

Θεόδωρος Πιερράτος

Διδάσκοντας Φυσική στην Α' Γυμνασίου

Προτάσεις διερευνητικής διδασκαλίας

Θεσσαλονίκη 2016



Διδάσκοντας Φυσική στην Α΄ Γυμνασίου

Προτάσεις διερευνητικής διδασκαλίας

Θεόδωρος Πιερράτος

© Θεόδωρος Πιερράτος
Θεσσαλονίκη, Μάιος 2016
ISBN: 978-960-93-8176-5

Περιεχόμενα

Διδάσκοντας Φυσική στο σύγχρονο σχολείο.....	7
Κεφάλαιο 1. Μετρήσεις μήκους – η μέση τιμή.....	13
Εκπαιδευτικό σενάριο	13
Φύλλο εργασίας 1	17
Ενδεικτικές απαντήσεις στο φύλλο εργασίας 1	19
Κεφάλαιο 2. Μετρήσεις χρόνου – Η ακρίβεια	21
Εκπαιδευτικό σενάριο	21
Φύλλο εργασίας 2	24
Ενδεικτικές απαντήσεις στο φύλλο εργασίας 2	26
Κεφάλαιο 3. Μετρήσεις μάζας – Τα διαγράμματα	29
Εκπαιδευτικό σενάριο	29
Φύλλο εργασίας 3Α.....	33
Φύλλο εργασίας 3Β	35
Ενδεικτικές απαντήσεις στο φύλλο εργασίας 3Α.....	37
Ενδεικτικές απαντήσεις στο φύλλο εργασίας 3Β.....	37
Κεφάλαιο 4. Μετρήσεις θερμοκρασίας – Η βαθμονόμηση.....	39
Εκπαιδευτικό σενάριο	39
Φύλλο εργασίας 4	46
Κεφάλαιο 5. Από τη θερμότητα στη θερμοκρασία – Η θερμική ισορροπία.....	49
Εκπαιδευτικό σενάριο	49
Φύλλο εργασίας 5	52
Κεφάλαιο 6. Οι αλλαγές κατάστασης του νερού – Ο "κύκλος" του νερού.....	55
Εκπαιδευτικό σενάριο	55
Φύλλο εργασίας 6	57
Κεφάλαιο 7. Η διαστολή και συστολή του νερού – Μια φυσική "ανωμαλία"	59
Εκπαιδευτικό σενάριο	59
Κεφάλαιο 8. Το φως θερμαίνει – "ψυχρά" και "θερμά" χρώματα.....	63
Εκπαιδευτικό σενάριο	63
Κεφάλαιο 9. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου υπερ-θερμαίνει.....	65
Εκπαιδευτικό σενάριο	65
Κεφάλαιο 10. Το ηλεκτρικό βραχυ-κύκλωμα – Κίνδυνοι και "ασφάλεια"	69
Εκπαιδευτικό σενάριο	69
Κεφάλαιο 11. Από τον ηλεκτρισμό στο μαγνητισμό – Ο ηλεκτρικός (ιδιο-) κινητήρας	71
Εκπαιδευτικό σενάριο	71
Κεφάλαιο 12. Από το μαγνητισμό στον ηλεκτρισμό – Η ηλεκτρική (ιδιο-) γεννήτρια	73
Εκπαιδευτικό σενάριο	73
Κεφάλαιο 13. Προτεινόμενα διαγωνίσματα.....	75

Διαγώνισμα 1	75
Διαγώνισμα 2	78
Παράρτημα.....	81
1. Οπτικές απάτες.....	81
2. Πόσο απέχουν οι δύο γραμμές;	83
3. Αποτυπώματα παπουτσιών	84
4. Ο νεαρός Γαλιλαίος.	85
Βιβλιογραφία.....	87

Διδάσκοντας Φυσική στο σύγχρονο σχολείο

Οι μεταβολές που έχουν συμβεί τις τελευταίες δύο δεκαετίες τόσο στην αγορά εργασίας όσο και στη διεθνή πολιτική σκηνή έχουν καταστήσει επιτακτική την ανάγκη γραμματισμού στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) όλων των πολιτών και έχουν φέρει τη διδασκαλία των ΦΕ, και της Φυσικής ειδικότερα, στο προσκήνιο (Beichner *et al.*, 1995). Έχει προκύψει έτσι η ανάγκη κατανόησης εκείνων των μεθόδων που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε αποτελεσματική διδασκαλία της Φυσικής αλλά και των μηχανισμών που θα επιτρέψουν την εκπαίδευση των νέων φυσικών ώστε να καταφέρουν να εφαρμόσουν αυτές τις μεθόδους.

Με τον όρο αποτελεσματική διδασκαλία της Φυσικής εννοούμε εκείνη τη διδασκαλία που μεταβάλλει τον τρόπο που οι μαθητές σκέφτονται για τη Φυσική και την επίλυση των προβλημάτων Φυσικής, ώστε να δρουν όσο το δυνατόν περισσότερο ως ειδικοί, ως εξασκημένοι φυσικοί: αντί, δηλαδή, να θεωρούν τη Φυσική ως τη συσσώρευση απομονωμένων κομματιών πληροφορίας αποκομμένων από τον πραγματικό κόσμο, να υιοθετήσουν, όπως οι ειδικοί, μια οπτική που βλέπει τη Φυσική ως μία συνεκτική δομή εννοιών οι οποίες θεμελιώνονται πειραματικά και περιγράφουν τη φύση (Wieman και Perkins, 2005).

Μέχρι και σήμερα, η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών και πανεπιστημιακών δασκάλων στη μέση και ανώτατη εκπαίδευση ακολουθεί την παραδοσιακή διδασκαλία της Φυσικής. Αυτή συνίσταται κυρίως στην παρουσίαση της διδακτέας ύλης υπό μορφή διάλεξης και την επίλυση ασκήσεων που βρίσκονται στο τέλος των κεφαλαίων των διδακτικών εγχειριδίων.

Έχουν γίνει πολλές έρευνες σε όλο τον κόσμο με σκοπό την αποτίμηση της αποτελεσματικότητας της παραδοσιακής διδασκαλίας (McDermott και Redish, 1999). Ενδεικτικά, οι Wieman και Perikins (2005) αναφέρουν ότι μόλις το 10% των φοιτητών τους μπόρεσαν να απαντήσουν σωστά σε μία ερώτηση ανάκλησης πληροφορίας η οποία δόθηκε ρητά κατά τη διάρκεια διάλεξης, δεκαπέντε λεπτά μετά την παρουσίαση της πληροφορίας. Σύμφωνα με τον Hake (1998), ανεξάρτητα από το διδάσκοντα, το μέγεθος της τάξης ή το εκπαιδευτικό ίδρυμα, οι φοιτητές κατακτούν λιγότερο από το 30% της νέας γνώσης που τους προσφέρεται μέσω της παραδοσιακής διδασκαλίας. Αντίστοιχα, σύμφωνα με την McDermott (1993) *“διδάσκοντας με το να λέμε είναι ένα αναποτελεσματικός τρόπος διδασκαλίας για τους περισσότερους μαθητές... Οι μαθητές πρέπει να εμπλακούν ενεργά για να αναπτύξουν λειτουργική κατανόηση”*.

Κοινός τόπος των σχετικών ερευνών είναι ότι ένας τυπικός μαθητής που παρακολουθεί μια παραδοσιακή διδασκαλία Φυσικής απομνημονεύει τύπους και γεγονότα και μαθαίνει συνταγές επίλυσης ασκήσεων. Δεν κατανοεί πραγματικά τις έννοιες της Φυσικής και δεν μπορεί να τις

εφαρμόσει για να περιγράψει φαινόμενα της καθημερινής ζωής. Θεωρεί το μάθημα βαρετό και αδυνατεί να το συσχετίσει με την πραγματικότητα.

Σύγχρονες διδακτικές μέθοδοι διδασκαλίας

Ένα από τα σημεία στα οποία η παραδοσιακή διδασκαλία της Φυσικής εμφανίζει σημαντική ανεπάρκεια είναι η αδυναμία εμπλοκής όλων των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία (Caldwell, 2007; Reay, Li, & Bao, 2008), τη στιγμή που η εμπλοκή φαίνεται ότι είναι αναγκαία συνθήκη για τη μάθηση (Beatty, 2004; Carini, Kuh, & Klein, 2006; Bransford et al., 1999).

Ένας τρόπος εμπλοκής των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι η εισαγωγή ενεργών μεθόδων διδασκαλίας (Beatty, 2004; Crouch & Mazur, 2001), μεθόδων οι οποίες απαιτούν περισσότερη συζήτηση και ανταλλαγή επιχειρημάτων μεταξύ των μαθητών, περισσότερο διάβασμα και προετοιμασία εκ μέρους των μαθητών και εκπόνηση περισσότερων εργασιών (Gurthrie και Carlin, 2004). Εδώ υιοθετείται ο ορισμός των ενεργών μεθόδων διδασκαλίας που δίνει ο Hake (1998), σύμφωνα με τον οποίο είναι εκείνες που έχουν σχεδιαστεί, τουλάχιστον εν μέρει, ώστε να προάγουν την εννοιολογική κατανόηση μέσω της ενεργούς εμπλοκής των εκπαιδευομένων σε νοητικές (πάντα) και πειραματικές (συνήθως) δραστηριότητες οι οποίες παρέχουν άμεση ανάδραση μέσω της συζήτησης με τους συμμαθητές και το διδάσκοντα. Υπό αυτή την έννοια, παραδοσιακή διδασκαλία νοείται εκείνη η οποία δεν κάνει χρήση των μεθόδων της ενεργούς διδασκαλίας και στηρίζεται κυρίως σε παθητικές διαλέξεις, εργαστηριακές συνταγές εκτέλεσης πειραμάτων και εξετάσεις επίλυσης αλγοριθμικών προβλημάτων.

Εκτενής βιβλιογραφία υποστηρίζει το ρόλο των ενεργών μεθόδων μάθησης στη διδασκαλία των ΦΕ (Freeman et al., 2007; Hake, 1998, 2002; Meltzer & Manivannan, 2002; Novak et al., 1999; Σταυρίδου, 2000; Cohen, 1994; Lazarowitz & Hertz-Lazarowitz, 1998). Σύμφωνα με τον Hake (1998), οι επιδόσεις μαθητών και φοιτητών που ενεπλάκησαν σε ενεργές μορφές διδασκαλίας ήταν σημαντικά καλύτερες από τις επιδόσεις όσων παρακολούθησαν παραδοσιακές διδασκαλίες.

Η διερευνητική διδασκαλία

Το 1960 ο Schwab πρότεινε μια ταξινόμηση των εργαστηριακών ασκήσεων στα σχολικά εγχειρίδια και εργαστηριακούς οδηγούς σε τρία επίπεδα, ανάλογα με τη δομή τους. Στο πρώτο επίπεδο, το εγχειρίδιο (ή ο εργαστηριακός οδηγός) θέτει την ερώτηση, περιγράφει τα απαιτούμενα υλικά και δίνει σαφείς οδηγίες που θα ακολουθήσει ο μαθητής για να βρει την απάντηση. Στο δεύτερο επίπεδο το εγχειρίδιο θέτει το πρόβλημα αλλά η πορεία για τη λύση του και η απάντηση μένουν ανοικτά. Στο τρίτο επίπεδο, το ίδιο το πρόβλημα, η απάντηση και η πορεία μένουν ανοικτά (Schwab, 1960). Το 1971 ο Herron στα παραπάνω προσθέτει και το μηδενικό επίπεδο, κατά το οποίο το εγχειρίδιο θέτει το πρόβλημα, παρέχει τις οδηγίες και τα υλικά και ζητά από το μαθητή να επιβεβαιώσει κάτι που ήδη γνωρίζει.

Τα τέσσερα επίπεδα αυτά επίπεδα μπορούν να τιτλοδοτηθούν ως επιβεβαιωτική, καθοδηγούμενη, προσανατολισμένη ή ανοιχτή διερεύνηση (Κουμαράς, 2015).

Κατά την εφαρμογή της επιβεβαιωτικής διερεύνησης, δίνονται στους μαθητές η ερώτηση, κατάλληλες οδηγίες και τα απαιτούμενα υλικά. Τα αποτελέσματα της διερεύνησης είναι ήδη γνωστά στους μαθητές. Έχετε ένα παράδειγμα επιβεβαιωτικής διερεύνησης αν στους μαθητές σας, π.χ. της Β΄ Γυμνασίου, κάνετε πρώτα το μάθημα «Διαστολή όγκου σε στερεά και υγρά» (Αντωνίου κ.ά. 2008α, σελ. 131) και στη συνέχεια, αφού τους χωρίσετε σε μικρές ομάδες, τους δώσετε τα απαιτούμενα υλικά και τον εργαστηριακό οδηγό (Αντωνίου κ.ά, 2008β, σελ. 44), και τους ζητήσετε να κάνουν το σχετικό πείραμα. Η έρευνα επιβεβαίωσης είναι χρήσιμη όταν στόχοι του δασκάλου είναι: i) να ενισχύσει κάτι που έχει ήδη διδάξει ii) να εισάγει τους μαθητές στην εμπειρία της διεξαγωγής έρευνας, iii) να ασκηθούν οι μαθητές σε μια συγκεκριμένη δεξιότητα έρευνας, όπως π.χ. η συλλογή και η καταγραφή δεδομένων.

Κατά την εφαρμογή της καθοδηγούμενης διερεύνησης (στη χώρα μας αναφέρεται ως καθοδηγούμενη ανακάλυψη) δίνονται στους μαθητές η ερώτηση, τα απαιτούμενα υλικά και οδηγίες για τη διαδικασία που θα ακολουθήσουν. Οι μαθητές δε γνωρίζουν την απάντηση πριν κάνουν το πείραμα. Στόχος είναι να εξάγουν ένα συμπέρασμα που στηρίζεται στα στοιχεία που έχουν συλλέξει. Για παράδειγμα, χωρίς να έχει προηγηθεί η σχετική διδασκαλία δίνονται στα παιδιά γραπτές οδηγίες, μπαταρίες καλώδια και διάφορα υλικά και ζητείται από τα παιδιά να ταξινομήσουν τα υλικά που τους δόθηκαν σε αγωγούς και μονωτές. Ενώ η επιβεβαιωτική και η καθοδηγούμενη έρευνα θεωρούνται έρευνες σε χαμηλότερο επίπεδο, είναι διεθνώς πολύ κοινές στις Φυσικές Επιστήμες στις πρώτες τάξεις του δημοτικού. Είναι σημαντικές γιατί επιτρέπουν στους μαθητές να αναπτύξουν σταδιακά τις ικανότητές τους για τη διεξαγωγή πιο ανοικτής έρευνας. Η διαφορά μεταξύ της επιβεβαιωτικής και της καθοδηγούμενης διερεύνησης είναι το αν οι μαθητές γνωρίζουν ή όχι το αποτέλεσμα της διερεύνησης.

Κατά την εφαρμογή της προσανατολισμένης διερεύνησης δίνεται στους μαθητές μόνο το πρόβλημα (ερευνητικό ερώτημα). Οι μαθητές σχεδιάζουν την πορεία που θα ακολουθήσουν για να απαντήσουν το ερώτημα. Τα υλικά μπορεί να δίνονται από το δάσκαλο, συνήθως στη λογική “επιλέξτε από αυτά που σας δίνω”. Μπορεί όμως και να ζητείται από τους μαθητές να επιλέξουν υλικά με τρόπο τελείως ανοιχτό, γεγονός που εγκυμονεί τον κίνδυνο αυτά να μην είναι διαθέσιμα. Επειδή αυτό το είδος της διερεύνησης είναι περιπλοκότερο από την καθοδηγούμενη διερεύνηση, απαιτεί να έχουν ήδη οι μαθητές ασκηθεί στο σχεδιασμό πειραμάτων, στην καταγραφή και την επεξεργασία δεδομένων.

Κατά την εφαρμογή της ανοικτής διερεύνησης οι μαθητές παράγουν τα ερωτήματα, σχεδιάζουν και διεξάγουν την έρευνα, ανακοινώνουν τα αποτελέσματά τους και κρίνουν τα αποτελέσματα των άλλων. Για τα υλικά ισχύει και εδώ ό,τι και στην προσανατολισμένη διερεύνηση. Ας σημειωθεί ότι α) οι μαθητές μπορούν να βιώσουν πολλαπλά επίπεδα διερεύνησης κατά τη διάρκεια μιας μόνο

ενότητας, β) το ότι οι μαθητές σχεδιάζουν την πορεία τους δεν σημαίνει ότι ο ρόλος του δάσκαλου είναι παθητικός.

Η συνήθης μορφή ενός εργαστηριακού οδηγού Φυσικής στο Γυμνάσιο και το Λύκειο συνίσταται στην παράθεση πειραμάτων τύπου «οδηγός μαγειρικής»: ο μαθητής ακολουθώντας οδηγίες κάνει (στην καλύτερη περίπτωση) μόνος του ή σε ομάδες το πείραμα και “ανακαλύπτει τη γνώση”. Ωστόσο, με τη λογική των σύγχρονων προγραμμάτων σπουδών αυτή η διδακτική προσέγγιση είναι ελλιπής: καλλιεργεί κυρίως γνώσεις ενώ απουσιάζει η καλλιέργεια ικανοτήτων όπως της διατύπωσης ερευνητικών ερωτημάτων, διατύπωσης και ελέγχου υποθέσεων, χειρισμού μεταβλητών κλπ.

Το μάθημα της «Φυσικής με πειράματα» στην Α΄ Γυμνασίου

Η «Φυσική με πειράματα» εισήχθη στο αναλυτικό πρόγραμμα της Α΄ Γυμνασίου το σχολικό έτος 2013-2014. Σύμφωνα με τους συγγραφείς, η εκπαιδευτική διαδικασία «*περιλαμβάνει απαραίτητα (και) πραγματικό πειραματισμό, από τους ίδιους τους μαθητές, σε ομάδες*» (Καλκάνης κ.ά, 2013). Υιοθετώντας την διδακτική μέθοδο με διερεύνηση προτείνονται τα εξής πέντε βήματα στις δώδεκα θεματικές ενότητες/φύλλα εργασίας: α. παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι, β. συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω, γ. ενεργώ, πειραματίζομαι, δ. συμπεραίνω, καταγράφω και ε. εφαρμόζω, εξηγώ, γενικεύω.

Η εμπλοκή των μαθητών μέσα από πειραματικές δραστηριότητες και εκτενή συζήτηση-ανταλλαγή απόψεων στην ολομέλεια, μπορεί να θεωρηθεί ως μία ενεργός μορφή διδασκαλίας η οποία, όπως υποστηρίχθηκε παραπάνω, μπορεί να έχει θετικά διδακτικά αποτελέσματα. Επομένως καταρχήν μπορεί να θεωρηθεί ότι η επιλογή της συγκεκριμένης διδακτικής μεθόδου είναι στη σωστή κατεύθυνση. Ωστόσο, όπως έχει υποστηριχθεί αλλού (Φασουλούπουλος, 2013; Βαλαδάκης, 2013, Κασέτας, 2013) υπάρχουν διάφορες ασυνέπειες μεταξύ των θεωρητικών διακηρύξεων της συγγραφικής ομάδας και της εφαρμογής τους όπως διατυπώνονται στα φύλλα εργασίας του βιβλίου.

Στο παρόν βιβλίο επιχειρείται η επαναπροσέγγιση των φύλλων εργασίας που προτείνονται στο σχολικό εγχειρίδιο έχοντας ως γνώμονα την ικανοποίηση των γενικών σκοπών και ειδικών στόχων που έχουν τεθεί για το συγκεκριμένο μάθημα (ΦΕΚ 2537B, 2013). Μολονότι θα μπορούσε να υποστηριχθεί η αλλαγή της σειράς παρουσίασης των φύλλων εργασίας, ώστε να ικανοποιηθεί η συνεκτικότητα στη διαδοχή των εμπλεκόμενων φυσικών εννοιών, αποφασίστηκε να ακολουθηθεί η σειρά που ακολουθείται στο σχολικό εγχειρίδιο προς διευκόλυνση των εκπαιδευτικών που θα θελήσουν να εφαρμόσουν στην τάξη τους κάποια από τα σενάρια που παρουσιάζονται εδώ.

Στα πρώτα έξι κεφάλαια παρουσιάζονται ολοκληρωμένες διδακτικές προτάσεις: αρχικά προτείνονται συγκεκριμένες δραστηριότητες για να εισαχθούν οι εμπλεκόμενες έννοιες της Φυσικής και στη συνέχεια ακολουθεί ένα φύλλο εργασίας που προτείνεται να ακολουθήσουν οι μαθητές. Στα κεφάλαια επτά έως και δώδεκα παρουσιάζονται διδακτικές προτάσεις αλλά απουσιάζουν τα φύλλα εργασίας. Ο λόγος είναι ότι σύμφωνα με τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί τα πρώτα τρία χρόνια της

εφαρμογής του μαθήματος στα Γυμνάσια, η πλειονότητα των συναδέλφων που διδάσκουν το μάθημα καλύπτει τα έξι πρώτα φύλλα εργασίας και ελάχιστοι προχωρούν παραπέρα, λόγω ανεπάρκειας του διδακτικού χρόνου που προσφέρεται στο μάθημα. Ωστόσο, όποιος συνάδελφος θα ήθελε είτε από επιλογή είτε γιατί έχει το χρόνο να προχωρήσει στην εφαρμογή κάποιου ή κάποιων κεφαλαίων από τα επτά έως δώδεκα με τη χρήση φύλλου εργασίας, μπορεί να υιοθετήσει τη μορφή του φύλλου εργασίας που προτείνεται σε αυτό το βιβλίο στα πρώτα έξι κεφάλαια, και να μορφοποιήσει κατάλληλα τα διδακτικά βήματα που προτείνονται στα αντίστοιχα κεφάλαια.

Θοδωρής Πιερράτος
Θεσσαλονίκη, Μάιος 2016

Κεφάλαιο 1. Μετρήσεις μήκους – η μέση τιμή

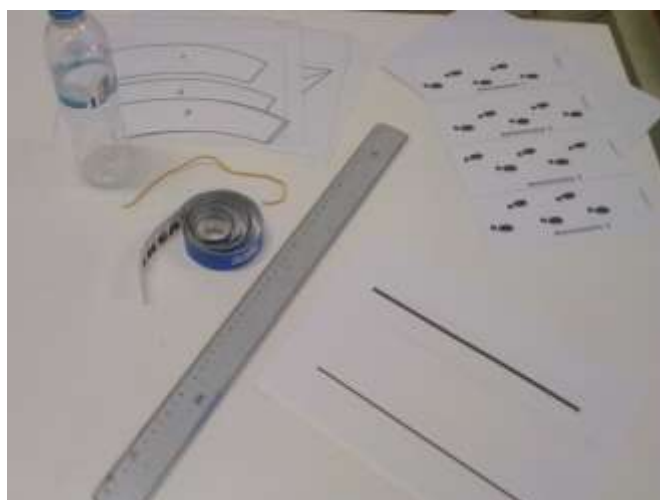
Εκπαιδευτικό σενάριο

Εμπλεκόμενες γνώσεις

Μετρήσεις με χάρακα, μετροταινία. Εύρεση μέσης τιμής

Υλικά

Μικρό μπουκάλι νερού, φωτοτυπίες από οπτικές απάτες (βλ. Παράρτημα 1), φωτοτυπίες με 2 παράλληλες γραμμές διαφορετικών παχών (βλ. Παράρτημα 2) , μετροταινίες, λαστιχάκια, κλαδάκια δέντρου, φωτοτυπίες με αποτυπώματα παπουτσιών (βλ. Παράρτημα 3).



Υλικά που θα απαιτηθούν

Διδακτικά βήματα - εκπαιδευτικές δραστηριότητες-

1η διδακτική ώρα

A. Πρόκληση ενδιαφέροντος - Προσανατολισμός

Προκειμένου να εισαχθούν στη λογική των μετρήσεων πρέπει να εξοικειώσουμε τους μαθητές με την ιδέα ότι μία μέτρηση είναι μία διαδικασία σύγκρισης.

Δραστηριότητα 1η

Ενώ δύο μαθητές, του ίδιου περίπου ύψους είναι καθιστοί, ζητάμε από τους υπόλοιπους να **εκτιμήσουν** ποιος από τους δύο είναι πιο ψηλός. Σε περίπτωση που πάρουμε την απάντηση «φαίνεται ότι ψηλότερος είναι ο ...» επιχειρούμε να προκαλέσουμε αμφισβήτηση της λογικής του «φαίνεται» παρουσιάζοντας ένα μικρό μπουκάλι νερού και ρωτώντας να εκτιμήσουν τι είναι μεγαλύτερο σε μήκος: το μπουκάλι ή η ετικέτα του (προς έκπληξη των περισσότερων, για τις

περισσότερες μάρκες νερού, είναι ίσα! Εναλλακτικά χρησιμοποιούμε κάποια «οπτική απάτη», βλ. Παράρτημα 1, εικόνες 1, 2, 3). Τους καθοδηγούμε να προτείνουν ότι πρέπει να συγκρίνουμε τους δύο μαθητές τοποθετώντας τους δίπλα-δίπλα.

Πώς όμως μπορούμε να συγκρίνουμε έναν μαθητή αυτής της τάξης με έναν μαθητή της διπλανής χωρίς να τους φέρουμε σε επαφή μεταξύ τους; Μέσα από τη συζήτηση προκύπτει η ανάγκη χρησιμοποίησης ενός τρίτου αντικειμένου που θα χρησιμοποιηθεί ως μέτρο σύγκρισης, π.χ. μίας κασετίνας ή ενός βιβλίου.

Πώς μπορούμε να συγκρίνουμε έναν μαθητή αυτής της τάξης με έναν μαθητή σε σχολείο άλλης πόλης ή άλλης χώρας; Το συμπέρασμα είναι ότι πρέπει το μέτρο σύγκρισης να είναι διεθνώς αναγνωρισμένο. Ο εκπαιδευτικός λέει λίγα λόγια για την ιστορία της μονάδας μέτρησης «μέτρο» ή αναθέτει σχετική εργασία στους μαθητές του για το σπίτι (βλ. το ένθετο που ακολουθεί).

Η ιστορία του μέτρου

Ο ορισμός του μέτρου έγινε στη Γαλλία το 1791 από την Ακαδημία των Επιστημών, η οποία όρισε ως μονάδα μέτρησης μήκους το «γαλλικό μέτρο» ως ίσο με ένα προς δέκα εκατομμύρια φορές την απόσταση από τον Ισημερινό έως το Βόρειο Πόλο, του μεσημβρινού της Γης που διασχίζει το Παρίσι. Το όνομα της νέας μονάδας ήταν *Mètre*, από την ελληνική λέξη *Μέτρον*. Υιοθετήθηκε από τη Γαλλική Κυβέρνηση το 1795, και έκτοτε έχει εξαπλωθεί σχεδόν σε όλες τις χώρες του κόσμου. Οι Αγγλοσάξονες εξακολουθούν να διατηρούν ακόμη και σήμερα τα δικά τους μέτρα και σταθμά. Το 1875, είκοσι χώρες υπέγραψαν τη Συνθήκη του Μέτρου (*Convention du Mètre*) και καθιερώθηκε το μέτρο του 1791 ως πρωτότυπο του μέτρου. Το αποτέλεσμα της Συνθήκης ήταν η δημιουργία του Διεθνούς Γραφείου Μέτρων και Σταθμών (*Bureau International des Poids et Mesures*), με έδρα τη γαλλική πόλη Sèvres, το οποίο θα διατηρούσε τις νέες μονάδες, καθώς εκτός από το μέτρο, ορίστηκε και το κιλό ως μονάδα βάρους, και είχε την ευθύνη της διατύπωσης των σχέσεων των άλλων μονάδων με αυτές. Το 1893, το πρωτότυπο μέτρο μετρήθηκε πάλι με συμβολόμετρο (μέτρηση του μήκους οπτικών κυμάτων που προέρχονται από διαφορετική πηγή) και βρέθηκε πως είναι 1.553.164,13 φορές το μήκος κύματος της κόκκινης γραμμής του φάσματος του καδμίου στον αέρα, στα 760 nm ατμοσφαιρικής πίεσης και στους 15 βαθμούς Κελσίου. Ο ορισμός του μέτρου άλλαξε το 1960. Στις 14 Οκτωβρίου, ορίστηκε εκ νέου από την 11η Γενική Συνέλευση Μέτρων και Σταθμών (*Conférence Générale des Poids et Mesures*) ως ίσο με 1,650,763.73 φορές το μήκος κύματος της πορτοκαλοκόκκινης γραμμής του φάσματος του στοιχείου του ^{86}Kr στο κενό. Ο πιο πρόσφατος ορισμός του μέτρου διατυπώθηκε το 1983, από την 17η ΓΣΜΣ, ως το μήκος που διανύει το φως στο κενό σε χρόνο $1/299.792.458$ του δευτερολέπτου ακριβώς, και αυτός ο ορισμός ισχύει μέχρι σήμερα.

(πηγή: <http://www.archaiologia.gr/blog/2011/04/06>)

Προσοχή! Μετά από την εφαρμογή της δραστηριότητας 1 από συναδέλφους, διαπιστώθηκε ότι αρκετοί μαθητές για να εκτιμήσουν ποιος μαθητής είναι ψηλότερος ανάμεσα σε δύο, προτείνουν να τους μετρήσουμε με το «μέτρο» εννοώντας να τους μετρήσουμε με μία μετροταινία (μεζούρα). Δυστυχώς η γλώσσα δεν μας βοηθάει στο σημείο αυτό αφού κι εμείς πολλές φορές κατά τη διδασκαλία χρησιμοποιούμε, ατυχώς, τον ίδιο όρο. Ας προσπαθήσουμε να επιμείνουμε στη χρήση του όρου **μετροταινία**, βοηθώντας τους μαθητές να ξεκαθαρίσουν ότι άλλο είναι η μετροταινία και άλλο το μέτρο.

Εναλλακτική διδακτική προσέγγιση (αντί της δραστηριότητας 1)

Ζητείται από τους μαθητές, ανά ομάδα, να μετρήσουν το μήκος του θρανίου τους με ό,τι διαθέτουν και να ανακοινώσουν το αποτέλεσμα στην ολομέλεια. Αναμένεται να χρησιμοποιήσουν την παλάμη τους, το στυλό τους, την κασετίνα τους ή το χάρακά τους. Πώς μπορούμε να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα; Ποια ομάδα έκανε τη «σωστή» μέτρηση;

Β. Πώς μετράμε; Λάθη που μπορεί να γίνουν κατά τη διαδικασία της μέτρησης

Δραστηριότητα 2η

Τραβάμε δύο παράλληλες γραμμές, όσο το δυνατόν πιο λεπτές, στον πίνακα και ζητάμε από έναν μαθητή να μετρήσει την απόστασή τους με μία μεζούρα. Αν ο μαθητής μετρήσει «σωστά» (τοποθετώντας σωστά, κάθετα, την μεζούρα) τότε ο εκπαιδευτικός, για να προκαλέσει συζήτηση, τοποθετεί τη μεζούρα «λάθος» (είτε λοξά, είτε αφού τη στριφογυρίσει μια-δυο φορές τη μεζούρα). Ζητάμε από τους μαθητές να αποφασίσουν επιχειρηματολογώντας ποια είναι η σωστή μέτρηση. Ο εκπαιδευτικός εξηγεί πώς πρέπει να γίνεται η μέτρηση.

Επειδή το να σχεδιαστούν δύο παράλληλες γραμμές στον πίνακα μπορεί να είναι πιο δύσκολο από ό,τι ακούγεται, ακόμη κι αν οι γραμμές δεν είναι όπως πρέπει, ο εκπαιδευτικός μπορεί να βρει την ευκαιρία να εστιάσει στο γεγονός ότι πρέπει να κρατούμε όλες τις μεταβλητές σταθερές εκτός από μία: άρα όλες οι ομάδες των μαθητών πρέπει να επιχειρήσουν να μετρήσουν την απόσταση των δύο ίδιων σημείων στις δύο ευθείες.

Γ. Ανάγκη εισαγωγής του μέσης τιμής

Δραστηριότητα 3η

Τραβάμε εκ νέου δύο παράλληλες γραμμές στον πίνακα, φροντίζοντας να τις κάνουμε όσο πιο παχιές γίνεται. Ζητάμε από κάθε ομάδα ένα μέλος της να μετρήσει όπως εξηγήθηκε προηγουμένως την απόσταση των δύο γραμμών, χωρίς όμως να ανακοινώσει τη μέτρησή της. Αφού ολοκληρωθούν όλες οι μετρήσεις κάθε ομάδα ανακοινώνει την απόσταση που μετρήσε. Αναμένεται οι μετρήσεις αυτές να διαφοροποιούνται. Ποια είναι η απόσταση των δύο γραμμών; Πού μπορεί να οφείλονται οι διαφορές; Εισαγωγή της μέσης τιμής μίας μέτρησης. Συζήτηση για τους παράγοντες που εισάγουν αβεβαιότητες στις μετρήσεις.

Παρατήρηση: Μετά από την εφαρμογή της δραστηριότητας 3 από συναδέλφους, διαπιστώθηκε ότι η διαχείριση της τάξης όσο οι διάφορες ομάδες κάνουν τις μετρήσεις τους μπορεί να είναι προβληματική. Για να αποφύγετε τέτοια προβλήματα μπορείτε να δώσετε από μία φωτοτυπία με τις δύο παράλληλες γραμμές σε κάθε ομάδα (βλ. Παράρτημα 2, εικόνα 4).

Δ. Ανασκόπηση – εργασίες για το σπίτι

Κάντε μία σύντομη ανασκόπηση των βασικών σημείων της 1ης διδακτικής ώρας (σημεία Α, Β και Γ, παραπάνω). Μπορείτε να αναθέσετε στους μαθητές (μεμονωμένα και όχι πλέον σε ομάδες) να τρέξουν μία από τις παρακάτω δραστηριότητες:

- Να χρησιμοποιήσετε ένα φύλλο χαρτί Α4, με όποιον τρόπο νομίζετε, για να μετρήσετε με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια το μήκος του στυλό σας (φύλλα Α4 μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μετροταινίες και διπλώνοντάς τα μερικές φορές μπορούμε να έχουμε και υποδιαίρεσεις).
- Να χρησιμοποιήσετε έναν χάρακα για να μετρήσετε το πάχος ενός φύλλου του βιβλίου των μαθηματικών σας.

2η διδακτική ώρα

Δίνεται το φύλλο εργασίας και μια φωτοτυπία με τα αποτυπώματα παπουτσιών (Παράρτημα 3) σε κάθε ομάδα μαθητών. Επίσης οι ομάδες των μαθητών έχουν πρόσβαση σε απλούς χάρακες.

Τα αποτυπώματα έχουν τοποθετηθεί έτσι ώστε μετρώντας την απόσταση μεταξύ δεξιού-δεξιού, αριστερού-δεξιού και αριστερού-αριστερού ποδιού, κατά μήκος της πατημασιάς, να είναι περίπου ίδια για κάθε εικόνα. Οι αποστάσεις αυτές είναι ίδιες για τον ύποπτο 2 και τον «κλέφτη».

Ανάλογα με το χρόνο που θα χρειαστούν οι μαθητές να ολοκληρώσουν το φύλλο εργασίας, το πιθανότερο είναι να χρειαστεί το τελευταίο βήμα (Δ1: η παρουσίαση στην ολομέλεια) να γίνει σε 3η διδακτική ώρα.

Προσοχή: Μετά από την εφαρμογή του φύλλου εργασίας από συναδέλφους, διαπιστώθηκε ότι όταν οι μαθητές παίρνουν στα χέρια τους το φύλλο με τα αποτυπώματα παπουτσιών εστιάζουν σε προβλέψεις και δυσκολεύονται να παρακολουθήσουν την πορεία του φύλλου εργασίας. Προτείνεται να δώσετε τα αποτυπώματα αφού οι ομάδες συμπληρώσουν μέχρι και το εδάφιο Γ1 του φύλλου εργασίας.

Στο τέλος της παρουσίασης στην ολομέλεια ο εκπαιδευτικός συνοψίζει τα βασικά συμπεράσματα της ενότητας αυτής:

- Η μέτρηση είναι μία διαδικασία σύγκρισης.
- Υπάρχουν διάφοροι λόγοι που οδηγούν σε διαφορετικά αποτελέσματα.
- Ένα αξιόπιστο αποτέλεσμα προκύπτει συνήθως παίρνοντας το μέσο όρο μερικών μετρήσεων.
- Η επιστημονική μεθοδολογία συνίσταται στην παρατήρηση, τη διατύπωση υποθέσεων, τον πειραματικό έλεγχο των υποθέσεων, την επαναδιατύπωση ή την επιβεβαίωση των υποθέσεων.

Φύλλο εργασίας 1

A. Το πρόβλημα

Χθες το βράδυ έγινε κλοπή στην αποθήκη ηλεκτρικών μικροσυσκευών γνωστού πολυκαταστήματος. Σύμφωνα με την κάμερα ασφαλείας ένας άντρας με καλυμμένο πρόσωπο μπήκε στο χώρο, χωρίς να τρέχει, και αφαίρεσε μερικά κινητά τηλέφωνα. Στο χώρο της αποθήκης βρέθηκαν ίχνη παπουτσιών που άφησε ο κλέφτης στο γεμάτο σκόνη πάτωμα. Η αστυνομία συνέλαβε τρεις υπόπτους για την κλοπή. Στη φωτοτυπία με τα αποτυπώματα παπουτσιών υπάρχουν τέσσερις εικόνες. Στην εικόνα 1 (Αποτυπώματα 1) φαίνονται τα αποτυπώματα παπουτσιών που βρέθηκαν στην αποθήκη ενώ στις εικόνες 2, 3 και 4 (Αποτυπώματα 2, 3, και 4 αντίστοιχα) φαίνονται τα αποτυπώματα παπουτσιών των τριών υπόπτων που συνέλεξε η αστυνομία βάζοντάς τους να περπατήσουν σε σκονισμένο πάτωμα. Σύμφωνα με έρευνες ένας άνθρωπος έχει σχεδόν σταθερό βηματισμό (βηματισμός είναι η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών θέσεων του ίδιου ποδιού του, π.χ. του δεξιού, είτε η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών θέσεων του αριστερού και δεξιού ποδιού). Μπορείτε να συμπεράνετε ποιος είναι, μεταξύ των τριών, ο πιθανότερος δράστης της κλοπής;

B. Για να διευκολυνθείτε συμπληρώστε τα παρακάτω, δουλεύοντας στις ομάδες σας.

B1. Τι νομίζετε ότι πρέπει να κάνετε για να υποδείξετε, με βάση τα δεδομένα, τον πιθανότερο δράστη;

.....

.....

.....

.....

B2. Γράψτε δύο προϋποθέσεις σχετικές με τα αποτυπώματα του δράστη και των υπόπτων, **που θα μπορούσατε να ελέγξετε αν ισχύουν**, ώστε να καταφέρετε να υποδείξετε τον πιθανότερο δράστη.

1^η

.....

.....

2^η

.....

.....

Γ1. Περιγράψτε μία διαδικασία μετρήσεων που θα κάνετε για να ελέγξετε μία από τις δύο σας υποθέσεις (λάβετε υπόψη ότι έχετε πρόσβαση μόνο στα υλικά που είναι διαθέσιμα αυτή τη στιγμή στην τάξη σας: μία μετροταινία και αντίγραφο από τα αποτυπώματα παπουτσιών που συνέλεξε η αστυνομία).

.....
.....

Γ2. Να κάνετε τις μετρήσεις που περιγράψατε παραπάνω και να τις καταγράψετε. Τι προβλήματα συναντήσατε; Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγετε; Μπορείτε να υποδείξετε ποιος είναι ο πιθανότερος δράστης της κλοπής;

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Δ1. Παρουσιάστε σύντομα στις υπόλοιπες ομάδες την πορεία που ακολουθήσατε (τι πρέπει να διερευνήσετε, υποθέσεις που κάνατε, μετρήσεις που έγιναν, συμπεράσματα στα οποία καταλήξατε).

Ενδεικτικές απαντήσεις στο φύλλο εργασίας 1

Παρατήρηση: Επειδή οι μαθητές δεν είναι εξοικειωμένοι με το να κάνουν υποθέσεις (τις συγχέουν συνήθως με τις προβλέψεις τους), είναι ίσως σκόπιμο στα πρώτα φύλλα εργασίας τα ερωτήματα B1 και B2 να αντιμετωπίζονται στην ολομέλεια. Αφήστε λίγο χρόνο στις ομάδες να σκεφτούν και να προτείνουν απαντήσεις στο B1 και συζητήστε τις στην ολομέλεια. Προτείνετε/καθοδηγήστε την υιοθέτηση μίας κοινής απάντησης, όπως αυτή που ακολουθεί, ώστε οι μαθητές να αντιληφθούν μέσα από την πράξη τι τους ζητάμε να κάνουν. Στα φύλλα εργασίας των επόμενων ενοτήτων η παρέμβαση του εκπαιδευτικού σε αυτό το σημείο πρέπει σταδιακά να ελαττωθεί. Ομοίως, σε ό,τι αφορά το ερώτημα B2 αφήστε τους μαθητές να προτείνουν διάφορες ιδέες οι οποίες πρέπει να υποβληθούν σε έλεγχο από την ολομέλεια στο κατά πόσο μπορούν να ελεγχθούν. Υπόθεση που δεν μπορεί να ελεγχθεί πρέπει να απορριφθεί.

B1. Θα συγκρίνουμε τα αποτυπώματα του κλέφτη με τα αποτυπώματα των υπόπτων. Ο πιθανότερος δράστης θα είναι αυτός του οποίου τα αποτυπώματα ταιριάζουν περισσότερο με αυτά του κλέφτη.

B2. 1η υπόθεση: Οι τρεις ύποπτοι φορούν διαφορετικά παπούτσια (είτε στο μήκος-μέγεθος είτε ακόμη και στο είδος) και αφήνουν διαφορετικά αποτυπώματα. Ένα μόνο από αυτά ταιριάζει με του κλέφτη.

2η υπόθεση: Οι τρεις ύποπτοι περπατούν με διαφορετικό βηματισμό.

Γ1.

(για την 1^η υπόθεση) Θα ελέγξω αρχικά αν κάποια αποτυπώματα παπουτσιών υπόπτων διαφέρουν από το αποτύπωμα του κλέφτη, ώστε να απαλλαγούν από τις υποψίες. Αν τα αποτυπώματα είναι ίδια, με έναν χάρακα θα μετρήσω το μήκος κάθε παπουτσιού, αρχικά του κλέφτη και μετά των τριών υπόπτων, και θα τα συγκρίνω. Αν σύμφωνα με την υπόθεσή μου οι ύποπτοι φορούν διαφορετικά μεγέθη παπουτσιών θα εντοπίσω αμέσως τον πιθανότερο δράστη.

(για τη 2^η υπόθεση) Θα μετρήσω με το χάρακα το βηματισμό του κλέφτη. Θα το κάνω μετρώντας την απόσταση δύο διαδοχικών αποτυπωμάτων του αριστερού (δεξιού) ποδιού. Θα ελέγξω αν ο βηματισμός αυτός είναι ίδιος αν μετρήσω το 1ο με το 2ο αποτύπωμα ή το 2ο με το 3ο. Αν υπάρχει διαφορά θα πάρω το μέσο όρο των δύο τιμών. Θα μετρήσω με τον ίδιο τρόπο τους βηματισμούς των τριών υπόπτων. Αν η υπόθεσή μου είναι σωστή, οι ύποπτοι έχουν διαφορετικό βηματισμό οπότε θα εντοπίσω τον πιθανότερο δράστη.

Γ2.

(για την 1^η υπόθεση) Τα αποτυπώματα είναι όλα ίδια: τόσο ο κλέφτης όσο και οι ύποπτοι φορούν ίδιου τύπου παπούτσια. Το μήκος του παπουτσιού τόσο του κλέφτη όσο και των τριών υπόπτων είναι περίπου 2.7 εκατοστά (ενδεικτικά). Άρα, δεν μπορώ να υποδείξω ποιος είναι ο πιθανότερος δράστης.

(για τη 2^η υπόθεση) Από τις μετρήσεις προκύπτει ότι ο πιθανότερος δράστης είναι ο ύποπτος 2.

Κεφάλαιο 2. Μετρήσεις χρόνου – Η ακρίβεια

Εκπαιδευτικό σενάριο

Υλικά

Σκοινί, «βαρίδια», καρφιά, ρολόι τοίχου με δευτερολεπτοδείκτη.



Μία πιθανή πειραματική διάταξη

Διδακτικά βήματα - εκπαιδευτικές δραστηριότητες-

1η διδακτική ώρα

A. Πρόκληση ενδιαφέροντος - Προσανατολισμός

Προβάλλουμε με βιντεοπροβολέα τον πίνακα του Παραρτήματος 4 και διαβάζουμε την παρακάτω ιστορία:

«Ευρώπη, έτος 1581 κι εκείνος 17 ετών, γεννημένος στην Πίζα. Εκείνο το πρωινό έτυχε να βρίσκεται μέσα στον καθεδρικό ναό της πόλης. Μια πόρτα μισάνοιχτη, ένα μικρό αεράκι και ένας πολυέλαιος του ναού άρχισε να αιωρείται. Ο νεαρός, αγνοώντας τον περίγυρο εστίασε την προσοχή του στην αιώρηση και η ΙΔΕΑ- ΥΠΟΨΙΑ γεννήθηκε. Είτε ο πολυέλαιος ταλαντευόταν με μεγάλο πλάτος, είτε με μικρότερο, είτε μόλις και μετά βίας έκανε την αιώρηση, ολοκλήρωνε τον ίδιο αριθμό αιωρήσεων. σε ίσους χρόνους. Έτος 1581, χρονόμετρο για τη μέτρηση τόσο μικρών χρονικών διαστημάτων δεν υπάρχει και ο νεαρός Γαλιλαίος για να ερευνήσει το ότι το «πήγαινε – έλα» της κάθε αιώρησης γίνεται στον ίδιο χρόνο με το

«πήγαινε – έλα» της οποιασδήποτε επόμενης, κάτι δηλαδή που δεν είχε υποθέσει μέχρι τότε κανείς, σκέφτηκε να εμπιστευτεί τον σφυγμό του. Στις μέρες που ακολούθησαν, με ένα σπάγκο και ένα βαρίδι, δοκίμασε να εξετάσει το **ισόχρονο** όλων των αιωρήσεων μόνος του...» (πηγή: Ανδρέας Κασέτας).

Ζητάμε από τους μαθητές να παρατηρήσουν τον πίνακα και να τον σχολιάσουν με βάση το παραπάνω κείμενο. Ενδεικτικά: γιατί το καπέλο του Γαλιλαίου είναι στο πάτωμα; Το έριξε ο αέρας; Φαίνεται άραγε να μετράει το σφυγμό του; Πώς αλλιώς θα μπορούσε να μετρήσει το χρόνο ταλάντωσης; (η ιστορία φαίνεται να υποδεικνύει ότι χρησιμοποίησε, πέρα από το σφυγμό του, ρυθμικά μουσικά μοτίβα, καθώς ο πατέρας του ήταν μουσικός).

Β. Πώς μετράμε το χρόνο; Λάθη που μπορεί να γίνουν κατά τη διαδικασία της μέτρησης.

Με βάση όσα έγιναν στο πρώτο κεφάλαιο (μέτρηση μήκους) σε τι συνίσταται η μέτρηση του χρόνου; Εκμαιεύουμε από τους μαθητές ότι πρέπει να υπάρχει μία μονάδα μέτρησης με την οποία θα συγκριθούν τα χρονικά διαστήματα.

Ποια ήταν η μονάδα που χρησιμοποίησε αρχικά ο Γαλιλαίος, σύμφωνα με το παραπάνω κείμενο; Μπορεί αυτή η μονάδα να είναι αντικειμενική;

Δραστηριότητα 1η

Καλούμε τους μαθητές να «βρουν» το σφυγμό τους και τους ζητάμε να μετρήσουν πόσο χρόνο, δηλαδή πόσους σφυγμούς μετράει ο καθένας τους, ώστε ο εκπαιδευτικός να κινηθεί από τη μία άκρη της αίθουσας στην άλλη. Αναμένεται να δώσουν διαφορετικά αποτελέσματα. Ζητάμε από τους μαθητές να χοροπηδήσουν, να κινηθούν έντονα για μερικά δευτερόλεπτα ώστε να ανεβάσουν τους σφυγμούς τους και επαναλαμβάνουμε τη μέτρηση, ενώ ο εκπαιδευτικός διασχίζει την αίθουσα, λίγο πολύ με τον ίδιο ρυθμό όπως και την πρώτη φορά.

Είναι αντικειμενική η μονάδα μέτρησης «σφυγμός»;

Δραστηριότητα 2η

Ζητάμε από τους μαθητές, σε ομάδες, να χρησιμοποιήσουν τα ρολόγια τους για να μετρήσουν το χρόνο που θα κάνει και πάλι ο εκπαιδευτικός να κινηθεί από τη μία άκρη της αίθουσας στην άλλη. Αναμένεται να δώσουν κοντινά μεταξύ τους αποτελέσματα τα οποία όμως, έστω και λίγο, θα διαφέρουν. Ποια είναι η σωστή μέτρηση; Γιατί διαφέρουν οι μετρήσεις μεταξύ τους; Πώς θα μπορούσε να λυθεί το πρόβλημα;

Αναμένεται οι μαθητές να αξιοποιήσουν ό,τι απεκόμισαν από την πραγμάτευση του φύλλου εργασίας 1 για να απαντήσουν στις παραπάνω ερωτήσεις. Ενδεικτικά, αναμένεται να προτείνουν την προσφυγή στο μέσο όρο των μετρήσεων. Στο σημείο αυτό μπορούμε να «αξιολογήσουμε» το προηγούμενο μάθημα και να επανέλθουμε στα κύρια σημεία του.

Γ. Για το σπίτι

Προτείνεται να δοθεί η παρακάτω εργασία-δραστηριότητα για το σπίτι: Χρησιμοποίησε το χρονόμετρο του κινητού τηλεφώνου των γονιών σου για να μετρήσεις πόσο διαρκεί η πτώση ενός

κέρματος από το ύψος του κεφαλιού σου μέχρι το πάτωμα. Τι προβλήματα συναντάς; Υπόθεσε ότι έχεις πρόσβαση σε ό,τι εξοπλισμό επιθυμείς. Πώς θα μπορούσες να τα λύσεις;

2η Διδακτική ώρα

Δίνεται το φύλλο εργασίας 2 που ακολουθεί. Κάθε ομάδα έχει πρόσβαση σε 2 μέτρα σκοινί, ένα ρολόι, διάφορα βαρίδια. Ως σημείο ανάρτησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα καρφί στον τοίχο (είτε κατεβάζουμε κάποιο κάδρο είτε καρφώνουμε μερικά καρφιά στους τοίχους της σχολικής αίθουσας) είτε το άγκιστρο στο πλάι του θρανίου.

Στο τέλος της ενότητας ο εκπαιδευτικός συνοψίζει τα σημαντικότερα σημεία δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στο ότι όταν εκτελείται ένα πείραμα με σκοπό τη διερεύνηση διάφορων παραγόντων πρέπει κάθε φορά να αλλάζει μία μόνο παράμετρος, ενώ οι υπόλοιπες συνθήκες πρέπει να παραμένουν σταθερές.

Επίσης, θα ήταν χρήσιμο εφόσον έχει προλάβει να «ελέγξει» τις εργασίες για το σπίτι να ζητήσει από τους μαθητές που πρότειναν πρωτότυπες (ακόμη και δύσκολο να εφαρμοστούν) προτάσεις επίλυσης του προβλήματος χρονομέτρησης πολύ μικρών χρονικών διαστημάτων με ένα χρονόμετρο, να τις παρουσιάσουν στην ολομέλεια και να προκληθεί συζήτηση αξιολόγησής τους μεταξύ των μαθητών.

Και πάλι, αν ο χρόνος δεν είναι αρκετός η παρουσίαση στην ολομέλεια (βήμα Δ1) μπορεί να γίνει σε μία 3^η διδακτική ώρα.

Φύλλο εργασίας 2

A. Το πρόβλημα

Στη σχολική εφημερίδα σας στάλθηκαν για να δημοσιευτούν δύο εργασίες φυσικής. Και οι δύο μαθητές-συγγραφείς (ένας για κάθε μία εργασία) ισχυρίστηκαν ότι εκτέλεσαν δύο διαφορετικά πειράματα με σκοπό να ελέγξουν κατά πόσο θα μπορούσε να είναι επιστημονικά δυνατή η ιστορία που περιγράφει την παρατήρηση του ταλαντευόμενου πολυέλαιου από τον Γαλιλαίο.

Ο πρώτος ισχυρίστηκε ότι όσο πιο μεγάλο ήταν το μήκος του σκοινιού από το οποίο κρεμόταν ο πολυέλαιος που παρατήρησε ο Γαλιλαίος, τόσο πιο εύκολο θα ήταν για αυτόν να μετρήσει το χρόνο ταλάντωσης του πολυέλαιου με το σφυγμό του.

Ο δεύτερος ισχυρίστηκε ότι αν ο πολυέλαιος είχε αντικατασταθεί από έναν βαρύτερο που κρεμόταν από το ίδιο ύψος, ο Γαλιλαίος θα μπορούσε πιο εύκολα να μετρήσει το χρόνο ταλάντωσης του με το σφυγμό του.

Για να δημοσιευτεί μία εργασία στη σχολική εφημερίδα πρέπει να ελεγχθεί ώστε να στηρίζεται σε αδιαμφισβήτητα δεδομένα. Ως εκδότης της εφημερίδας ποια ή ποιες εργασίες θα δημοσιεύατε;

B. Για να διευκολυνθείτε συμπληρώστε τα παρακάτω, δουλεύοντας στις ομάδες σας.

B1. Τι νομίζετε ότι πρέπει να κάνετε για να αποφασίσετε ποια ή ποιες εργασίες θα δημοσιεύσετε;

.....

.....

.....

.....

B2. Να κάνετε δύο υποθέσεις, που θα μπορούσατε να ελέγξετε, σχετικά με το από τι εξαρτάται ο χρόνος ταλάντωσης ενός αντικειμένου κρεμασμένου από σκοινί.

1^η

.....

.....

2^η

.....

.....

Γ1. Περιγράψτε ένα πείραμα και τις μετρήσεις που θα κάνετε για να ελέγξετε την πρώτη σας υπόθεση (λάβετε υπόψη ότι έχετε πρόσβαση μόνο στα υλικά που είναι διαθέσιμα αυτή τη στιγμή στην τάξη σας: σκοινί, βαρίδια, καρφιά, το ρολόι σας). Τι θα κρατήσετε σταθερό; Τι θα μεταβάλλετε;

.....

.....

.....

Γ2. Να κάνετε το πείραμα που περιγράψατε παραπάνω και να καταγράψετε τις μετρήσεις σας. Τι προβλήματα συναντήσατε; Πώς τα λύσατε; Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγετε; Μπορείτε να υποδείξετε κάποια ή κάποιες εργασίες που είναι επιστημονικά ορθό να δημοσιευτούν στην σχολική εφημερίδα;

.....

.....

.....

Γ3. Περιγράψτε ένα πείραμα και τις μετρήσεις που θα κάνετε για να ελέγξετε τη δεύτερή σας υπόθεση (λάβετε υπόψη ότι έχετε πρόσβαση μόνο στα υλικά που είναι διαθέσιμα αυτή τη στιγμή στην τάξη σας: σκοινί, βαρίδια, καρφιά, το ρολόι σας). Τι θα κρατήσετε σταθερό; Τι θα μεταβάλλετε;

.....

.....

.....

Γ4. Να κάνετε το πείραμα που περιγράψατε παραπάνω και να καταγράψετε τις μετρήσεις σας. Τι προβλήματα συναντήσατε; Πώς τα λύσατε; Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγετε; Μπορείτε να υποδείξετε κάποια ή κάποιες εργασίες που είναι επιστημονικά ορθό να δημοσιευτούν στην σχολική εφημερίδα;

.....

.....

.....

Δ1. Παρουσιάστε σύντομα στις υπόλοιπες ομάδες την πορεία που ακολουθήσατε (τι πρέπει να διερευνήσετε, υποθέσεις που κάνατε, μετρήσεις που έγιναν, συμπεράσματα στα οποία καταλήξατε).

Ενδεικτικές απαντήσεις στο φύλλο εργασίας 2

Παρατήρηση: Επειδή οι μαθητές δεν είναι εξοικειωμένοι με το να κάνουν υποθέσεις (τις συγχέουν συνήθως με τις προβλέψεις τους), είναι ίσως σκόπιμο στα πρώτα φύλλα εργασίας τα ερωτήματα B1 και B2 να αντιμετωπίζονται στην ολομέλεια. Αφήστε λίγο χρόνο στις ομάδες να σκεφτούν και να προτείνουν απαντήσεις στο B1 και συζητήστε τις στην ολομέλεια. Προτείνετε/καθοδηγήστε την υιοθέτηση μίας κοινής απάντησης, όπως αυτή που ακολουθεί, ώστε οι μαθητές να αντιληφθούν μέσα από την πράξη τι τους ζητάμε να κάνουν. Στα φύλλα εργασίας των επόμενων ενοτήτων η παρέμβαση του εκπαιδευτικού σε αυτό το σημείο πρέπει σταδιακά να ελαττωθεί. Ομοίως, σε ό,τι αφορά το ερώτημα B2 αφήστε τους μαθητές να προτείνουν διάφορες ιδέες οι οποίες πρέπει να υποβληθούν σε έλεγχο από την ολομέλεια στο κατά πόσο μπορούν να ελεγχθούν. Υπόθεση που δεν μπορεί να ελεγχθεί πρέπει να απορριφθεί.

B1. Θα πραγματοποιήσουμε τα δύο πειράματα που ισχυρίζονται ότι εκτέλεσαν οι δύο συγγραφείς για να ελέγξουμε τα αποτελέσματά τους. Για οποία εργασία επιβεβαιώσουμε το ισχυρισμό του συγγραφέα της θα τη δημοσιεύσουμε.

B2. 1η υπόθεση: Ο χρόνος της ταλάντωσης ενός αντικειμένου που είναι κρεμασμένο από σκοινί, εξαρτάται από το μήκος του σκοινιού.

2η υπόθεση: Ο χρόνος της ταλάντωσης ενός αντικειμένου που είναι κρεμασμένο από σκοινί, εξαρτάται από το βάρος του αντικειμένου.

Γ1. Θα κρεμάσουμε ένα συγκεκριμένο βαρίδι από ένα κομμάτι σκοινί με ένα καρφί στον τοίχο. Θα «τραβήξουμε» το βαρίδι λίγο αριστερά ή λίγο δεξιά και θα το αφήσουμε ελεύθερο να κινηθεί (να ταλαντωθεί). Θα μετρήσουμε με το ρολόι πόσος χρόνος περνάει ώστε το βαρίδι να επιστρέψει στην αρχική του θέση. Στη συνέχεια, από το ίδιο καρφί θα κρεμάσουμε ένα μεγαλύτερο κομμάτι σκοινί στο οποίο θα δέσουμε το ίδιο βαρίδι. Θα τραβήξουμε το βαρίδι προς τα αριστερά ή προς τα δεξιά όπως και προηγουμένως (προς την ίδια μεριά και κατά την ίδια γωνία). Θα μετρήσουμε με το ρολόι το χρόνο για να επιστρέψει το βαρίδι στην αρχική του θέση. Μπορούμε να επαναλάβουμε τη διαδικασία χρησιμοποιώντας ένα κομμάτι σκοινί μικρότερο από το αρχικό.

Γ2. Ήταν δύσκολο να μετρήσουμε με το ρολόι μας το χρόνο μιας ταλάντωσης. Για να λύσουμε το πρόβλημα μετρήσαμε το χρόνο για να γίνουν 10 ταλαντώσεις και διαιρέσαμε με το 10 (τον αριθμό των ταλαντώσεων) για να υπολογίσουμε το χρόνο μίας ταλάντωσης. Για το πολύ κοντό σκοινί μετρήσαμε ... δευτερόλεπτα, για το αρχικό σκοινί μετρήσαμε ... δευτερόλεπτα και για το πιο μακρύ σκοινί μετρήσαμε ... δευτερόλεπτα. Άρα, επιβεβαιώσαμε την υπόθεσή μας: όσο το μήκος του σκοινιού μεγαλώνει ο χρόνος μίας ταλάντωσης αυξάνεται. Τότε είναι πιο εύκολο να μετρήσουμε το χρόνο αυτό με το σφυγμό μας. Η πρώτη εργασία μπορεί να δημοσιευτεί!

Γ3. Θα κρεμάσουμε ένα βαρίδι από ένα συγκεκριμένο κομμάτι σκοινί με ένα καρφί στον τοίχο. Θα «τραβήξουμε» το βαρίδι λίγο αριστερά ή λίγο δεξιά και θα το αφήσουμε ελεύθερο να κινηθεί (να ταλαντωθεί). Θα μετρήσουμε με το ρολόι πόσος χρόνος περνάει ώστε το βαρίδι να επιστρέψει στην

αρχική του θέση. Στη συνέχεια, από το ίδιο καρφί και το ίδιο σκοινί θα κρεμάσουμε ένα βαρύτερο βαρίδι. Θα τραβήξουμε το βαρίδι προς τα αριστερά ή προς τα δεξιά όπως και προηγουμένως (προς την ίδια μεριά και κατά την ίδια γωνία). Θα μετρήσουμε με το ρολόι το χρόνο για να επιστρέψει το βαρίδι στην αρχική του θέση. Μπορούμε να επαναλάβουμε τη διαδικασία χρησιμοποιώντας ένα ακόμη βαρίδι ελαφρύτερο από το αρχικό.

Γ4. Μετρήσαμε, όπως και στο πρώτο πείραμα, 10 ταλαντώσεις και διαιρέσαμε με το 10 (τον αριθμό των ταλαντώσεων) για να υπολογίσουμε το χρόνο μίας ταλάντωσης. Για το ελαφρύτερο βαρίδι μετρήσαμε ... δευτερόλεπτα, για το μεσαίο βαρίδι μετρήσαμε ... δευτερόλεπτα, ενώ για το βαρύτερο βαρίδι μετρήσαμε ... δευτερόλεπτα. Άρα, η υπόθεσή μας δεν επιβεβαιώθηκε: ο χρόνος μιας ταλάντωσης δεν εξαρτάται από το βάρος του βαριδίου. Η δεύτερη εργασία δεν μπορεί να δημοσιευτεί!

Κεφάλαιο 3. Μετρήσεις μάζας – Τα διαγράμματα

Οι παρακάτω εποικοδομητικού τύπου δραστηριότητες στηρίζονται σε κάποιες παραδοχές οι οποίες αν και λανθασμένες από άποψη Φυσικής (π.χ., η ηλεκτρονική ζυγαριά μετράει τη μάζα), υιοθετούνται με σκοπό να ικανοποιηθούν οι διδακτικοί στόχοι του 3ου Φύλλου εργασίας του βιβλίου της Α' Γυμνασίου. Έτσι αποσιωπείται κάθε αναφορά στην ιδιότητα **αδράνεια** της ύλης. Για εναλλακτικές προτάσεις εισαγωγής της έννοιας της μάζας και της διάκρισης μάζας-βάρους, οι οποίες στηρίζονται σε πολύ πιο στέρεα θεμέλια αλλά αναφέρονται σε μαθητές μεγαλύτερων τάξεων, μπορεί ο εκπαιδευτικός να ανατρέξει στις παραπομπές:

http://fysikapeiramatika.blogspot.gr/2010/08/blog-post_24.html

http://fysikapeiramatika.blogspot.gr/2010/09/blog-post_16.html

Εκπαιδευτικό σενάριο

Υλικά

Ογκομετρικός σωλήνας (ή μπιμπερό ή βαθμονομημένο ποτήρι), 3 μικρά, όμοια, άδεια μπουκάλια νερού, νερό, οινόπνευμα, στεγνή άμμος, ηλεκτρονική ζυγαριά κουζίνας, δυναμόμετρο + στατήρας ανάρτησης, ξύδι, μαγειρική σόδα, κουτάλι, μικρά μπουκάλια νερού.



Υλικά που θα απαιτηθούν

Διδακτικά βήματα - εκπαιδευτικές δραστηριότητες-

1η διδακτική ώρα

Νομίζουμε ότι καταλαβαίνουμε κάτι αν είμαστε σε θέση να δώσουμε μία λίστα των χαρακτηριστικών του. Η ύλη έχει διάφορα χαρακτηριστικά. Το πιο εμφανές χαρακτηριστικό της ύλης είναι ίσως ο όγκος: το πόσο χώρο καταλαμβάνει ένα αντικείμενο στο χώρο.

Ο εκπαιδευτικός δείχνει ένα ποτήρι με νερό και ρωτάει: Πώς μπορούμε να μετρήσουμε τον όγκο του νερού σε αυτό το ποτήρι; Ένας εύκολος τρόπος για να μετράμε τον όγκο υγρών είναι η χρήση ενός «ογκομετρικού σωλήνα» (τα παιδιά το έχουν διδαχθεί στο δημοτικό).

Δραστηριότητα 1

Ένας μαθητής χρησιμοποιεί τον ογκομετρικό σωλήνα (ακόμη και μπιμπερό ή βαθμολογημένο ποτήρι από την κουζίνα του σπιτιού αν δεν υπάρχει εργαστηριακός ογκομετρικός σωλήνας) και διαβάζει την ένδειξη, π.χ. 125 ml, χωρίς να την ανακοινώσει. Για να συνδέσουμε με τις προηγούμενες ενότητες καλούμε έναν μαθητή από κάθε ομάδα να διαβάσει την ένδειξη και στη συνέχεια οι ομάδες ανακοινώνουν τις «μετρήσεις» τους στην ολομέλεια. Γιατί υπάρχουν διαφορές (αν υπάρχουν); Ποια είναι η «σωστή» μέτρηση;

Δραστηριότητα 2

Αδειάζουμε το περιεχόμενο του ογκομετρικού σωλήνα από τη δραστηριότητα 1 σε άδειο και καθαρό πλαστικό μπουκαλάκι νερού. Ζητάμε από άλλο μαθητή να γεμίσει τον ογκομετρικό σωλήνα με οινόπνευμα ίδιου όγκου με το νερό, π.χ. 125 ml. Στη συνέχεια αδειάζει το περιεχόμενο σε ένα δεύτερο άδειο μπουκαλάκι νερού.

Επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία χρησιμοποιώντας τώρα ένα άλλο υγρό (π.χ. γλυκερίνη) ή στεγνή άμμο. Διαθέτουμε στο τέλος αυτής της διαδικασίας 3 όμοια μπουκαλάκια νερού γεμισμένα, μέχρι του ίδιου ύψους (ίδιου όγκου), με τρία **διαφορετικά** υλικά.

Συμπέρασμα: Το χαρακτηριστικό της ύλης που αποκαλούμε «όγκο» ενώ περιγράφει κάτι εμφανές δεν αρκεί για μια πλήρη περιγραφή της ύλης. Τα τρία παραπάνω υλικά αν και έχουν ίδιο όγκο «εμφανώς» διαφοροποιούνται μεταξύ τους.

Από την εμπειρία μας ξέρουμε ότι μία ζυγαριά δείχνει μία αριθμητική ένδειξη όταν τοποθετείται πάνω σε αυτήν ένα αντικείμενο. Τα τρία μπουκαλάκια περιέχουν ίδιου όγκου υλικά. Τι ενδείξεις θα δώσει όμως η ζυγαριά για κάθε ένα από τα μπουκαλάκια; Θα είναι ίδιες ή θα είναι διαφορετικές;

Δραστηριότητα 3

Ένας μαθητής τοποθετεί διαδοχικά τα τρία μπουκαλάκια στη ζυγαριά και ανακοινώνει στην ολομέλεια τις ενδείξεις της ζυγαριάς: είναι διαφορετικές!

Τι σημαίνει το γεγονός ότι οι ενδείξεις είναι διαφορετικές; Εκμαιεύουμε ότι η ζυγαριά πρέπει να μετράει ένα διαφορετικό χαρακτηριστικό της ύλης. Πώς να το βαφτίσουμε αυτό το χαρακτηριστικό; Οι φυσικοί το λένε «μάζα».

Γιατί άραγε τα διάφορα υλικά ενώ μπορεί να έχουν ίδιο όγκο έχουν διαφορετική μάζα;

Δραστηριότητα 4

Ζητάμε από τρεις μαθητές να σηκωθούν όρθιοι, να ενώσουν τα χέρια τους και να κάνουν έναν κύκλο όσο το δυνατόν μεγαλύτερο. Ποιος είναι ο «όγκος» του συμπλέγματος; Ζητάμε από δύο μαθητές να μπουν μέσα στον κύκλο χωρίς να μεταβληθεί το μέγεθός του. Αν όλοι οι μαθητές ήταν πάνω σε μία ζυγαριά σε ποια περίπτωση η «μάζα» του συμπλέγματος θα ήταν μεγαλύτερη; Πώς μπορούμε να μεγαλώσουμε ακόμη περισσότερο τη μάζα του; Κάντε το! (Αναμένεται να προσπαθήσουν να στριμωχτούν όσο το δυνατόν περισσότεροι μαθητές μέσα στον «κύκλο».)

Ποιο είναι το συμπέρασμα; Τα διάφορα υλικά ενώ μπορεί να έχουν ίδιο όγκο έχουν διαφορετική μάζα επειδή διαφέρουν ως προς το πόσο στριμωγμένη είναι η ύλη σε αυτά. Όσο πιο στριμωγμένη τόσο περισσότερη ύλη σε συγκεκριμένο όγκο, τόσο μεγαλύτερη η μάζα. Οι φυσικοί μετράνε το πόσο στριμωγμένη είναι η ύλη σε ένα αντικείμενο με το μέγεθος **πυκνότητα**.

2η Διδακτική ώρα

Κρατήστε τα μπουκαλάκια με το οινόπνευμα και την άμμο αντίστοιχα στα δύο χέρια. Μπορείτε να πείτε ποιο είναι πιο βαρύ; Περιμένουμε/καθοδηγούμε οι μαθητές να «ζυγίσουν» με τα χέρια τους τα μπουκαλάκια και να αποφανθούν ότι πιο **βαρύ** είναι αυτό με την άμμο. Ζητάμε την φαντασία τους ή ενδεχομένως προβάλλουμε ένα μικρό βίντεο από το ΔΔΣ (<http://www.youtube.com/watch?v=rQbc1HJc5Nw>). Άραγε θα είχατε την ίδια **αίσθηση** αν κάνατε την ίδια «ζύγιση» στο Διεθνή Διαστημικό Σταθμό ή στη Σελήνη;

Όχι! Όμως ούτε ο όγκος, ούτε η πυκνότητα και επομένως ούτε η μάζα θα είχε αλλάξει. Άρα η ιδιότητα του να είσαι βαρύς, μοιάζει να είναι ένα ακόμη χαρακτηριστικό της ύλης. Σε αντίθεση όμως με τον όγκο και τη μάζα φαίνεται να εξαρτάται από του πού είμαι! Οι φυσικοί λένε αυτή την ιδιότητα «βάρος» και το μετράνε με ένα **δυναμόμετρο**.

Δραστηριότητα 5

Αναρτούμε διαδοχικά τα 3 μπουκαλάκια στο δυναμόμετρο και καταγράφουμε τις ενδείξεις. Στον πίνακα δημιουργούνται δύο στήλες: μία με τη μάζα του κάθε μπουκαλιού (ένδειξη ηλεκτρονικής ζυγαριάς) και μία με το βάρος του (ένδειξη δυναμόμετρου). Παρατηρείτε κάποια σχέση ανάμεσα στο βάρος (σε N) και τη μάζα (σε kg);

Για να γίνει πιο εμφανής η σχέση υπάρχει ένα «τέχνασμα»: το διάγραμμα βάρους-μάζας. Τοποθετούμε τα σημεία στο διάγραμμα. Πώς διατάσσονται; Τυχαία;

Οι φυσικοί λένε ότι το βάρος είναι ανάλογο με τη μάζα όταν βρισκόμαστε κοντά σε έναν πλανήτη και σε σταθερή απόσταση από το κέντρο του.

3η Διδακτική ώρα

Προτείνεται το φύλλο εργασίας 3Α ή εναλλακτικά το φύλλο εργασίας 3Β τα οποία είναι προσανατολισμένα στη διερεύνηση της προσθετικότητας της μάζας.

Κάθε ομάδα έχει πρόσβαση σε μία ηλεκτρονική ζυγαριά για να «μετράει τη μάζα» διάφορων αντικειμένων. Δίνονται επίσης από ένα πλαστικό μπουκαλάκι νερού 0.5 L, 50 ml ξύδι σε πλαστικό ποτηράκι, μια κουταλιά (περίπου 3 g) μαγειρική σόδα.

Αναμένεται οι μαθητές να ζυγίσουν τη μαγειρική σόδα, το ξύδι και το άδειο μπουκάλι ξεχωριστά. Στη συνέχεια να αναμείξουν σόδα και ξύδι μέσα στο **κλειστό** μπουκάλι και να ζυγίσουν το περιεχόμενό του. Μολονότι η σόδα «εξαφανίζεται» η συνολική μάζα, όπως μετριέται από την ηλεκτρονική ζυγαριά, παραμένει σταθερή.

Ανάλογα με το χρόνο που έχετε στη διάθεσή σας μπορείτε να παραλείψετε αυτά τα φύλλα εργασίας.

Φύλλο εργασίας 3Α

A. Το πρόβλημα

Η Ελευθερία παρακολούθησε ένα βίντεο στο youtube που της φάνηκε παράξενο. Ένας μαθητής έριξε σε ένα ποτηράκι με ξύδι λίγη μαγειρική, η σόδα άφρισε και μετά από λίγο σχεδόν εξαφανίστηκε! Η Ελευθερία αναρωτήθηκε αν το βίντεο αυτό ήταν αληθινό ή ψεύτικο. Στο μάθημα της Φυσικής έμαθε ότι τα αντικείμενα έχουν μάζα, πώς είναι δυνατόν, αναρωτήθηκε, η σόδα να εξαφανιστεί; Μπορεί η μάζα να εξαφανίζεται;

Είναι αληθινό το βίντεο που παρακολούθησε η Ελευθερία; Μπορεί η μάζα ενός αντικειμένου να εξαφανιστεί;

B. Για να διευκολυνθείτε συμπληρώστε τα παρακάτω, δουλεύοντας στις ομάδες σας.

B1. Τι νομίζετε ότι μπορείτε να κάνετε για να διαπιστώσετε αν η μάζα της σόδας εξαφανίζεται όταν αυτή αντιδρά με το ξύδι και παράγονται φυσαλίδες;

.....

.....

.....

.....

B2. Να κάνετε μία υπόθεση, **τέτοια ώστε να μπορέσετε να την ελέγξετε**, για το αν η μάζα της σόδας εξαφανίζεται όταν αντιδρά με το ξύδι.

.....

.....

.....

Γ1. Περιγράψτε ένα πείραμα που θα κάνετε για να ελέγξετε την υπόθεσή σας (λάβετε υπόψη ότι έχετε πρόσβαση μόνο στα υλικά που είναι διαθέσιμα αυτή τη στιγμή στην τάξη σας: ένα άδειο μπουκαλάκι νερού, μια κουταλιά μαγειρική σόδα, ξύδι, ηλεκτρονική ζυγαριά). Τι θα κρατήσετε σταθερό; Τι θα μεταβάλλετε;

.....

.....

.....

.....

Γ2. Να κάνετε το πείραμα που περιγράψατε παραπάνω. Τι προβλήματα συναντήσατε; Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγετε;

.....
.....

Δ1. Παρουσιάστε σύντομα στις υπόλοιπες ομάδες την πορεία που ακολουθήσατε (τι μπορούμε να διερευνήσουμε, υποθέσεις που κάνατε, μετρήσεις που έγιναν, συμπεράσματα στα οποία καταλήξατε).

.....

Φύλλο εργασίας 3B

A. Το πρόβλημα

Η θεία σας γυρίζει από την λαϊκή του Σαββάτου σέρνοντας με το ζόρι το φορτωμένο καροτσάκι της. Τρέχετε να τη βοηθήσετε και ανακαλύπτετε ότι το καλάθι είναι φορτωμένο με πορτοκάλια. Πολλά πορτοκάλια! Τη ρωτάτε γιατί αγόρασε τόσα πολλά και εκείνη σας απαντάει απορημένη:

«Μα καλά τι μαθαίνετε στη Φυσική στο σχολείο; Σκέψου το εξής: Έστω ότι όλα τα πορτοκάλια είναι όμοια και το καθένα από αυτά έχει μάζα 100 g. Αν αγοράσω π.χ. 100 τέτοια πορτοκάλια θα πληρώσω 10 €, δηλαδή το κάθε πορτοκάλι να μου κοστίζει 10 λεπτά του ευρώ. Αν όμως αγοράσω 10 τέτοια πορτοκάλια θα πληρώσω 1,2€, δηλαδή κάθε πορτοκάλι θα μου κοστίζει 12 λεπτά. Αγοράζω κι εγώ λοιπόν πορτοκάλια για όλη την οικογένειά και τα μοιράζω κι έτσι μας έρχονται πιο φθηνά!»

«Και τι σχέση έχει η Φυσική με αυτό;» ρωτάτε εσείς.

«Προφανές! Όταν έχω πολλά πορτοκάλια στη ζυγαριά η συνολική τους μάζα είναι μικρότερη από ό,τι θα ήταν αν πρόσθετα τις μάζες κάθε ενός πορτοκαλιού ξεχωριστά! Κι επειδή πληρώνουμε τα πορτοκάλια ανάλογα με τη μάζα τους συμφέρει να φορτώνω τη ζυγαριά του μανάβη με όσο το δυνατόν περισσότερα πορτοκάλια...»

Ο συλλογισμός της θείας σας φαίνεται «λογικός». Είναι όμως;

B. Για να διευκολυνθείτε συμπληρώστε τα παρακάτω, δουλεύοντας στις ομάδες σας.

B1. Τι νομίζετε ότι μπορείτε να κάνετε για να διαπιστώσετε αν η θεία σας έχει δίκιο;

.....
.....
.....

B2. Να διατυπώσετε μία υπόθεση, **τέτοια ώστε να μπορέσετε να την ελέγξετε**, και η οποία θα πρέπει να ισχύει, κατά τη γνώμη σας, για να μπορείτε να διαπιστώσετε αν η θεία σας έχει δίκιο.

.....
.....
.....

Γ1. Περιγράψτε ένα πείραμα ή μία σειρά μετρήσεων που θα κάνετε για να ελέγξετε την υπόθεσή σας (λάβετε υπόψη ότι έχετε πρόσβαση μόνο στα υλικά που είναι διαθέσιμα αυτή τη

στιγμή στην τάξη σας: μία ηλεκτρονική ζυγαριά και ό,τι αντικείμενο υπάρχει μέσα στην σχολική τσάντα σας). Τι θα μεταβάλλετε; Τι θα κρατήσετε σταθερό;

.....
.....
.....

Γ2. Να κάνετε το πείραμα ή τις μετρήσεις που περιγράψατε παραπάνω. Τι προβλήματα συναντήσατε; Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγετε; Μπορείτε να τεκμηριώσετε αν ο συλλογισμός της θείας σας είναι ορθός;

.....
.....
.....

Δ1. Παρουσιάστε σύντομα στις υπόλοιπες ομάδες την πορεία που ακολουθήσατε (τι μπορούμε να διερευνήσουμε, υποθέσεις που κάνατε, μετρήσεις που έγιναν, συμπεράσματα στα οποία καταλήξατε).

Ενδεικτικές απαντήσεις στο φύλλο εργασίας 3Α

B1. Θα ζυγίσουμε τη σόδα, το ξύδι και το άδειο μπουκάλι για να βρούμε τη συνολική μάζα τους. Θα βάλουμε τη σόδα και το ξύδι μέσα στο μπουκάλι και θα το κλείσουμε. Θα ζυγίσουμε το μπουκάλι αφού ολοκληρωθεί η αντίδραση της σόδας με το ξύδι.

B2. 1η υπόθεση: Η συνολική μάζα των ουσιών που βρίσκονται μέσα στο μπουκάλι δεν αλλάζει όταν η σόδα μετατρέπεται σε φουσαλίδες. (Φυσικά, κάποιοι μαθητές μπορεί να θεωρήσουν ότι η μάζα μπορεί να εξαφανιστεί: είναι μια «νόμιμη» υπόθεση από τη στιγμή που μπορεί να ελεγχθεί).

Γ1. Θα ρίξουμε το ξύδι μέσα στο άδειο μπουκαλάκι νερού και θα τα ζυγίσουμε στην ηλεκτρονική ζυγαριά. Θα ζυγίσουμε μια κουταλιά μαγειρική σόδα και θα τη ρίξουμε στο μπουκαλάκι. Θα κλείσουμε αμέσως το καπάκι και θα τοποθετήσουμε το μπουκάλι πάνω στη ζυγαριά. Θα καταγράψουμε πώς αλλάζει η ένδειξη της ζυγαριάς όσο η σόδα αντιδρά με το ξύδι και παράγει φουσαλίδες.

Γ2. Δυσκολευτήκαμε να μετρήσουμε τη μάζα της σόδας. Τελικά, βάλαμε το μπουκάλι με το ξύδι πάνω στη ζυγαριά και ρίξαμε μια κουταλιά σόδα. Καταγράψαμε αμέσως την ένδειξη της ζυγαριάς, πριν αρχίσουν να βγαίνουν φουσαλίδες, και κλείσαμε το μπουκάλι με το καπάκι. Η ένδειξη παρέμεινε σταθερή αν και η σόδα εξαφανίστηκε! Φαίνεται ότι συνολική μάζα του ξυδιού, του μπουκαλιού και της σόδας είναι ίση με τη συνολική μάζα του ξυδιού, του μπουκαλιού και των φουσαλίδων.

Ενδεικτικές απαντήσεις στο φύλλο εργασίας 3Β

B1. Μπορούμε να ζυγίσουμε μερικά αντικείμενα, αρχικά το καθένα μόνο του. Για παράδειγμα, μία σβήστρα, ένα μολύβι και έναν χάρακα. Στη συνέχεια θα ζυγίσουμε όλα τα αντικείμενα μαζί και θα συγκρίνουμε την ένδειξη της ζυγαριάς με το άθροισμα των ενδείξεων καθενός αντικειμένου.

B2. 1η υπόθεση: Η συνολική μάζα των τριών αντικειμένων, όπως μετριέται από την ηλεκτρονική ζυγαριά όταν τοποθετούμε σε αυτή όλα τα αντικείμενα μαζί, είναι ίση με το άθροισμα της μάζας κάθε αντικειμένου όπως μετριέται από την ηλεκτρονική ζυγαριά όταν τοποθετούμε κάθε αντικείμενο μόνο του.

Γ1. Θα επιλέξουμε τρία αντικείμενα. Θα μετρήσουμε τη μάζα κάθε αντικειμένου τοποθετώντας το μόνο του πάνω στην ηλεκτρονική ζυγαριά. Θα καταγράψουμε την ένδειξη της ζυγαριάς. Θα επαναλάβουμε το ίδιο και για τα τρία αντικείμενα. Θα υπολογίσουμε το άθροισμα των τριών ενδείξεων της ζυγαριάς. Μετά, θα τοποθετήσουμε και τα τρία αντικείμενα πάνω στη ζυγαριά και θα καταγράψουμε τη συνολική τους μάζα, δηλαδή την ένδειξη της ζυγαριάς. Θα συγκρίνουμε αυτή την ένδειξη με το άθροισμα των μεμονωμένων ενδείξεων. Θα ζυγίσουμε και στις δύο περιπτώσεις τα ίδια αντικείμενα με την ίδια ζυγαριά. Το μόνο που θα αλλάξει θα είναι η διαδικασία μέτρησης της συνολικής μάζας.

Γ2. Η μάζα της σβήστρας είναι ... g. Η μάζα του χάρακα είναι ... g. Η μάζα του μολυβιού είναι ... g. Η μάζα και των τριών αντικειμένων είναι ... g. Άρα η συνολική μάζα των τριών αντικειμένων ισούται με το άθροισμα των τριών μαζών. Ο συλλογισμός της θείας είναι λανθασμένος.

Διδακτικά βήματα - εκπαιδευτικές δραστηριότητες-

1η διδακτική ώρα

Τα βήματα που ακολουθούν μπορούν να πραγματοποιηθούν είτε ανεξάρτητα είτε σε συνεργασία με το φύλλο εργασίας 4 που δίνεται παρακάτω.

A. Πρόκληση ενδιαφέροντος - Προσανατολισμός

Για να αναδείξουμε την δυσκολία αντικειμενικής εκτίμησης του "πόσο ζεστό" είναι ένα αντικείμενο μπορούμε να προσφύγουμε στο γνωστό πείραμα που αρκετοί μαθητές έχουν κάνει και στο Δημοτικό. Έχουμε τρεις λεκάνες (ή τρία κομμένα στη μέση μπουκάλια νερού του 1,5 λίτρου ή τρία πλαστικά ποτήρια) με νερό: ζεστό, χλιαρό, κρύο. Ένας μαθητής από κάθε ομάδα καλείται να εκτιμήσει "πόσο ζεστό" είναι το νερό της μεσαίας λεκάνης, η οποία περιέχει το χλιαρό νερό. Αρχικά έχει το ένα του χέρι στη λεκάνη με το ζεστό νερό και το άλλο του χέρι στη λεκάνη με το κρύο νερό. Στη συνέχεια τοποθετεί και τα δύο του χέρια στη λεκάνη με το χλιαρό νερό. Πόσο ζεστό είναι το νερό; Οι μαθητές διαπιστώνουν βιωματικά ότι οι αισθήσεις μας δεν αρκούν για να απαντήσουμε αντικειμενικά στην ερώτηση αυτή. Το χέρι που ήταν στο κρύο νερό μας πληροφορεί ότι το νερό είναι ζεστό. Αντίθετα, το χέρι που ήταν στο ζεστό νερό μας πληροφορεί ότι είναι κρύο.

Εκμαιεύουμε το συμπέρασμα: η εκτίμηση με βάση τις αισθήσεις μας μπορεί είναι υποκειμενική. Στη Φυσική χρειάζεται να μετρήσουμε το πόσο ζεστό είναι ένα αντικείμενο.

B. Συζήτηση - Διατύπωση υποθέσεων

Πώς μπορούμε να μετρήσουμε "αντικειμενικά" το πόσο ζεστό είναι ένα αντικείμενο;

Θυμίζουμε τα προβλήματα που υπήρξαν κατά την προσπάθεια μέτρησης του μήκους με διαφορετικές μονάδες μέτρησης (κασετίνες, τετράδια, παλάμες, κτλ) που οδήγησαν σε "υποκειμενική" εκτίμηση του μεγέθους ενός αντικειμένου (για παράδειγμα του θρανίου των μαθητών).

Επιχειρούμε να εκμαιεύσουμε ότι για να μετράμε "αντικειμενικά" πρέπει το αντικείμενο, ανάλογα με το πόσο ζεστό είναι, να προκαλεί μία αντίστοιχη μεταβολή την οποία θα συσχετίσουμε με ένα μέτρο σύγκρισης. Επιχειρούμε να ακούσουμε ιδέες από τους μαθητές προκαλώντας συζήτηση στην ολομέλεια. Λόγω της εμπειρίας τους αναμένεται οι μαθητές να προτείνουν τη χρήση ενός "θερμομέτρου".

Δείχνουμε ένα θερμόμετρο «οινοπνεύματος» καλώντας τους μαθητές να το δουν προς στιγμήν ως έναν στενό σωλήνα γεμισμένο με ένα υγρό. Το τοποθετούμε στη λεκάνη με το ζεστό νερό και καλούμε κάποιον μαθητή να δηλώσει στην ολομέλεια τι παρατηρεί να συμβαίνει μέσα στο σωλήνα του θερμομέτρου: το υγρό ανεβαίνει μέσα στο σωλήνα. Τοποθετούμε το θερμόμετρο στο χλιαρό νερό και καλούμε έναν άλλο μαθητή να δηλώσει στην ολομέλεια τι παρατηρεί: το υγρό κατεβαίνει μέσα στο σωλήνα.

Παραλλαγή: Στο σημείο αυτό μπορούμε αντί να χρησιμοποιήσουμε ένα θερμόμετρο να χρησιμοποιήσουμε την ιδιοκατασκευή της παρακάτω φωτογραφίας, η οποία αποτελεί στην ουσία ένα

χονδροειδές θερμόμετρο που προτείνεται στη σελίδα 89 του τετραδίου εργασιών του βιβλίου "Φυσικά Δημοτικού – Ερευνώ και ανακαλύπτω" της Ε' τάξης, **με μια διαφοροποίηση**. Αντιγράφοντας από τον Παναγιώτη Κουμαρά:

"...Η διαφοροποίηση που προτείνω στο πείραμα της σελίδας 89 είναι ότι αντί να κλείνεται το στόμιο του μπουκαλιού, γύρω από το καλαμάκι, με πλαστελίνη να χρησιμοποιηθεί ένα μικρό γυάλινο μπουκάλι με βιδωτό καπάκι και να περάσει σφιχτά το καλαμάκι μέσα από το καπάκι. Το κλείσιμο του στομίου του μπουκαλιού με πλαστελίνη μπορεί να οδηγήσει το πείραμα σε αποτυχία γιατί με τη θέρμανση υπάρχει πιθανότητα να δημιουργηθεί ρήγμα στην πλαστελίνη γύρω από το καλαμάκι και το υγρό του μπουκαλιού να διαρρέει από εκεί αντί να αναβαίνει στο καλαμάκι. Για να μην υπάρξει διαρροή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα μικρό γυάλινο μπουκάλι (ή και μικρό βάζο) με βιδωτό καπάκι. Γυρίζεις το καπάκι ανάποδα σε ένα κομμάτι ξύλο και το τρυπάς με τη βοήθεια σφυριού και καρφιού. Από την τρύπα περνάς σφιχτά το καλαμάκι. Πιέζοντας μικρά κομμάτια πλαστελίνη στο καπάκι, γύρω από το καλαμάκι, θα κλείσει η όποια μικρή τρύπα μπορεί να έμεινε ανάμεσα στο καλαμάκι και στο τοίχωμα από την τρύπα που έχει γίνει στο καπάκι. Γεμίζεις τελείως το μπουκάλι με οινόπνευμα και βιδώνεις το καπάκι."



Ένα αυτοσχέδιο "θερμόμετρο".

Καθοδηγούμε τους μαθητές να διατυπώσουν την ιδέα: Μήπως μπορούμε να συσχετίσουμε το ύψος του υγρού μέσα στο σωλήνα με το πόσο ζεστό είναι το νερό στο οποίο το βυθίζουμε; Ποιες υποθέσεις πρέπει να κάνουμε;

Προσοχή! Σύμφωνα με πολλούς διδάσκοντες, η εμπειρία από τη μέχρι σήμερα (Μάιος 2016) εφαρμογή των διερευνητικών σεναρίων τα οποία απαιτούν από τους μαθητές να διατυπώσουν υποθέσεις, υποδεικνύουν τη μεγάλη αδυναμία των μαθητών να διατυπώσουν υποθέσεις που να μπορούν να ελεγχθούν πειραματικά. Οι περισσότεροι μαθητές, για να μην πούμε και το ίδιο το βιβλίο,

διατυπώνουν, στην καλύτερη περίπτωση, αφηρημένες προτάσεις ή εικασίες που από τη στιγμή που δεν μπορούν ελεγχθούν δεν συνιστούν επιστημονικές υποθέσεις.

Οι μαθητές μπορεί (ή καθοδηγούνται) να διατυπώσουν διάφορες υποθέσεις. Ενδεικτικά:

Υπόθεση 1: όσο πιο ζεστό είναι το νερό της λεκάνης, τόσο πιο ψηλά θα ανεβαίνει το υγρό στο σωλήνα. Όσο πιο κρύο είναι το νερό τόσο πιο χαμηλά θα κατεβαίνει το υγρό στο σωλήνα.

Υπόθεση 2: (στην περίπτωση που έχουμε χρησιμοποιήσει το μπουκάλι με το οινόπνευμα): αν στη θέση του οينوπνεύματος βάλουμε νερό και πάλι το νέο υγρό θα ανεβοκατεβαίνει ανάλογα με το αν το τοποθετούμε σε λεκάνη με ζεστό ή κρύο νερό.

Υπόθεση 3: (στην περίπτωση που έχουμε χρησιμοποιήσει το μπουκάλι με το οινόπνευμα): το πόσο πολύ ανεβοκατεβαίνει το οινόπνευμα μέσα στο σωλήνα, εξαρτάται, εκτός από το πόσο ζεστό είναι το νερό της λεκάνης στην οποία το βυθίζουμε, και από την ποσότητα του οينوπνεύματος στο μπουκάλι, δηλαδή από το αν χρησιμοποιούμε μικρό ή μεγάλο μπουκάλι με οινόπνευμα.

2η διδακτική ώρα

Γ. Ενεργώ – πειραματίζομαι

Ποια ή ποιες από τις παραπάνω υποθέσεις (αν έχουν διατυπωθεί περισσότερες από μία) μπορείς να ελέγξεις πειραματικά; Να συζητήσετε στις ομάδες σας και να προτείνετε μία πειραματική διαδικασία που μπορείτε να πραγματοποιήσετε. Να καταγράψετε, σε κάθε περίπτωση, τι θα μεταβάλλετε και τι θα κρατάτε σταθερό.

Από τις παραπάνω τρεις υποθέσεις αυτή που σχετίζεται πιο άμεσα με την προσπάθεια να "στηθεί" μία καταρχήν διαδικασία μέτρησης είναι η υπόθεση 1. Έτσι, επιχειρούμε να κατευθύνουμε τους μαθητές προς τη διερεύνηση αυτής της υπόθεσης. Επειδή η εκτίμηση του πόσο ζεστό είναι ένα το νερό μέσα σε μία λεκάνη δείχθηκε ότι είναι υποκειμενική καθοδηγούμε τους μαθητές μας να "πάνε στα όρια" για να ελέγξουν την υπόθεσή τους.

Ένα ποτήρι νερό ψυγείου με παγάκια μπορεί να θεωρηθεί πραγματικά κρύο νερό. Τονίζουμε ότι αν το νερό "κρυώσει περισσότερο" (όταν το τοποθετούμε στην κατάψυξη, για παράδειγμα) παγώνει και παύει να είναι υγρό. Άρα αυτή είναι μία ακραία κατάσταση που μπορεί λίγο-πολύ αντικειμενικά να θεωρήσουμε ότι το νερό είναι κρύο. Αντίστοιχα, το νερό που βράζει, όταν τοποθετηθεί πάνω σε ηλεκτρικό "μάτι" ή πάνω από αναμμένο γκαζάκι, επίσης μπορεί να θεωρηθεί λίγο-πολύ αντικειμενικά ως ζεστό: κατά τη διάρκεια του βρασμού το νερό μετατρέπεται σε αέριο και παύει να είναι υγρό.

Προσοχή! Επειδή το νερό που βράζει είναι επικίνδυνο σε μία τάξη με 5-6 ομάδες και έναν μόνο εκπαιδευτικό, προτείνεται το πείραμα να γίνει με επίδειξη.

Ακολουθώντας τις οδηγίες του 4ου φύλλου εργασίας του βιβλίου καλύπτουμε ένα θερμόμετρο με χαρτί ώστε να μην είναι εύκολα ορατή η κλίμακά του. Η διαδικασία αυτή δυσκολεύει παράλληλα την καταγραφή του ύψους του υγρού μέσα στο θερμόμετρο (υδράργυρου αν, όπως τα περισσότερα εργαστήρια, διαθέτετε τα παλιά, απαγορευμένα πλέον, υδραργυρικά θερμόμετρα ή του οργανικού

υγρού που γεμίζει τα υποτιθέμενα θερμόμετρα "οινοπνεύματος"). Μπορεί να σας φανεί χρήσιμος ένας φακός με τον οποίο θα φωτίζετε τη στήλη του υγρού ώστε να είναι πιο εύκολα ορατή.

Η διάταξη του πειράματος θα είναι σαν αυτή της παρακάτω φωτογραφίας (με την ενδεχόμενη χρήση ηλεκτρικού ματιού αντί για γκαζάκι).



Το θερμόμετρο, καλυμμένο με χαρτί, καταγράφει τη θερμοκρασία του νερού σε βρασμό. Προσοχή! Το θερμόμετρο δεν πρέπει να ακουμπάει στον πυθμένα του ποτηριού!

Τοποθετούμε το θερμόμετρο σε ποτήρι ζέσεως στο οποίο έχουμε βάλει νερό από το ψυγείο και πολλά παγάκια (τουλάχιστον 10 κανονικού μεγέθους) ώστε η θερμοκρασία του νερού με τον πάγο να φτάσει όσο το δυνατόν πιο σύντομα σε ισορροπία. Κάνοντας το πείραμα με τα υλικά και τις ποσότητες που φαίνονται στην παραπάνω φωτογραφία απαιτήθηκε χρονικό διάστημα 7 περίπου λεπτά. Μόλις η στήλη του υδραργύρου ή του "οινοπνεύματος" ισορροπήσει χαράσσουμε μία γραμμή στο χαρτί που τυλίγει το θερμόμετρο.

Ξεκινάμε να θερμαίνουμε το ποτήρι και καλούμε κάθε τόσο έναν μαθητή να διαπιστώνει ότι η στήλη ανέρχεται μέχρι που κάποια στιγμή παραμένει στο ίδιο ύψος όταν πλέον το νερό βράζει. Χαράσσουμε μία ακόμη γραμμή στο χαρτί, σβήνουμε την παροχή θερμότητας και απομακρύνουμε το θερμόμετρο από το νερό.

Προσοχή! Το θερμόμετρο δεν πρέπει να ακουμπάει στον πυθμένα του ποτηριού. Επειδή κατά τη διάρκεια θέρμανσης του νερού και ιδιαίτερα κατά το βρασμό υπάρχει κίνδυνος εγκαύματος αν κάποιος απλά επιχειρεί να κρατάει το θερμόμετρο, προτείνεται να χρησιμοποιηθεί στατήρας με κατάλληλο σύνδεσμο και «μανταλάκι» ανάρτησης του θερμομέτρου.

Για να μιλήσουμε για μέτρηση πρέπει να αντιστοιχήσουμε στις δύο χαραγματιές δύο αριθμούς. Προτείνουμε στους μαθητές να αντιστοιχήσουμε το 0 στην κάτω χαραγματιά και το 100 στην πάνω χαραγματιά, αν και θα μπορούσαμε να αντιστοιχήσουμε οποιοδήποτε ζεύγος αριθμών. Θυμίζουμε ότι

με την ίδια αυθαιρεσία συμφωνήσαμε να αποκαλούμε 1 m το μήκος του πρότυπου μέτρου. Συμφωνούμε να λέμε ότι ο αριθμός που αντιστοιχίσαμε μετρά το φυσικό μέγεθος **θερμοκρασία** που περιγράφει το πόσο ζεστό ή πόσο κρύο είναι ένα αντικείμενο.

*Πώς μπορούμε να εκτιμήσουμε **αριθμητικά** τη θερμοκρασία ζεστού, αλλά όχι βραστού νερού με το καλυμμένο με χαρτί θερμόμετρο που διαθέτουμε;*

Προτείνετε μία πειραματική διαδικασία για να μετρήσουμε τη θερμοκρασία νερού σε ένα ποτήρι.

Μέσα από συζήτηση στην ολομέλεια προκύπτει η ανάγκη να αντιστοιχίσουμε βαθμούς μεταξύ του 0 και του 100 σε διαφορετικά ύψη του υγρού μέσα στο θερμόμετρο. Αυτό μπορεί να γίνει φέρνοντας μερικές ακόμη χαραγματιές.

Προσοχή! Η απόσταση μεταξύ των δύο ακραίων χαρακιών μετά βίας ξεπερνάει τα 12 cm ακόμη και σε μεγάλου μήκους θερμόμετρο. Συνεπώς, πέρα από αντιπαιδαγωγικό και ανούσιο είναι και ανέφικτο να καλέσουμε τους μαθητές να χαράξουν άλλες 98 χαραγματιές στο χαρτί που τυλίγει το θερμόμετρο.

Μία προφανής λύση είναι να χαραχθεί μία ακόμη γραμμή μεταξύ των δύο γραμμών. Ποιον αριθμό θα αντιστοιχίσουμε σε αυτή τη γραμμή; **Θεωρώντας** ότι το ανεβοκατέβασμα του υγρού είναι γραμμικό, κάτι που ούτε προφανές ούτε δεδομένο για όλα τα υγρά είναι (για το νερό ΔΕΝ είναι!), θα αντιστοιχίσουμε το 50. Μπορούμε να κάνουμε μερικές ακόμη γραμμές (στο μισό του μισού κάθε νέου διαστήματος, κάθε φορά).

*Χρησιμοποιώντας το **βαθμονομημένο θερμόμετρο** που κατασκευάσαμε να μετρήσετε τη θερμοκρασία του νερού στο ποτήρι.*

Δ. Συμπεράσματα

Είναι ακριβής η μέτρηση της θερμοκρασίας του νερού με το βαθμονομημένο θερμόμετρο που κατασκευάσατε; Τι προβλήματα υπάρχουν; Πώς θα μπορούσατε να τα λύσετε;

Ενδεχομένως στο σημείο αυτό να μπορεί να μιλήσει κανείς για τα προβλήματα βαθμονόμησης και ακρίβειας της μέτρησης συγκρίνοντας τις μετρήσεις των μαθητών με το βαθμονομημένο θερμόμετρό τους με αυτές από ένα **ψηφιακό** θερμόμετρο, με το οποίο οι μαθητές είναι μάλλον εξοικειωμένοι (τα περισσότερα θερμόμετρα είναι πλέον ψηφιακά στο σπίτι). Το να εστιάσουμε ξανά ΜΟΝΟ σε προβλήματα μέτρησης λόγω παράλλαξης (της γωνίας θέασης του μαθητή ως προς το θερμόμετρο) δεν προτείνεται από τη στιγμή που η βασική δραστηριότητα σε αυτή την ενότητα ήταν η διαδικασία βαθμονόμησης. Αναμένεται ότι οι μαθητές θα προτείνουν τη χάραξη περισσότερων γραμμών (πυκνότερη βαθμονόμηση) γεγονός που μπορούμε να αξιοποιήσουμε διδακτικά φέρνοντας στο προσκήνιο τα όρια λειτουργίας του οργάνου που κατασκευάστηκε: *πόσες γραμμές μπορούμε στην πράξη να χαράξουμε; Πόση είναι η καλύτερη ακρίβεια που μπορούμε να πετύχουμε με αυτό το όργανο;*

3η διδακτική ώρα

Ε. Εφαρμογή – Γενίκευση

Για να εμβαθύνουμε στη Φυσική που βρίσκεται πίσω από τις διαδικασίες βαθμονόμησης και θερμομέτρησης που διαπραγματεύτηκε η συγκεκριμένη ενότητα, προτείνεται να τεθούν και να συζητηθούν ερωτήσεις όπως οι παρακάτω:

- Σε ποιο φαινόμενο στηρίζεται η λειτουργία του θερμομέτρου; (στη θερμική διαστολή των υγρών)
- Γιατί ένα θερμόμετρο λειτουργεί μεταξύ κάποιας κατώτερης και κάποιας ανώτερης θερμοκρασίας; (γιατί υγρό που χρησιμοποιείται παγώνει, γίνεται στερεό, σε χαμηλότερες θερμοκρασίες και βράζει, γίνεται αέριο, σε υψηλότερες)
- Στο βιβλίο σου προτείνεται να χρησιμοποιήσεις ένα θερμόμετρο οινόπνευματος, που λειτουργεί μεταξύ των θερμοκρασιών -10°C και 120°C . Να αναζητήσεις πληροφορίες στο διαδίκτυο για να ελέγξεις αν μπορεί πράγματι ένα τέτοιο θερμόμετρο να χρησιμοποιεί οινόπνευμα. (το οινόπνευμα, η αιθανόλη, βράζει στους 78°C , για να διατηρηθεί σε υγρή κατάσταση στους 120°C θα έπρεπε να είναι σε υψηλή πίεση. Τα θερμόμετρα οινόπνευματος χρησιμοποιούν κηροζίνη, τολουένιο ή οξικό ισοπεντυλεστέρα).

Ως εισαγωγή για την επόμενη ενότητα της θερμικής ισορροπίας μπορεί επίσης να συζητηθεί το πόσο το μέγεθος του θερμομέτρου επηρεάζει την ακρίβεια της μέτρησης. Για παράδειγμα, αν χρησιμοποιηθεί ως θερμόμετρο το αυτοσχέδιο που φαίνεται στην πρώτη φωτογραφία παραπάνω, θα ήταν το ίδιο ακριβές αν τοποθετούνταν σε μία λεκάνη με ζεστό νερό όγκου 5 λίτρων με το αν τοποθετούνταν σε ένα ποτήρι ζέσεως με το ίδιο ζεστό νερό όγκου 300 ml;

Στο σημείο αυτό αξίζει να επανέλθουμε αφού συζητηθεί στην επόμενη ενότητα το φαινόμενο της θερμικής ισορροπίας αφού σχετίζεται με τους περιορισμούς στην ακρίβεια της θερμομέτρησης που θέτει η ίδια η Φυσική.

Φύλλο εργασίας 4

A. Το πρόβλημα

Έχουμε τρία ποτήρια γεμισμένα με νερό: ζεστό, χλιαρό, κρύο. Ένας μαθητής θέλει να εκτιμήσει "πόσο ζεστό" είναι το νερό της μεσαίας λεκάνης, η οποία περιέχει το χλιαρό νερό. Αρχικά έχει το ένα του χέρι στη λεκάνη με το ζεστό νερό και το άλλο του χέρι στη λεκάνη με το κρύο νερό. Στη συνέχεια τοποθετεί και τα δύο του χέρια στη λεκάνη με το χλιαρό νερό. Πόσο ζεστό νομίζει ότι είναι το νερό σε αυτό το ποτήρι;

B. Για να διευκολυνθείτε συμπληρώστε τα παρακάτω, δουλεύοντας στις ομάδες σας.

B1. Τι νομίζετε ότι μπορείτε να κάνετε για να διαπιστώσετε «αντικειμενικά» πόσο ζεστό είναι το νερό στο μεσαίο ποτήρι του παραπάνω πειράματος;

.....

.....

.....

.....

B2. Να κάνετε μία υπόθεση, **τέτοια ώστε να μπορέσετε να την ελέγξετε**, σχετικά με τη συμπεριφορά ενός «θερμομέτρου» όταν τοποθετείται σε ζεστό ή κρύο νερό.

.....

.....

Γ1. Περιγράψτε ένα πείραμα που θα κάνετε για να ελέγξετε την υπόθεσή σας (λάβετε υπόψη ότι έχετε πρόσβαση μόνο στα υλικά που είναι διαθέσιμα αυτή τη στιγμή στην τάξη σας: Ζεστό (βραστό) και κρύο νερό, παγάκια, ένα θερμόμετρο του οποίου η κλίμακα είναι σκεπασμένη με χαρτί, ποτήρι θερμοαντοχής). Τι θα κρατήσετε σταθερό; Τι θα μεταβάλλετε;

.....

.....

.....

.....

Γ2. Να κάνετε το πείραμα που περιγράψατε παραπάνω. Τι προβλήματα συναντήσατε; Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγετε;

.....

.....

.....

.....

Γ3. Ας θεωρήσουμε ότι το βραστό νερό έχει θερμοκρασία «100 βαθμούς» και ότι το νερό με παγάκια έχει θερμοκρασία «0 βαθμούς». Αναμίξτε βραστό και παγωμένο νερό. Θέλετε να εκτιμήσετε με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια τη θερμοκρασία του νερού που προκύπτει. Περιγράψτε ένα πείραμα που θα κάνετε.

.....

.....

.....

.....

Γ4. Εκτελέστε το πείραμα που περιγράψατε παραπάνω. Τι προβλήματα συναντήσατε; Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγετε;

.....

.....

.....

.....

Δ1. Παρουσιάστε σύντομα στις υπόλοιπες ομάδες την πορεία που ακολουθήσατε (τι μπορούμε να διερευνήσουμε, υποθέσεις που κάνατε, μετρήσεις που έγιναν, συμπεράσματα στα οποία καταλήξατε).

Κεφάλαιο 5. Από τη θερμότητα στη θερμοκρασία – Η θερμική ισορροπία

Ένας από τους κύριους στόχους της ενότητας αυτής είναι οι μαθητές να διαχωρίσουν τις έννοιες θερμότητα και θερμοκρασία. Παρακάτω προτείνονται μερικές δραστηριότητες που τα αποτελέσματά τους μπορούν να αξιοποιηθούν από το διδάσκοντα για να δείξουν ότι οι δύο έννοιες διαφοροποιούνται και να ξεκινήσει σχετική συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης.

Επειδή τα πειράματα με πηγές θερμότητας και νερό υψηλής θερμοκρασίας μπορεί να είναι επικίνδυνα σε μία τάξη με 5-6 ομάδες νεαρών μαθητών και ενός μόνο διδάσκοντα, προτείνεται ό,τι ακολουθεί να γίνει υπό μορφή επίδειξης. Επιλέξτε διαφορετικούς μαθητές κάθε φορά για να κάνουν τις σχετικές μετρήσεις και προσπαθήστε να τους εμπλέξετε όλους στη συζήτηση που θα ακολουθήσει

Εκπαιδευτικό σενάριο

Υλικά

Δοκιμαστικοί σωλήνες μικροί, κεράκια ρεσώ, αναπτήρας, νερό, θερμόμετρα, 2 ποτήρια ζέσεως 200 ml, υδατοδιαλυτό μελάνι ή χρώμα ζαχαροπλαστικής, μανταλάκια ανάρτησης, βραστήρας, λεκάνη.



Υλικά που θα απαιτηθούν

Διδακτικά βήματα - εκπαιδευτικές δραστηριότητες-

1η διδακτική ώρα

Α' μέρος: διαφοροποίηση θερμότητας-θερμοκρασίας

Δραστηριότητα 1

Σε έναν δοκιμαστικό σωλήνα βάζουμε 5 ml νερού βρύσης και μετράμε τη θερμοκρασία θ_0 . Τοποθετούμε πάνω από ένα κεράκι ρεσώ για **ένα λεπτό** ακριβώς και καταγράφουμε τη θερμοκρασία θ_1 . Προκαλούμε συζήτηση: γιατί αυξήθηκε η θερμοκρασία του νερού;

Καταλήγουμε: προσφέρθηκε κάτι από τη φλόγα του κεριού. Ας το πούμε «θερμότητα».

Σε όμοιο δοκιμαστικό σωλήνα βάζουμε πάλι 5 ml νερού βρύσης και μετράμε τη θερμοκρασία θ_0 (λίγο – πολύ θα είναι ίση με πριν). Τοποθετούμε πάνω από ένα κεράκι ρεσώ για **δύο λεπτά** ακριβώς και καταγράφουμε τη θερμοκρασία θ_2 η οποία θα είναι μεγαλύτερη από τη θ_1 .

Ερώτηση: Γιατί η αύξηση είναι μεγαλύτερη στη δεύτερη περίπτωση; *Δόθηκε περισσότερη θερμότητα με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη θερμοκρασία του νερού.*

Δραστηριότητα 2

Σε δύο «αδιαφανείς» όμοιους δοκιμαστικούς σωλήνες βάζουμε διαφορετικές ποσότητες νερού βρύσης, χωρίς να καταλάβουν οι μαθητές ότι οι ποσότητες είναι διαφορετικές. Τις θερμομετρούμε και καταγράφουμε τις ίδιες αρχικές θερμοκρασίες. Τοποθετούμε τους 2 σωλήνες πάνω από δύο όμοια κεριά για 1 λεπτό και καταγράφουμε τις δύο διαφορετικές τελικές θερμοκρασίες. Προκαλούμε συζήτηση: Αν υποθέσουμε ότι τα δύο κεριά παρέχουν ίσες ποσότητες θερμότητας γιατί καταλήξαμε σε διαφορετικές θερμοκρασίες; Δείχνουμε τελικά ότι υπήρχαν διαφορετικές ποσότητες νερού.

Συμπέρασμα: Ίδια ποσότητα θερμότητας μπορεί να οδηγήσει σε διαφορετική θερμοκρασία.

Δραστηριότητα 3

Θέτουμε το εξής πρόβλημα προς διερεύνηση: διαφορετικές ποσότητες νερού θα φτάσουν στην ίδια θερμοκρασία στους ίδιους χρόνους; Γιατί;

Κάνουμε το πείραμα. Η μεγαλύτερη ποσότητα αργεί περισσότερο.

Συμπέρασμα: Παρέχοντας θερμότητα μπορούμε να μεταβάλλουμε θερμοκρασία. Το πώς θα μεταβληθεί η θερμοκρασία εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Συνεπώς, η θερμότητα είναι μία έννοια που περιγράφει το μηχανισμό θέρμανσης ενώ η θερμοκρασία το πόσο πολύ θερμάνθηκε ένα σώμα.

Δραστηριότητα 4 (σύνδεση με το μικρόκοσμο)

Σε δύο όμοια δοχεία τοποθετούμε ίσες ποσότητες ζεστού και κρύου νερού. Ρίχνουμε από μία σταγόνα χρώματος ζαχαροπλαστικής (ή υδατοδιαλυτό μελάνι). Πώς εξηγείται ό,τι παρατηρούμε; Δίνουμε την ερμηνεία εισάγοντας το μικρόκοσμο.

2η διδακτική ώρα

Β' μέρος: *Θερμική ισορροπία*

A. Πρόκληση ενδιαφέροντος - Προσανατολισμός

Ο Γιάννης θέλει να πλύνει το καινούργιο του πουκάμισο αλλά το πλυντήριο έχει χαλάσει. Σύμφωνα με την ετικέτα του ρούχου πρέπει να το πλύνει στους 40°C . Αν το πλύνει σε χαμηλότερη θερμοκρασία δεν θα καθαρίσει, αν το πλύνει σε υψηλότερη θα ξεβάψουν τα χρώματα. Ο Γιάννης διαθέτει νερό από

τη βρύση θερμοκρασίας 20°C και ζεστό νερό από το θερμοσίφωνο θερμοκρασίας 60°C . Βοηθήστε το Γιάννη για να πλύνει με ασφάλεια το καινούργιο του πουκάμισο...

Β. Συζήτηση - Διατύπωση υποθέσεων

Πώς μπορούμε να ελέγξουμε τις υποθέσεις; Να σχεδιάσετε μία κατάλληλη πειραματική διαδικασία (λίγο πολύ αναμένεται κάτι σαν και αυτό που περιγράφεται στο βήμα Γ.

Γ. Ενεργώ – πειραματίζομαι

Διαθέτουμε δύο ποτήρια με νερό, θερμοκρασίας 60°C και 20°C , ίσης ποσότητας. Δύο μαθητές τα θερμομετρούν. Θέτουμε τις εξής ερωτήσεις προς διερεύνηση: αν αναμίξουμε το νερό των δύο ποτηριών τι θερμοκρασία θα έχει το νερό που θα προκύψει; Τι θα γίνει αν το ζεστό νερό είναι διπλάσιο σε ποσότητα από το κρύο; Τι θα γίνει αν το κρύο είναι διπλάσιο από το ζεστό; Κάποιοι μαθητές τείνουν να πιστεύουν ότι η θερμοκρασία, όπως η μάζα για παράδειγμα, έχει προσθετικές ιδιότητες (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2000): ποσότητα νερού θερμοκρασίας 60°C και ίση ποσότητα νερού θερμοκρασίας 20°C θα δώσει νερό θερμοκρασίας 80°C ! Είναι μια ευκαιρία να αναδείξουμε πειραματικά την ανεπάρκεια των ιδεών τους.

Προκειμένου να ερμηνευτούν τα αποτελέσματα απαιτείται προσφυγή στο μικρόκοσμο. Αναφορά στη Δραστηριότητα 4. Προτεινόμενο «βιωματικό μοντέλο»: Μία ομάδα 5 μαθητών κινείται πολύ αργά μέσα στην τάξη. Μία δεύτερη ομάδα 5 μαθητών τρέχουν μέσα στην τάξη γρήγορα. Ως αποτέλεσμα πέφτουν πάνω στους αργά κινούμενους. Τι θα συμβεί μετά από λίγο;

Δ. Συμπεράσματα

Πώς μπορούν να εξηγηθούν οι μεταβολές στη θερμοκρασία του νερού που προκύπτει από την ανάμιξη;

Ε. Εφαρμογή – Γενίκευση (προσφυγή στο πείραμα του βιβλίου)

Σε μία λεκάνη βάζουμε νερό θερμοκρασίας 60°C και τοποθετούμε μέσα σε αυτό ένα ποτήρι γεμισμένο με νερό θερμοκρασίας 20°C . Τοποθετούμε κατάλληλα από ένα θερμόμετρο και καταγράφουμε την εξέλιξη των δύο θερμοκρασιών κάθε ένα λεπτό. Με τα δεδομένα που προκύπτουν κάνουμε γραφικές παραστάσεις. Πώς επηρεάζεται η θερμοκρασία ισορροπίας αν αλλάξω τις ποσότητες του νερού στο ποτήρι και στη λεκάνη; Τι θα κάνουμε για να φτάσουμε σε ισορροπία σε όσο το δυνατόν πιο κοντά στη θερμοκρασία του νερού της λεκάνης; Τι προβλήματα μπορεί να έχει η μέτρηση με θερμόμετρο, με βάση το πείραμα αυτό; Είναι «αληθινή»; Είναι μικρότερη, μεγαλύτερη ή ίση με τη θερμοκρασία του σώματος που θερμομετρείται; Επίδειξη του μπουκαλιού με οινόπνευμα: τι προβλήματα μπορεί να αντιμετωπίσετε αν το χρησιμοποιήσετε για να μετρήσετε τη θερμοκρασία του νερού της λεκάνης;

Φύλλο εργασίας 5

A. Το πρόβλημα

Ο Γιάννης θέλει να πλύνει το καινούργιο του πουκάμισο αλλά το πλυντήριο έχει χαλάσει. Σύμφωνα με την ετικέτα του ρούχου πρέπει να το πλύνει στους 40°C . Αν το πλύνει σε χαμηλότερη θερμοκρασία δεν θα καθαρίσει, αν το πλύνει σε υψηλότερη θα ξεβάψουν τα χρώματα. Ο Γιάννης διαθέτει νερό από τη βρύση θερμοκρασίας 20°C και ζεστό νερό από το θερμοσίφωνο θερμοκρασίας 60°C . Μπορείτε να βοηθήσετε το Γιάννη για να πλύνει με ασφάλεια το καινούργιο του πουκάμισο;

B. Για να διευκολυνθείτε συμπληρώστε τα παρακάτω, δουλεύοντας στις ομάδες σας.

B1. Τι νομίζετε ότι μπορείτε να κάνετε για να βοηθήσετε το Γιάννη;

.....

.....

.....

B2. Να κάνετε μία υπόθεση, **τέτοια ώστε να μπορέσετε να την ελέγξετε**, σχετικά με τη θερμοκρασία μίας ποσότητας νερού που προκύπτει από την ανάμειξη ζεστού και κρύου νερού.

.....

.....

.....

Γ1. Περιγράψτε ένα πείραμα που θα κάνετε για να ελέγξετε την υπόθεσή σας (λάβετε υπόψη ότι έχετε πρόσβαση μόνο στα υλικά που είναι διαθέσιμα αυτή τη στιγμή στην τάξη σας: Ζεστό νερό θερμοκρασίας 60°C , νερό από τη βρύση θερμοκρασίας 20°C , ένα θερμόμετρο οινόπνευματος, μία λεκάνη). Τι θα κρατήσετε σταθερό; Τι θα μεταβάλλετε;

.....

.....

.....

Γ2. Να κάνετε το πείραμα που περιγράψατε παραπάνω. Τι προβλήματα συναντήσατε; Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγετε;

.....

.....

.....

Γ3. Τοποθετήστε μέσα σε μία λεκάνη ένα ποτήρι με νερό βρύσης θερμοκρασίας 20°C μέχρι το μισό του ύψος. Γεμίστε τη λεκάνη με ζεστό νερό θερμοκρασίας 60°C έτσι ώστε το ύψος του

νερού στη λεκάνη να φτάνει στο ύψος του νερού μέσα στο ποτήρι. Τι νομίζετε ότι θα συμβεί με τις θερμοκρασίες του νερού της λεκάνης και τι με τη θερμοκρασία του νερού της βρύσης;

.....

.....

.....

Γ4. Εκτελέστε το παραπάνω πείραμα καταγράφοντας τις θερμοκρασίες του νερού τόσο στο ποτήρι όσο και στη λεκάνη. Τι προβλήματα συναντήσατε; Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγετε;

.....

.....

.....

Δ1. Παρουσιάστε σύντομα στις υπόλοιπες ομάδες την πορεία που ακολουθήσατε (τι μπορούμε να διερευνήσουμε, υποθέσεις που κάνατε, μετρήσεις που έγιναν, συμπεράσματα στα οποία καταλήξατε).

Κεφάλαιο 6. Οι αλλαγές κατάστασης του νερού – Ο "κύκλος" του νερού

Εκπαιδευτικό σενάριο

Υλικά

Κρύο νερό, παγάκια, ποτήρια, ποτήρια ζέσεως, χαρτί, σελοτέιπ, γκαζάκι, βάση στήριξης, αναπτήρας (ή ηλεκτρικό μάτι), 2 θερμόμετρα



Υλικά που θα απαιτηθούν

Διδακτικά βήματα - εκπαιδευτικές δραστηριότητες-

1η διδακτική ώρα

A. Πρόκληση ενδιαφέροντος - Προσανατολισμός

Επίκληση στην εμπειρία: το νερό παγώνει (γίνεται στερεό), λιώνει (γίνεται υγρό), βράζει (γίνεται ατμός). Πώς σχετίζεται αυτό με τον «κύκλο του νερού» στη φύση; Οι μαθητές, έχοντας παρακολουθήσει την αντίστοιχη ενότητα στη Γεωγραφία αναμένεται να περιγράψουν τον κύκλο του νερού.

Πώς μπορούμε να αναπαράγουμε στο εργαστήριο μέρος του κύκλου του νερού;

Σε γυάλινη λεκάνη τοποθετούμε ένα ποτήρι ζέσεως 50 ml γεμισμένο μέχρι τη μέση με νερό που έχει ζεσταθεί. Κλείνουμε τη λεκάνη με μεμβράνη για τρόφιμα. Σε λίγα λεπτά τα τοιχώματα της λεκάνης έχουν γεμίσει με υδρατμούς. Εναλλακτικά: σε ποτήρι ζέσεως 500 ml γεμίζουμε με νερό περίπου 50 ml και κλείνουμε με μεμβράνη τροφίμων. Ζεσταίνουμε με κεράκι ρεσώ τον πάτο του ποτηριού. Σε λίγα λεπτά τα τοιχώματα του ποτηριού έχουν γεμίσει με υδρατμούς.

B. Συζήτηση - Διατύπωση υποθέσεων

Συζήτηση στην τάξη σχετικά με την αιτία που προκαλεί τους μετασχηματισμούς του νερού: ανταλλαγή θερμότητας. Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η ένταση και η ταχύτητα των μετασχηματισμών; Διατυπώστε υποθέσεις.

Ενδεικτικές υποθέσεις: από το μέγεθος του δοχείου, από την ποσότητα του αρχικού νερού, από τη θερμοκρασία του ζεστού νερού, από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου.

Γ. Ενεργώ – πειραματίζομαι

Να περιγράψεις μια πειραματική διαδικασία για να μελετήσουμε στο εργαστήριο πώς η παροχή θερμότητας (μονόδρομη μελέτη) μετασχηματίζει το παγωμένο νερό σε ατμό. Τι υποθέσεις κάνεις; (όσο το ζεσταίνω τόσο αυξάνεται η θερμοκρασία).

Σε δοκιμαστικό σωλήνα: γεμίζουμε με νερό ψυγείου και προσθέτουμε ψήγματα πάγου από την κατάψυξη. Θερμομετρούμε με ψηφιακό θερμόμετρο. Στηρίζουμε με μανταλάκι το σωλήνα και τοποθετούμε από κάτω αναμμένο κεράκι ρεσώ. Καταγράφουμε τη θερμοκρασία ανά λεπτό και με τα δεδομένα που προκύπτουν κάνουμε γραφική παράσταση.

Τι παρατηρείτε; (ο βρασμός γίνεται σε λιγότερο από 3 λεπτά! Απαιτείται προσοχή να μην πεταχτεί το νερό από το δοκιμαστικό σωλήνα. Για το λόγο αυτό ΔΕΝ βάζουμε πολύ μικρή ποσότητα νερού: τουλάχιστον τα 4/10 του σωλήνα και το πολύ τα 6/10).

Δ. Συμπεράσματα

Γιατί το νερό δεν αυξάνει τη θερμοκρασία του όταν βράζει, ενώ του προσφέρεται θερμότητα; Προσφυγή στο μικρόκοσμο.

2η διδακτική ώρα

Ε. Εφαρμογή – Γενίκευση

Θέλουμε να επιταχύνουμε το παραπάνω φαινόμενο. Πρότεινε δύο αλλαγές που θα μπορούσαμε να κάνουμε (δύο πηγές θερμότητας, μικρότερη ποσότητα νερού). Πώς θα αλλάξει η κλίση στην γραφική παράσταση;

Σε έναν πλανήτη αντί για «καθαρό» νερό υπάρχει αλατόνερο. Υπάρχει άραγε κύκλος του αλατόνερου σε αυτόν τον πλανήτη; Τι θα κάνεις για να το ελέγξεις; Ένα θερμόμετρο θα λειτουργούσε στην ίδια κλίμακα θερμοκρασιών (0 και 100°C) ; Υπόθεσε ότι έχεις (α) τρεις δοκιμαστικούς σωλήνες που περιέχουν σε ίση ποσότητα υγρά που έχουν το ίδιο χρώμα, (β) ένα θερμόμετρο και (γ) ένα κεράκι. Πώς μπορείς γρήγορα να διαπιστώσεις, αν οι δοκιμαστικοί σωλήνες περιέχουν το ίδιο ή διαφορετικά μεταξύ τους υγρά;

Για το σπίτι

Γέμισε ένα ποτήρι και ένα πιάτο με ίσες ποσότητες νερού. Τοποθέτησέ τα κοντά σε κάποιο παράθυρο του σπιτιού για μερικές ημέρες. Παρατήρησε και κατάγραψε κάθε ημέρα την ποσότητα του νερού στο ποτήρι και στο πιάτο. Σε ποιο από τα δύο το νερό θα εξατμιστεί πρώτο;

Φύλλο εργασίας 6

A. Το πρόβλημα

Η γιαγιά του Θοδωρή για να μαγειρέψει πιο γρήγορα το φαγητό χρησιμοποιεί χύτρα ταχύτητας. Όταν ο Θοδωρής τη ρώτησε πώς μπορεί και η χύτρα μαγειρεύει πιο γρήγορα το φαγητό του απάντησε ότι το νερό στη χύτρα ζεσταίνεται μέχρι τους 120°C .

Αν και ο Θοδωρής εμπιστεύεται τη γιαγιά του θέλει να ελέγξει αν αυτό είναι δυνατόν. Πώς μπορεί να το κάνει;

B. Για να διευκολυνθείτε συμπληρώστε τα παρακάτω, δουλεύοντας στις ομάδες σας.

B1. Τι νομίζετε ότι πρέπει να κάνει ο Θοδωρής;

.....

.....

.....

B2. Να κάνετε μία υπόθεση, **τέτοια ώστε να μπορέσετε να την ελέγξετε**, σχετικά με τη θερμοκρασία μίας ποσότητας νερού βρύσης που τοποθετείται για να ζεσταθεί πάνω στο ηλεκτρικό μάτι της κουζίνας.

.....

.....

.....

Γ1. Περιγράψτε ένα πείραμα που θα κάνετε για να ελέγξετε την υπόθεσή σας (λάβετε υπόψη ότι έχετε πρόσβαση μόνο στα υλικά που είναι διαθέσιμα αυτή τη στιγμή στην τάξη σας: ένα δοχείο ζέσεως, νερό βρύσης, γκαζάκι, ένα θερμόμετρο οινόπνευματος). Τι θα κρατήσετε σταθερό; Τι θα μεταβάλλετε;

.....

.....

.....

Γ2. Να κάνετε το πείραμα που περιγράψατε παραπάνω. Τι προβλήματα συναντήσατε; Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγετε;

.....

.....

.....

Δ1. Παρουσιάστε σύντομα στις υπόλοιπες ομάδες την πορεία που ακολουθήσατε (τι μπορούμε να διερευνήσουμε, υποθέσεις που κάνατε, μετρήσεις που έγιναν, συμπεράσματα στα οποία καταλήξατε).

Κεφάλαιο 7. Η διαστολή και συστολή του νερού – Μια φυσική "ανωμαλία"

Εκπαιδευτικό σενάριο

Υλικά

βίντεο του ΕΚΦΕ Κατερίνης: <https://www.youtube.com/watch?v=9xZrOa8pUjY>

τρεις δοκιμαστικοί σωλήνες

50 ml λάδι

50 ml νερό

Δοχείο 500 ml, κρύο νερό, παγάκια, 2 θερμόμετρα, ορθοστάτης, 2 λαβίδες, 2 σύνδεσμοι

Δοχείο 250 ml, ζεστό νερό, χρωματισμένο παγάκι

Δοχείο 5 L, νερό βρύσης, 2 μπουκάλια 500 ml από νερό ΖΑΓΟΡΙ: το ένα γεμισμένο με κρύο νερό το άλλο με ζεστό.

Δοχείο 500 ml, κρύο νερό, ζεστό νερό, κόκκινη τέμπερα

Βίντεο: http://atactosmathitis.blogspot.gr/2011/12/blog-post_22.html



Υλικά που θα απαιτηθούν

1η διδακτική ώρα

Α. Πρόκληση ενδιαφέροντος - Προσανατολισμός

Θέτουμε στους μαθητές την ερώτηση: Η λειτουργία του θερμομέτρου οινόπνεύματος σε ποιο φαινόμενο στηρίζεται; Συντονίζουμε τη συζήτηση και καταλήγουμε ότι πρόκειται για τη διαστολή του

όγκου του οιοπνεύματος με την αύξηση της θερμοκρασίας. Γενικεύουμε διατυπώνοντας το «νόμο της διαστολής»: τα σώματα όταν θερμαίνονται διαστέλλονται και όταν ψύχονται συστέλλονται.

Θέτουμε προς προβληματισμό την ερώτηση: Γιατί άραγε δε χρησιμοποιούμε νερό αντί για οινόπνευμα; Καταγράφουμε τις ιδέες που διατυπώνουν οι μαθητές.

Αντί για απάντηση προβάλλουμε το βίντεο του ΕΚΦΕ Κατερίνης και περιγράφουμε την πειραματική διάταξη και το τι πρόκειται να ακολουθήσει: το κρύο νερό θα εκτεθεί στο θερμότερο περιβάλλον του εργαστηρίου (20°C). Τι θα συμβεί; Περιμένουμε, με βάση όσα έχουν συζητηθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο, να πάρουμε ή να εκμαιεύσουμε απαντήσεις του τύπου: η θερμοκρασία του νερού θα αρχίσει να ανεβαίνει καθώς θερμότητα μεταφέρεται από το ζεστότερο περιβάλλον προς το πιο ψυχρό νερό.

Τι αναμένεται να δούμε, καθώς η θερμοκρασία θα ανεβαίνει, σύμφωνα με το νόμο διαστολής; Κανονικά θα πρέπει ο όγκος του νερού να αυξηθεί και επομένως το νερό θα ανέλθει στο σωλήνα, όπως συμβαίνει και στα θερμόμετρα με το οινόπνευμα (ή τον υδράργυρο).

Προβάλλουμε το βίντεο του ΕΚΦΕ Κατερίνης (<https://www.youtube.com/watch?v=9xztOa8pUjY>) ζητώντας από τους μαθητές να καταγράψουν με ακρίβεια τη συμπεριφορά της στήλης του νερού μέσα στον πλαστικό σωλήνα. Όπως προκύπτει, η θερμοκρασία ήταν 1.3°C και άρχισε να ανεβαίνει. Όμως η στάθμη του νερού στο σωλήνα αρχικά κατέβαινε, μέχρι η θερμοκρασία να γίνει περίπου 4°C και στη συνέχεια άρχισε και αυτή να ανεβαίνει.

Συμφωνεί η πρόβλεψη που έγινε με ό,τι παρατηρήθηκε να συμβαίνει; Πώς μεταβλήθηκε ο όγκος του νερού με βάση όσων παρατηρήθηκαν; Φαίνεται ότι ο όγκος του νερού μειώθηκε με την αύξηση της θερμοκρασίας, μέχρι τους 4°C , και στη συνέχεια αυξήθηκε.

Σε ποια θερμοκρασία, επομένως, το νερό έχει το μικρότερο όγκο; Καταλήγουμε ότι αυτό φαίνεται να συμβαίνει περίπου στους 4°C . Συνοψίζουμε λέγοντας ότι το φαινόμενο που παρατηρήθηκε ονομάζεται «ανώμαλη διαστολή του νερού», επειδή ο όγκος του νερού μεταβάλλεται με αυτό τον απροσδόκητο τρόπο όταν αλλάζει η θερμοκρασία.

B. Συζήτηση - Διατύπωση υποθέσεων

Τι συμβαίνει αν τοποθετήσουμε δύο υγρά διαφορετικής πυκνότητας, που δεν αναμειγνύονται, στο ίδιο ποτήρι; Τι θα γίνει δηλαδή αν βάλουμε νερό και λάδι στο ίδιο ποτήρι; Καταγράφουμε ιδέες των μαθητών και κάνουμε το πείραμα. Ρίχνουμε πρώτα το νερό και μετά το λάδι (σε ίσες ποσότητες). Ζητάμε από τους μαθητές να πουν τι παρατηρούν; το λάδι επιπλέει στο νερό.

Άραγε, αν ρίχναμε πρώτα το λάδι και μετά το νερό τι θα γινόταν; Καταγράφουμε ιδέες των μαθητών και κάνουμε το πείραμα. Ρίχνουμε πρώτα το λάδι και μετά το νερό (σε ίσες ποσότητες). Ζητάμε από τους μαθητές να πουν τι παρατηρούν; το λάδι ανεβαίνει πάνω και επιπλέει στο νερό.

Αν το νερό ήταν λίγο και το λάδι πολύ περισσότερο, άρα και βαρύτερο, θα συνέβαινε το ίδιο; Καταγράφουμε ιδέες των μαθητών και κάνουμε το πείραμα: το λάδι εξακολουθεί να επιπλέει στο νερό.

Συνοψίζουμε τις παρατηρήσεις εξηγώντας ότι το λάδι επιπλέει επειδή έχει μικρότερη πυκνότητα από το νερό. Γενικά, ένα σώμα επιπλέει σε ένα υγρό όταν έχει μικρότερη πυκνότητα από αυτό.

Έστω ότι η πυκνότητα ενός σώματος, που έχει συγκεκριμένη μάζα, είναι μεγαλύτερη όταν ο όγκος είναι μικρός και είναι μικρότερη όταν ο όγκος είναι μεγάλος. (Υπενθύμιση: η σύνδεση ανάμεσα στα μεγέθη μάζα, πυκνότητα, όγκο έχει επιχειρηθεί στο 3ο κεφάλαιο.) Έστω επίσης ότι η ποσότητα του νερού παραμένει η ίδια, όπως μπορεί να δειχθεί εύκολα με τη χρήση μίας ηλεκτρονικής ζυγαριάς κουζίνας, άρα και η μάζα του νερού παραμένει επίσης η ίδια, κατά τη διάρκεια του παραπάνω πειράματος. Πώς μεταβάλλεται, τότε, η πυκνότητα του νερού με τη θερμοκρασία στο πείραμα που παρακολουθήσαμε στο βίντεο; Ζητάμε από τους μαθητές, χωρισμένους σε ομάδες, να διατυπώσουν μία υπόθεση. Θα ήταν επιθυμητό να καταλήξουμε στην υπόθεση ότι η πυκνότητα του νερού αυξάνεται από τους 0 μέχρι τους 4°C και στη συνέχεια μειώνεται.

2η διδακτική ώρα

Γ. Ενεργώ – πειραματίζομαι

Πώς μπορεί να ελεγχθεί πειραματικά η υπόθεση; Ζητάμε να προταθεί μία πειραματική διαδικασία, όπως ακριβώς γινόταν στα φύλλα εργασίας των κεφαλαίων που έχουν προηγηθεί. Καταγράφουμε ιδέες και προτάσεις των μαθητών.

Ο έλεγχος της παραπάνω υπόθεσης μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους. Ενδεικτικά:

1. Αξιοποίηση της πλεύσης. Τοποθετούμε παγάκια που έχουν αρχίσει να λιώνουν (άρα θερμοκρασίας περίπου 0°C) σε ποτήρι με νερό θερμοκρασίας περίπου 2-4°C. Ο πάγος επιπλέει. Τοποθετούμε ένα εντελώς γεμισμένο μπουκάλι νερού ΖΑΓΟΡΙ (επιλέγεται η συγκεκριμένη μάρκα γιατί το μπουκάλι αυτό έχει ιδιαίτερα λεπτό και ελαφρύ πλαστικό), το οποίο έχουμε αφήσει όλο το βράδυ στο ψυγείο και έχει θερμοκρασία περίπου 3-4°C, σε λεκάνη με νερό βρύσης (θερμοκρασίας περίπου 15°C). Το μπουκάλι βυθίζεται. Στην ίδια λεκάνη τοποθετούμε ένα όμοιο μπουκάλι γεμάτο με ζεστό νερό (περίπου 50°C) το οποίο επιπλέει.
2. Γεμίζουμε μεγάλο ποτήρι όγκου 500 ml με ζεστό νερό θερμοκρασίας 50°C. Γεμίζουμε ποτήρι όγκου 50 ml με κρύο νερό θερμοκρασίας 2-4°C και διαλύουμε λίγη κόκκινη τέμπερα ή νερομπογιά. Τοποθετούμε το μικρό ποτήρι μέσα στο μεγάλο προσεκτικά. Το κόκκινο κρύο νερό παραμένει εγκλωβισμένο μέσα στο ποτήρι του χωρίς να διαχυθεί.
3. Διαλύουμε σε νερό λίγη κόκκινη τέμπερα και αποχύνουμε το διάλυμα σε θήκη για παγάκια. Δημιουργούμε έτσι σε μερικές ώρες κόκκινα χρωματισμένα παγάκια. Με μία λαβίδα τοποθετούμε ένα τέτοιο παγάκι σε ζεστό νερό θερμοκρασίας περίπου 40°C στη μέση περίπου του δοχείου. Το παγάκι αρχίζει αμέσως να διαλύεται. Παρατηρούμε ότι το χρωματιστό κρύο νερό κάθεται στον πάτο του ποτηριού.
4. Με χρήση ιδιοκατασκευής πυκνόμετρου από καλαμάκι. Βυθίζουμε το πυκνόμετρο σε νερό βρύσης και σε παγωμένο νερό θερμοκρασίας 2-4°C.

5. Πραγματοποιούμε το πείραμα του βιβλίου: σε ποτήρι με κρύο νερό τοποθετούμε αρκετά παγάκια και θερμομετρούμε το νερό σε τρία διαφορετικά ύψη. Τοποθετούμε το ποτήρι σε μονωτική βάση, π.χ. ένα κομμάτι από κουβέρτα σωτηρίας για να μη ζεσταίνεται μέσω επαφής από το πιο ζεστό από αυτό τραπέζι εργασίας.

Κάθε ομάδα μαθητών μπορεί να αναλάβει την εκτέλεση ενός από τα παραπάνω πειράματα και να αναλάβει να το παρουσιάσει στην ολομέλεια προκαλώντας συζήτηση σχετική με την ερμηνεία τους.

Δ. Συμπεράσματα

Εν γένει, το κρύο νερό θερμοκρασίας 2-4°C έχει τη μεγαλύτερη πυκνότητα από νερό οποιασδήποτε άλλης θερμοκρασίας και για αυτό βουλιάζει και «κάθεται» στον πάτο του δοχείου. Στα πειράματα 1-3 η πτώση αισθητοποιήθηκε είτε με χρώμα είτε με κάποιο μπουκάλι, στο πείραμα 4 δείχθηκε ότι η πυκνότητα του κρύου νερού είναι μεγαλύτερη από αυτή του χλιαρού, ενώ στο πείραμα 5 μετρήθηκε απευθείας η θερμοκρασία των διάφορων στρωμάτων νερού.

Ε. Εφαρμογή – Γενίκευση

1. Έστω μία λίμνη με θερμοκρασία περίπου 6°C. Όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος πέφτει κοντά ή και χαμηλότερα από τους 0°C, η λίμνη αρχίζει να παγώνει στην επιφάνειά της λόγω επαφής με τον κρύο αέρα.

Προβολή του βίντεο: http://atactosmathitis.blogspot.gr/2011/12/blog-post_22.html και ερμηνεία όσων παρατηρούνται.

2. Βάλτε μία ντομάτα στην κατάψυξη για μία ολόκληρη ημέρα. Την επόμενη, βγάλτε την και αφήστε την να ξεπαγώσει. Τι παρατηρείτε; Δοκιμάστε την. Είναι εύγεστη ως συνήθως; Γιατί άραγε;

Οι ντομάτες αποτελούνται κατά ένα πολύ μεγάλο ποσοστό από νερό. Όταν τη βάζουμε στην κατάψυξη το νερό παγώνει, διαστέλλεται και σπάει τα αγγεία στα οποία περιέχεται (όπως ένα γεμάτο μπουκάλι με νερό σπάει αν ξεχαστεί στην κατάψυξη). Όταν η ντομάτα αποψύχεται, το κατεστραμμένο δίκτυο αγγείων δεν μπορεί να υποστηρίξει τους χυμούς της ντομάτας: η ντομάτα «ματσιαλάζεται»! και χάνει τη γεύση της.

3. Μία πρόταση για να επιτευχθούν στο μέλλον διαστρικά ταξίδια είναι η νάρκωση και κατάψυξη των αστροναυτών για μερικές χιλιάδες χρόνια και η απόψυξη και αφύπνισή τους όταν το διαστημόπλοιο πλησιάζει τον προορισμό του. Τι προβλήματα θα έπρεπε να αντιμετωπίσει μία τέτοια τεχνολογία, αν ήταν εφικτή, σε ό,τι αφορά την ανώμαλη διαστολή του νερού;

Κεφάλαιο 8. Το φως θερμαίνει – "ψυχρά" και "θερμά" χρώματα

Εκπαιδευτικό σενάριο

Υλικά

Πορτατίφ με λαμπτήρα πυρακτώσεως, 2 θερμόμετρα, διάφορα υλικά διαφόρων χρωμάτων: μαύρο και λευκό ύφασμα (η ταινία)



Υλικά που θα απαιτηθούν

Διδακτικά βήματα - εκπαιδευτικές δραστηριότητες-

1η διδακτική ώρα

A. Πρόκληση ενδιαφέροντος - Προσανατολισμός

Τα παλιότερα χρόνια, αλλά ακόμη και σήμερα σε κάποια απομακρυσμένα χωριά ή σε εξοχικά σπίτια, οι άνθρωποι για να ζεστάνουν νερό (το καλοκαίρι) χρησιμοποιούσαν ένα βαρέλι το οποίο το τοποθετούσαν σε κάποιο φωτεινό σημείο, εκτεθειμένο στον Ήλιο, και το γέμιζαν με νερό. Μετά από μερικές ώρες έκθεσης στο ηλιακό φως το νερό μέσα στο βαρέλι ήταν αρκετά ζεστό για να μπορέσει να κάνει κάποιος ένα ζεστό ντους!

Πώς ζεσταίνεται το νερό μέσα στο βαρέλι;

B. Συζήτηση - Διατύπωση υποθέσεων

Αν πλησιάσουμε ένα θερμόμετρο κοντά σε μία λάμπα πυρακτώσεως η ένδειξη της θερμοκρασίας αυξάνεται. Ας θεωρήσουμε ότι η λάμπα αναπαριστά τον Ήλιο ενώ το θερμόμετρο μετράει την αύξηση

της θερμοκρασίας του νερού στο βαρέλι. Με δεδομένο αυτό το φαινόμενο μπορείτε να υποθέσετε από ποιους παράγοντες εξαρτάται το πόσο πολύ θα ζεσταθεί το νερό μέσα στο βαρέλι;

Γ. Ενεργώ – πειραματίζομαι

Να σχεδιάσετε ένα πείραμα για να ελέγξετε την υπόθεσή σας. Τι μετρήσεις θα κάνετε;

Ενδεικτικές απαντήσεις των μαθητών: το πόσο πολύ θα ζεσταθεί το νερό εξαρτάται α. από το χρώμα του βαρελιού, β. από την ποσότητα του νερού μέσα στο βαρέλι, γ. από το υλικό που είναι κατασκευασμένο το βαρέλι.

Πραγματοποιήστε το πείραμα. Καταγράψτε τις μετρήσεις σας (μέτρηση θερμοκρασίας του νερού κάθε 1 λεπτό). Μέχρι πότε θα θερμομετρείτε; (μέχρι να σταθεροποιηθεί η θερμοκρασία). Αναπαραστήστε γραφικά τις μετρήσεις σας.

Δ. Συμπεράσματα

Τι παρατηρείτε; Τι συμπεραίνετε; Συμφωνεί η πρόβλεψή σας με το αποτέλεσμα των πειράματός σας;

Ε. Εφαρμογή – Γενίκευση

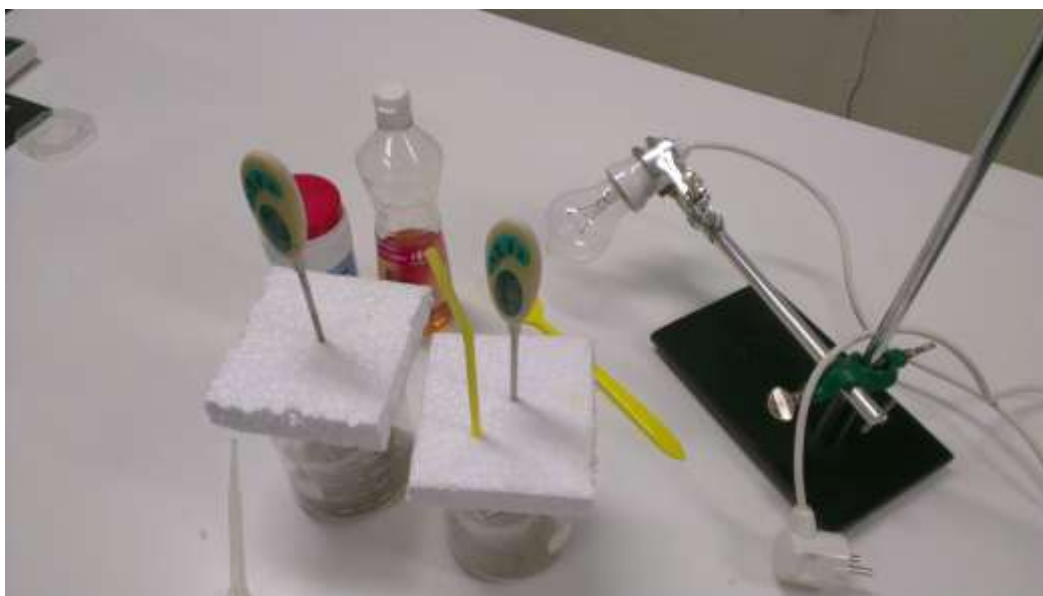
Το καλοκαίρι τι ρούχα θα προτείνετε να φοράμε, ανοιχτόχρωμα ή σκουρόχρωμα; Γιατί;

Κεφάλαιο 9. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου υπερ-θερμαίνει

Εκπαιδευτικό σενάριο

Υλικά

Πορτατίφ με λαμπτήρα πυρακτώσεως (ή εναλλακτικά, στατήρας, λάμπα πυρακτώσεως σε ντουί, λαβίδα), 2 γυάλινα δοχεία, 2 θερμόμετρα, φελιζόλ, μαγειρική σόδα, ξύδι, ένα κομμάτι κουβέρτα σωτηρίας 30x50 cm, γυάλινη λεκάνη.



Υλικά που θα απαιτηθούν

Διδακτικά βήματα - εκπαιδευτικές δραστηριότητες-

1η διδακτική ώρα

A. Πρόκληση ενδιαφέροντος - Προσανατολισμός

Σε μία γυάλινη λεκάνη τοποθετούμε ένα θερμόμετρο και μία λάμπα πυρακτώσεως έτσι ώστε η λάμπα να μη φωτίζει προς τη θέση του θερμόμετρου. Σκεπάζουμε τη λεκάνη με το κομμάτι της κουβέρτας σωτηρίας και καταγράφουμε τη θερμοκρασία του χώρου (η αλουμινένια πλευρά να είναι τοποθετημένη προς τα κάτω ώστε να ανακλά προς το εσωτερικό της λεκάνης τη θερμότητα). Παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία αυξάνεται ραγδαία. Ωστόσο, όταν η κουβέρτα αφαιρεθεί η θερμοκρασία πέφτει και το θερμόμετρο δε φαίνεται να επηρεάζεται σημαντικά από την παρουσία της αναμμένης λάμπας.

Πώς εξηγείται ό,τι παρατηρήθηκε; Συζητώντας με τους μαθητές τους καθοδηγούμε/εκμαιεύουμε τα εξής: η λάμπα εκπέμπει ενέργεια με ακτινοβολία. Η ενέργεια εγκλωβίζεται από την κουβέρτα και

παραμένει στον κλειστό χώρο έχοντας μετατραπεί σε θερμότητα. Αυτό έχει ως συνέπεια την αύξηση της θερμοκρασίας του κλειστού χώρου την οποία καταγράφει το θερμόμετρο.

Ενημερώνουμε ότι η μέση θερμοκρασία της Γης είναι περίπου 15°C . Εξηγούμε ότι η Γη περιβάλλεται από μία «κουβέρτα» αερίων: τα αέρια του «θερμοκηπίου» τα οποία λειτουργούν ως κουβέρτα που εμποδίζει την ηλιακή ακτινοβολία που ανακλάται από το έδαφος να διαφύγει στο διάστημα. Χωρίς αυτή την κουβέρτα η μέση θερμοκρασία της Γης θα ήταν 30°C χαμηλότερη: -15°C . Τι προβλήματα θα είχαμε τότε; Δεν θα υπήρχε, το κυριότερο, νερό σε υγρή μορφή.

Αν η «κουβέρτα» αυτή γινόταν πιο “πυκνή” τι συνέπειες θα υπήρχαν; Θα ανέβαινε η μέση θερμοκρασία της Γης προκαλώντας μία σειρά από αλυσιδωτά φαινόμενα: τήξη των πολικών πάγων, πλημμύρες, κ.ά..

Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται φαινόμενο του θερμοκηπίου.

B. Συζήτηση - Διατύπωση υποθέσεων

Οι επιστήμονες θεωρούν ως ένα από τα αέρια του θερμοκηπίου και το CO_2 που παράγεται από πολλές ανθρώπινες δραστηριότητες. Στο εργαστήριο μπορούμε να παράγουμε αυτό το αέριο προσθέτοντας ξύδι σε μαγειρική σόδα

Διαθέτουμε δύο όμοια δοχεία τα οποία σκεπάζονται με φελιζόλ. Φωτίζουμε ταυτόχρονα τα δύο δοχεία με μία λάμπα πυρακτώσεως ώστε η λάμπα να ισαπέχει από τα δοχεία. Στο ένα δοχείο προσθέτουμε μικρή ποσότητα μαγειρικής σόδας και με ένα καλαμάκι μπορούμε να προσθέτουμε σταδιακά σταγόνες ξυδιού και να παράγουμε διοξείδιο του άνθρακα. Ποια υποθέσεις ότι θα είναι η σχέση των θερμοκρασιών στα δύο δοχεία;

Γ. Ενεργώ – πειραματίζομαι

Πραγματοποιήστε, με τη βοήθεια του καθηγητή (ή της καθηγήτριάς σου) το παραπάνω πείραμα σου. Καταγράψτε τη θερμοκρασία των δύο δοχείων κάθε 1 λεπτό της ώρας, μέχρι αυτή να σταθεροποιηθεί, και σχηματίστε τα κατάλληλα διαγράμματα. Τι παρατηρείτε;

Δ. Συμπεράσματα

Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγετε; Επιβεβαιώθηκε ή όχι η υπόθεσή σας;

2η διδακτική ώρα

Ε. Εφαρμογή – Γενίκευση

1. Ένας συμμαθητής σας ισχυρίζεται ότι η αύξηση της θερμοκρασίας που παρατηρήθηκε στο δοχείο που σχηματίστηκε CO_2 από τη χημική αντίδραση μαγειρικής σόδας και ξυδιού, μπορεί να μην οφείλεται στο ότι το αέριο αυτό λειτουργεί ως αέριο του θερμοκηπίου αλλά στη θερμότητα που παράχθηκε ενδεχομένως από τη χημική αντίδραση.

Να σχεδιάσετε και να πραγματοποιήσετε ένα πείραμα για να ελέγξετε αυτή την υπόθεση.

2. Πέρα από τα αέρια του θερμοκηπίου η μέση θερμοκρασία της Γης είναι πιθανόν να επηρεάζεται και από την ηλιακή δραστηριότητα. Αν για κάποιους λόγους η ενέργεια που εκπέμπει ο Ήλιος κάποια χρονική περίοδο είναι περισσότερη από ό,τι συνήθως, τότε και η ενέργεια που φτάνει στη Γη είναι περισσότερη με αποτέλεσμα η θερμοκρασία να αυξάνεται. Μπορείτε να διερευνήσετε με την παραπάνω πειραματική διάταξη αυτό το φαινόμενο; Τι θα κάνετε; (Θα πρέπει πλησιάσουμε πιο κοντά τη λάμπα στα γυάλινα δοχεία).

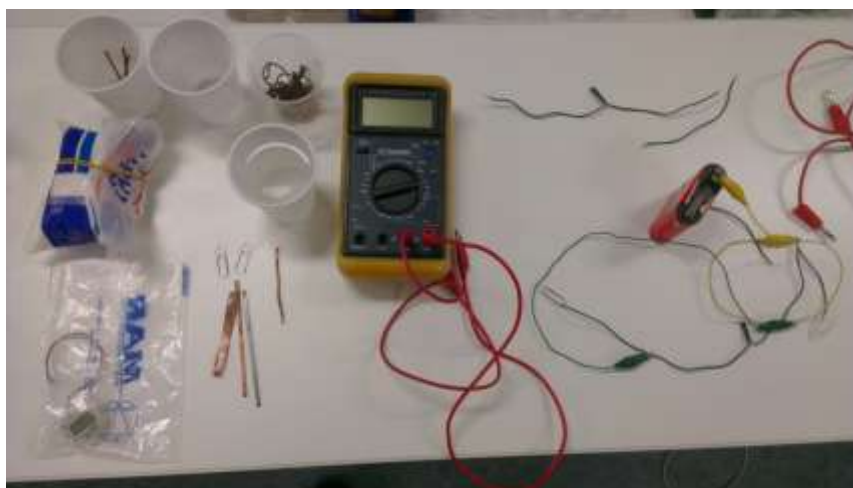
Να επαναλάβετε τις μετρήσεις που κάνατε παραπάνω. Επιβεβαιώνεται η υπόθεσή σας;

Κεφάλαιο 10. Το ηλεκτρικό βραχυ-κύκλωμα – Κίνδυνοι και "ασφάλεια"

Εκπαιδευτικό σενάριο

Υλικά

Καλώδια, λαμπάκια, μπαταρίες, ατσαλόσυρμα, ξύδι, αλατόνερο, μερικές βίδες, χάλκινο σύρμα



Υλικά που θα απαιτηθούν

Διδακτικά βήματα - εκπαιδευτικές δραστηριότητες-

1η διδακτική ώρα

A. Πρόκληση ενδιαφέροντος - Προσανατολισμός

Γιατί τα πουλιά δεν παθαίνουν ηλεκτροπληξία όταν κάθονται πάνω στα σύρματα; Γιατί τα καλώδια των ηλεκτρικών συσκευών που χρησιμοποιούμε περιβάλλονται από πλαστικό;

B. Συζήτηση - Διατύπωση υποθέσεων

Τι υποθέτεις ότι θα συμβεί σε ένα κύκλωμα αν κάπου το καλώδιο ήταν φθαρμένο;

Γ. Ενεργώ – πειραματίζομαι

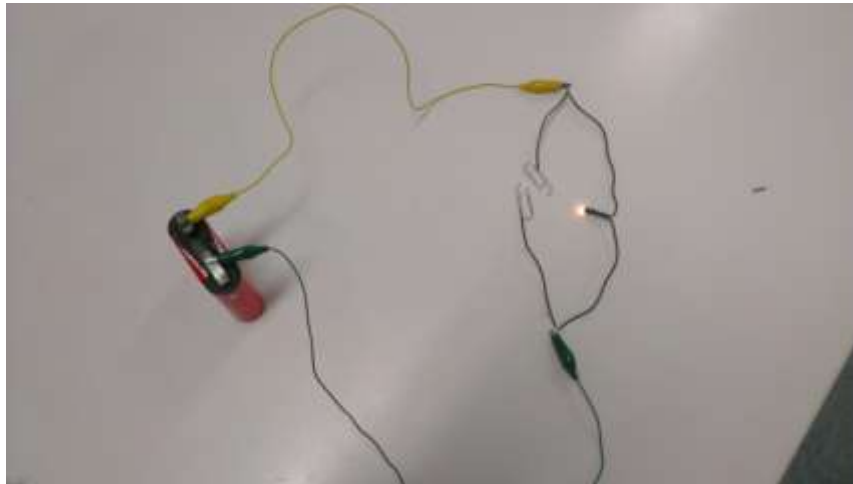
Να σχεδιάσετε, με τη βοήθεια του καθηγητή (καθηγήτριάς) σας ένα πείραμα, χρησιμοποιώντας υλικά από αυτά που υπάρχουν στο πάγκο σας, για να ελέγξετε την υπόθεσή σας.

Ενδεικτικά, μπορούμε να δείξουμε τα εξής πειράματα.

A. φέρνουμε σε επαφή με συνδετήρα τους δύο ακροδέκτες μίας μπαταρίας 4,5 V για 20-30 s. Τι συμβαίνει; Η μπαταρία ζεσταίνονται πολύ!

B. Αντικαθιστώ το συνδετήρα με ατσαλόσυρμα: Τι συμβαίνει; Το σύρμα παίρνει φωτιά σε ελάχιστα δευτερόλεπτα.

Γ. Σχηματίζουμε το κύκλωμα της παρακάτω εικόνας και φέρνουμε σε επαφή τους δύο συνδετήρες.



Βραχυκύκλωμα σε ένα απλό ηλεκτρικό κυκλώμα

Δ. Συμπεράσματα

Γιατί οι μπαταρίες ζεσταίνονται τόσο πολύ και τόσο γρήγορα; Γιατί το σύρμα παίρνει φωτιά;

Δείχνουμε ένα πηνίο στο οποίο το περιτυλιγμένο σύρμα φαίνεται να εφάπτεται με τα γειτονικά σύρματα, ενώ δεν υπάρχει και πλαστικό περίβλημα. Πώς είναι δυνατόν κάτι τέτοιο; Το σύρμα περιβάλλεται από εξαιρετικά λεπτή φλούδα μονωτικού βερνικιού.

Ε. Εφαρμογή – Γενίκευση: κατασκευή μπαταριών από αλατόνερο και ξύδι

Επιδεικνύουμε το φαινόμενο (υπάρχει τάση σε ένα ποτήρι με αλατόνερο) και ζητάμε από τους μαθητές να προτείνουν τι μπορούμε να ελέγξουμε ώστε η τάση εξόδου να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερη.

Στον πάγκο υπάρχει επίσης ξύδι, διάφορα ηλεκτρόδια, αλάτι, νερό, κουταλάκι, βολτόμετρο.

Μπορεί να ελεγχθεί:

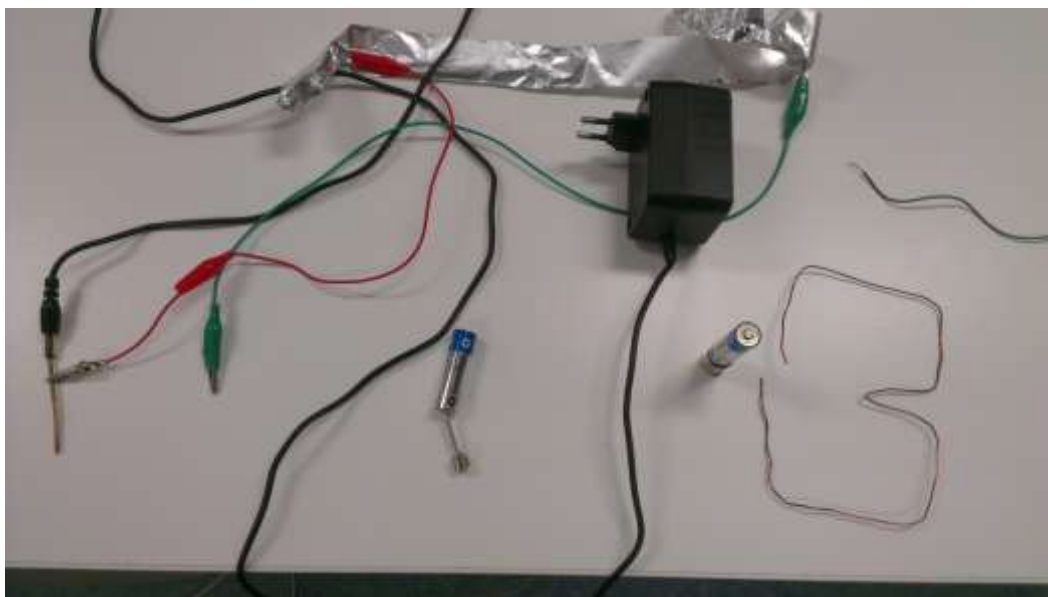
1. η εξάρτηση από το είδος του υγρού (αλατόνερο, ξύδι, οινόπνευμα)
2. η εξάρτηση από τη συγκέντρωση του διαλύματος
3. η εξάρτηση από το μέγεθος των ηλεκτροδίων

Κεφάλαιο 11. Από τον ηλεκτρισμό στο μαγνητισμό – Ο ηλεκτρικός (ιδιο-)κινητήρας

Εκπαιδευτικό σενάριο

Υλικά

Μαγνήτης, πυξίδα, αλουμινόχαρτο κομμένο σε ταινία, τροφοδοτικό, μαγνήτης νεοδυμίου, σύρμα, μπαταρία



Υλικά που θα απαιτηθούν

Διδακτικά βήματα - εκπαιδευτικές δραστηριότητες-

1η διδακτική ώρα

A. Πρόκληση ενδιαφέροντος - Προσανατολισμός

Πλησιάζουμε έναν μαγνήτη σε ένα δεύτερο μαγνήτη και ρωτάμε τους μαθητές να προβλέψουν τι θα συμβεί. Οι μαγνήτες έλκονται ή απωθούνται.

Πλησιάζουμε έναν μαγνήτη σε ένα συνδετήρα και ρωτάμε τους μαθητές να προβλέψουν τι θα συμβεί. Ο μαγνήτης έλκει το συνδετήρα. Γιατί; Οι μαθητές συνήθως απαντούν ότι μαγνήτες έλκουν σιδερένια, μεταλλικά αντικείμενα.

Πλησιάζουμε έναν μαγνήτη σε ένα κομμάτι ξύλο και ρωτάμε τους μαθητές να προβλέψουν τι θα συμβεί. Συνήθως οι μαθητές προβλέπουν σωστά ότι δεν θα γίνει τίποτα, επειδή όπως λένε, ο μαγνήτης δεν έλκει παρά μόνο μεταλλικά αντικείμενα.

Πλησιάζουμε έναν μαγνήτη σε λωρίδα αλουμινόχαρτου και ρωτάμε από τους μαθητές να προβλέψουν αν ο μαγνήτης θα έλξει ή όχι το αλουμίνιο. Οι μαθητές, με δεδομένο ότι το αλουμίνιο είναι μέταλλο προβλέπουν ότι ο μαγνήτης θα το έλξει. Ξαφνιάζονται όταν διαπιστώνουν ότι ο μαγνήτης δεν το έλκει.

Συνδέουμε το αλουμινόχαρτο με τους πόλους μίας μπαταρίας (ή τροφοδοτικού με έξοδο 4,5 V) και στη συνέχεια πλησιάζουμε πάλι το μαγνήτη. Τι θα γίνει; Τώρα ο μαγνήτης έλκει το αλουμίνιο. Γιατί; Καθοδηγούμε τους μαθητές να διαπιστώσουν ότι το αλουμίνιο, ως καλός αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος, και η μπαταρία δημιουργούν ένα κλειστό κύκλωμα στο οποίο υπάρχει ηλεκτρικό ρεύμα. Αυτή είναι η μόνη διαφορά με πριν. Αφού το αλουμίνιο δεν είναι σιδηρομαγνητικό υλικό (όπως έδειξε το πείραμα) και οι μαγνήτες έλκουν μόνο σιδηρομαγνητικά υλικά ή άλλους μαγνήτες τότε πρέπει να υποθέσουμε ότι το ηλεκτρικό ρεύμα δημιουργεί μαγνητικό πεδίο.

Άρα, τι θα συμβεί αν ένα σύρμα βρεθεί κοντά σε έναν μαγνήτη, «μέσα στο μαγνητικό του πεδίο»; Θα δεχθεί δύναμη.

Σχηματίζουμε τη διάταξη του απλού ηλεκτρικού κινητήρα και επιδεικνύουμε το φαινόμενο. Τι συμβαίνει; Γιατί κινείται το σύρμα; Εξηγούμε τη βασική Φυσική χωρίς να μπούμε σε λεπτομέρειες.

B. Συζήτηση - Διατύπωση υποθέσεων

Με δεδομένο ότι συμβαίνει το συγκεκριμένο φαινόμενο, τι νομίζετε ότι μπορούμε να διερευνήσουμε; Πώς μπορεί να γυρίζει πιο γρήγορα ο ηλεκτρικός κινητήρας; Ανάποδα;

Γ. Ενεργώ – πειραματίζομαι

Ελέγξτε τις υποθέσεις σας πραγματοποιώντας τα αντίστοιχα πειράματα. Τι παρατηρείτε;

Δ. Συμπεράσματα

Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγετε; Επιβεβαιώνονται οι υποθέσεις σας;

Ε. Εφαρμογή – Γενίκευση

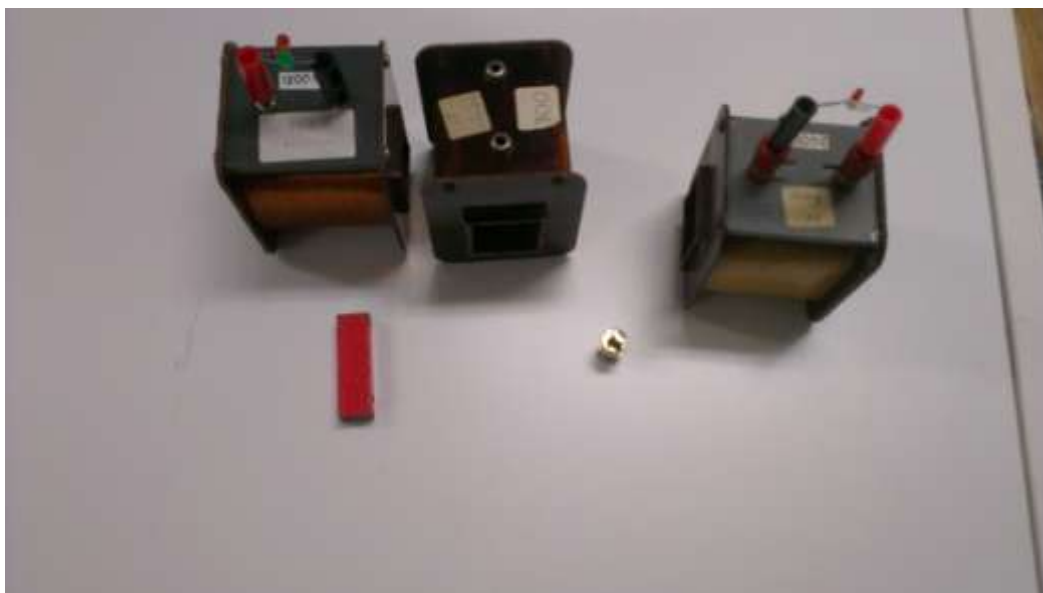
Μπορείτε να φανταστείτε κάποια εφαρμογή του φαινομένου που διερευνήσατε παραπάνω στην καθημερινή ζωή;

Κεφάλαιο 12. Από το μαγνητισμό στον ηλεκτρισμό – Η ηλεκτρική (ιδιο-) γεννήτρια

Εκπαιδευτικό σενάριο

Υλικά

Πηνίο N=300, πηνίο N=600, πηνίο N=1200, 2 LEDs, μαγνήτης νεοδυμίου, καλώδια σύνδεσης



Υλικά που θα απαιτηθούν

Διδακτικά βήματα - εκπαιδευτικές δραστηριότητες-

1η διδακτική ώρα

A. Πρόκληση ενδιαφέροντος - Προσανατολισμός

Συνδέουμε ένα σύστημα δύο LEDs, ένα κόκκινο και ένα πράσινο τα οποία είναι συνδεδεμένα αντίθετα μεταξύ τους, στα άκρα ενός πηνίου. Βάζουμε και βγάζουμε έναν μαγνήτη νεοδυμίου στο εσωτερικό του πηνίου. Όσο διαρκεί η είσοδος του μαγνήτη ανάβει το κόκκινο LED ενώ όσο διαρκεί η έξοδος του μαγνήτη ανάβει το πράσινο LED (ή αντίθετα, ανάλογα με τη σύνδεση των LEDs ή τον προσανατολισμό του μαγνήτη).

B. Συζήτηση - Διατύπωση υποθέσεων

Με βάση το φαινόμενο που μόλις παρατηρήθηκε, τι άραγε μπορούμε να διερευνήσουμε;

Αναμένουμε ή εκμαιεύουμε απαντήσεις όπως οι εξής: πώς αλλάζει η φωτεινότητα αν χρησιμοποιήσουμε πηνίο με περισσότερες σπείρες, ισχυρότερο μαγνήτη, ή κινήσουμε πιο γρήγορα το μαγνήτη.

Κάθε ομάδα επιλέγει ένα από τα παραπάνω προς διερεύνηση. Τι υποθέτετε ότι θα γίνει αν χρησιμοποιήσω ισχυρότερο μαγνήτη (ή ένα πηνίο με περισσότερες σπείρες ή κινήσω πιο γρήγορα το μαγνήτη;)

Γ. Ενεργώ – πειραματίζομαι

Ελέγξτε την υπόθεσή σας πραγματοποιώντας το αντίστοιχο πείραμα. Τι παρατηρείτε;

Δ. Συμπεράσματα

Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγετε; Επιβεβαιώνεται η υπόθεσή σας;

Ε. Εφαρμογή – Γενίκευση

Μπορείτε να φανταστείτε κάποια εφαρμογή του φαινομένου που διερευνήσατε παραπάνω στην καθημερινή ζωή;

Κεφάλαιο 13. Προτεινόμενα διαγωνίσματα

Διαγώνισμα 1

Θέμα Α

Τέσσερις μαθητές της Α' Γυμνασίου μέτρησαν, ο καθένας μόνος του, το μήκος του ίδιου θρανίου χρησιμοποιώντας την ίδια μετροταινία. Οι μετρήσεις τους δίνονται στον Πίνακα 1.

Μαθητής	Μήκος του θρανίου
A	102,1 εκατοστόμετρα
B	101,9 εκατοστόμετρα
Γ	112 εκατοστόμετρα
Δ	102 εκατοστόμετρα

Πίνακας 1.

A1. Μία από τις παραπάνω μετρήσεις φαίνεται να είναι αρκετά διαφορετική από τις υπόλοιπες. Αν υποθέσουμε ότι η μέτρηση αυτή είναι λανθασμένη, να διατυπώσεις τρεις (3) πιθανούς λόγους εξαιτίας των οποίων ο μαθητής που την έκανε οδηγήθηκε σε αυτό το αποτέλεσμα. (3 μονάδες)

A2. Χωρίς να λάβεις υπόψη τη λανθασμένη μέτρηση, να υπολογίσεις, κατά μέσο όρο, το μήκος των θρανίου. (3 μονάδες)

Θέμα Β

Στην Εικόνα 1 μπορείς να δεις τα αποτυπώματα των παπουτσιών που άφησε ένας κλέφτης χθες το βράδυ στο σκονισμένο πάτωμα μίας αποθήκης. Στην Εικόνα 2 μπορείς να δεις τα αποτυπώματα των παπουτσιών σε σκονισμένο πάτωμα ενός υπόπτου που συνελήφθη από την αστυνομία.



Εικόνα 1. Τα αποτυπώματα του κλέφτη



Εικόνα 2. Τα αποτυπώματα του υπόπτου

B1. Θέλεις να ελέγξεις αν τα αποτυπώματα του υπόπτου ταιριάζουν με αυτά του κλέφτη. Τι μετρήσεις μπορείς να κάνεις; (2 μονάδες)

B2. Να γράψεις τα αποτελέσματα των μετρήσεών σου. (4 μονάδες)

B3. Ο ύποπτος πρέπει να συλληφθεί ή όχι; Να δικαιολογήσεις την απάντησή σου. (2 μονάδες)

Θέμα Γ

Δύο φίλοι συζητούν για τα βιβλία που διάβασαν το καλοκαίρι. «Εγώ», λέει ο πρώτος, «διάβασα ένα βιβλίο που ήταν τόσο χοντρό» και δείχνει με το χέρι του πόσο παχύ ήταν το βιβλίο, «σε μία εβδομάδα». «Σιγά το πράγμα», απαντάει ο δεύτερος. «Εγώ διάβασα ένα βιβλίο το ίδιο χοντρό με το δικό σου σε 2 μέρες!». «Αποκλείεται! Λες ψέματα!» απαντάει ο πρώτος και οι δύο μαθητές αρχίζουν να κατηγορούν ο ένας τον άλλον ως ψεύτη. Τότε παρεμβαίνει στη συζήτηση ένας τρίτος συμμαθητής τους: «Μπορεί και οι δύο να λέτε αλήθεια. Τα βιβλία αν και είχαν το ίδιο πάχος μπορεί να είχαν διαφορετικό αριθμό σελίδων!». «Τα φύλλα των βιβλίων δεν έχουν το ίδιο πάχος;» ρωτούν ταυτόχρονα οι δύο φίλοι. «Να το μετρήσουμε!» λέει ο τρίτος. «Πώς όμως;»

Γ1. Πώς θα μετρήσεις το πάχος ενός φύλλου ενός βιβλίου διαθέτοντας μόνο έναν απλό χάρακα; Να περιγράψεις τα διαδοχικά βήματα που θα ακολουθήσεις. (3 μονάδες)

Γ2. Ας υποθέσουμε ότι το βιβλίο του οποίου το πάχος μιας εσωτερικής σελίδας θέλετε να μετρήσετε είναι ένας τόμος μίας εγκυκλοπαίδειας με χοντρά εξώφυλλα (σκληρόδετο). Το βιβλίο έχει συνολικά 600 εσωτερικές **σελίδες**. Το πάχος ολόκληρου του βιβλίου μετρήθηκε ίσο με 3,5 εκατοστόμετρα ενώ το πάχος των δύο χοντρών εξωφυλλών μαζί είναι 0,5 εκατοστόμετρα. Πόσο είναι το πάχος κάθε εσωτερικού **φύλλου**; (3 μονάδες)

Ενδεικτικές απαντήσεις

Θέμα Α

A1. Η απάντηση του μαθητή Γ είναι πολύ μεγαλύτερη, περίπου 10 εκατοστά, από τις μετρήσεις των Α, Β και Δ. Αν υποθέσουμε ότι η μέτρηση αυτή είναι λανθασμένη αυτό θα μπορούσε να οφείλεται στους εξής λόγους:

- Ο μαθητής Γ μέτρησε το θρανίο διαγώνια.
- Ο μαθητής Γ ξεκίνησε τη μέτρηση τοποθετώντας τη μετροταινία όχι στο 0 αλλά στο 10.
- Η μετροταινία δεν ήταν τεντωμένη αλλά τοποθετήθηκε πάνω/ανάμεσα από τετράδια, κασετίνες κ.α. που βρίσκονταν πάνω στο θρανίο.
- Ο μαθητής δεν έβαλε την ταινία πάνω στο θρανίο αλλά την κράτησε στον αέρα εκτιμώντας «στο περίπου» το μήκος του θρανίου.
- Οποιοσδήποτε συνδυασμός των παραπάνω.

A2. Το μήκος του θρανίου είναι κατά μέσο όρο:

$(102,1+101,9+102)/3=102$ εκατοστόμετρα

Θέμα Β

B1. Μπορώ να μετρήσω το μήκος του παπουτσιού του κλέφτη και του υπόπτου. Επίσης μπορώ να μετρήσω το βηματισμό τους, δηλαδή την απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών αριστερών ή δεξιών αποτυπωμάτων των παπουτσιών τους. Αν η μία μέτρηση δεν οδηγήσει σε αποτέλεσμα, γιατί για παράδειγμα το μέγεθος του παπουτσιού είναι το ίδιο, θα πρέπει να κάνω και τη μέτρηση του βηματισμού (και το αντίστροφο).

B2. Το μήκος του παπουτσιού του κλέφτη είναι ... εκατοστόμετρα ενώ του υπόπτου είναι ... εκατοστόμετρα. (μπορείτε να μεγεθύνετε τις εικόνες για να διευκολύνετε τους μαθητές στις μετρήσεις τους)

Ο βηματισμός του κλέφτη είναι ... εκατοστόμετρα ενώ του υπόπτου είναι ... εκατοστόμετρα.

B3. Ο κλέφτης φοράει διαφορετικό μέγεθος παπούτσι από τον ύποπτο. Επομένως θεωρώ ότι ο ύποπτος δεν είναι ο κλέφτης και άρα δεν πρέπει να συλληφθεί.

Θέμα Γ

Γ1. Θα μετρήσω με τον χάρακα το πάχος του βιβλίου, εξαιρώντας τα εξώφυλλα που είναι συνήθως πιο παχιά από τα μέσα φύλλα του βιβλίου.

Θα καταγράψω τον αριθμό των σελίδων του βιβλίου και θα διαιρέσω με το 2 για να βρω πόσα φύλλα έχει το βιβλίο, αφού σε ένα φύλλο αντιστοιχούν δύο σελίδες.

Θα διαιρέσω το πάχος του βιβλίου με τον αριθμό των φύλλων και το αποτέλεσμα θα είναι το πάχος του ενός φύλλου του βιβλίου.

Γ2. Το πάχος του βιβλίου, αν εξαιρέσουμε τα δύο εξώφυλλα, είναι: $3,5 - 0,5 = 3$ εκατοστόμετρα.

Το βιβλίο έχει $600 : 2 = 300$ φύλλα.

Το πάχος κάθε εσωτερικής σελίδας είναι: $3 : 300 = 0,01$ εκατοστόμετρα

Διαγώνισμα 2

Θέμα Α

Ανασηκώνεις το θρανίο σου τοποθετώντας δύο ίδια βιβλία κάτω από τα δύο πλαϊνά «πόδια» του. Το θρανίο έχει πλέον μία σταθερή, μικρή κλίση: έχεις δημιουργήσει ένα «**κεκλιμένο επίπεδο**». Θέλεις να μετρήσεις το χρόνο που κάνει για να κυλήσει μια μικρή σφαίρα (ένα μπαλάκι του τένις, για παράδειγμα) από τη μία άκρη του θρανίου στην άλλη. Α1. Τι προβλήματα θα αντιμετώπιζες αν αποφάσιζες να χρησιμοποιήσεις ως «χρονόμετρο»:

1. το σφυγμό σου
2. μία κλεψύδρα άμμου
3. το αναλογικό ρολόι σου, το οποίο δεν διαθέτει δευτερολεπτοδείκτη

Α2. Ποιο από τα παραπάνω όργανα θα σου επιτρέψει να μετρήσεις το χρόνο κύλισης με τη μεγαλύτερη ακρίβεια; Πώς θα αντιμετώπιζες για το συγκεκριμένο όργανο το πρόβλημα που ανέφερες στο ερώτημα Α1;

Θέμα Β

Μία ομάδα μαθητών έκανε το εξής πείραμα: έδεσαν ένα κομμάτι σκοινί με μήκος 25 εκατοστόμετρα από ένα καρφί στον τοίχο. Στην άλλη άκρη του σκοινιού κρέμασαν αρχικά ένα μικρό και στη συνέχεια ένα μεγάλο σιδερένιο βαρίδι. Οι μαθητές μέτρησαν το χρόνο (την περίοδο) ταλάντωσης του κάθε βαριδίου. Οι τιμές που πήραν φαίνονται στον Πίνακα 1 (1η και 2η μέτρηση). Στη συνέχεια άλλαξαν το σκοινί με ένα μεγαλύτερο με μήκος 100 εκατοστόμετρα και επανέλαβαν τις μετρήσεις τους (Πίνακας 2, 3η και 4η μέτρηση).

	Μήκος σκοινιού (εκατοστόμετρα)	Βαρίδι	Χρόνος ταλάντωσης (δευτερόλεπτα)
1η μέτρηση	25	Μικρό	1
2η μέτρηση	25	Μεγάλο	1

Πίνακας 1.

	Μήκος σκοινιού (εκατοστόμετρα)	Βαρίδι	Χρόνος ταλάντωσης (δευτερόλεπτα)
3η μέτρηση	100	Μικρό	2
4η μέτρηση	100	Μεγάλο	2

Πίνακας 2.

B1. Οι μαθητές θέλουν να ελέγξουν αν ο χρόνος ταλάντωσης εξαρτάται από το μήκος του σκοινιού. Ποιες από τις τέσσερις μετρήσεις μπορούν να επιλέξουν για να συγκρίνουν;

B2. Οι μαθητές θέλουν να ελέγξουν αν ο χρόνος ταλάντωσης εξαρτάται από το βαρίδι που κρεμούν στην άκρη του σκοινιού. Ποιες από τις τέσσερις μετρήσεις μπορούν να επιλέξουν για να συγκρίνουν;

B3. Εξαρτάται η περίοδος ταλάντωσης από το μήκος του σκοινιού; Να δικαιολογήσεις την απάντησή σου.

B4. Εξαρτάται η περίοδος ταλάντωσης από το βαρίδι που κρεμιέται στην άκρη του σκοινιού; Να δικαιολογήσεις την απάντησή σου.

Θέμα Γ

Γ1. Διαθέτεις ένα αναλογικό ρολόι που δεν διαθέτει δευτερολεπτοδείκτη. Θέλεις να υπολογίσεις πόσα δευτερόλεπτα απέχουν χρονικά μεταξύ τους δύο διαδοχικοί σφυγμοί σου. Να περιγράψεις μια διαδικασία που θα ακολουθήσεις για να λύσεις αυτό το πρόβλημα.

Γ2. Ας υποθέσουμε ότι έχεις μετρήσει τους σφυγμούς για ένα λεπτό και τους βρίσκεις 75. Μετά από πέντε λεπτά ξαναμετράς τους σφυγμούς σου για ένα λεπτό και τους βρίσκεις 80. Τέλος, μετά από πέντε λεπτά μετράς και πάλι τους σφυγμούς σου για ένα λεπτό και τους βρίσκεις 70.

Πόσοι είναι οι σφυγμοί σου ανά λεπτό κατά μέσο όρο;

Πόσο δευτερόλεπτα απέχουν χρονικά μεταξύ τους, κατά μέσο όρο, δύο διαδοχικοί σφυγμοί σου;

Ενδεικτικές απαντήσεις

Θέμα Α

A1. Η κίνηση της μπάλας είναι αρκετά σύντομη, ανάλογα με την κλίση του θρανίου. Όσο μεγαλύτερη η κλίση τόσο πιο σύντομη, και άρα πιο δύσκολη να μετρηθεί, θα είναι η κίνηση.

Η μέτρηση του χρόνου κίνησης με το σφυγμό εξαρτάται από το πόσο γρήγορος είναι ο ρυθμός που χτυπάει η καρδιά μου κατά τη διάρκεια της μέτρησης. Κάποια άλλη στιγμή, που μπορεί να χτυπάει πιο γρήγορα, θα πάρω διαφορετική μέτρηση.

Η μέτρηση του χρόνου με μία κλεψύδρα άμμου δεν μπορεί να οδηγήσει σε καταγραφή ενός αριθμού: μέχρι να ξεκινήσει να τρέχει η άμμος θα πρέπει να σταματήσω την κλεψύδρα. Τι θα πρέπει να ανακοινώσω τότε ως μέτρηση του χρόνου;

Η μέτρηση του χρόνου με ένα αναλογικό ρολόι το οποίο δεν διαθέτει δευτερολεπτοδείκτη, δεν θα μου επιτρέψει να μετρήσω το χρόνο κίνησης της μπάλας, αφού με το ρολόι αυτό μπορώ να μετρώ χρονικά διαστήματα διάρκειας τουλάχιστον ανά ένα λεπτό, στην καλύτερη περίπτωση. Η κίνηση της μπάλας όμως διαρκεί μερικά δευτερόλεπτα, ανάλογα με την κλίση του θρανίου.

A2. Από τα παραπάνω όργανα μέτρησης του χρόνου τη μεγαλύτερη ακρίβεια την προσφέρει ο σφυγμός. Για να αποφύγω το πρόβλημα που ανέφερα παραπάνω θα προσπαθήσω να πάρω πολλές μετρήσεις επαναλαμβάνοντας την κίνηση της μπάλας πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο και στη συνέχεια θα υπολογίσω το μέσο όρο των μετρήσεων αυτών. Βέβαια, ένας άλλος συμμαθητής μου μπορεί να καταλήξει σε διαφορετικά αποτελέσματα επειδή ο ρυθμός που χτυπάει η καρδιά του είναι διαφορετικός από τον δικό μου.

Θέμα Β

B1. Για να ελέγξουν αν ο χρόνος ταλάντωσης εξαρτάται από το μήκος του σκοινιού πρέπει να κρατηθεί σταθερό το είδος του βαριδιού. Άρα οι μαθητές μπορούν να επιλέξουν την 1η και την 3η μέτρηση ή τη 2η και την 4η.

B2. Για να ελέγξουν αν ο χρόνος ταλάντωσης εξαρτάται από το βαρίδι πρέπει να κρατηθεί σταθερό το μήκος του σκοινιού. Άρα οι μαθητές μπορούν να επιλέξουν την 1η και τη 2η μέτρηση ή την 3η και την 4η μέτρηση.

B3. Από την 1η και την 3η μέτρηση παρατηρώ ότι όταν το μήκος του σκοινιού αλλάζει από 25 εκατοστόμετρα σε 100 εκατοστόμετρα ο χρόνος ταλάντωσης αλλάζει από 1 σε 2 δευτερόλεπτα. Το ίδιο συμβαίνει και στη 2η και 4η μέτρηση. Άρα ο χρόνος ταλάντωσης εξαρτάται από το μήκος του σκοινιού.

B4. Από την 1η και 2η μέτρηση παρατηρώ ότι όταν το μήκος του σκοινιού παραμένει 25 εκατοστόμετρα αλλά αλλάζει το βαρίδι, ο χρόνος ταλάντωσης παραμένει 1 δευτερόλεπτο. Αντίστοιχα, όταν το μήκος του σκοινιού παραμένει 100 εκατοστόμετρα και αλλάζει το βαρίδι, ο χρόνος ταλάντωσης παραμένει 2 δευτερόλεπτα. Άρα ο χρόνος ταλάντωσης δεν εξαρτάται από το βαρίδι που κρέμεται στην άκρη του σκοινιού.

Θέμα Γ

Γ1. Θα μετρήσω τους σφυγμούς μου για ένα λεπτό ακριβώς, αφού αυτή είναι η ελάχιστη χρονική διάρκεια που μπορώ να μετρήσω με ακρίβεια με το συγκεκριμένο αναλογικό ρολόι. Επειδή οι σφυγμοί μου δεν παραμένουν σταθεροί, θα επαναλάβω τη μέτρηση αυτή τουλάχιστον άλλες δύο φορές, αφήνοντας να περάσει κάθε φορά ένα μικρό χρονικό διάστημα, π.χ. πέντε λεπτών. Θα υπολογίσω το μέσο όρο των σφυγμών μου ανά λεπτό. Θα διαιρέσω το 60, αφού ένα λεπτό έχει 60 δευτερόλεπτα, με το μέσο όρο των σφυγμών μου και ο αριθμός που θα προκύψει θα είναι ο χρόνος που κυλάει μεταξύ δύο διαδοχικών σφυγμών μου.

Γ2. Οι σφυγμοί μου ανά λεπτό, κατά μέσο όρο, είναι:

$$(75+80+70)/3=75$$

Δύο σφυγμοί μου απέχουν χρονικά μεταξύ τους:

$$60:75=0,8 \text{ δευτερόλεπτα}$$

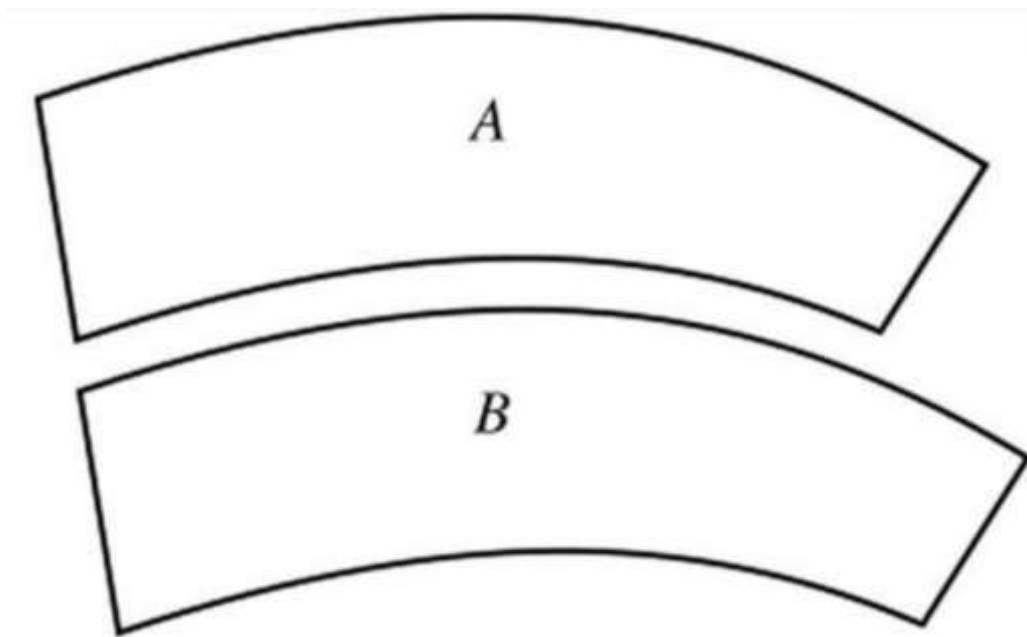
Παράρτημα

1. Οπτικές απάτες

Οι παρακάτω οπτικές απάτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υποστήριξη του εκπαιδευτικού σεναρίου του 1ου κεφαλαίου.

Εικόνα 1. Ποιο από τα δύο σχήματα A και B είναι μεγαλύτερο;

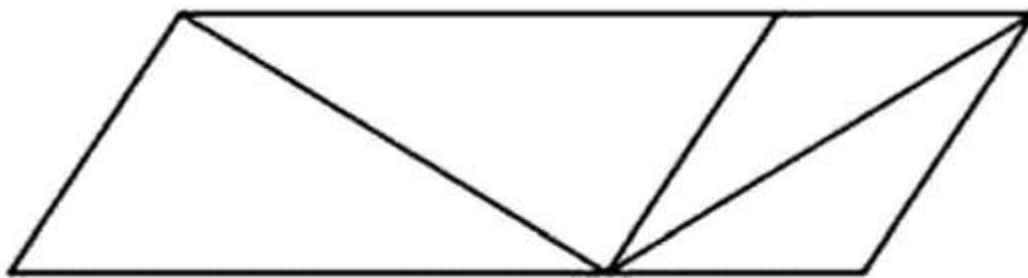
Εκτυπώστε την παρακάτω εικόνα και κόψτε προσεκτικά τα δύο σχήματα A και B. Κρατήστε τα το ένα πάνω από το άλλο, όπως φαίνεται στην εικόνα, και ρωτήστε τους μαθητές ποιο νομίζουν ότι είναι μεγαλύτερο. Οι περισσότεροι μαθητές απαντούν το B. Αλλάξτε τη θέση των δύο σχημάτων. Ποιο φαίνεται τώρα μεγαλύτερο; Με έκπληξη οι μαθητές διαπιστώνουν ότι τώρα φαίνεται μεγαλύτερο το σχήμα A (το οποίο βρίσκεται κάτω από το B). Πώς θα διαπιστώσουμε ποιο είναι όντως μεγαλύτερο; Τοποθετήστε τα δύο σχήματα το ένα πάνω στο άλλο. Ποιο είναι μεγαλύτερο;



Εικόνα 1.

Εικόνα 2. Ποια από τις δύο διαγώνιες είναι μεγαλύτερη;

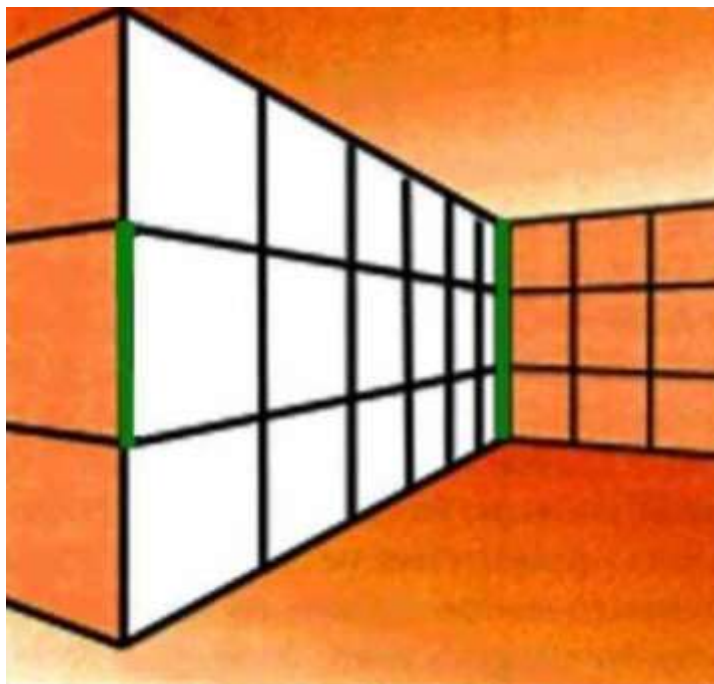
Εκτυπώστε και μοιράστε σε φωτοτυπίες την παρακάτω εικόνα 2 (εναλλακτικά προβάλλετε την εικόνα με τη βοήθεια βιντεοπροβολέα). Ποια από τις δύο διαγώνιες φαίνεται να είναι μεγαλύτερη; Οι περισσότεροι μαθητές απαντούν ότι είναι η αριστερή διαγώνιος. Πώς μπορούμε να είμαστε σίγουροι; Μετρώντας τις διαγώνιες προκύπτει ότι ίσες!



Εικόνα 2.

Εικόνα 3. Σύγκρινε τις δύο πράσινες γραμμές. Ποια είναι μεγαλύτερη;

Προβάλλουμε την εικόνα 3 και ζητάμε από τους μαθητές να εκτιμήσουν ποια από τις δύο πράσινες γραμμές είναι μεγαλύτερη. Οι περισσότεροι μαθητές απαντούν ότι είναι η γραμμή στα δεξιά. Πώς μπορούμε να βεβαιωθούμε; Μετρώντας τις δύο γραμμές προκύπτει ότι είναι ίσες!



Εικόνα 3.

2. Πόσο απέχουν οι δύο γραμμές;

Εκτυπώστε και μοιράστε στις ομάδες των μαθητών σας την παρακάτω εικόνα 4.



Εικόνα 4.

3. Αποτυπώματα παπουτσιών



4. Ο νεαρός Γαλιλαίος.



Εικόνα 5.

Galileo osserva la lampada del Duomo di Pisa

Affresco di Luigi Sabatelli, 1840

Βιβλιογραφία

- Beatty, 1. D. (2004). Transforming student learning with classroom communication systems. Ανακτήθηκε στις 14/9/2010 από <http://net.educause.edu/ir/library/pdf/ERB0403.pdf>
- Beichner, R., Hake, R., McDermott, L., Mestre, J., Redish, E., Reif, F. & Risley, J. (2005). Support of Physics-Education Research as a Subfield of Physics: Proposal to the NSF Physics Division. Ανακτήθηκε στις 10/10/2011 από <http://www.ncsu.edu/per/Articles/NSFWhitePaper.pdf>.
- Bransford J.D., Brown AL & Cocking RR (1999). *How people learn: brain, mind, experience, and school*. National Academy Press, Washington, DC.
- Caldwell, J. E. (2007). Clickers in the large classroom: Current research and best-practice tips. *CBE Life Sciences Education*, 6, 9-20.
- Carini, R. M., Kuh, G. D., & Klein, S. P. (2006). Student engagement and student learning: Testing the linkages. *Research in Higher Education*, 47(1), 1-32.
- Cohen, E. (1994). Restructuring the classroom: conditions for productive small groups. *Review of Educational Research*, 64(1), 1-35.
- Crouch, C. H., & Mazur, E. (2001). Peer instruction: Ten years of experience and results. *Am. J. Phys.*, 69, 970-977.
- Freeman, S., O'Connor, E., Parks, J. W., Cunningham, M., Hurley, D., Haak, D., et al. (2007). Prescribed active learning increases performance in introductory biology. *CBE Life Sciences Education*, 6, 132-139.
- Guthrie, R. W., & Carlin, A. (2004). Waking the dead: Using interactive technology to engage passive listeners in the classroom. *Proceedings of the Tenth Americas Conference on Information Systems*, New York.
- Hake, R. R (2002). Lessons from the physics education reform effort. *Conservation Ecology*, 5,28.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics text data for introductory physics courses. *Am. J. Phys.*, 66(1), 64-74.
- Herron, M., 1971. The nature of scientific inquiry. *School Review* 79 (2), pp. 171-212.
- Lazarowitz, R. & Hertz-Lazarowitz, R. (1998). Cooperative learning in the science curriculum. In B. J. Fraser & K.G. Tobin (eds) *International Handbook of science Education*. Kluwer Academic publishers, pp. 449-469.
- McDermott, L. & Redish, E. (1999). Resource Letter PER-1: Physics Education Research. *Am. J. Phys.*, 67, 755-767.
- McDermott, L. (1993). How we teach and how students learn-a mismatch?. *Am. J. Phys.* 61(4), 295-298.
- Meltzer, D. E., & Manivannan, K. (2002). Transforming the lecture-hall environment: The fully interactive physics lecture. *Am. J. Phys.*, 70, 639-654.
- Novak, G., Patterson, E. T., Gavrin, A. D., & Christian, W. (1999). *Just-in-time teaching: Blending active learning with web technology*, Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Reay, N. W., Li, P., & Bao, L. (2008). Testing a new voting machine question methodology. *Am. J. Phys.*, 76(2), 171-178.
- Schwab, J., 1960. Inquiry, the Science Teacher, and the Educator. *The School Review* 68 (2), pp. 176-195.
- Wieman, C.E. & Perkins, K.K. (2005). Transforming Physics Education. *Physics Today*. 58: 11.
- Αντωνίου, Ν., Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ., Παπατσίμπα, Λ., 2008α. *Φυσική Β' Γυμνασίου*. ΟΕΔΒ, Αθήνα.
- Αντωνίου, Ν., Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ., Παπατσίμπα, Λ., (2008β). *Φυσική Β' Γυμνασίου, εργαστηριακός οδηγός*. ΟΕΔΒ, Αθήνα
- Βαλαδάκης, Α. (2013). Φυσική Α' Γυμνασίου: το πρώτο βήμα, *Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση*, τ. 1, 29-35.
- Καλκάνης, Γ. Θ., Γκικοπούλου, Ο., Καπότης, Ε., Γουσόπουλος, Δ., Πατρινόπουλος, Μ. Τσάκωνας, Π., Δημητριάδης, Π., Παπατσίμπα, Λ., Μιτζήθρας, Κ. Καπόγιαννης, Α. Σωτηρόπουλος, Δ.Ι. Πολίτης. Σ. και τα

μέλη των συγγραφικών ομάδων των βιβλίων «Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω» της Ε' και Στ' τάξης του δημοτικού σχολείου (2013). *Η Φυσική με Πειράματα Α' Γυμνασίου*. ΙΤΥ - «Διόφαντος».

Κασσέτας, Α. (2013). Ένα κιλό σίδερο κι ένα κιλό βαμβάκι. Οι έννοιες μάζα και όγκος και η Φυσική στην Α' Γυμνασίου. *Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση*, τ. 1, 45-51.

Κουμαράς, Π. (2015). Η Φυσική δεν είναι μόνο εννοιολογικό περιεχόμενο, είναι επίσης μεθοδολογία λύσης (καθημερινών) προβλημάτων και στάση ζωής. *Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση*, τ. 6, 19-28.

Σκουμιός, Μ. & Χατζηνικήτα, Β. (2000). Μοντέλα μαθητών για θερμότητα, θερμοκρασία και θερμικά φαινόμενα. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: http://www.rhodes.aegean.gr/ptde/labs/lab-fe/downloads/articles/SKOUMIOS_XATZHN.pdf

Σταυρίδου Ε. (2000), Συνεργατική μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες: Μία εφαρμογή στο δημοτικό σχολείο. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.

Φασουλόπουλος, Γ. (2013). Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στο Γυμνάσιο: «Η Φυσική με Πειράματα, Α' Γυμνασίου». Μια διδακτική πρόκληση, μπορεί να εξελιχθεί σε διδακτική ευκαιρία; *Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση*, τ. 1, 15-27.

Οι μεταβολές που έχουν συμβεί τις τελευταίες δεκαετίες τόσο στην αγορά εργασίας όσο και στη διεθνή πολιτική σκηνή έχουν καταστήσει επιτακτική την ανάγκη γραμματισμού στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) όλων των πολιτών και έχουν φέρει τη διδασκαλία των ΦΕ, και της Φυσικής ειδικότερα, στο προσκήνιο. Έχει προκύψει έτσι η ανάγκη κατανόησης εκείνων των μεθόδων που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε αποτελεσματική διδασκαλία της Φυσικής αλλά και των μηχανισμών που θα επιτρέψουν την εκπαίδευση των νέων φυσικών ώστε να καταφέρουν να εφαρμόσουν αυτές τις μεθόδους.

Μέχρι και σήμερα, η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών και πανεπιστημιακών δασκάλων στη μέση και ανώτατη εκπαίδευση ακολουθεί την παραδοσιακή διδασκαλία της Φυσικής. Αυτή συνίσταται κυρίως στην παρουσίαση της διδακτέας ύλης υπό μορφή διάλεξης και την επίλυση ασκήσεων που βρίσκονται στο τέλος των κεφαλαίων των διδακτικών εγχειριδίων.

Κοινός τόπος διεθνών ερευνών είναι ότι ένας τυπικός μαθητής που παρακολουθεί μια παραδοσιακή διδασκαλία Φυσικής απομνημονεύει τύπους και γεγονότα και μαθαίνει συνταγές επίλυσης ασκήσεων. Δεν κατανοεί, όμως, πραγματικά τις έννοιες της Φυσικής και δεν μπορεί να τις εφαρμόσει για να περιγράψει φαινόμενα της καθημερινής ζωής. Θεωρεί το μάθημα βαρετό και αδυνατεί να το συσχετίσει με την καθημερινή πραγματικότητα.

Στο παρόν βιβλίο επιχειρείται η επαναπροσέγγιση των φύλλων εργασίας που προτείνονται στο σχολικό εγχειρίδιο της Φυσικής της Α' Γυμνασίου μέσα από διερευνητικού τύπου διδακτικές προσεγγίσεις που εμπλέκουν ενεργά τους μαθητές. Στόχος είναι η προσέγκυση του ενδιαφέροντος των μαθητών και η εισαγωγή βασικών εννοιών της Φυσικής, όχι αξιωματικά όπως συνηθίζεται στα σχολικά εγχειρίδια, αλλά μέσα από την ανάγκη ερμηνείας και περιγραφής συγκεκριμένων προβληματικών καταστάσεων.