτινο ποτήρι – ψαλίδι - μεγάλος συνδετήρας
- λαστιχάκι – χάρακας – ταινία – πετραδάκια

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 174):



Εικόνα 195: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ4: Πως Μετράμε τη Δύναμη



Εικόνα 196: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ4: Πως Μετράμε τη Δύναμη



Εικόνα 197: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ4: Πως Μετράμε τη Δύναμη



Εικόνα 198: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ4: Πως Μετράμε τη Δύναμη



Εικόνα 199: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ4: Πως Μετράμε τη Δύναμη

8.9.5 Φύλλο Εργασίας 5: Η Τριβή - Μια Σημαντική Δύναμη

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά την εμφάνιση της τριβής, όταν προσπαθούμε να θέσουμε σε κίνηση ένα σώμα.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά τα αποτελέσματα της τριβής.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- χαρτί - γυαλόχαρτο
- γόμα –κιμωλία

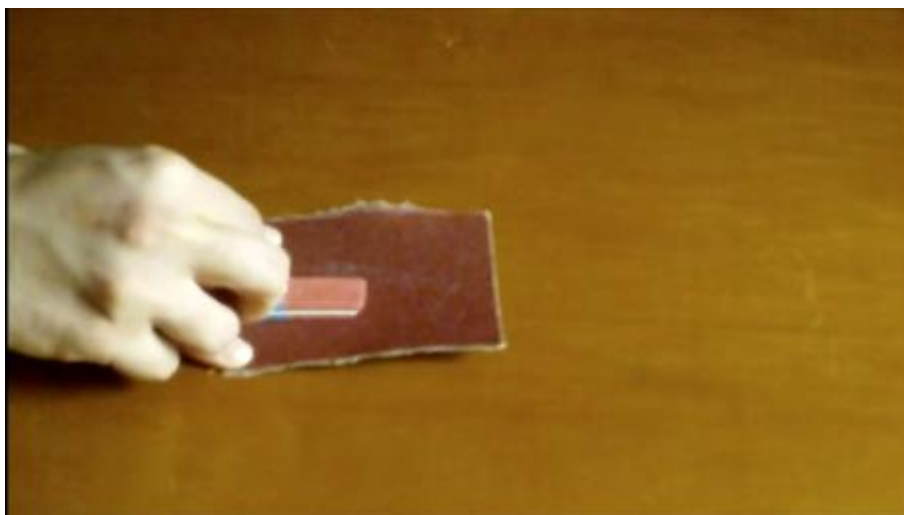
ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 177):



Εικόνα 200: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ5: Η Τριβή - Μια Σημαντική Δύναμη



Εικόνα 201: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ5: Η Τριβή - Μια Σημαντική Δύναμη



Εικόνα 202: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ5: Η Τριβή - Μια Σημαντική Δύναμη
ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 178):



Εικόνα 203: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ5: Η Τριβή - Μια Σημαντική Δύναμη



Εικόνα 204: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ5: Η Τριβή - Μια Σημαντική Δύναμη

ΠΕΙΡΑΜΑ 3^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 178):



Εικόνα 205: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ5: Η Τριβή - Μια Σημαντική Δύναμη



Εικόνα 206: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ5: Η Τριβή - Μια Σημαντική Δύναμη

8.9.6 Φύλλο Εργασίας 6: Παράγοντες από τους οποίους Εξαρτάται η Τριβή

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να κατασκευάσουν οι μαθητές τριβόμετρο.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η τριβή.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- κουτί από σαπούνι – πετραδάκια - χάρακας
- λαστιγάκι – ταινία - ψαλίδι
- χαρτί – γυαλόχαρτο

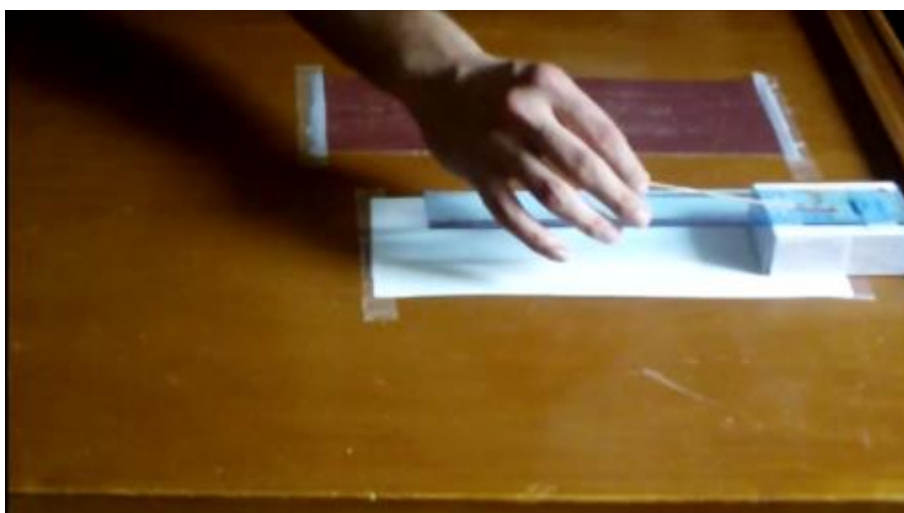
ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 180):



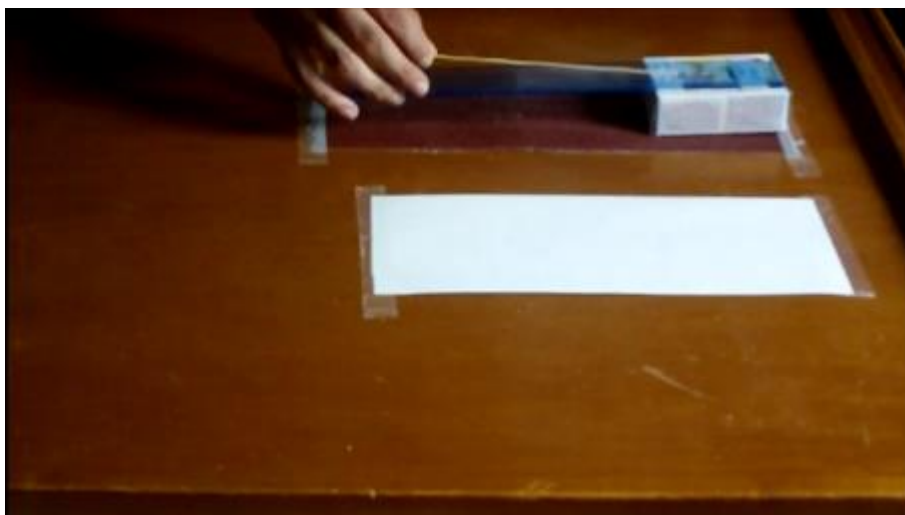
Εικόνα 207: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ6: Παράγοντες από τους οποίους Εξαρτάται η Τριβή



Εικόνα 208: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ6: Παράγοντες από τους οποίους Εξαρτάται η Τριβή



Εικόνα 209: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ6: Παράγοντες από τους οποίους Εξαρτάται η Τριβή



Εικόνα 210: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ6: Παράγοντες από τους οποίους Εξαρτάται η Τριβή ΠΕΙΡΑΜΑ 2⁰ (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 181):



Εικόνα 211: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ6: Παράγοντες από τους οποίους Εξαρτάται η Τριβή



Εικόνα 212: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ6: Παράγοντες από τους οποίους Εξαρτάται η Τριβή

ΠΕΙΡΑΜΑ 3⁰ (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 182):



Εικόνα 213: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ6: Παράγοντες από τους οποίους Εξαρτάται η Τριβή



Εικόνα 214: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ6: Παράγοντες από τους οποίους Εξαρτάται η Τριβή

8.9.7 Φύλλο Εργασίας 7: Τριβή - Επιθυμητή Ή Ανεπιθύμητη;

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

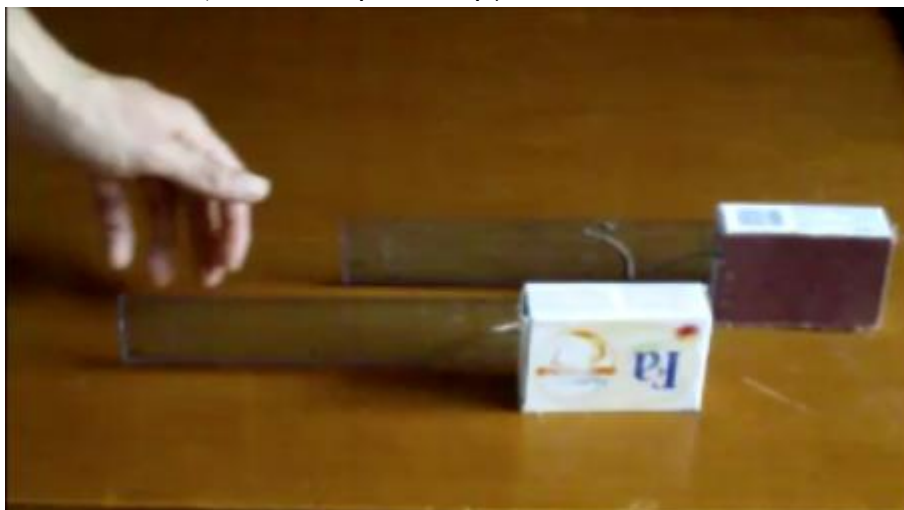
- Να διακρίνουν οι μαθητές περιπτώσεις στις οποίες η τριβή είναι επιθυμητή και περιπτώσεις στις οποίες είναι ανεπιθύμητη.
- Να προτείνουν οι μαθητές τρόπους με τους οποίους μπορούμε να αυξήσουμε ή να μειώσουμε την τριβή.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- τριβόμετρο (το οποίο κατασκευάστηκε στο προηγούμενο Φύλλο Εργασίας)
- γυαλόχαρτο - υγρό σαπούνι
- λάδι – διαφάνεια

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 185):



Εικόνα 215: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ7: Τριβή - Επιθυμητή Ή Ανεπιθύμητη;

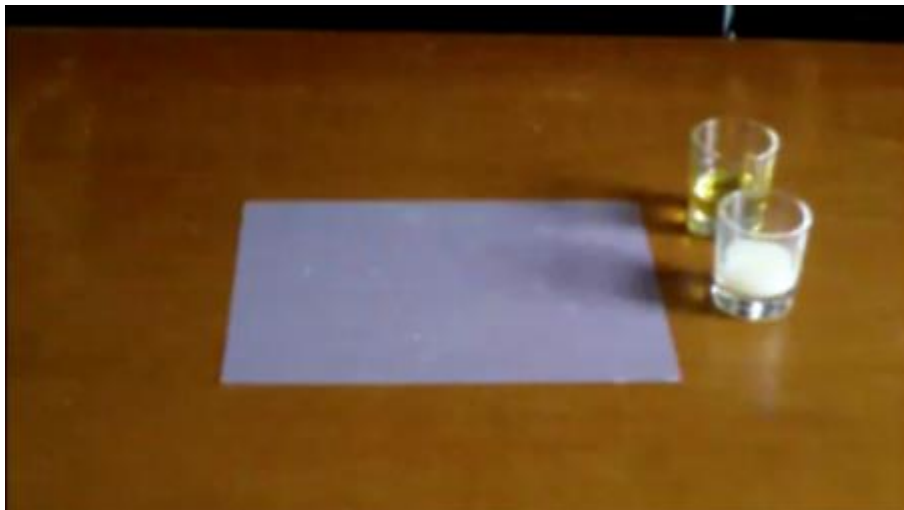


Εικόνα 216: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ7: Τριβή - Επιθυμητή Ή Ανεπιθύμητη;



Εικόνα 217: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ7: Τριβή - Επιθυμητή Ή Ανεπιθύμητη;

ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 186):



Εικόνα 218: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ7: Τριβή - Επιθυμητή Ή Ανεπιθύμητη;



Εικόνα 219: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ7: Τριβή - Επιθυμητή Ή Ανεπιθύμητη;



Εικόνα 220: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ7: Τριβή - Επιθυμητή Ή Ανεπιθύμητη;

8.9.8 Φύλλο Εργασίας 8: Η Πίεση

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να διακρίνουν οι μαθητές τις έννοιες «δύναμη» και «πίεση».
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η πίεση εξαρτάται από τη δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα, καθώς και από το μέγεθος της επιφάνειας επαφής.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

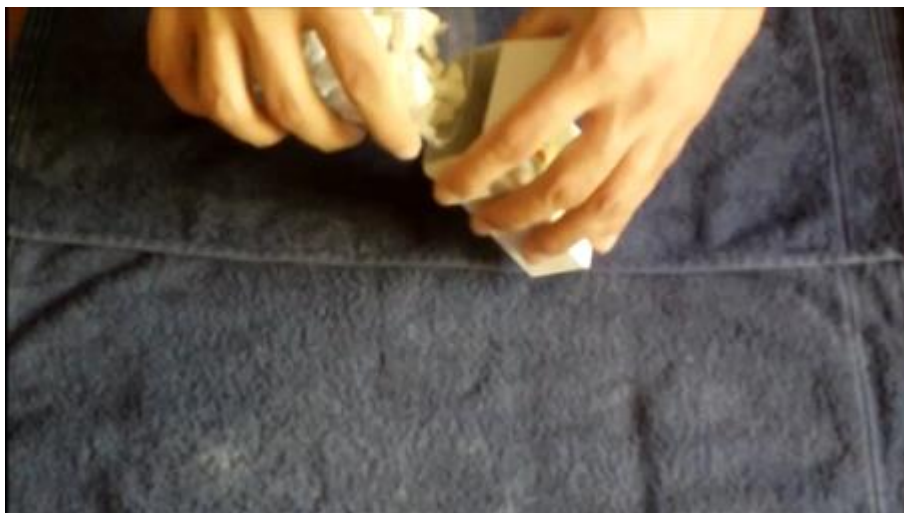
για κάθε ομάδα

- μικρό ταψί - αλεύρι
- κουτάλι - κουτί από σαπούνι
- πετραδάκια - βαρύ βιβλίο

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 188):



Εικόνα 221: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ8: Η Πίεση



Εικόνα 222: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ8: Η Πίεση



Εικόνα 223: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ8: Η Πίεση

ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 189):



Εικόνα 224: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ8: Η Πίεση



Εικόνα 225: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ8: Η Πίεση

8.9.9 Φύλλο Εργασίας 9: Η Υδροστατική Πίεση

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι τα υγρά λόγω του βάρους τους προκαλούν πίεση, την οποία ονομάζουμε υδροστατική πίεση.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι η υδροστατική πίεση αυξάνεται όσο μεγαλώνει το βάθος.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- μεταλλικό κουτί από γάλα - ανοιχτήρι κονσέρβας
- μπαλόνι – ψαλίδι - λαστιγάκι - νερό

για το πείραμα επίδειξης

- πλαστικό μπουκάλι – λεκάνη – κερί - πρόκες

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 191):



Εικόνα 226: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ9: Η Υδροστατική Πίεση



Εικόνα 227: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ9: Η Υδροστατική Πίεση



Εικόνα 228: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ9: Η Υδροστατική Πίεση



Εικόνα 229: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ9: Η Υδροστατική Πίεση



Εικόνα 230: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ9: Η Υδροστατική Πίεση

ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 192):



Εικόνα 231: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ9: Η Υδροστατική Πίεση



Εικόνα 232: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ9: Η Υδροστατική Πίεση



Εικόνα 233: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ9: Η Υδροστατική Πίεση

8.9.10 Φύλλο Εργασίας 10: Η Ατμοσφαιρική Πίεση

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι ο αέρας λόγω του βάρους του προκαλεί πίεση.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι την πίεση που προκαλεί ο αέρας λόγω του βάρους του την ονομάζουμε ατμοσφαιρική.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

- χάρακας – σπάγκος - εφημερίδα
- βεντούζα – γυαλόχαρτο
- πλαστελίνη - βιβλία

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 194):



Εικόνα 234: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ10: Η Ατμοσφαιρική Πίεση



Εικόνα 235: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ10: Η Ατμοσφαιρική Πίεση



Εικόνα 236: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ10: Η Ατμοσφαιρική Πίεση

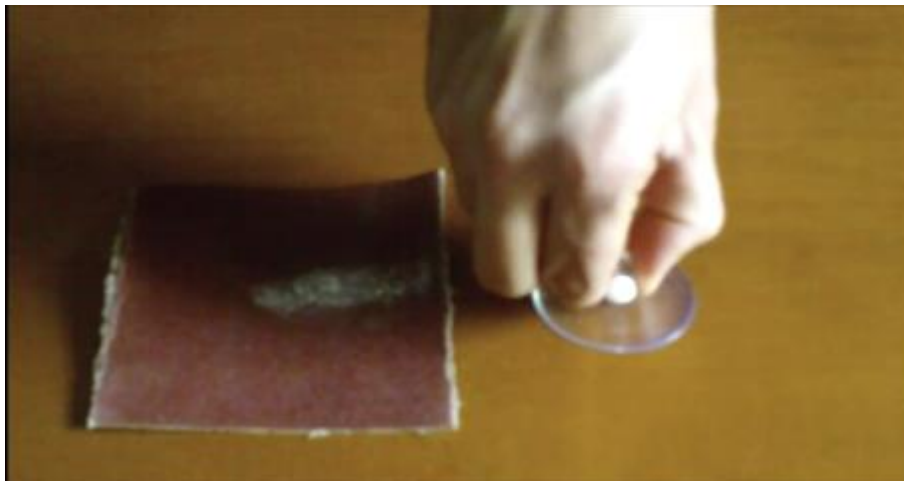


Εικόνα 237: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ10: Η Ατμοσφαιρική Πίεση



Εικόνα 238: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ10: Η Ατμοσφαιρική Πίεση

ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 195):

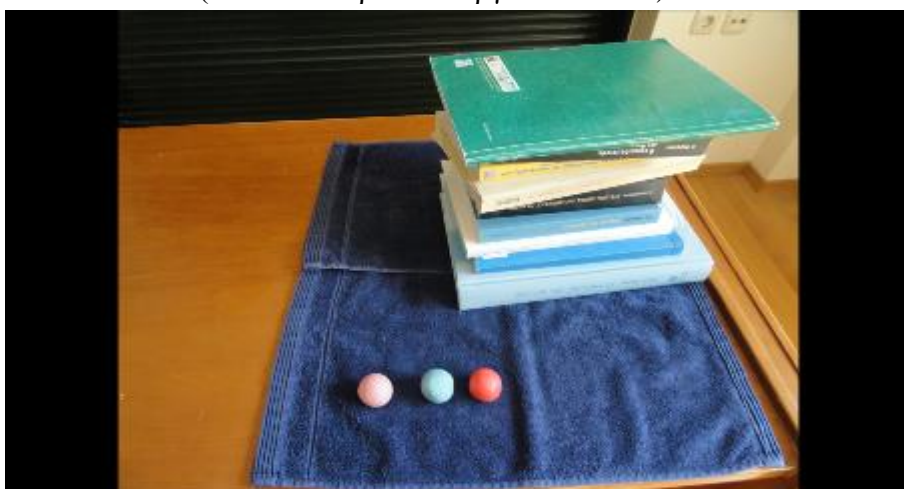


Εικόνα 239: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ10: Η Ατμοσφαιρική Πίεση



Εικόνα 240: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ10: Η Ατμοσφαιρική Πίεση

ΠΕΙΡΑΜΑ 3^ο (Σελίδα Τετραδίου Εργασιών: 196):



Εικόνα 241: Όργανα και υλικά για το πείραμα του ΦΕ10: Η Ατμοσφαιρική Πίεση



Εικόνα 242: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ10: Η Ατμοσφαιρική Πίεση



Εικόνα 243: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ10: Η Ατμοσφαιρική Πίεση



Εικόνα 244: Στιγμιότυπο εκτέλεσης του πειράματος του ΦΕ10: Η Ατμοσφαιρική Πίεση

Επίλογος

Η υπόθεση της εκπαίδευσης των νέων μας στο γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής είναι πολύ σοβαρή σε μια εποχή που έχει χαρακτηριστεί και θα συνεχίσει να χαρακτηρίζεται από τις ποικίλες εφαρμογές που απορρέουν από την επιστήμη αυτή. Εάν θέλουμε οι νέοι μας να αντιλαμβάνονται τις αλλαγές που συμβαίνουν στην εποχή μας και να έχουν καθοριστικό ρόλο παρέμβασης σε αυτές θα πρέπει να γνωρίσουν ουσιαστικά την επιστήμη της Φυσικής και αυτό δεν μπορεί να γίνει χωρίς πειραματική υποστήριξη της διδασκαλίας της.

Η διδασκαλία της Φυσικής στο Δημοτικό Σχολείο, όπου ο μαθητής δεν κατέχει την απαραίτητη μαθησιακή γνώση για ποσοτική αντιμετώπιση της επιστήμης, πρέπει να επιμένει μόνο στην κατανόηση των εννοιών και στην ποιοτική ερμηνεία των φυσικών φαινομένων. Είναι διαφορετική η διδασκαλία σε εφήβους και διαφορετική η διδασκαλία στα παιδιά του Δημοτικού Σχολείου. Η κατανόηση των εννοιών και των φυσικών φαινομένων από τον επιστήμονα έγινε γεγονός μόνο όταν το πείραμα έγινε μέρος της ερευνητικής διαδικασίας. Η κατανόηση των εννοιών και των φυσικών φαινομένων από το μαθητή θα επιτευχθεί, όταν συνδεθεί το πείραμα με την διδασκαλία της Φυσικής στο Δημοτικό Σχολείο, καθώς μόνο με τη μεθοδολογία αυτή θα μπορέσει να κατανοήσει ουσιαστικά έννοιες και φαινόμενα της Φυσικής.

Βιβλιογραφία

Ελληνική

- Αθανασάκης Α. (1995): Παιδαγωγικές κατευθύνσεις Φυσικών Επιστημών. Εκδόσεις Σαββάλας, Αθήνα.
- Βλάχος Ι. (2004): Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες. Η πρόταση της Εποικοδόμησης. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.
- Ζησιμόπουλος Γ., Καφετζόπουλος Κ., Μουτζούρη -Μανούσου Ε., Παπασταματίου Ν. (2002): Θέματα διδακτικής για τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών. Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα.
- Κασσέτας Ι. Α. (1996): Το μακρόν Φυσική - προ του βραχέως διδάσκω. Εκδόσεις Σαββάλας, Αθήνα.
- Καραντζής, Ι., (2002), *Το μάθημα των Φυσικών Επιστημών στο νέο πρόγραμμα σπουδών του Δημοτικού Σχολείου*, Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών – Έρευνα και πράξη, Γρηγόρης, Αθήνα, σ. 72-73
- Καριώτογλου Π. (2006). Παιδαγωγική γνώση του περιεχομένου φυσικών επιστημών. Εκδόσεις Γράφημα, Θεσσαλονίκη.
- Κόκκοτας, Π. (2002): Διδακτική των Φυσικών Επιστημών ΙΙ. Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, 3η έκδοση βελτιωμένη. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.
- Κόκκοτας, Π. και Βλάχος, Ι., (2000), *Ο ρόλος του πειράματος στην επιστήμη και στη διδασκαλία – μάθηση, Διδακτικές προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες, Σύγχρονοι προβληματισμοί*, Εκδ. Τυπωθήτω: Γ. Δαρδανός, Αθήνα, 211-236.
- Κόκοτας Π. & Βλάχος Ι. (επιμέλεια) 2001: Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών στις αρχές του 21ου αιώνα. Προβλήματα και προοπτικές. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.
- Κόκκοτας, Π. Β., Βλάχος Γ., Καρανίκας, Γ., (1995), *Διδακτικές στρατηγικές για εννοιολογική αλλαγή στις φυσικές επιστήμες*, Στο Ματσαγγούρας Ηλ. (επιμ.), Η εξέλιξη της διδακτικής, Gutenberg, Αθήνα, σ. 491-523.
- Κολιόπουλος Δ. (επιμέλεια) (1993). Η πειραματική διδασκαλία των φυσικών επιστημών στην Ελλάδα. Εκδόσεις Πνευματικού, Αθήνα.
- Κολιόπουλος, Δ. (2006). Θέματα διδακτικής φυσικών επιστημών. Η συγκρότηση της σχολικής γνώσης. Εκδόσεις Μεταίχμιο, Αθήνα

- Κουλαϊδής Β. (Επιμ.) (1995): Αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου. Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα.
- Κουμαράς, Π., (1994), *Υλικά καθημερινής χρήσης για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στους μαθητές της υποχρεωτικής εκπαίδευσης*, Εκπαιδευτική Κοινότητα, τεύχος 27, σ. 34-37.
- Κουμαράς, Π. (2002). Οδηγός για την πειραματική διδασκαλία της φυσικής. Εκδόσεις Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη.
- Κώτσης, Κ., (2002β), *Στάσεις των Εκπαιδευτικών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης ως προς τη χρήση πειραμάτων στη διδασκαλία της Φυσικής στο Δημοτικό Σχολείο. Εμπειρική προσέγγιση*, Πρακτικά συνεδρίου Σχολική Γνώση και Διδασκαλία στη Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, Ιωάννινα, τόμος Β', σ. 1-9.
- Κώτσης, Κ., (2005), *Διδασκαλία της Φυσικής και Πείραμα*, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα.
- Μίχας Π. (2003), *Η Διδασκαλία της Φυσικής στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση*. Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα
- Ο.Ε.Δ.Β., (2002), *Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Σπουδών – Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών Υποχρεωτικής*, τόμος β', Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα.
- Ο.Ε.Δ.Β., (2013), Βιβλίο μαθητή Ε' τάξης «*Ερευνώ και Ανακαλύπτω*», Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα.
- Ο.Ε.Δ.Β., (2013), Βιβλίο Δασκάλου Ε' τάξης «*Ερευνώ και Ανακαλύπτω*», Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα.
- Πατάπης, Σ. (1993): Μεθοδολογία διδασκαλίας της Φυσικής. Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.
- Ραβάνης Κ. (επιμέλεια) (2001). Η μύηση των μικρών παιδιών στις φυσικές επιστήμες. Εκπαιδευτικές και διδακτικές διαστάσεις. Πάτρα.
- Ραβάνης Κ. (2003). Εισαγωγή στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα.
- Σάββας, Στ., Καλκάνης, Γ., (1999), *Κρίση στο μάθημα της Φυσικής. Η εξέλιξη της στάσης των μαθητών και η αποτελεσματικότητα του μαθήματος, Ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας και πρώτη ερευνητική προσέγγιση στην ελληνική πραγματικότητα*, Πρακτικά 1^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογής των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Εκδόσεις Κ. Χριστοδουλίδης, Θεσσαλονίκη, σ. 288-293.
- Σέρογλου, Φ. (2006). Φυσικές επιστήμες για την εκπαίδευση του πολίτη. Εκδόσεις Επίκεντρο, Θεσσαλονίκη.

Σπυροπούλου-Κατσάνη, Δ., (2000), *Διδακτικές και παιδαγωγικές προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες*, Τυπωθήτω: Γ. Δάρδανος, Αθήνα.

Σταυρίδου Ε. (1995): *Μοντέλα Φυσικών Επιστημών και διαδικασίες μάθησης*. Εκδόσεις Σαββάλας, Αθήνα.

Σταυρίδου Ε. (2000): *Συνεργατική μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες: Μια εφαρμογή στο Δημοτικό Σχολείο*, εκδ. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος.

Ξενόγλωσση

Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945-1969

Akerson, V. L., Flick, L. B. , Lederman, N. G. (2000). The influence of primary children's ideas in science on teaching practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 363-385

Arons A. (1992): Οδηγός διδασκαλίας της Φυσικής. Εκδόσεις Τροχαλία, Αθήνα.

Butts, D. and Hall, G., (1974), *Children and Science*, Prentice-Hall International, NY, p. 59.

Cauzinille-Marmeche, E., Meheut, M. , Sere, M. G. , Weil-Barais, A. (1985). The influence of a priori ideas on the experimental approach. *Science Education*, 69, 201-211

Charpak, G. (2003). Μαθητές Ερευνητές και Πολίτες. Μια πρωτοποριακή διδασκαλία των επιστημών. Εκδόσεις Σαββάλας, Αθήνα.

Driver, R. and Bell. B., (1986), Students' thinking and the learning of Science: A constructivist view, *School Science Review*, 67, pp. 443-456.

Driver, R., Guesne, E. and Tiberghien, A., (1993), *Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες*, Ελληνική μετάφραση, έκδοση της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών και Τροχαλίας, Αθήνα, σ.18.

Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V. (1999): Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών- Μια Παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών (επιμέλεια Π. Κόκκοτας, μετάφραση Μ. Χατζή), εκδ. Τυπωθήτω, Αθήνα.

Hodson, D., Prophet, R., (1983), *Why the science curriculum changes – evolution or social control?* SSR, Sept.83, p.p. 5-18.

Jenkins, E., (1966), *Some Thoughts on "Finding out"*, *School Science Review*, 47, p. 87.

Leimegnan, G & Weil-Barais, A. (1997): Η οικοδόμηση των εννοιών στη φυσική. Εκδόσεις Τυπωθήτω-Γ. Δαρδανός 1997.

Roth, W.-M. & McGinn, M. K., (1997), *Science in schools and everywhere else: What science educators should know about science and technology studies?* *Studies in Science Education*, 29, pp. 1-44.

Stetson, R. & Bagwell, T., (1999), *Technology and teacher preparation: An oxymoron?* *Journal of Technology and Teacher Education*, 7(2), pp. 145-152.

Sutton C. (2002): Οι λέξεις, οι Φυσικές Επιστήμες και η μάθηση. Εκδόσεις Τυπωθήτω, Αθήνα.

Trumper, R. (1995). The need of changes in elementary school teachers' training. In C. Bernardini, Tarsitani, C. , Vicentini, M. (Ed.), *Thinking physics for teaching* (pp. 261-267). New York: Plenum Press

Vosniadou, S. (2008). Conceptual change research: An introduction. In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (pp. xiii-xxviii). New York: Routledge

Vygotsky, L. S. (1993): Σκέψη και Γλώσσα. Εκδόσεις Γνώση, Αθήνα.

Vygotsky, L. S. (1997): Νους και Κοινωνία: Η ανάπτυξη των ανώτερων διανοητικών διεργασιών. Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα.

Wandersee, J. H., Mintzes, J. J. , Novak, J. D. (1994). Research on alternative conceptions in science. In D. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 177-210). New York: Macmillan

Watts, M., Jofili, Z. (1998). Towards critical constructivist teaching. *International Journal of Science Education*, 20(2), 173-185

Woolnough, B., Allsop, T., (1985), *Practical work in science*, Cambridge University Press, London p.74.