

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

Μαρία Ελευθερίου  
Ιωάννης Καραδάμογλου  
Παναγιώτης Πετρίδης  
Θεόδωρος Πιερράτος  
Μαρία Τσακίρη  
Παρασκευή Τσακμάκη

# ΦΥΣΙΚΗ

Α' Γυμνασίου

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

Οδηγός Εκπαιδευτικού



## Πίνακας περιεχομένων

1. Διδάσκοντας Φυσική στο σύγχρονο σχολείο .....	4
1.1 Τα προβλήματα της παραδοσιακής διδασκαλίας .....	4
1.2 Σύγχρονες διδακτικές μέθοδοι διδασκαλίας .....	4
1.3 Η διερευνητική διδασκαλία .....	5
1.4 Ανεστραμμένη τάξη .....	7
2. Το βιβλίο <i>Φυσική Α' Γυμνασίου</i> των εκδόσεων ΡΟΠΗ .....	8
2.1 Περιεχόμενο και διάρθρωση .....	8
2.2 Η ταυτότητα του βιβλίου .....	8
2.2.1 Πρώτη σελίδα κάθε ενότητας .....	9
2.2.2 Το περιεχόμενο μιας ενότητας .....	9
2.2.3 Στο τέλος μιας ενότητας .....	13
2.2.4 Στο τέλος κάθε κεφαλαίου .....	14
2.2.5 Στο τέλος του βιβλίου .....	14
3. Προτάσεις διδακτικής αξιοποίησης του βιβλίου .....	15
1ο & 2ο Μάθημα .....	15
3ο & 4ο Μάθημα .....	17
5ο & 6ο Μάθημα .....	19
7ο & 8ο Μάθημα .....	22
9ο - 11ο Μάθημα .....	23
12ο & 13ο Μάθημα .....	26
14ο & 15ο Μάθημα .....	28
16ο & 17ο Μάθημα .....	30
18ο & 19ο Μάθημα .....	32
20ο & 21ο Μάθημα .....	34
22ο & 23ο Μάθημα .....	35
24ο & 25ο Μάθημα .....	37
4. Αξιολόγηση .....	38
4.1 Εργαλεία αξιολόγησης .....	38
4.2 «Για να πετύχει αυτή η δραστηριότητα» – «Για να ολοκληρώσω την αποστολή μου» .....	39
4.3 Αυτο-αξιολόγηση και ετερο-αξιολόγηση .....	40
4.4. Ενδεικτικά διαγωνίσματα .....	41
5. Βιβλιογραφία .....	47

## 1. Διδάσκοντας Φυσική στο σύγχρονο σχολείο

### 1.1 Τα προβλήματα της παραδοσιακής διδασκαλίας

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.

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 αποπλαισιωμένων κομματιών πληροφορίας, αποκομμένων από τον πραγματικό κόσμο, να υιοθετήσουν, όπως οι ειδικοί, μια οπτική που βλέπει τη Φυσική ως μια συνεκτική δομή εννοιών, οι οποίες θεμελιώνονται πειραματικά και περιγράφουν τη φύση (Wieman και Perkins, 2005).

Μέχρι και σήμερα, η πλειονότητα των εκπαιδευτικών 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). Σύμφωνα με τον Hake (1998), ανεξάρτητα από τον διδάσκοντα, το μέγεθος της τάξης ή το εκπαιδευτικό ίδρυμα, μαθητές και φοιτητές κατακτούν λιγότερο από το 30% της νέας γνώσης που τους προσφέρεται μέσω της παραδοσιακής διδασκαλίας. Αντίστοιχα, σύμφωνα με την McDermott (1993) «*διδάσκοντας μόνο με τη χρήση προφορικών διαλέξεων 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.

### 1.2 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 (Reay, Li, & Bao, 2008), τη στιγμή που η εμπλοκή φαίνεται ότι είναι αναγκαία προϋπόθεση για τη μάθηση (Carini, Kuh, & Klein, 2006; Bransford *et al.*, 1999).

Ένας τρόπος εμπλοκής των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι η εισαγωγή ενεργών μεθόδων διδασκαλίας (Crouch & Mazur, 2001), οι οποίες απαιτούν περισσότερη συζήτηση και ανταλλαγή επιχειρημάτων μεταξύ των μαθητών, περισσότερο διάβασμα και προετοιμασία εκ μέρους τους, αλλά 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 και πειραματικές δραστηριότητες, οι οποίες παρέχουν άμεση ανάδραση μέσω της συζήτησης με τους συμμαθητές και τον διδάσκοντα ή τη διδάσκουσα. Υπό αυτή την έννοια, ως παραδοσιακή διδασκαλία νοείται εκείνη η οποία δεν κάνει χρήση των μεθόδων της ενεργούς διδασκαλίας, αλλά στηρίζεται κυρίως σε παθητικές διαλέξεις, εργαστηριακές συνταγές εκτέλεσης πειραμάτων και εξετάσεις επίλυσης αλγοριθμικών προβλημάτων.

Εκτενής βιβλιογραφία υποστηρίζει τον ρόλο των ενεργών μεθόδων μάθησης στη διδασκαλία των ΦΕ (Freeman et al., 2007; Hake, 1998, 2002; Meltzer & Manivannan, 2002; Novak et al., 1999; 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.

### 1.3 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 το παιδί, 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 παιδί να επιβεβαιώσει κάτι που ήδη γνωρίζει.

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

Κατά την εφαρμογή της *επιβεβαιωτικής διερεύνησης* τίθεται στα παιδιά ένα ερώτημα και δίνονται οι κατάλληλες οδηγίες και τα απαιτούμενα υλικά. Τα αποτελέσματα της διερεύνησης είναι εκ των προτέρων γνωστά στα παιδιά. Για παράδειγμα, αφού προηγηθεί η διδασκαλία του μαθήματος «Διαστολή όγκου σε στερεά και υγρά», τα παιδιά χωρίζονται σε μικρές ομάδες, τους δίνονται τα απαιτούμενα υλικά και ο εργαστηριακός οδηγός, και τους ζητείται να κάνουν το σχετικό πείραμα. Η έρευνα επιβεβαίωσης είναι χρήσιμη, όταν στόχοι του/της εκπαιδευτικού είναι: i) να ενισχύσει κάτι που έχει ήδη διδάξει, ii) να εισάγει τα παιδιά στην εμπειρία της διεξαγωγής έρευνας και iii) να ασκηθούν τα παιδιά 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) τίθεται στα παιδιά ένα ερώτημα και δίνονται τα απαιτούμενα υλικά και οδηγίες για τη διαδικασία που θα ακολουθήσουν. Τα παιδιά δεν 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 τους ζητείται 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 στα παιδιά να αναπτύξουν σταδιακά τις ικανότητές τους για τη διεξαγωγή πιο ανοικτής έρευνας. Η διαφορά μεταξύ της επιβεβαιωτικής και της καθοδηγούμενης διερεύνησης είναι το αν τα παιδιά γνωρίζουν ή όχι το αποτέλεσμα της διερεύνησης.

Κατά την εφαρμογή της *προσανατολισμένης διερεύνησης* τίθεται στα παιδιά μόνο το πρόβλημα (ερευνητικό ερώτημα). Τα παιδιά σχεδιάζουν την πορεία που θα ακολουθήσουν, για να απαντήσουν το ερώτημα. Τα υλικά μπορεί να δίνονται από τον/την εκπαιδευτικό, συνήθως με τη λογική «επιλέξτε από αυτά που σας δίνω». Μπορεί, όμως, και να ζητείται από τα παιδιά 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, απαιτείται τα παιδιά να έχουν ήδη ασκηθεί στον σχεδιασμό πειραμάτων, στην καταγραφή και την επεξεργασία δεδομένων.

Κατά την εφαρμογή της *ανοικτής διερεύνησης* τα παιδιά παράγουν τα ερωτήματα, σχεδιάζουν και διεξάγουν την έρευνα. Στη συνέχεια 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) τα παιδιά μπορούν να ακολουθήσουν πολλαπλά επίπεδα διερεύνησης κατά τη διάρκεια μιας εργασίας, και β) το ότι τα παιδιά σχεδιάζουν μόνα τους την ερευνητική πορεία που θα ακολουθήσουν δεν σημαίνει ότι ο ρόλος του/της εκπαιδευτικού είναι παθητικός.

Επίπεδο διερεύνησης	Ερώτηση	Οδηγίες	Αποτέλεσμα	Υλικά
<b>1. Επιβεβαίωση</b> Τα παιδιά επιβεβαιώνουν κάτι εκ των προτέρων γνωστό μέσω μιας δραστηριότητας	ναι	ναι	ναι	ναι
<b>2. Δομημένη διερεύνηση</b> Τα παιδιά ερευνούν ένα ερώτημα που δίνεται από τον/την εκπαιδευτικό ακολουθώντας οδηγίες	ναι	ναι	όχι	ναι
<b>3. Καθοδηγούμενη διερεύνηση</b> Τα παιδιά ερευνούν ένα ερώτημα που δίνεται από τον/την εκπαιδευτικό, αλλά σχεδιάζουν ή επιλέγουν τα ίδια την πορεία που θα ακολουθήσουν	ναι	όχι	όχι;	;

<b>4. Ανοικτή διερεύνηση</b> Τα παιδιά ερευνούν ερωτήσεις, τις οποίες διατυπώνουν τα ίδια, μέσω πορείας την οποία σχεδιάζουν ή επιλέγουν μόνοι τους	όχι	όχι	όχι	;
--	-----	-----	-----	---

Πίνακας 1. Τα επίπεδα της διερεύνησης και οι αντίστοιχες πληροφορίες που δίνονται στο παιδί (Bell, Smetana and Binns, 2005).

Η συνήθης μορφή ενός εργαστηριακού οδηγού Φυσικής στο Γυμνάσιο και το Λύκειο συνίσταται στην παράθεση πειραμάτων τύπου «οδηγός μαγειρικής»: το παιδί ακολουθώντας οδηγίες κάνει μόνο 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 η διατύπωση ερευνητικών ερωτημάτων, η διατύπωση και ο έλεγχος υποθέσεων, ο χειρισμός μεταβλητών κ.λπ.

### 1.4 Ανεστραμμένη τάξη

Η «ανεστραμμένη τάξη» είναι ένα μοντέλο μεικτής μάθησης, στο οποίο τα παιδιά αξιοποιούν στο σπίτι τους εκπαιδευτικό υλικό που τους παρέχεται σε ψηφιακή μορφή, ενώ η «εργασία για το σπίτι» γίνεται στη σχολική τάξη με τον/την εκπαιδευτικό και τα παιδιά να συζητούν και να επιλύουν απορίες (Bitzenbauer and Hennig, 2023; Finkenberg and Trefzger, 2019; Γαριού, κ.ά, 2021). Εκτός σχολικής τάξης, οι μαθητές παρακολουθούν βίντεο και άλλο ψηφιακό υλικό με τον δικό τους ρυθμό και εξοικειώνονται με ένα νέο θέμα. Στην τάξη, ένα ενεργό περιβάλλον μάθησης τους επιτρέπει να εφαρμόσουν και να εδραιώσουν τις γνώσεις τους. Ένα βασικό χαρακτηριστικό της διδακτικής αυτής στρατηγικής είναι ότι αποδεσμεύει χρόνο για δραστηριότητες στην τάξη που απαιτούν βαθύτερη εξερεύνηση του περιεχομένου. Επιπλέον, με την ανάθεση μελέτης υλικού στο σπίτι, ο ρόλος του/της εκπαιδευτικού μετατοπίζεται από την παραδοσιακή διδασκαλία στην καθοδήγηση των μαθητών και μαθητριών.

Πολλές έρευνες έχουν καταγράψει θετικά αποτελέσματα από την εφαρμογή του μοντέλου της ανεστραμμένης τάξης. Για παράδειγμα, ενεργοποίηση μεγαλύτερου αριθμού παιδιών, βελτίωση της εννοιολογικής κατανόησης και βελτίωση των μαθησιακών επιδόσεων. Η εφαρμογή της μεθόδου της ανεστραμμένης τάξης είναι ένα επιπλέον εργαλείο στην κατεύθυνση της *διαφοροποίησης της διδασκαλίας* που απαιτείται προκειμένου να ικανοποιηθούν οι διαφορετικές μαθησιακές ανάγκες των μαθητών. Έρευνες υποδεικνύουν, επίσης, ότι η ανεστραμμένη τάξη παρέχει περισσότερο χρόνο στους/στις εκπαιδευτικούς για να καλύψουν πληρέστερα τα προς διδασκαλία θέματα με αποτέλεσμα τη βαθύτερη κατανόησή τους. Ωστόσο, σύμφωνα με άλλες ερευνητικές μελέτες, η στείρα παρακολούθηση μεταφορτωμένων βίντεο και άλλου ψηφιακού υλικού εξακολουθεί να προσομοιάζει σε μια παραδοσιακή διδασκαλία καθιστώντας τη διαδικασία βαρετή για τα παιδιά. Το γεγονός αυτό υπογραμμίζει την ανάγκη να αναπτυχθούν νέοι τρόποι για να εμπλέξουν διαδραστικά τα παιδιά με το παρεχόμενο ψηφιακό υλικό.

## 2. Το βιβλίο Φυσική Α΄ Γυμνασίου των εκδόσεων ΡΟΠΗ

### 2.1 Περιεχόμενο και διάρθρωση

Το βιβλίο Φυσική Α΄ Γυμνασίου των εκδόσεων ΡΟΠΗ αναπτύχθηκε έτσι, ώστε να ικανοποιεί το περιεχόμενο και τους μαθησιακούς στόχους του μαθήματος, σύμφωνα με το «Πρόγραμμα Σπουδών Για το Μάθημα της Φυσικής στις Α΄, Β΄ και Γ΄ τάξεις του Γυμνασίου» (Β΄ έκδοση, 2022).

Έτσι, το περιεχόμενο του βιβλίου διαρθρώνεται σε 3 κεφάλαια:

#### 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο

Η Φυσική και η επιστημονική μεθοδολογία (οι φυσικές επιστήμες, η Φυσική και η μεθοδολογία τους, η μελέτη ενός φυσικού φαινομένου στο εργαστήριο και η ερμηνεία του με το πρότυπο του μικρόκοσμου).

#### 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο

Μετρώντας και υπολογίζοντας τα φυσικά μεγέθη (τα φυσικά μεγέθη και οι μονάδες τους, μέτρηση μήκους και όγκου, μάζα, μέτρηση και υπολογισμός της πυκνότητας και μέτρηση του χρόνου).

#### 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο

Ενέργεια και ύλη: Μορφές, μετατροπές και καταστάσεις (μορφές της ενέργειας και διεργασίες στη φύση, μέτρηση της θερμοκρασίας, μεταφορά θερμότητας και θερμική ισορροπία, μεταβολές της κατάστασης της ύλης, διαστολή και συστολή των σωμάτων – η ιδιαιτερότητα του νερού, από τη θερμότητα στη μηχανική ενέργεια – θερμικές μηχανές).

Προς διευκόλυνση του προγραμματισμού του έργου των εκπαιδευτικών, θεωρήθηκε ότι το περιεχόμενο του βιβλίου θα μπορούσε να αναπτυχθεί υπό τη μορφή 25 μαθημάτων. Θεωρητικά, κάθε μάθημα θα μπορούσε, υπό ευνοϊκές συνθήκες, να εκτυλιχθεί σε μία διδακτική ώρα. Ωστόσο, σημειώνεται ότι ο χωρισμός αυτός έχει καθαρά και μόνο προτεινόμενο χαρακτήρα. Δεν είναι δεσμευτικός. Ο/Η κάθε εκπαιδευτικός, ανάλογα με τους στόχους που θέτει αλλά και το επίπεδο των μαθητών και μαθητριών που διδάσκει, μπορεί να κρίνει διαφορετικά και να επιχειρήσει την κατανομή του περιεχομένου του μαθήματος με όποιον τρόπο θεωρήσει δόκιμο.

### 2.2 Η ταυτότητα του βιβλίου

Βασικός σκοπός αυτού του βιβλίου είναι να φέρει μαθητές και μαθήτριες σε επαφή με τον συναρπαστικό κόσμο των φυσικών επιστημών και, πιο συγκεκριμένα, με τη Φυσική.

Φιλοδοξία του βιβλίου είναι να προτρέψει τα παιδιά να γίνουν νεαροί ερευνητές. Να τα ενθαρρύνει να παρατηρούν προσεκτικά τα φαινόμενα που συμβαίνουν γύρω τους, να προσπαθούν να τα ερμηνεύσουν και να ελέγχουν αν τα έχουν κατανοήσει κάνοντας πειράματα. Πειράματα που μπορεί να επιβεβαιώσουν την άποψή τους για το φαινόμενο ή να τα υποχρεώσουν να την αλλάξουν.

Έτσι, στο βιβλίο αυτό αποφεύγουμε να δώσουμε έτοιμες απαντήσεις σε ερωτήματα που ποτέ δεν έχουν απασχολήσει τα παιδιά. Αντίθετα, ακολουθώντας τη μέθοδο της διερεύνησης, επιχειρούμε να



προκαλέσουμε το ενδιαφέρον τους μέσα από προβλήματα της καθημερινής ζωής, ώστε να προβληματιστούν, να θέσουν τα δικά τους ερωτήματα και να προσπαθήσουν να αναζητήσουν τις δικές τους απαντήσεις. Να καταλήξουν σε συμπεράσματα κάνοντας πειράματα και αναλύοντας δεδομένα. Να συζητήσουν με τα υπόλοιπα παιδιά της τάξης τους ανταλλάσσοντας απόψεις και επιχειρήματα. Να είναι έτοιμα να αλλάξουν άποψη αν διαπιστώσουν ότι τα επιχειρήματα των άλλων στηρίζονται σε αδιαμφισβήτητα δεδομένα. Να κάνουν, δηλαδή, ό,τι κάνουν και οι επιστήμονες.

Μετά την ολοκλήρωση της δικής τους διερεύνησης, παρουσιάζονται στο βιβλίο τα αντίστοιχα συμπεράσματα της επιστήμης, ώστε να αξιολογήσουν και να εμπλουτίσουν τα συμπεράσματά τους.

Για να πετύχουμε τον φιλόδοξο αυτό στόχο, το βιβλίο έχει υιοθετήσει κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Ακολουθεί η σύντομη περιγραφή τους.

### 2.2.1 Πρώτη σελίδα κάθε ενότητας

180 και 190 Μέτρα

3.3

Μεταφορά θερμότητας και θερμική ισορροπία



Γιατί άραγε πρέπει να ντυνόμαστε καλά όταν κάνει κρύο; Τι είναι αυτό που μας «κάνει» ο κρύος χειμώνας; Αέρας και μας κάνει να κρυώνουμε.

Η θερμότητα είναι το φυσικό μέγεθος που θα μας βοηθήσει να καταλάβουμε γιατί κρυώνουμε τον χειμώνα, γιατί οι ηλεκτρικοί υπολογιστές έχουν στο εσωτερικό τους ανεμιστήρια, γιατί μας φουσκάζει το ύψιστο στο καλοκαίρι, γιατί η θέλασσα είναι πιο ζεστή από τον αέρα το καλοκαίρι και άλλα πολλά φαινόμενα.

**Ολοκληρώνοντας αυτή την ενότητα θα μπορείς:**

- ✓ Να περιγράψεις πώς μεταβάλλεται η θερμοκρασία δύο σωμάτων που βρίσκονται σε επαφή, μέχρι να έρθουν σε θερμική ισορροπία.
- ✓ Να περιγράψεις τι είναι η θερμότητα, τι η θερμική ενέργεια και τη σχέση τους με τη θερμοκρασία.
- ✓ Να εξηγήσεις τι είναι η θερμοχωρητικότητα και η θερμική ανγωμότητα των σωμάτων.
- ✓ Να ερμηνεύσεις μικροσκοπικά τη διαδικασία μεταφοράς της θερμότητας.

**Λέξεις κλειδιά:** θερμική ενέργεια, θερμική ισορροπία, θερμότητα, νόμος θερμομετρίας, μεταφορά θερμότητας

**Σιγουρέψου ότι γνωρίζεις:**

- Να περιγράψεις τι είναι φυσικό μέγεθος και τι είναι μονάδες μέτρησης.
- Να διακρίνεις τις διάφορες μορφές της ενέργειας.
- Να εξηγείς τη σχέση της θερμοκρασίας με τον μικρόκοσμο.
- Να μετράς αντικειμενικά τη θερμοκρασία ελαχιστοποιώντας τα σφάλματα.

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

- 3.3.1 Η θερμική ισορροπία
- 3.3.2 Θερμότητα, θερμική ενέργεια και θερμοχωρητικότητα
- 3.3.3 Τρόποι μεταφοράς θερμότητας και θερμική ανγωμότητα

Η ύλη του βιβλίου δομείται σε τρία κεφάλαια. Κάθε κεφάλαιο χωρίζεται σε επιμέρους ενότητες. Στην πρώτη σελίδα κάθε ενότητας θα βρούμε:

**Εικόνα:** Μια εικόνα συνοδευόμενη από ένα μικρό κείμενο που τη συνδέει με το περιεχόμενο της ενότητας, θέτοντας κάποιο ερώτημα ή παραθέτοντας κάποια πληροφορία, που λειτουργεί ως ερέθισμα για την εισαγωγή στη νέα γνώση.

**Σιγουρέψου ότι γνωρίζεις:** Μία λίστα με όσα πρέπει ήδη να γνωρίζει ο μαθητής/η μαθήτρια, ώστε να μπορεί να παρακολουθήσει χωρίς δυσκολίες την ύλη της ενότητας.

**Ολοκληρώνοντας αυτή την ενότητα θα μπορείς:** Η λίστα με τους διδακτικούς στόχους της ενότητας, δηλαδή αυτά που θα μπορεί να κάνει ο μαθητής/η μαθήτρια, όταν η ενότητα θα έχει ολοκληρωθεί.

**Περιεχόμενα:** Οι υποενότητες στις οποίες αναλύεται η ύλη της ενότητας.


**Λέξεις – κλειδιά:** Έννοιες και φαινόμενα που θεωρούνται σημαντικά στη διερεύνηση της ύλης της ενότητας.

### 2.2.2 Το περιεχόμενο μιας ενότητας

Κάθε ενότητα ξεκινά με μια ερευνητική εργασία.

Στο βιβλίο υπάρχουν δύο τύποι ερευνητικών εργασιών που ονομάζονται: α) «**ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ**», και β) «**ΑΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΟΥΜΕ!**»


Η ερευνητική εργασία «ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ» βρίσκεται μέσα σε πορτοκαλί φόντο.

**2.4.1**

**ΑΣ ΜΕΤΡΗΣΟΥΜΕ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ**

**ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2.4.A**

**ΠΟΣΟ ΔΙΑΡΚΕΙ;**




*Δεξιότητες: Κριτική σκέψη, Επικοινωνία*

**ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:**

✓ Να αναγνωρίζεις φαινόμενα στα οποία είναι σημαντική η ακρίβεια στη μέτρηση του χρόνου.


Αντίστοιχα, η ερευνητική εργασία «ΑΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΟΥΜΕ» βρίσκεται μέσα σε κίτρινο φόντο.

**3.2.1**

**Η ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ**

**ΑΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΟΥΜΕ 3.3.A**

**ΜΕΤΡΩΝΤΑΣ ΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ**



*Δεξιότητες: Διατύπωση υποθέσεων, Κριτική σκέψη, Συνεργασία*

**ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:**

✓ Να μετράς τη θερμοκρασία με αντικειμενικό τρόπο.

Κάθε μια από τις εργασίες έχει έναν αριθμό, π.χ. 3.2.A: αυτός σημαίνει ότι πρόκειται, στο παράδειγμά μας, για την 1<sup>η</sup> (Α) ερευνητική εργασία της ενότητας 3.2. Κάθε δραστηριότητα έχει επίσης έναν **τίτλο**, ο οποίος περιγράφει περιληπτικά το περιεχόμενό της. Ακολουθεί μία λίστα από τις **ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ** τις οποίες αναπτύσσουν τα παιδιά μέσα από αυτή τη δραστηριότητα. Ακολουθούν οι **ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ**, ώστε να γνωρίζουν τα παιδιά τι θα μπορούν να κάνουν μετά την ολοκλήρωσή της, όπως φαίνεται στις παραπάνω εικόνες.

Κάθε ερευνητική εργασία ξεκινά με την παρουσίαση ενός **πρακτικού φυσικού προβλήματος**. Αφορά ζητήματα που συνδέονται με την καθημερινή ζωή. Για να ξεχωρίζει, βρίσκεται μέσα σε ένα έγχρωμο πλαίσιο, με διαφορετικό χρώμα για κάθε κεφάλαιο.



Σε μια εργασία του τύπου «**ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ**» μέσα από την προβληματική κατάσταση δίνονται κάποια δεδομένα, τα οποία τα παιδιά πρέπει να επεξεργαστούν, για να καταλήξουν σε ένα συμπέρασμα. Μια «**ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ**» περιλαμβάνει τα εξής τρία βήματα:

**1. Ανάλυσε τα δεδομένα**



**2. Συζήτησε τα αποτελέσματά σου στην τάξη**



**3. Βγάλε ένα γενικό συμπέρασμα**



Σε μία εργασία του τύπου «**ΑΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΟΥΜΕ**» μέσα από ένα πρόβλημα από την καθημερινή ζωή διατυπώνεται ένα ερώτημα, που, για να απαντηθεί, πρέπει να γίνει ένα ή περισσότερα πειράματα. Αν και τα πειράματα αυτά προτείνεται να γίνουν στην τάξη από ομάδες μαθητών και μαθητριών, στις περισσότερες περιπτώσεις παρέχεται ένας σύνδεσμος σε μορφή **QR CODE**, που παραπέμπει στο βιντεοσκοπημένο πείραμα.



Η εργασία «ΑΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΟΥΜΕ» περιλαμβάνει τα εξής πέντε βήματα:

1. Διατύπωσε μια υπόθεση / Κάνε μια πρόβλεψη



2. Πειραματίσου και παρατήρησε



3. Ανάλυσε τα δεδομένα



4. Συζήτησε τα αποτελέσματά σου στην τάξη



5. Βγάλε ένα γενικό συμπέρασμα



Μετά την ολοκλήρωση κάθε ερευνητικής εργασίας, κάθε παιδί μπορεί να αυτο-αξιολογήσει την προσπάθειά του και την πορεία που ακολούθησε (μεταγνώση), επιχειρώντας να απαντήσει σε μια διαδραστική άσκηση αντιστοίχισης. Είναι διαθέσιμη μέσα από τον σύνδεσμο «**Για να πετύχει αυτή η δραστηριότητα**», για τις εργασίες τύπου «ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ», ή «**Για να ολοκληρώσω την αποστολή μου**», για τις εργασίες τύπου «ΑΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΟΥΜΕ».



Στη συνέχεια μιας ενότητας εμφανίζονται διάφορα εικονίδια, που συνοδεύονται από κείμενα:



**Κείμενο:** Παρουσίαση της θεωρίας που σχετίζεται με την ύλη της ενότητας.



**Ορισμός:** Δίνεται ο ορισμός μιας σημαντικής έννοιας της Φυσικής ή ενός φαινομένου.



**Συμπέρασμα:** Το γενικό συμπέρασμα που προκύπτει από την ανάλυση των δεδομένων του πειράματος.



**Για σκέψου!:** Μία ερώτηση που θα κατευθύνει τον μαθητή/τη μαθήτρια να εφαρμόσει κάποια από τις καινούργιες γνώσεις που απέκτησε.

**Wow** (Ουάου!): Μία εντυπωσιακή πληροφορία που σχετίζεται με τα φαινόμενα που παρουσιάζονται στην ενότητα.



**Επισήμανση:** Ένα σημαντικό σημείο της θεωρίας που θα πρέπει ο μαθητής/η μαθήτρια να προσέξει.



**Ένθετο:** Πληροφορίες που συνδέουν τη Φυσική με άλλες επιστήμες καθώς και με καταστάσεις της καθημερινής ζωής. Στο τέλος κάθε ένθετου, μέσα σε ειδικό πλαίσιο, προτείνεται μια εργασία, με στόχο την αναζήτηση ή την ανάλυση επιπλέον πληροφοριών για την εμβάθυνση σε κάποια θέματα.



**Ιδιοκατασκευή:** Οδηγίες για να φτιάξει ο μαθητής/η μαθήτρια, με απλά υλικά, μια κατασκευή, για να μελετήσει κάποιο φαινόμενο.

Οργανικό μέρος του βιβλίου αποτελούν, επίσης, τα διάφορων τύπων **ψηφιακά αντικείμενα**. Είναι αντικείμενα που συνοδεύονται από συνδέσμους QR CODE. Χρησιμοποιώντας ένα τάμπλετ ή ένα έξυπνο κινητό τηλέφωνο μπορούμε να σκανάρουμε τον σύνδεσμο, για να οδηγηθούμε σε πολύ ενδιαφέρον και χρήσιμο υλικό, που έχει δημιουργηθεί για να υποστηρίξει τη μαθησιακή και τη διδακτική διαδικασία. Συγκεκριμένα, είναι διαθέσιμα τα εξής ψηφιακά αντικείμενα:



**Βίντεο:** Βίντεο που απεικονίζει κάποιο φαινόμενο ή κατασκευή.



**Ιστοσελίδα:** Πρωτότυπη ή υπάρχουσα ιστοσελίδα στο διαδίκτυο.



**Φύλλο εργασίας:** Φύλλο εργασίας για την εκτέλεση κάποιας ερευνητικής εργασίας στο σπίτι ή στο σχολείο.



**Φωτογραφία/Εικόνα:** Μια φωτογραφία ή εικόνα που παρέχει επιπλέον πληροφορίες σε σχέση με τα κείμενα του βιβλίου.



**Ανοιχτή δραστηριότητα:** Μια δραστηριότητα που δεν έχει ένα προκαθορισμένο αποτέλεσμα.



**Χρονογραμμή:** Παρουσίαση της εξέλιξης στον χρόνο διάφορων αντικειμένων ή εννοιών.



**Podcast (ηχητικό):** Αρχείο ήχου στο οποίο παρουσιάζονται πληροφορίες σχετικές με με το περιεχόμενο του μαθήματος.



**Μετατροπέας μονάδων:** Εφαρμογή που επιτρέπει τη μετατροπή κάποιων μονάδων μέτρησης σε άλλες.



**Tutorial/Οδηγίες:** Βίντεο στο οποίο παρέχονται οδηγίες για την εκτέλεση συγκεκριμένων δραστηριοτήτων.



**Προσομοίωση:** Άμεση πρόσβαση σε εφαρμογή προσομοίωσης ή βιντεοσκοπημένο σενάριο πειράματος σε εικονικό εργαστήριο.



**Γλωσσάρι:** Εφαρμογή στην οποία παρουσιάζεται μια λίστα ορισμών, εννοιών, οργάνων, κ.λπ.



**Οδηγός:** Ψηφιακός πόρος – έγγραφο για παροχή οδηγιών και αναλυτικές απαντήσεις ασκήσεων και δραστηριοτήτων.

### 2.2.3 Στο τέλος μιας ενότητας

Στο τέλος κάθε ενότητας υπάρχουν «**ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ**». Αυτές χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:



**Ερωτήσεις κλειστού τύπου:** Ερωτήσεις Πολλαπλής επιλογής, Σωστό/Λάθος, Συμπλήρωσης κενών.



**Ερωτήσεις ανοικτού τύπου:** Ερωτήσεις που η απάντησή τους απαιτεί τη συγγραφή ελεύθερου κειμένου.



**Ασκήσεις:** Ασκήσεις που απαιτούν την εκτέλεση αριθμητικών πράξεων.



**Αποστολή:** Εργασία στην οποία ζητείται η εκτέλεση κάποιου πειράματος ή κάποιας δραστηριότητας.



**Ανεστραμμένη τάξη:** Εργασία η οποία πραγματοποιείται στο σπίτι, μέσω της αξιοποίησης υλικού που είναι συνήθως διαθέσιμο σε ηλεκτρονική μορφή.



**Διαδραστική:** Εργασία η οποία συνοδεύεται από QR CODE, που οδηγεί σε διαδραστικό περιβάλλον στο οποίο επιτρέπεται η αυτο-αξιολόγηση του μαθητή/της μαθήτριας.

Οι «**ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ**» ταξινομούνται, ως προς το επίπεδο δυσκολίας, σε τέσσερις κατηγορίες:



**Απλή εφαρμογή**



**Για εξάσκηση**



**Για ανασκόπηση**



**Για εμβάθυνση**

### 2.2.4 Στο τέλος κάθε κεφαλαίου

Στο τέλος κάθε κεφαλαίου δίνεται μια σύνοψη των βασικότερων σημείων της θεωρίας, καθώς επίσης και η περιγραφή των κύριων εννοιών. Υπό μορφή ψηφιακού αντικειμένου τύπου «εικόνα», παρέχεται πρόσβαση σε έναν χάρτη εννοιών, που επιτρέπει στον μαθητή/στη μαθήτρια να δει γραφικά πώς συνδέονται οι διάφορες έννοιες μεταξύ τους.

### 2.2.5 Στο τέλος του βιβλίου

Στο τέλος του βιβλίου υπάρχουν:

- Γλωσσάρι με συνοπτική περιγραφή των πιο σημαντικών εννοιών που εμφανίζονται στο βιβλίο.
- Σύντομες απαντήσεις στις «ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ» όλων των ενοτήτων του βιβλίου.
- Ψηφιακό αντικείμενο τύπου *Οδηγός* όπου υπάρχουν αναλυτικές απαντήσεις στις «ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ» και στις ερωτήσεις "Για σκέψου!" όλων των ενοτήτων του βιβλίου.

## 3. Προτάσεις διδακτικής αξιοποίησης του βιβλίου

Προκειμένου να διευκολυνθεί το διδακτικό έργο, ακολουθούν προτάσεις αξιοποίησης του βιβλίου, οι οποίες λαμβάνουν υπόψη τη δομή και τους λόγους για τους οποίους έχουν επιλεγεί οι δραστηριότητες του βιβλίου.

Οι προτάσεις αυτές δεν έχουν, φυσικά, δεσμευτικό ούτε καθοδηγητικό χαρακτήρα. Ο/Η εκπαιδευτικός μπορεί να ακολουθήσει εκείνη τη στρατηγική που θεωρεί ότι ικανοποιεί καλύτερα τους στόχους της διδασκαλίας του/της.

### 1ο κεφάλαιο

#### 1ο & 2ο Μάθημα

##### 1.1 Οι φυσικές επιστήμες, η φυσική και η μεθοδολογία τους

Μαθησιακοί στόχοι:

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Διατυπώνουν τον επιστημονικό ορισμό των φυσικών επιστημών και να προσδιορίζουν τα αντικείμενα μελέτης τους.
- Δίνουν παραδείγματα φυσικών φαινομένων μέσα από την καθημερινή τους εμπειρία.
- Αναφέρουν τα βήματα της επιστημονικής μεθοδολογίας δίνοντας παραδείγματα για το καθένα ξεχωριστά.
- Συνδέουν τη φυσική επιστήμη με σημαντικά τεχνολογικά επιτεύγματα.

Είναι επιθυμητό τα παιδιά να αντιληφθούν πως καθημερινά γίνονται μάρτυρες πλήθους φυσικών φαινομένων. Πέρα από την αξιοποίηση των φωτογραφιών του βιβλίου, θα μπορούσαμε να ενεργοποιήσουμε το σύνολο των παιδιών ζητώντας να αναφέρουν και να περιγράψουν ένα φυσικό φαινόμενο που παρατήρησαν στο δρόμο τους για το σχολείο. Επιχειρώντας να τους πείσουμε ότι, πέρα από την παρατήρηση, ιδιαίτερη αξία έχει το να θέτουμε ερωτήματα, είτε ζητάμε από τα παιδιά να διατυπώσουν ένα ερώτημα που γεννιέται από την παρατήρηση που αναφέρουν, είτε θα μπορούσαμε να διατυπώσουμε εμείς ένα τέτοιο ερώτημα, τουλάχιστον στην αρχή, για να τους καθοδηγήσουμε στο πώς σκεφτόμαστε.

Για να περιγράψουμε τα βήματα της επιστημονικής μεθοδολογίας, θα μπορούσαμε να προβάλλουμε τις αντίστοιχες σελίδες του βιβλίου, είτε σε διαδραστικό πίνακα, αν υπάρχει, είτε με βιντεοπροβολέα, ώστε να μπορεί να προκληθεί συζήτηση στην ολομέλεια.

Για εξάσκηση στην επιστημονική μεθοδολογία θα μπορούσαμε να αναθέσουμε για το σπίτι τη μελέτη του βιντεοσκοπημένου πειράματος *Ένα «μαύρο κουτί» για να εξερευνήσεις* καθώς και τη συμπλήρωση του αντίστοιχου φύλλου εργασίας. Κάθε παιδί θα μπορούσε να φτιάξει τον δικό του «μυστηριώδη σωλήνα» και να τον παρουσιάσει στην τάξη.

Για να τονιστεί η διαφορά μεταξύ επιστήμης και ψευδοεπιστημονικών δραστηριοτήτων θα μπορούσαμε να εστιάσουμε στα βασικά χαρακτηριστικά της φύσης των φυσικών επιστημών που παρουσιάζονται στο ένθετο *Επιστήμη και ψευδοεπιστήμη*.

Για να συνδεθεί η Φυσική με διάφορα τεχνολογικά επιτεύγματα, θα μπορούσαμε, με αφορμή το ένθετο *Φυσική και Τεχνολογία*, να παραπέμπουμε ως εργασία για το σπίτι στην αναζήτηση πληροφοριών που ζητούνται στο τέλος του ένθετου.

#### 1.2 Η μελέτη ενός φυσικού φαινομένου στο εργαστήριο και η ερμηνεία του με το πρότυπο του μικρόκοσμου

##### Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Αναγνωρίζουν την αναγκαιότητα του πραγματικού και του εικονικού πειράματος (προσομοιώσεις, αναπαραστάσεις με το πρότυπο του μικρόκοσμου) για τη μελέτη ενός φυσικού φαινομένου.
- Αναφέρουν τους κανόνες ασφαλείας του εργαστηρίου και να αιτιολογούν με παραδείγματα την ανάγκη τήρησής τους.

Με αφορμή την εικόνα του εξώφυλλου του 1<sup>ου</sup> κεφαλαίου, που απεικονίζει τον ανιχνευτή CMS στο CERN, μπορούμε να συζητήσουμε την ανάγκη προσφυγής στο πείραμα, για να μελετήσουμε τον φυσικό κόσμο. Η αναφορά στο CERN θα μπορούσε επίσης να βοηθήσει στην πιο ομαλή εισαγωγή του ατομικού μοντέλου.

Για να αναδείξουμε την ανάγκη πραγματικού και εικονικού πειράματος, θα μπορούσαμε, ενδεικτικά, να προβάλλουμε το βιντεοσκοπημένο πείραμα *«Αραγε, όταν ένα μέταλλο θερμαίνεται, αυξάνεται μόνο το μήκος του;»*, που βρίσκεται στη σελίδα 110 του βιβλίου, το οποίο αφορά τη διαστολή ενός κέρματος όταν θερμαίνεται, και στη συνέχεια να προβάλλουμε την αντίστοιχη οπτική αναπαράσταση *«Εξήγηση της θερμικής διαστολής και συστολής»*, στην ίδια σελίδα, που επιχειρεί να ερμηνεύσει το φαινόμενο με τη βοήθεια του μικρόκοσμου.

Καθώς στο πλαίσιο του μαθήματος θα επιχειρηθούν πολλές πειραματικές δραστηριότητες, για να ευαισθητοποιήσουμε αλλά και να ενημερώσουμε τα παιδιά για τους κανόνες ασφαλείας σε ένα εργαστήριο, θα μπορούσαμε να προβάλλουμε τους κανόνες στο ένθετο *Εργαστήριο και Ασφάλεια*, ζητώντας την εκπλήρωση της εργασίας στο τέλος του ένθετου.



## 2ο κεφάλαιο

### 3ο & 4ο Μάθημα

#### 2.1. Τα φυσικά μεγέθη και οι μονάδες τους

##### 2.1.1 Τα φυσικά μεγέθη στη ζωή μας

##### Δραστηριότητα 2.1.Α Ανακάλυψε τη Φυσική στα πρωτοσέλιδα των εφημερίδων

Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Αναφέρουν φυσικά μεγέθη και να αναγνωρίζουν την αναγκαιότητά τους για τη μελέτη των φυσικών φαινομένων
- Διαχωρίζουν τα φυσικά μεγέθη από άλλες οντότητες

Στη δραστηριότητα μπορεί να συμμετέχει κάθε παιδί ατομικά ή μπορούμε να χωρίσουμε τα παιδιά σε ομάδες. Μέσα από αυτήν είναι επιθυμητό τα παιδιά να διαπιστώσουν ότι κάποιες «οντότητες» (όπως για παράδειγμα η ισχύς του σεισμού, το μήκος του άλματος, η ηλικία του Σύμπαντος), από τη στιγμή που προσδιορίζονται με έναν αριθμό, μπορούμε να εκτιμήσουμε πόσο μεγάλες είναι. Άλλες, όμως, όχι: ο φόβος που νιώθουμε, η ετοιμότητά μας να ανταπεξέλθουμε σε μία κατάσταση, ο ενθουσιασμός μας.

Για να δοθεί έμφαση στη διαδικασία που ακολουθήθηκε, θα μπορούσαμε, εφόσον υπάρχει διαδραστικός πίνακας στην αίθουσα, να αξιοποιήσουμε τη διαδραστική άσκηση *Για να πετύχει αυτή η δραστηριότητα* σηκώνοντας παιδιά για να την ολοκληρώσουν. Έτσι, θα μπορέσουν να εξοικειωθούν με μια άσκηση που υπάρχει σε κάθε ερευνητική εργασία, ώστε να την εκτελούν, προϊόντος του χρόνου, μόνα τους στο σπίτι (βλέπε παράγραφο 4.2 αυτού του οδηγού).

Στη συνέχεια θα μπορούσαμε πλέον να ορίσουμε τα *φυσικά μεγέθη* και να ζητήσουμε από τα παιδιά, με αφορμή το *Για σκέψου!*, είτε ως εργασία για το σπίτι είτε στην τάξη, αν υπάρχει χρόνος, να περιγράψουν κάποια φυσικά μεγέθη που σχετίζονται με τη ζωή τους.

Θα μπορούσαμε, επίσης, να αξιοποιήσουμε το ένθετο *Φυσική και καθημερινή ζωή* ζητώντας από τα παιδιά να σχολιάσουν σε ποια από τα υλικά της συνταγής για κέικ οι ποσότητες τους προσδιορίζονται επαρκώς. Είναι ξεκάθαρο τι θα πει «μεγάλα αυγά» ή «1 βανίλια»; Θα μπορούσαμε να ζητήσουμε να γράψουν, ως εργασία για το σπίτι, μια συνταγή που συνηθίζουν να κάνουν στο σπίτι τους. Αν υπάρχουν παιδιά από διαφορετικές χώρες προέλευσης, θα μπορούσαμε να συζητήσουμε την επόμενη φορά τον τρόπο με τον οποίο εκφράζονται στις συνταγές τους οι διάφορες ποσότητες υλικών, ζητώντας τους να παρουσιάσουν τις συνταγές τους στην τάξη.

##### 2.1.2 Μονάδες μέτρησης και συστήματα μονάδων: Πολλές μονάδες, πολλά προβλήματα

#### Ας διερευνήσουμε 2.1.B. Μετρώ το θρανίο μου με ένα μολύβι

Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Μετρήσουν το μήκος ενός αντικειμένου με μια αυθαίρετη μονάδα μέτρησης
- Αναγνωρίσουν την ανάγκη για την ύπαρξη ενός κοινού συστήματος μονάδων

Στη δραστηριότητα μπορεί να συμμετέχει κάθε παιδί ατομικά ή μπορούμε να χωρίσουμε τα παιδιά σε ομάδες (ενδεχομένως, ανά δυο παιδιά που κάθονται στο ίδιο θρανίο).

Κάθε ομάδα μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα μολύβι, για να μετρήσει το μήκος του θρανίου της. Θα μπορούσαμε να αξιοποιήσουμε το βιντεοσκοπημένο πείραμα, για να δείξουμε εύκολα σε όλη την τάξη πώς πρέπει να τοποθετούν σωστά το μολύβι τους για να μετρήσουν, ή εναλλακτικά, μπορούμε να αξιοποιήσουμε την Εικόνα 2.2 του βιβλίου. Αξίζει να επιμείνουμε στον σωστό τρόπο τοποθέτησης του μολυβιού, αλλά επί του παρόντος ίσως έχει προστιθέμενη διδακτική αξία να μη διορθώσουμε ενδεχόμενη λανθασμένη μέτρηση που οφείλεται π.χ. στη λοξή και όχι κατά μήκος μέτρηση ενός θρανίου. Το θέμα αυτό θα το πραγματευτούμε, όταν μιλήσουμε για τα σφάλματα μέτρησης.

Επίσης, θα βοηθούσε ίσως να δείξουμε πώς εκτιμούμε πόσο μέρος ενός μολυβιού είναι π.χ. το  $\frac{1}{4}$ , το  $\frac{1}{2}$  ή τα  $\frac{3}{4}$  του μολυβιού, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 2.3, ώστε τα παιδιά να μπορούν να απαντήσουν πόσα μήκη μολυβιού απαιτούνται, για να καλύψουν το θρανίο τους.

Κάθε ομάδα θα ήταν επιθυμητό να ανακοινώσει το αποτέλεσμα της μέτρησής της στην ολομέλεια και να το συγκρίνει με αυτά των άλλων ομάδων. Μπορεί κανείς να πει με βεβαιότητα ποιο από δύο θρανία είναι μεγαλύτερο, όταν έχει χρησιμοποιηθεί διαφορετικό μολύβι για να το μετρήσουμε; Θα μπορούσαμε να καθοδηγήσουμε τα παιδιά να διατυπώσουν ένα γενικό συμπέρασμα σχετικά με τις συγκρίσεις μετρήσεων, όταν για αυτές έχει χρησιμοποιηθεί άλλο μολύβι, δηλαδή άλλη «μονάδα μέτρησης».

Θα μπορούσαμε τώρα να ορίσουμε τι είναι μία διαδικασία μέτρησης, ώστε να γίνει αντιληπτό τι σημαίνει η τιμή της μέτρησης και τι η μονάδα μέτρησης. Ως εργασία για το σπίτι, θα μπορούσαμε να παραπέμψουμε στο ψηφιακό αντικείμενο που αφορά το Διεθνές Σύστημα Μονάδων.

Επίσης, αν επιθυμούμε να συζητήσουμε για το αγγλοσαξονικό σύστημα και τη σχέση του με το (SI), μπορούμε να ασχοληθούμε με το ένθετο που αφορά τη «γκάφα της NASA». Πέρα από την εργασία αναζήτησης πληροφοριών, που μπορούμε να αναθέσουμε σε όσα παιδιά ενδιαφέρονται για το Διάστημα, η ιστορία προσφέρει την ευκαιρία να απενοχοποιήσουμε το λάθος. Γνωρίζουμε όλες και όλοι μας από την εμπειρία μας στην τάξη ότι οι μαθητές και οι μαθήτριές μας πολλές φορές δεν συμμετέχουν και δεν εκφέρουν την άποψή τους, φοβούμενοι ότι μπορεί να κάνουν λάθος. Ίσως αξίζει να τονίσουμε ότι, αν ένας οργανισμός όπως η NASA κάνει λάθη, δεν είναι ντροπή να κάνουμε λάθη κι εμείς, καθώς μαθαίνουμε από αυτά.

#### 2.1.3 Μονάδες μέτρησης για κάθε χρήση: Πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια των φυσικών μεγεθών

##### Δραστηριότητα 2.1.Γ. Από το απειροελάχιστο μικρό μέχρι το αφάνταστα μεγάλο!

Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Διαπιστώσουν την ανάγκη εισαγωγής των πολλαπλάσιων και υποπολλαπλάσιων του μέτρου.

Στη δραστηριότητα μπορεί να συμμετέχει κάθε παιδί ατομικά ή μπορούμε να χωρίσουμε τα παιδιά σε ομάδες. Λόγω του χαρακτήρα της δραστηριότητας, θα μπορούσε να δοθεί βαρύτητα στην ανταλλαγή απόψεων στην ολομέλεια. Για όσα παιδιά έχουν αντίθετη άποψη από τα υπόλοιπα θα μπορούσαμε να ζητήσουμε να υποστηρίξουν με επιχειρήματα τον τρόπο σκέψης τους. Αξίζει ίσως να επιμείνουμε στο πόσο σημαντικό είναι να αλλάζουμε άποψη, όταν ερχόμαστε αντιμέτωποι με επιχειρήματα που καταρρίπτουν τα δικά μας.

Θα μπορούσαμε, για να βοηθήσουμε τα παιδιά, να εξηγήσουμε τι πρέπει να γίνει, παρουσιάζοντας το πρόβλημα που τίθεται, και να τους δώσουμε χρόνο μερικών λεπτών να ανταποκριθούν. Καθώς τα παιδιά αυτής της τάξης ίσως δεν είναι εξοικειωμένα με τη χρήση τόσο μεγάλων και μικρών αριθμών, όσο είναι αυτοί που δίνονται στον Πίνακα 2.2, ή δεν γνωρίζουν κάποια από τα αντικείμενα που περιγράφονται στην 1<sup>η</sup> στήλη, θα μπορούσαμε να διευκρινίσουμε ότι, για να ταξινομήσουν τα μεγέθη, μπορούν να αξιοποιήσουν είτε την εμπειρία τους και τη διαίσθησή τους με βάση τα αντικείμενα, είτε τους αριθμούς κατά περίπτωση. Η πληροφορία της 3<sup>ης</sup> στήλης, το πώς διαβάζεται ο αριθμός, παρατίθεται, για να δοθεί μια ευκαιρία να καλυφθεί μέρος από την ενδεχόμενη αδυναμία των μαθητών να μπορούν να εκφράζουν λεκτικά μεγάλους και μικρούς αριθμούς.

Θα μπορούσαμε, επομένως, με αφορμή τη δραστηριότητα αυτή να σχολιάσουμε τα προβλήματα διαχείρισης των πολύ μεγάλων και των πολύ μικρών αριθμών και να κάνουμε μια εισαγωγή στα πολλαπλάσια και τα υποπολλαπλάσια του μέτρου (Πίνακας 2.3). Αν έχουμε χρόνο, θα μπορούσαμε να δείξουμε πώς κάνουμε μερικές βασικές μετατροπές μονάδων μήκους. Εναλλακτικά, μπορούμε να παραπέμψουμε (ανεστραμμένη τάξη) στο αντίστοιχο βίντεο tutorial και να δώσουμε ως εργασία για το σπίτι τη μελέτη του βίντεο και την επίλυση της δραστηριότητας 2 για το σπίτι (άσκηση, απλή εφαρμογή).

## 5ο & 6ο Μάθημα

### 2.2 Μετρήσεις μήκους και όγκου

#### 2.2.1 Ας μετρήσουμε το μήκος

##### Δραστηριότητα 2.2.Α Πώς μετράω το μήκος ενός μολυβιού

#### Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Επιλέγουν τα κατάλληλα όργανα και να ακολουθούν τις κατάλληλες διαδικασίες για τη μέτρηση διαφόρων μηκών.
- Μετρούν το μήκος με έναν χάρακα.

Στη δραστηριότητα μπορεί να συμμετέχει κάθε παιδί ατομικά ή μπορούμε να χωρίσουμε τα παιδιά σε ομάδες. Θα ήταν επιθυμητό να έχουμε ζητήσει από το προηγούμενο μάθημα όλα τα παιδιά να έχουν μαζί τους έναν χάρακα. Για να περιγράψουμε τη διαδικασία με την οποία μετράμε το μήκος με έναν χάρακα, ώστε να είναι ορατή από όλα τα παιδιά, θα μπορούσαμε να προβάλουμε το συνοδευτικό βίντεο. Εναλλακτικά, θα μπορούσαμε να αξιοποιήσουμε την Εικόνα 2.4.

Για να βοηθήσουμε τα παιδιά να ασκηθούν να διαβάζουν οδηγίες, θα μπορούσαμε να τους ζητήσουμε να μελετήσουν προσεκτικά και να ακολουθήσουν τις οδηγίες της δραστηριότητας, ώστε να καταγράψουν στο βιβλίο, στις κατάλληλες θέσεις, τις μετρήσεις τους.

Ίσως κάποια παιδιά δυσκολευτούν με τις υποδιαίρέσεις του χάρακα. Θα μπορούσαμε -κατά το δοκούν- είτε να σταματήσουμε τη διαδικασία μέτρησης και να εξηγήσουμε τι σημαίνει η κλίμακα του χάρακα, είτε να αφήσουμε τη διαδικασία να εξελιχθεί, ώστε τα παιδιά να αυτενεργήσουν, και να συζητήσουμε αμέσως μετά το θέμα.

Με αφορμή το *Για σκέψου!*, που αφορά τη μέτρηση με έναν σπασμένο χάρακα, μπορούμε να εξηγήσουμε ότι το μήκος προκύπτει με την αφαίρεση των δύο ενδείξεων, του τέλους του μολυβιού και της αρχής του. Κάποια παιδιά μπορεί να δυσκολευτούν να πραγματοποιήσουν την αφαίρεση, που περιλαμβάνει δεκαδικούς αριθμούς. Ανάλογα με τον χρόνο που έχουμε στη διάθεσή μας θα μπορούσαμε να υπενθυμίσουμε σύντομα στον πίνακα αυτή τη μαθηματική πράξη.

Με αφορμή την ερώτηση στο *Για σκέψου!*, που αφορά το πώς θα μετρήσουμε το μήκος της αίθουσας, θα μπορούσαμε να παρουσιάσουμε τα υπόλοιπα όργανα μέτρησης και να συζητήσουμε για την καταλληλότητα κάθε οργάνου ανάλογα με τη μέτρηση που επιθυμούμε να κάνουμε.

Με αφορμή το ένθετο *Φυσική και καθημερινή ζωή* και την εργασία που τίθεται σε αυτό, είναι ευκαιρία να συζητηθεί η σχέση ορθολογισμού, η οποία καλλιεργείται από τις Φυσικές Επιστήμες, και των θεωριών συνομωσίας.

Επίσης, μια εξαιρετική δραστηριότητα, που μπορεί να εντυπωσιάσει τα παιδιά και να δώσει ευκαιρία να αναφερθούμε στη σχέση Φυσικής, Βιολογίας και Διαστήματος, είναι η μέτρηση που αφορά το ύψος ενός ατόμου αρχικά όρθιου και μετά ξαπλωμένου. Για να πετύχει, προσπαθούμε να επιλέξουμε όσο το δυνατό πιο ψηλό άτομο, ή ακόμη μπορούμε να προσφερθούμε εμείς, για να μας μετρήσουν τα παιδιά, επειδή η αύξηση στο «ύψος» του ξαπλωμένου ατόμου ισούται, περίπου, με το 2% του ύψους του όρθιου ατόμου. Συνεπώς, θα είναι πιο εμφανής και εντυπωσιακή, όσο μεγαλύτερο είναι το ύψος.

#### Δραστηριότητα 2.2.Β Ανάλυση δεδομένων μετρήσεων

Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Καταγράφουν συστηματικά τα δεδομένα από τις μετρήσεις τους.
- Αναγνωρίζουν πηγές σφαλμάτων στις μετρήσεις τους.
- Υπολογίζουν τη μέση τιμή μετρήσεων.

Στη δραστηριότητα μπορεί να συμμετέχει κάθε παιδί ατομικά ή μπορούμε να χωρίσουμε τα παιδιά σε ομάδες. Σε περίπτωση έλλειψης χρόνου, μπορούμε να εργαστούμε με όλη την τάξη ως μία ομάδα. Στην περίπτωση αυτή, καθοδηγούμε τη συζήτηση και εκτελούμε μαζί με τα παιδιά τις πράξεις στον πίνακα και τα παιδιά σημειώνουν στα βιβλία τους τα αποτελέσματα.

Αν δουλέψουμε σε ομάδες, μπορούμε να ζητήσουμε από τα παιδιά να ακολουθήσουν όσα αναφέρονται στο φύλλο εργασίας. Βοηθάμε αν χρειαστεί και αν μας ζητηθεί, στη διαδικασία της διαίρεσης με το πλήθος των μετρήσεων. Οι αριθμοί έχουν επιλεγεί, ώστε το αποτέλεσμα της διαίρεσης να προκύπτει με δύο δεκαδικά ψηφία.

Σε κάθε περίπτωση, μπορεί να έχει μεγάλο ενδιαφέρον να ακουστούν όσο το δυνατόν περισσότερες ιδέες στο βήμα 1.Γ, για τους λόγους που μπορεί οι μετρήσεις ενός μεγέθους να οδηγούν σε διαφορετικά αποτελέσματα. Τα παιδιά δυσκολεύονται αρχικά να αποδεχτούν την ιδέα ότι, ενώ μετράμε το ίδιο αντικείμενο με το ίδιο όργανο, μπορεί να παίρνουμε διαφορετικά αποτελέσματα. Για να εξηγήσουμε πώς μπορεί να συμβαίνει κάτι τέτοιο, μπορούμε να παρουσιάσουμε τις Εικόνες 2.4. Λόγω της νεαρής ηλικίας των παιδιών ίσως δεν είναι δόκιμο να επιμείνουμε στο πώς ορίζεται η έννοια «σφάλμα μέτρησης». Θα μπορούσαμε να μιλήσουμε για τα σφάλματα μέτρησης περισσότερο ως την αιτία που -συστηματικά ή τυχαία- προκαλεί τις διαφοροποιήσεις στις διαδοχικά μετρούμενες τιμές ενός μεγέθους.

Με αφορμή το ένθετο *Φυσική, Τεχνολογία και Ψευδοεπιστήμη* μπορούμε να προκαλέσουμε το ενδιαφέρον των παιδιών, καθώς τα περισσότερα γνωρίζουν ή έχουν ακούσει για το σύστημα GPS. Κάποια από αυτά ίσως έχουν συμμετάσχει, ως μαθητές και μαθήτριες του Δημοτικού, σε δράσεις για το πείραμα του Ερατοσθένη. Στην περίπτωση αυτή, μπορούμε να ζητήσουμε να περιγράψουν στα υπόλοιπα παιδιά την εμπειρία τους και τις διαδικασίες που ακολούθησαν. Μπορούμε να προγραμματίσουμε συμμετοχή στη δράση κατά την εαρινή ισημερία τον Μάρτιο. Τέλος, σχολιάζουμε και πάλι τις ψευδοεπιστημονικές απόψεις περί επίπεδης Γης, ενεργοποιώντας τον ορθολογισμό των παιδιών.

Ως συνέχεια, στο πλαίσιο κάποιας σχολικής λέσχης φιλαναγνωσίας, μπορούμε να προτείνουμε την ανάγνωση των βιβλίων «Τα αστέρια της Βερενίκης» και «Το μέτρο του κόσμου» του Ντενί Γκέντζ. Τα βιβλία κυκλοφορούν σε διάφορες εκδόσεις από διαφορετικούς εκδοτικούς οίκους.

## 7ο & 8ο Μάθημα

### 2.2.2 Ας μετρήσουμε τον όγκο

#### 2.2.2.1 Πώς μετράω τον όγκο υγρών;

#### Ας διερευνήσουμε 2.2.Γ Ποιο μπουκάλι χωράει περισσότερο νερό:

Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Επιλέγουν τα κατάλληλα όργανα και να ακολουθούν τις κατάλληλες διαδικασίες για τη μέτρηση διαφόρων όγκων.
- Να μετρούν πειραματικά τον όγκο υγρών.

Στη δραστηριότητα αυτή θα μπορούσαμε να χωρίσουμε την τάξη σε ομάδες ή, αν δεν υπάρχει ο απαραίτητος αριθμός από υλικά, να την πραγματοποιήσουμε στην ολομέλεια, διατηρώντας ρόλο συντονιστή/συντονίστριας της συζήτησης.

Από το προηγούμενο μάθημα έχουμε ζητήσει, από όσα παιδιά διαθέτουν, να φέρουν παγούρια-θερμός. Δημιουργούμε τις ομάδες έτσι, ώστε σε κάθε ομάδα να υπάρχουν δύο τέτοια παγούρια. Μοιράζουμε σε κάθε ομάδα ένα ογκομετρικό δοχείο όσο το δυνατόν μεγαλύτερης χωρητικότητας, π.χ. 500 mL. Αν είμαστε σε εργαστηριακό χώρο, που διαθέτει τρεχούμενο νερό, θα τους ζητήσουμε να γεμίσουν μέχρι πάνω τα παγούρια τους. Αν είμαστε σε σχολική τάξη, φροντίζουμε να φέρουμε μερικά μπουκάλια νερού 1,5 L (ένα για κάθε ομάδα).

Αν για οποιοδήποτε λόγο δεν μπορούμε να κάνουμε κάτι από τα παραπάνω, θα μπορούσαμε να προβάλουμε το συνοδευτικό βιντεοσκοπημένο πείραμα, είτε να βρούμε δύο μπουκάλια ίδιου όγκου αλλά εντελώς διαφορετικού σχήματος (όπως κάνουμε στο βίντεο) και να εκτελέσουμε κεντρικά το πείραμα στην ολομέλεια.

Θα θέλαμε τελικά τα παιδιά να συμπληρώσουν κατάλληλα τα κενά στο φύλλο εργασίας και να ελέγξουν την υπόθεσή τους.

Για να εμπλέξουμε τα παιδιά σε δραστηριότητες που τα επιτρέπουν να αυτενεργήσουν, μπορούμε να δώσουμε ως εργασίες για το σπίτι τα θέματα που παρουσιάζονται στα *Για σκέψου!*.

Ξεκινώντας από τις μονάδες που αναγράφονται στα ογκομετρικά δοχεία, έχουμε την ευκαιρία να ανοίξουμε συζήτηση για τις διάφορες μονάδες μέτρησης του όγκου και τη μεταξύ τους σχέση. Αν ο χρόνος που έχουμε στη διάθεσή μας δεν είναι αρκετός, μπορούμε να παραπέμψουμε στο βίντεο – tutorial, στο οποίο εξηγείται πώς γίνεται η μετατροπή από τη μία μονάδα μέτρησης στην άλλη. Για εξάσκηση, θα μπορούσαν να δοθούν οι τρεις πρώτες δραστηριότητες για το σπίτι.

Μια πολύ όμορφη και απλή δραστηριότητα είναι και η ιδιοκατασκευή ενός ογκομετρικού κυλίνδρου. Η κατασκευή στο σπίτι ενός τέτοιου από κάθε παιδί ή από ομάδες παιδιών θα μπορούσε να αποτελέσει

### 3. Προτάσεις διδακτικής αξιοποίησης του βιβλίου

---

αντικείμενο αξιολόγησης των παιδιών. Το βιντεοσκοπημένο πείραμα θα μπορούσε να καθοδηγήσει την προσπάθεια των παιδιών.

#### Παρατήρηση

Ο τρόπος με τον οποίο συμβολίζονται τα μίλι-λίτρα στη βιβλιογραφία είναι είτε ως ml (το πιο συνηθισμένο) είτε ως mL. Στο βιβλίο αυτό έχουμε υιοθετήσει τον συμβολισμό mL. Ο λόγος αυτής της επιλογής είναι η συνέπεια ως προς τον τρόπο που γράφουμε τα πολλαπλάσια και τα υποπολλαπλάσια των μονάδων με τη χρήση των διάφορων προθεμάτων, ώστε να μην μπερδέψουμε τα παιδιά.

#### Ας διερευνήσουμε 2.2.4 Μέτρηση του όγκου ενός κομματιού πλαστελίνης

Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Μετρούν και να υπολογίζουν όγκους γεωμετρικών και ακανόνιστων στερεών.
- Καταγράφουν συστηματικά τις μετρήσεις τους.

Στη δραστηριότητα αυτή μπορούμε να χωρίσουμε τα παιδιά σε ομάδες, παρέχοντας σε κάθε ομάδα από έναν ογκομετρικό κύλινδρο γεμισμένο με νερό μέχρι ένα ύψος. Σε κάθε ομάδα το ύψος του νερού μπορεί να είναι διαφορετικό. Αν υπάρχει η δυνατότητα να μοιράσουμε σε όλες τις ομάδες ίδιου όγκου αντικείμενα, π.χ. από ένα όμοιο μπαστούνακι πλαστελίνης ή ένα όμοιο βαρίδιο των 100 g, μπορεί να μειωθεί ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση της δραστηριότητας, αφού κάθε ομάδα μπορεί να κάνει μόνο μία μέτρηση.

Αν δεν υπάρχει αρκετός χρόνος, μπορούμε να αξιοποιήσουμε το βιντεοσκοπημένο πείραμα, προβάλλοντάς το στην ολομέλεια, είτε δίνοντας προς συμπλήρωση το φύλλο εργασίας στο σπίτι (ανεστραμμένη τάξη) και συζητώντας στην τάξη τα αποτελέσματα και το συμπέρασμα που προκύπτει από αυτά.

Ανάλογα με το επίπεδο της τάξης, μπορούμε να εκμεταλλευτούμε τις πληροφορίες του ένθετου *Φυσική και Μαθηματικά* δίνοντας για το σπίτι τη δραστηριότητα 6.

### 9ο - 11ο Μάθημα

#### 2.3 Μάζα, μέτρηση και υπολογισμός της πυκνότητας

##### 2.3.1 Ας μετρήσουμε τη μάζα

#### Ας διερευνήσουμε 2.3.Α Ποιο δοχείο είναι γεμάτο και ποιο άδειο;

Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Ανακαλύψουν από ποιο χαρακτηριστικό εξαρτάται το βάρος ενός σώματος και γιατί παρουσιάζει αντίσταση το σώμα όταν επιχειρούμε να το κινήσουμε.

Στη δραστηριότητα αυτή μπορούμε να χωρίσουμε τα παιδιά σε ομάδες. Έχουμε ζητήσει από κάθε ομάδα, από το προηγούμενο μάθημα, να φέρει δύο όμοια, μικρά, άδεια μπουκάλια νερού. Έχουμε, επίσης, μερικά μέτρα νήμα και ψαλίδι, ώστε κάθε μπουκάλι να μπορεί να δεθεί κάτω από το στόμιό του, για να μπορούν να το κρατούν τα παιδιά, όπως περιγράφεται στο φύλλο εργασίας.

ΠΡΟΣΟΧΗ! Για να παραμένει ένα αναρτημένο μπουκάλι κατακόρυφο, θα χρειαστεί να δεθεί με δύο μικρά νήματα σε αντιδιαμετρικά σημεία.

Ξεκινώντας το πείραμα, κάθε ομάδα γεμίζει το ένα από τα μπουκάλια της με νερό μέχρι πάνω. Στη συνέχεια, είναι επιθυμητό κάθε μέλος της ομάδας να αναλάβει και να κρατήσει τα μπουκάλια, όταν κάποιο άλλο παιδί θα φυσήξει προς αυτά, αλλά και το ίδιο να βρεθεί στη θέση να φυσήξει προς τα μπουκάλια. Κι αυτό γιατί, πέρα από τη διαπίστωση ότι τα μπουκάλια «αντιστέκονται» με διαφορετικό τρόπο στην αλλαγή της κινητικής τους κατάστασης, είναι επιθυμητό να γίνει σύνδεση και με την ιδιότητα «βαρύτερο-ελαφρύτερο».

Έτσι, μετά την ολοκλήρωση του πειράματος, μπορούμε να δώσουμε τον ορισμό της μάζας ενός σώματος κάνοντας λόγο για την αντίσταση στην κίνηση (αδρανειακή μάζα), το βάρος (βαρυτική μάζα) και την ποσότητα του υλικού. Μιας και δεν αποτελεί διδακτικό στόχο, αποφεύγουμε να μιλήσουμε για τα δύο είδη μάζας, αλλά τονίζουμε ότι εκμεταλλευόμαστε τη σχέση που φαίνεται να υπάρχει στη μάζα και το βάρος, για να τη μετρήσουμε με μία ζυγαριά.

Ως δραστηριότητες για το σπίτι θα μπορούσαμε να δώσουμε τόσο την ιδιοκατασκευή ενός ζυγού ισορροπίας, παραπέμποντας στο βιντεοσκοπημένο πείραμα, όσο και τις καταγραφές και μετρήσεις μαζών, που ζητούνται στα *Για σκέψου!*

Αν δεν έχουμε χρόνο να συζητήσουμε τον τρόπο μετατροπής από μία μονάδα μέτρησης της μάζας σε άλλη, μπορούμε να παραπέμψουμε στο βίντεο – tutorial (ανεστραμμένη τάξη) και για εξάσκηση να αναθέσουμε τις δραστηριότητες για το σπίτι 2(α-δ) και 3.

#### 2.3.2 Πυκνότητα των υλικών: όταν η μάζα και ο όγκος δεν αρκούν!

Ας διερευνήσουμε 2.3.B Ίσοι οι όγκοι, ίσες και οι μάζες:

Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Αναγνωρίζουν την πυκνότητα ως χαρακτηριστική ιδιότητα των υλικών και ως παράγωγο μέγεθος.



### 3. Προτάσεις διδακτικής αξιοποίησης του βιβλίου

---

Στη δραστηριότητα αυτή μπορούμε να χωρίσουμε τα παιδιά σε ομάδες. Έχουμε ζητήσει από το προηγούμενο μάθημα να φέρουν δύο όμοια, μικρά μπουκάλια νερού. Φροντίζουμε, ώστε να διαθέτουμε τουλάχιστον μία ζυγαριά κουζίνας, μερικά λίτρα νερό, καθώς και μια σακούλα με άμμο (ή εναλλακτικά μικρά χαλίκια). Αν δεν έχουμε πρόσβαση σε υλικά ή ο χρόνος δεν αρκεί, μπορούμε να αξιοποιήσουμε το βιντεοσκοπημένο πείραμα.

Αφού παραθέσουμε το πρόβλημα που τίθεται στο φύλλο εργασίας, ζητάμε από τα παιδιά να αρχίσουν να συμπληρώνουν το φύλλο εργασίας κάνοντας την υπόθεση που τους ζητείται. Στη συνέχεια, κάθε ομάδα διέρχεται διαδοχικά από το θρανίο που έχουμε τοποθετήσει τη ζυγαριά/τις ζυγαριές, για να μετρήσουν αρχικά τα άδεια μπουκάλια και στη συνέχεια τα γεμισμένα με νερό και άμμο αντίστοιχα.

Αφού ολοκληρώσουν τις μετρήσεις τους και τις καταγράψουν στο φύλλο εργασίας, τους ζητάμε να κάνουν τους υπολογισμούς που ζητούνται, να αξιολογήσουν την αρχική τους υπόθεση, αλλά και να καταλήξουν σε ένα γενικό συμπέρασμα.

Με βάση τα αποτελέσματα της δραστηριότητας προκύπτει ότι, παρόλο που δύο σώματα έχουν ίσους όγκους, μπορεί να έχουν διαφορετικές μάζες. Πώς μπορεί να συμβαίνει αυτό; Πέρα από τη συζήτηση που μπορούμε να κάνουμε, δίνοντας τον λόγο σε όλες και όλους όσους θέλουν να διατυπώσουν την άποψή τους, μπορούμε να εκτελέσουμε στην τάξη τη βιωματική προσέγγιση της πυκνότητας, που προτείνεται στο Wow (Ουάου): έχει συνήθως πολύ καλά διδακτικά αποτελέσματα. Κατόπιν, θα μπορούσαμε να εισάγουμε την έννοια πυκνότητα ως μία ιδιότητα των υλικών, που σχετίζεται με το πόσο «στριμωγμένα» είναι τα άτομα από τα οποία αποτελείται. Παρουσιάζουμε, έτσι, τη μαθηματική σχέση  $\rho = m/V$  ως ένα εργαλείο που μας επιτρέπει να υπολογίσουμε την πυκνότητα ενός υλικού και όχι για να περιγράψουμε τι είναι η πυκνότητα.

Μπορούμε να δείξουμε στον πίνακα, ως εφαρμογή της μετατροπής μονάδων μέτρησης της μάζας και του όγκου, τη μετατροπή από  $1 \text{ g/cm}^3$  σε  $1 \text{ kg/m}^3$  και το αντίστροφο.

Μπορούμε να παρουσιάσουμε εν τάχει τον Πίνακα 2.6 ώστε να υπογραμμίσουμε ότι η πυκνότητα είναι ιδιότητα ενός υλικού και όχι ενός σώματος. Για να επιμείνουμε στο σημείο αυτό θα μπορούσαμε να δώσουμε ως εργασία την 6η δραστηριότητα για το σπίτι.

Προκειμένου να δώσουμε τη δυνατότητα στα παιδιά να αναπτύξουν τη δεξιότητα κατασκευής γραφικών παραστάσεων, μεγάλη παιδαγωγική αξία έχει η πραγματοποίηση της 9<sup>η</sup> δραστηριότητας για το σπίτι. Για τον λόγο αυτό, η συγκεκριμένη δραστηριότητα συνοδεύεται από ένα βίντεο – tutorial που θα μπορούσαμε να αξιοποιήσουμε, για να εισάγουμε τα παιδιά στο πώς αναπαριστούμε πειραματικά δεδομένα σε ένα σύστημα ορθογωνίων αξόνων.

#### *2.3.3 Γιατί κάποια αντικείμενα επιπλέουν στο νερό ενώ άλλα βυθίζονται;*

#### Ας διερευνήσουμε 2.3.Γ Πότε ένα υγρό επιπλέει πάνω σε ένα άλλο;

Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Συνδέουν την πλεύση – βύθιση των σωμάτων με τις τιμές της πυκνότητάς τους.

Στη δραστηριότητα αυτή τα παιδιά μπορούν να συμμετέχουν είτε ατομικά είτε σε ομάδες. Μπορούμε να προβάλλουμε αρχικά το βιντεοσκοπημένο πείραμα στην τάξη ή αν έχουμε πρόσβαση σε υλικά να το κάνουμε εμείς ως πείραμα επίδειξης (αφού φροντίσουμε, ώστε να υπάρχει επαρκής εποπτεία από όλα τα παιδιά στην αίθουσα). Επειδή η έκβαση του πειράματος προκαλεί έκπληξη, μπορούμε να ζητήσουμε ερμηνείες από ό,τι παρατηρούμε.

Στο σημείο αυτό ας προσέξουμε ότι οι ποσότητες των διάφορων υλικών έχουν επιλεγεί, ώστε η μάζα και ο όγκος του λαδιού να είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες του νερού, αλλά μικρότερες από αυτές του οиноπνεύματος. Αυτό συνέβη, γιατί μια συνηθισμένη απάντηση των παιδιών αυτής της ηλικίας είναι ότι ένα υγρό, π.χ. το λάδι, επιπλέει πάνω σε ένα άλλο επειδή είναι πιο ελαφρύ.

Ως εφαρμογή της εξίσωσης υπολογισμού της πυκνότητας, είναι ευκαιρία να ζητήσουμε από τα παιδιά να υπολογίσουν, με βάση τις τιμές που δίνονται στην εκφώνηση της προβληματικής κατάστασης, τις πυκνότητες του νερού, του λαδιού και του οиноπνεύματος. Για λόγους χρόνου, μπορούμε να δώσουμε σε διαφορετικές ομάδες να κάνουν τον έναν μόνο από τους υπολογισμούς και να μοιραστούν τα αποτελέσματά τους με τα υπόλοιπα παιδιά.

Ως γενικό συμπέρασμα είναι επιθυμητό τα παιδιά να καταλήξουν στο ότι ένα υγρό (Α) επιπλέει πάνω σε ένα άλλο (Β) αν έχει μικρότερη πυκνότητα:  $\rho_{(A)} < \rho_{(B)}$ .

Προς επιβεβαίωση αυτού του ισχυρισμού μπορούμε να δείξουμε το βιντεοσκοπημένο πείραμα «Ένα κομμάτι πλαστελίνης σε νερό και υδράργυρο» τονίζοντας την επικινδυνότητα του υδραργύρου ώστε να μην επιχειρήσει κάποιο παιδί να επαναλάβει ποτέ αυτό το πείραμα, αν αποκτήσει πρόσβαση σε υδράργυρο.

Ως εργασία για το σπίτι θα μπορούσε να ζητηθεί η κατασκευή ενός πυκνόμετρου. Τα παιδιά μπορούν να βοηθηθούν στην κατασκευή τους ακολουθώντας τη διαδικασία που δίνεται στο βιντεοσκοπημένο πείραμα και τις σχετικές οδηγίες στο βιβλίο.

Αν υπάρχει χρόνος, ίσως αξίζει να συζητήσουμε γιατί ένα πλοίο επιπλέει στη θάλασσα και γιατί, μετά από ένα ατύχημα, μπορεί να βυθιστεί. Η εργασία – πείραμα στο αντίστοιχο ένθετο μπορεί να παρουσιαστεί από ομάδα παιδιών ακόμη και σε κάποιο πανηγύρι φυσικών επιστημών που θα κάνουμε ενδεχομένως στο τέλος της χρονιάς.

## 12ο & 13ο Μάθημα

### 2.4 Μέτρηση του χρόνου

#### 2.4.1 Πώς μπορώ να μετρήσω τον χρόνο;

#### Δραστηριότητα 2.4.A Πόσο διαρκεί:

Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Αναγνωρίζουν φαινόμενα στα οποία είναι σημαντική η ακρίβεια στη μέτρηση του χρόνου.
- Αναφέρουν βασικές συσκευές μέτρησης του χρόνου.

Στη δραστηριότητα αυτή τα παιδιά μπορεί να συμμετάσχουν είτε ατομικά είτε χωρισμένα σε ομάδες. Ανάλογα με τον χρόνο που έχουμε στη διάθεσή μας ή την παιδαγωγική προσέγγιση που θέλουμε να ακολουθήσουμε, η δραστηριότητα μπορεί να δοθεί, στο πλαίσιο της ανεστραμμένης τάξης, ως εργασία που θα προετοιμαστεί στο σπίτι και θα συζητηθεί στην τάξη.

Λόγω του περιεχομένου της, το οποίο συνδέεται άμεσα με την καθημερινή ζωή των παιδιών και επομένως διευκολύνει τη συμμετοχή όλων, θα είχε ίσως παιδαγωγική αξία να δώσουμε βαρύτητα στην ευρεία ανταλλαγή απόψεων στην ολομέλεια (βήμα 2: Συζήτησε τα αποτελέσματά σου στην τάξη) αλλά και κατά την εξαγωγή του γενικού συμπεράσματος.

#### *2.4.2 Μονάδες μέτρησης του χρόνου. Μετατροπές*

Καθώς οι διάφορες μονάδες μέτρησης του χρόνου που χρησιμοποιούμε διαφοροποιούνται από όσες έχουμε δει μέχρι τώρα (μήκος, όγκος, μάζα, πυκνότητα) στον τρόπο με τον οποίο μεταβαίνουμε από τη μία στην άλλη, αξίζει ίσως να επιμείνουμε σε μερικές βασικές μετατροπές, εκτελώντας κάποιες απλές από αυτές στον πίνακα. Μπορούμε να παραπέμψουμε τα παιδιά στο βίντεο – tutorial για επιπλέον υλικό και να τους δώσουμε για εξάσκηση τις 3 πρώτες από τις δραστηριότητες για το σπίτι.

Μια δραστηριότητα που μπορεί να προκαλέσει ιδιαίτερα το ενδιαφέρον των παιδιών είναι η αξιοποίηση του κινητού τηλεφώνου ή του τάμπλετ για μετρήσεις χρόνου. Η αξιοποίηση του ελεύθερου λογισμικού *Phyphox* που προτείνεται στο αντίστοιχο βιντεοσκοπημένο πείραμα μπορεί να αποτελέσει μια εξαιρετική εισαγωγή στον κόσμο των μετρήσεων με αισθητήρες. Τα παιδιά μπορούν να διαπιστώσουν ότι οι έξυπνες αυτές συσκευές μάς επιτρέπουν να πραγματοποιούμε μετρήσεις σε ένα πλήθος φυσικά μεγέθη κάθε στιγμή.

#### *2.4.3 Μετρώντας τον χρόνο με ένα εκκρεμές*

#### Ας διερευνήσουμε 2.4.B Είχε δίκιο ο Γαλιλαίος:

Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Κατασκευάσουν ένα απλό εκκρεμές και να μετρούν τον χρόνο με αυτό.

Στη δραστηριότητα αυτή τα παιδιά μπορούν να συμμετάσχουν χωρισμένα σε ομάδες. Μπορούμε να ζητήσουμε από το προηγούμενο μάθημα να έχουν φέρει μαζί τους ένα μοιρογνωμόνιο και ένα χρονόμετρο ανά ομάδα. Εμείς μπορούμε να έχουμε μεριμνήσει, ώστε να υπάρχουν μερικά μέτρα νήμα, μερικά βαρίδια και ψαλίδι. Αν για οποιοδήποτε λόγο δεν είναι δυνατό να εμπλακεί κάθε ομάδα στην κατασκευή του εκκρεμούς και τις αντίστοιχες μετρήσεις, μπορούμε να αξιοποιήσουμε το βιντεοσκοπημένο πείραμα. Το ίδιο θα μπορούσε να γίνει, αν θέλαμε να υιοθετήσουμε τη στρατηγική της ανεστραμμένης τάξης. Ας σημειωθεί ότι, επειδή στο βιντεοσκοπημένο πείραμα η εικόνα του χρονομέτρου δεν είναι απολύτως ξεκάθαρη, στο βίντεο έχει τοποθετηθεί ψηφιακό χρονόμετρο για να διευκολύνει τη μέτρηση των χρονικών διαστημάτων. Όπως συμβαίνει σε όλα τα χρονόμετρα, αν και η μέτρηση γίνεται σε λεπτά και δευτερόλεπτα, η μικρότερη υποδιαίρεση γίνεται σε εκατοστά του δευτερολέπτου. Αν χρειαστεί, ίσως θα πρέπει να συζητήσουμε αυτό το σημείο με τα παιδιά.

Για να γίνει κατανοητό το πνεύμα της πειραματικής δραστηριότητας, μπορούμε να συζητήσουμε αρχικά τις πληροφορίες που υπάρχουν στο ένθετο *Φυσική και Ιστορία* για τον νεαρό Γαλιλαίο.

Φροντίζουμε ώστε, όταν τα παιδιά εκτρέπουν τα εκκρεμή τους από την κατακόρυφη θέση ισορροπίας το νήμα, να παραμένει τεντωμένο. Τονίζουμε, επίσης, τι θεωρείται ως μια πλήρης ταλάντωση δείχνοντας το φαινόμενο.

Αν χρειαστεί, καθοδηγούμε τα παιδιά στο ότι για να βρουν τον χρόνο για μια ταλάντωση πρέπει να μετρήσουν τον χρόνο που απαιτείται για πέντε πλήρεις ταλαντώσεις και να διαιρέσουν με το 5.

Μετά την ολοκλήρωση της δραστηριότητας, για να προκαλέσουμε το ενδιαφέρον των παιδιών, μπορούμε να θέσουμε τα ερωτήματα που τίθενται στα ψηφιακά αντικείμενα, να τα παραπέμψουμε στις πληροφορίες που δίνονται εκεί, και να συζητήσουμε μαζί τους τυχόν απορίες.

#### **Σύνοψη 2<sup>ου</sup> κεφαλαίου**

Στη σύνοψη στο τέλος του 2<sup>ου</sup> κεφαλαίου δίνονται οι βασικές έννοιες που έχουν παρουσιαστεί στο κεφάλαιο, συνοδευόμενες από μία σειρά από ρήματα, που περιγράφουν τα βασικά τους χαρακτηριστικά.

Ως ψηφιακά αντικείμενα υπάρχουν ένας χάρτης εννοιών και μία διαδραστική εφαρμογή γλωσσαρίου που αφορά τα όργανα μέτρησης. Μπορούμε να αξιοποιήσουμε το γλωσσάρι ζητώντας από τα παιδιά να περιηγηθούν σε αυτό και να συγκεντρώσουν μια σειρά από πληροφορίες που θα μπορούσαν να ζητηθούν σε ένα φύλλο εργασίας που θα κρίνουμε ότι ικανοποιεί τους διδακτικούς μας στόχους.

## **3<sup>ο</sup> κεφάλαιο**

### **14ο & 15ο Μάθημα**

#### **3.1 Μορφές της ενέργειας και διεργασίες στη φύση**

#### *3.1.1 Αναγνωρίζοντας την ενέργεια γύρω μας. Ο ρόλος της ενέργειας στη ζωή μας*

##### Δραστηριότητα 3.1.A Η ενέργεια κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών διακοπών

Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Αναγνωρίζουν τις μορφές της ενέργειας και τη σημασία της στη ζωή και την τεχνολογία.

Στη δραστηριότητα αυτή τα παιδιά μπορεί να συμμετάσχουν είτε ατομικά είτε χωρισμένα σε ομάδες. Ανάλογα με τον χρόνο που έχουμε στη διάθεσή μας ή την παιδαγωγική προσέγγιση που θέλουμε να ακολουθήσουμε, η δραστηριότητα μπορεί να δοθεί, στο πλαίσιο της ανεστραμμένης τάξης, ως εργασία που θα προετοιμαστεί στο σπίτι και θα συζητηθεί στην τάξη.

Η δραστηριότητα αυτή μπορεί να θεωρηθεί ως εισαγωγική. Μπορούμε να εκμεταλλευτούμε το γεγονός ότι τα παιδιά έχουν διδαχθεί κάποιες από τις μορφές ενέργειας στο Δημοτικό Σχολείο, για να φέρουν εις πέρας τη δραστηριότητα. Για να τα βοηθήσουμε να θυμηθούν τα βασικά χαρακτηριστικά κάποιων βασικών μορφών ενέργειας, μπορούμε να τα παραπέμψουμε στο αντίστοιχο ψηφιακό υλικό, ενώ είναι χρήσιμο, αξιοποιώντας τον αντίστοιχο πίνακα, να εκτιμήσουν πόση ενέργεια αντιπροσωπεύει το 1 J.

#### *3.1.2 Οι μεταμορφώσεις της ενέργειας και η διατήρησή της. Πηγές ενέργειας*

##### Δραστηριότητα 3.1.B Οι μεταμορφώσεις της ενέργειας του drone

Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Αναγνωρίζουν τις μετατροπές της ενέργειας.

Στη δραστηριότητα αυτή τα παιδιά μπορούν να συμμετάσχουν είτε ατομικά είτε χωρισμένα σε ομάδες. Ανάλογα με τον χρόνο που έχουμε στη διάθεσή μας ή την παιδαγωγική προσέγγιση που θέλουμε να ακολουθήσουμε, η δραστηριότητα μπορεί να δοθεί, στο πλαίσιο της ανεστραμμένης τάξης, ως εργασία που θα προετοιμαστεί στο σπίτι και θα συζητηθεί στην τάξη.

Παρότι για την ενέργεια δεν υπάρχει ένας κοινά αποδεκτός ορισμός της ενέργειας, σύμφωνα με τα εγχειρίδια διδακτικής της Φυσικής, ίσως είναι χρήσιμο τα παιδιά να συνδέσουν την ενέργεια ενός σώματος με το μέγεθος των αποτελεσμάτων που μπορεί αυτό να προκαλέσει. Η δραστηριότητα προσφέρει τη δυνατότητα να υπογραμμίσουμε τα βασικά χαρακτηριστικά της έννοιας ενέργεια, που είναι τα εξής πέντε: αποθηκεύεται, μεταφέρεται, μετατρέπεται, διατηρείται και υποβαθμίζεται.

Ως συνέχεια της δραστηριότητας, θα μπορούσαμε να προβάλλουμε τη βιντεοσκοπημένη προσομοίωση *Οι ενεργειακές μεταβολές στο σκέιτμπορντινγκ* και να συζητήσουμε ποια από τα παραπάνω χαρακτηριστικά εμφανίζονται σε αυτήν.

Για να εξοικειωθούν τα παιδιά με αυτά τα χαρακτηριστικά, θα μπορούσαμε να δώσουμε ως εργασία για το σπίτι το ηχητικό ψηφιακό αντικείμενο *Οι ομοιότητες της ενέργειας με τα χρήματα* ζητώντας στο επόμενο μάθημα από τα παιδιά να μας περιγράψουν πώς θα μπορούσαμε να συσχετίσουμε τα πέντε βασικά χαρακτηριστικά της ενέργειας με αυτά των χρημάτων.

Ανάλογα με τα ενδιαφέροντα των παιδιών και τον διδακτικό μας προσανατολισμό θα μπορούσαμε να αξιοποιήσουμε κατά το δοκούν το περιεχόμενο και τις εργασίες των ένθετων *Η ενέργεια στη διατροφή και την άθληση* και *Ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*.

## 16ο & 17ο Μάθημα

### 3.2 Μέτρηση της θερμοκρασίας

#### 3.2.1 Η μέτρηση της θερμοκρασίας - 3.2.2 Θερμόμετρα και κλίμακες θερμοκρασίας

##### Ας Διερευνήσουμε 3.2.Α Μετρώντας τη θερμοκρασία

Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Μετρούν τη θερμοκρασία με αντικειμενικό τρόπο.

Στη δραστηριότητα αυτή τα παιδιά μπορούν να συμμετάσχουν χωρισμένα σε ομάδες. Φροντίζουμε να έχουμε διαθέσιμα 3 πλαστικά ποτήρια ανά ομάδα, ένα θερμόμετρο ανά ομάδα, νερό ψυγείου, νερό βρύσης και ζεστό νερό θερμοκρασίας όχι μεγαλύτερης από 40 - 45°C (για λόγους ασφάλειας). Είναι επιθυμητό να έχουμε μαρκάρει εκ των προτέρων τα 3 ποτήρια με τα γράμματα Α, Β και Γ.

Είναι σημαντικό όλα τα παιδιά να διαπιστώσουν ότι η αίσθηση της αφής δεν μας επιτρέπει αντικειμενικά να συγκρίνουμε τις θερμοκρασίες διαφορετικών σωμάτων.

Αν διαθέτουμε θερμόμετρα διαστολής μπορούμε να υπενθυμίσουμε το σφάλμα παράλλαξης και πώς μπορούμε να το αποφύγουμε σε μια μέτρηση. Ακόμη κι αν χρησιμοποιήσουμε ψηφιακά θερμόμετρα, αξίζει ίσως να ασχοληθούμε με το θέμα, καθώς τα παιδιά στο σπίτι τους μπορεί να διαθέτουν θερμόμετρα διαστολής.

Εφόσον το σχολείο διαθέτει θερμόμετρο υπέρυθρης ακτινοβολίας, θα μπορούσαμε να το χρησιμοποιήσουμε, για να δώσουμε στα παιδιά την ευκαιρία να θερμομετρήσουν, ώστε να εξασκηθούν στη συγκεκριμένη δεξιότητα.

Αν υπάρχει χρόνος θα μπορούσαμε να ακολουθήσουμε στην τάξη τη διαδικασία που παρουσιάζεται στο ψηφιακό αντικείμενο *Φτιάξε ένα θερμόμετρο με απλά υλικά και βαθμονόμησέ το*. Μπορούμε να ζητήσουμε από τα παιδιά να δουν το βίντεο αυτό στο σπίτι και να επιχειρήσουν να φτιάξουν το δικό τους θερμόμετρο. ΠΡΟΣΟΧΗ! Στην κατασκευή πρέπει το γυάλινο μπουκαλάκι να γεμίσει μέχρι πάνω με οινόπνευμα. Αν και το «θερμόμετρο» θα λειτουργήσει ακόμη κι αν υπάρχει αέρας στο πάνω μέρος του, η αρχή λειτουργίας τότε θα είναι διαφορετική: η άνοδος του οινοπνεύματος στο καλαμάκι θα επηρεάζεται από τη διαστολή του εγκλωβισμένου αέρα. Επίσης, είναι κρίσιμο να χρησιμοποιηθεί γυάλινο και όχι πλαστικό μπουκαλάκι, καθώς τα τοιχώματα του τελευταίου μπορεί να παραμορφωθούν, όταν βρεθούν σε ζεστό νερό.

Μιλώντας για τις διαφορετικές κλίμακες θερμοκρασίας, παίρνοντας π.χ. αφορμή από τις δραστηριότητες 5 και 6 για το σπίτι, θα μπορούσαμε να δείξουμε στον πίνακα της τάξης πώς μετατρέπουμε από την κλίμακα Κελσίου στην απόλυτη κλίμακα, δεξιότητα που θα χρειαστεί στα παιδιά σε μεγαλύτερες τάξεις, καθώς και τους βαθμούς Φαρενάιτ σε βαθμούς Κελσίου, ώστε να μπορούμε να κατανοήσουμε πληροφορίες διαθέσιμες στο διαδίκτυο. Ως αυτοαξιολόγηση, μπορούμε να υποδείξουμε στα παιδιά να ελέγχουν τις πράξεις τους αξιοποιώντας το εργαλείο – εφαρμογή που προσφέρεται ως ψηφιακό αντικείμενο.

#### 3.2.3 Θερμοκρασία και μικρόκοσμος

##### Ας διερευνήσουμε 3.2.Β Η θερμική κίνηση σε δράση!

Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Ανακαλύψουν πώς σχετίζεται η θερμοκρασία ενός σώματος με την κίνηση των σωματιδίων που το αποτελούν.

Στη δραστηριότητα αυτή τα παιδιά μπορεί να συμμετάσχουν χωρισμένα σε ομάδες. Φροντίζουμε να έχουμε διαθέσιμα 2 διαφανή πλαστικά ποτήρια ανά ομάδα, ένα θερμόμετρο ανά ομάδα, υδατοδιαλυτό μελάνι (όχι μελάνι που χρησιμοποιούμε για μαρκαδόρους πίνακα, αλλά όπως αυτό που χρησιμοποιείται για τα ταμπόν σφραγίδας) νερό ψυγείου και ζεστό νερό θερμοκρασίας όχι μεγαλύτερης από 40 - 45°C (για λόγους ασφάλειας).

Για να βοηθήσουμε τα παιδιά να φτάσουν σε μία μικροσκοπική ερμηνεία του πειράματος, μπορούμε να παρουσιάσουμε στην ολομέλεια ότι γράφεται στο 5<sup>ο</sup> βήμα (Βγάλε ένα γενικό συμπέρασμα) και αφορά τον μηχανισμό που ευθύνεται για τη διάχυση του μελανιού στο νερό.

Για να οπτικοποιήσουμε τη σύνδεση θερμοκρασίας και κίνησης των σωματιδίων της ύλης, θα μπορούσαμε να προβάλλουμε στην ολομέλεια τη δυναμική γραφική αναπαράσταση *Κοίταξε βαθιά μέσα*

στην ύλη. Είναι επιθυμητό τα παιδιά να παρατηρήσουν ότι, όταν αυξάνεται η θερμοκρασία στον φούρνο, τα σωματίδια από το ζυμάρι της πίτσας, στο οποίο εστιάζουμε, ταλαντώνονται πιο γρήγορα.

## 18ο & 19ο Μάθημα

### 3.3 Μεταφορά θερμότητας και θερμική ισορροπία

#### 3.3.1 Η θερμική ισορροπία

##### Ας διερευνήσουμε 3.3.Α Δροσίζοντας ένα ζεστό αναψυκτικό

Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Προβλέπουν την εξέλιξη της θερμοκρασίας δύο σωμάτων που έρχονται σε επαφή.

Στη δραστηριότητα αυτή τα παιδιά μπορούν να συμμετάσχουν χωρισμένα σε ομάδες, προκειμένου να επεξεργαστούν τα δεδομένα είτε του πραγματικού πειράματος που θα κάνουμε μετωπικά, σε πραγματικό χρόνο στην τάξη, είτε του βιντεοσκοπημένου πειράματος είτε της βιντεοσκοπημένης προσομοίωσης. Αν επιθυμούμε να κάνουμε το πείραμα, φροντίζουμε να έχουμε πρόσβαση σε ζεστό νερό και νερό βρύσης, δύο μπουκάλια 2 L και 0,5 L και δύο ψηφιακά θερμόμετρα (ώστε η καταγραφή της θερμοκρασίας να είναι εύκολη και προσβάσιμη από το σύνολο των παιδιών).

Ίσως να βοηθούσε, αν από το προηγούμενο μάθημα έχουμε ζητήσει από τα παιδιά να δουν ξανά, για να προετοιμαστούν, το βίντεο – tutorial για την αναπαράσταση πειραματικών δεδομένων σε σύστημα αξόνων, το οποίο είναι διαθέσιμο, ως ψηφιακό αντικείμενο, στην 7<sup>η</sup> δραστηριότητα για το σπίτι στην ενότητα 2.3.

Είναι επιθυμητό τα παιδιά να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι οι αρχικά διαφορετικές θερμοκρασίες του νερού συγκλίνουν σε μια κοινή θερμοκρασία. Αυτό προκύπτει εύκολα από την προσομοίωση, ωστόσο στο πραγματικό πείραμα είτε απαιτείται αρκετός χρόνος είτε, ανάλογα με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου, η θερμοκρασία σύγκλισης διαφοροποιείται ελαφρά από το θεωρητικά αναμενόμενο.

Για να εξηγηθεί με το μικροσκοπικό μοντέλο το αποτέλεσμα της θερμικής ισορροπίας, θα μπορούσαμε να προβάλλουμε στην ολομέλεια τη βιντεοσκοπημένη προσομοίωση *Τι συμβαίνει όταν ένα θερμό σώμα έρθει σε επαφή με ένα ψυχρό;* Στην προσομοίωση αυτή αξίζει να κατευθύνουμε την προσοχή των παιδιών στο ότι κατά την επαφή των δύο σωμάτων δεν μεταφέρεται ύλη: αυτό που διαδίδεται, και στην προσομοίωση αναπαρίσταται με διαφορετικά χρώματα, είναι η ενέργεια.

#### 3.3.2 Θερμότητα, θερμική ενέργεια και θερμοχωρητικότητα



#### Ας διερευνήσουμε 3.3.Β Από τι εξαρτάται το ποσό θερμότητας που απαιτείται για να ζεσταθεί ένα σώμα;

Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Περιγράφουν από τι εξαρτάται πόση θερμότητα απαιτείται για να ζεσταθεί ένα σώμα.

Στη δραστηριότητα αυτή τα παιδιά μπορούν να συμμετάσχουν είτε ατομικά είτε χωρισμένα σε ομάδες, προκειμένου να επεξεργαστούν τα δεδομένα του εικονικού πειράματος, είτε μέσω της βιντεοσκοπημένης προσομοίωσης είτε τρέχοντας την προσομοίωση σε πραγματικό χρόνο με τη βοήθεια διαδραστικού πίνακα.

Μέσα από τα 4 πειράματα που περιγράφονται είναι επιθυμητό τα παιδιά να καταλήξουν στην εξάρτηση του ποσού θερμότητας που απαιτείται για να θερμανθεί ένα σώμα, από τη μάζα του, το υλικό και τη διαφορά θερμοκρασίας που συμβαίνει. Στο νόμο της θερμιδομετρίας, που δίνεται στο συμπέρασμα, γίνεται αναφορά καταρχάς στην ειδική θερμότητα του υλικού, καθώς η εξάρτηση αυτή προκύπτει από τα εικονικά πειράματα, αλλά και στη θερμοχωρητικότητα ενός σώματος.

Η αναφορά στη σχέση ειδικής θερμότητας και κλίματος, στο αντίστοιχο ένθετο, θα μπορούσε να συνδέσει το θεωρητικό αυτό κομμάτι της διδακτέας ύλης με την καθημερινή ζωή.

#### *3.3.3 Τρόποι μεταφοράς θερμότητας και θερμική αγωγιμότητα*

#### Ας διερευνήσουμε 3.3.Γ Πώς να πιείς καυτό τσάι χωρίς να κάψεις τα χέρια σου

Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Διακρίνουν καλούς και κακούς αγωγούς θερμότητας.

Στη δραστηριότητα αυτή τα παιδιά μπορούν να συμμετάσχουν χωρισμένα σε ομάδες. Για λόγους διαχείρισης του χρόνου αλλά και για λόγους ασφάλειας, καθώς στο πείραμα χρησιμοποιείται νερό θερμοκρασίας μέχρι 50 °C, ίσως να βοηθούσε να έχουμε τα διάφορα δοχεία σε έναν χώρο από όπου θα περνούν τα παιδιά για να πιάσουν και να καταγράψουν τις παρατηρήσεις τους.

Στη συνέχεια, μετά την ανάλυση των δεδομένων η συζήτηση στην ολομέλεια θα μπορούσε να διευκολυνθεί κάνοντας σαφή αναφορά στα χαρακτηριστικά των τοιχωμάτων που επηρεάζουν την αίσθηση του θερμού: το είδος του υλικού και το πάχος των τοιχωμάτων.

Κατά την παρουσίαση των τρόπων μεταφοράς της θερμότητας μπορεί να αξιοποιηθεί το ψηφιακό υλικό της ενότητας, δηλαδή τα βιντεοσκοπημένα πειράματα *Το ταξίδι της θερμότητας* και *Δες τα ρεύματα μεταφοράς μέσα σε νερό που θερμαίνεται*. Για τη μικροσκοπική ερμηνεία των δύο αυτών τρόπων θα μπορούσαμε να δείξουμε τις αντίστοιχες βιντεοσκοπημένες προσομοιώσεις *Τηγάνι πάνω στο ηλεκτρικό μάτι* και *Προσομοίωση ρευμάτων μεταφοράς*.

Για τη μεταφορά θερμότητας με ακτινοβολία, θα μπορούσαμε να επικαλεστούμε είτε την εμπειρία των μαθητών, είτε να αξιοποιήσουμε έναν αναμμένο λαμπτήρα πυρακτώσεως, στον οποίο τα παιδιά θα πλησιάσουν τα χέρια τους, χωρίς φυσικά να τον ακουμπήσουν.

## 20ο & 21ο Μάθημα

### 3.4 Μεταβολές της κατάστασης της ύλης

#### 3.4.1 Οι καταστάσεις της ύλης

#### Δραστηριότητα 3.4.A Ταξινόμηση των υλικών σε στερεά, υγρά και αέρια

Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Αναγνωρίζουν τις τρεις καταστάσεις της ύλης και τις ιδιότητές τους ως προς το σχήμα και τον όγκο.

Στη δραστηριότητα αυτή τα παιδιά μπορούν να συμμετάσχουν είτε ατομικά είτε χωρισμένα σε ομάδες, προκειμένου να επεξεργαστούν τα δεδομένα που παρέχουν οι φωτογραφίες.

Θα μπορούσαμε στη συνέχεια να εισάγουμε τους ορισμούς της στερεάς, υγρής και αέριας κατάστασης, όπως δίνονται στο αντίστοιχο συμπέρασμα. Για να βοηθήσουμε τα παιδιά να σχηματίσουν οπτικές αναπαραστάσεις, μπορούμε να προβάλουμε την βιντεοσκοπημένη προσομοίωση στην οποία επιδεικνύεται το πώς διατάσσονται τα σωματίδια σε ένα στερεό, σε ένα υγρό και σε ένα αέριο.

Αντίστοιχα, για να οπτικοποιήσουμε τι συμβαίνει σε ένα σώμα, όταν αλλάζει φυσική κατάσταση, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη βιντεοσκοπημένη προσομοίωση *Αλλαγές κατάστασης του νερού*.

Καθώς τα φαινόμενα που είναι πιο δύσκολο να παρουσιαστούν στην τάξη είναι αυτά της εξάχνωσης και της απόθεσης, θα μπορούσαμε να αξιοποιήσουμε το βιντεοσκοπημένο πείραμα για τα αντίστοιχα φαινόμενα του ιωδίου. ΠΡΟΣΟΧΗ! Ακόμη κι αν διαθέτουμε στερεό ιώδιο στο σχολικό εργαστήριο είναι ίσως προτιμότερο, για λόγους ασφάλειας, να δείξουμε το βίντεο καθώς οι ατμοί του ιωδίου είναι επιβλαβείς.

#### 3.4.2 Αλλαγές κατάστασης

#### Δραστηριότητα 3.4.B Εξηγώντας ένα διάγραμμα θερμοκρασίας-χρόνου

Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Αναγνωρίζουν το φαινόμενο τήξη-πήξη, καθώς και το φαινόμενο βρασμός - υγροποίηση και να εξηγούν γιατί η προσφορά και η αφαίρεση θερμότητας δε συνοδεύονται από μεταβολή της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια αυτών των φαινομένων.
- Αναγνωρίζουν τον ρόλο της ενέργειας στην αλλαγή κατάστασης της ύλης.
- Ερμηνεύουν ένα διάγραμμα θερμοκρασίας-χρόνου κατά τη μεταβολή της κατάστασης ενός υλικού.

Στη δραστηριότητα αυτή τα παιδιά μπορούν να συμμετάσχουν είτε ατομικά είτε χωρισμένα σε ομάδες, προκειμένου να επεξεργαστούν τα δεδομένα που παρέχονται από το Διάγραμμα 3.1 και τον Πίνακα 3.2. Προκειμένου να υποστηριχθεί και πειραματικά ότι, ενώ προσφέρεται θερμότητα σε ένα σώμα, ωστόσο η θερμοκρασία του μπορεί να μένει σταθερή, θα μπορούσαμε να προβάλουμε το βιντεοσκοπημένο πείραμα.

Για να εμβαθύνουμε στην ερμηνεία των διαγραμμάτων, ώστε τα παιδιά να αναπτύξουν την αντίστοιχη δεξιότητα, θα μπορούσαμε να προβάλουμε, από την ψηφιακή μορφή του βιβλίου, το διάγραμμα που αναπαριστά τη θερμοκρασία σε συνάρτηση με τον χρόνο κατά τη θέρμανση ενός υλικού.

Καθώς, σύμφωνα με την έρευνα στη διδακτική της Φυσικής, τα παιδιά δυσκολεύονται να ξεχωρίσουν τα φαινόμενα εξάτμιση και βρασμός, θα μπορούσαμε να προβάλουμε στην ολομέλεια το βιντεοσκοπημένο πείραμα *Νερό που εξατμίζεται και νερό που βράζει* ή να πραγματοποιήσουμε το ανάλογο πείραμα στην τάξη.

Με αφορμή τα φαινόμενα που παρουσιάζονται σε αυτή τη δραστηριότητα, θα είχε ενδεχομένως μεγάλη παιδαγωγική αξία να συζητήσουμε στην τάξη τις θέσεις της Φυσικής απέναντι σε θεωρίες συνομωσίας και ψευδοεπιστημονικές προσεγγίσεις με αφορμή το σχετικό ένθετο. Η προβολή του βίντεο από το διαδίκτυο, που αφορά στο γάλλιο, εντυπωσιάζει τα παιδιά, οξύνοντας το ορθολογικό τους ένστικτο.

## 22ο & 23ο Μάθημα

### 3.5 Διαστολή και συστολή σωμάτων - Η ιδιαιτερότητα του νερού

#### 3.5.1 Η θερμική διαστολή - 3.5.2 Συνέπειες της θερμικής διαστολής των σωμάτων

#### Δραστηριότητα 3.5.Α Θερμαίνοντας μέταλλα

Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Ορίζουν τη συστολή και τη διαστολή των στερεών, υγρών και αέριων σωμάτων και να τις συσχετίζουν με τη θερμοκρασία και το υλικό.

Στη δραστηριότητα αυτή τα παιδιά μπορούν να συμμετάσχουν είτε ατομικά είτε χωρισμένα σε ομάδες, προκειμένου να επεξεργαστούν τα δεδομένα που παρέχονται από το βιντεοσκοπημένο πείραμα. Αν τα παιδιά δυσκολεύονται να προτείνουν κάποια ερμηνεία, θα μπορούσαμε να τα βοηθήσουμε, συνδέοντας την έκβαση του πειράματος με την εκφώνηση της προβληματικής κατάστασης.

Για να επεκτείνουμε την ιδέα της γραμμικής διαστολής, που προκύπτει από το παραπάνω πείραμα, είτε προβάλλουμε είτε πραγματοποιούμε στην τάξη το πείραμα που περιγράφεται στο ψηφιακό υλικό *Άραγε, όταν ένα μέταλλο θερμαίνεται αυξάνεται μόνο το μήκος του;* Για τη μικροσκοπική ερμηνεία του φαινομένου μπορούμε να αξιοποιήσουμε είτε τις εικόνες του βιβλίου είτε τη δυναμική γραφική αναπαράσταση που επιχειρεί να εξηγήσει τι συμβαίνει σε ένα κέρμα όταν θερμαίνεται.

Στο πλαίσιο της διδακτικής στρατηγικής της ανεστραμμένης τάξης θα μπορούσαμε να ζητήσουμε από τα παιδιά, μετά τη μελέτη της διαστολής των στερεών που ολοκληρώθηκε στην τάξη, να διερευνήσουν τη διαστολή υγρών και αερίων με βάση τα φύλλα εργασίας που είναι διαθέσιμα ως ψηφιακό υλικό. Για εμπάθυνση ή για αξιολόγηση της εκ μέρους τους κατανόησης, θα μπορούσαμε να τους αναθέσουμε την ερμηνεία του βιντεοσκοπημένου πειράματος *Νερό που αναβλύζει μέσα σε νερό*.

#### 3.5.3 Η ιδιαίτερη συμπεριφορά του νερού

##### Δραστηριότητα 3.5.B Νερό στην κατάψυξη

Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Περιγράφουν την ιδιαίτερη συμπεριφορά του κατά την αλλαγή κατάστασης από στερεό σε υγρό.

Στη δραστηριότητα αυτή τα παιδιά μπορούν να συμμετάσχουν είτε ατομικά είτε χωρισμένα σε ομάδες. Προκειμένου να υπογραμμίσουμε την απρόσμενη συμπεριφορά του νερού, όταν η θερμοκρασία του μειώνεται από τους 4°C μέχρι τους 0°C, θα μπορούσαμε να κάνουμε αναφορά στο βιντεοσκοπημένο πείραμα *Νερό που αναβλύζει μέσα σε νερό* ή να το υπενθυμίσουμε προβάλλοντάς το εκ νέου.

Θα μπορούσαμε να συνδέσουμε το φαινόμενο της ανώμαλης διαστολής του νερού με την τεράστια βιολογική του σημασία σχολιάζοντας τις δύο σχετικές εικόνες του βιβλίου. Ως εργασίες για το σπίτι, με σκοπό και την περιβαλλοντική αφύπνιση των παιδιών, θα μπορούσαμε να αναθέσουμε αυτές που περιγράφονται στα ένθετα *Φυσική και κλιματική αλλαγή* και *Φυσική και Διάστημα*.

Στο πλαίσιο της ανεστραμμένης τάξης, θα μπορούσε να δοθεί για το σπίτι η διερεύνηση της θερμικής διαστολής των υγρών με τη χρήση προσομοίωσης (δραστηριότητα για το σπίτι 8).

## 24ο & 25ο Μάθημα

### 3.6 Από τη θερμότητα στη μηχανική ενέργεια - Θερμικές μηχανές

#### 3.6.1 Η μεταμόρφωση της θερμότητας σε μηχανική ενέργεια

#### Δραστηριότητα 3.6.Α Μηχανές που άλλαξαν τη ζωή μας

Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

- Κατονομάζουν ενεργειακές μεταμορφώσεις που περιλαμβάνουν τη θερμότητα.
- Αναγνωρίζουν τον διαχρονικό ρόλο που διαδραματίζει η μεταμόρφωση θερμότητας σε μηχανική στην τεχνολογική και επιστημονική εξέλιξη.

Στη δραστηριότητα αυτή τα παιδιά μπορούν να συμμετάσχουν είτε ατομικά είτε χωρισμένα σε ομάδες, προκειμένου να επεξεργαστούν τα δεδομένα που παρέχουν οι φωτογραφίες. Η αντιστοίχιση των εφευρέσεων με τη χρονολογία επίτευξής τους, αν και κατ'εκτίμηση μόνο μπορεί να γίνει από τα παιδιά, προσφέρει τη δυνατότητα να αναδειχθεί ότι η τεχνολογία γνώρισε αλματώδη εξέλιξη τον 18<sup>ο</sup> αιώνα, ακολουθώντας, συμβαδίζοντας και άλλοτε προηγούμενη της Επιστήμης.

Η ιδιοκατασκευή μιας απλής θερμικής μηχανής που προτείνεται, ουσιαστικά του ατμοστρόβιλου του Ήρωνα, θα μπορούσε καταρχάς να προβληθεί, αξιοποιώντας τα δύο βιντεοσκοπημένα πειράματα, κι εφόσον υπάρχει χρόνος να πραγματοποιηθεί στην τάξη. Αν δοθεί ως εργασία για το σπίτι, θα ήταν επιθυμητό να υπάρχει επίβλεψη ενήλικα, για λόγους ασφάλειας.

Επίσης, προς την κατεύθυνση της καλλιέργειας της ιδιότητας της πολιτειότητας, θα μπορούσαμε να προκαλέσουμε συζήτηση και προβληματισμό με αφορμή το ένθετο *Φυσική και Τεχνολογία*. Τον ίδιο σκοπό εξυπηρετεί και η 8<sup>η</sup> δραστηριότητα για το σπίτι.

#### **Σύνοψη 3<sup>ου</sup> κεφαλαίου**

Στη σύνοψη στο τέλος του 3<sup>ου</sup> κεφαλαίου δίνονται οι βασικές έννοιες που έχουν παρουσιαστεί στο κεφάλαιο συνοδευόμενες από μια σειρά από ρήματα που περιγράφουν τα βασικά τους χαρακτηριστικά. Έγινε η επιλογή να μην παρουσιαστεί το σύνολο των εννοιών του κεφαλαίου, καθώς αυτές είναι πάρα πολλές, οπότε θα έπαυε να ικανοποιείται ο χαρακτήρας που πρέπει να έχει μια σύνοψη.

Ως ψηφιακά αντικείμενα υπάρχουν ένας χάρτης εννοιών και μια διαδραστική εφαρμογή γλωσσαρίου που αφορά τα διάφορα είδη θερμομέτρων. Μπορούμε να αξιοποιήσουμε το γλωσσάρι ζητώντας από τα παιδιά να περιηγηθούν σε αυτό και να συγκεντρώσουν μια σειρά από πληροφορίες που θα μπορούσαν να ζητηθούν σε ένα φύλλο εργασίας που θα κρίνουμε ότι ικανοποιεί τους διδακτικούς μας στόχους.

## 4. Αξιολόγηση

### 4.1 Εργαλεία αξιολόγησης

Η αξιολόγηση είναι σύμφυτη με την επιστημονική μεθοδολογία. Προσφέρει ανατροφοδότηση συμβάλλοντας στη διαδικασία επίτευξης των στόχων του Προγράμματος Σπουδών (ΠΣ). Στο ΠΣ δίνεται έμφαση στην αξιοποίηση της διαμορφωτικής αξιολόγησης, η οποία συντελείται σε όλα τα στάδια της διδασκαλίας και της μάθησης κατά τη διάρκεια του διδακτικού έτους, και συμπεριλαμβάνει την αποτίμηση για όλα τα επίπεδα μάθησης (γνώση, κατανόηση, εφαρμογή, ανάλυση-σύνθεση, αυτοαξιολόγηση-μεταγνώση).

Η διαγνωστική-προγνωστική αξιολόγηση, στην αρχή της σχολικής χρονιάς ή/και ενδιάμεσα σε μεγάλες θεματικές Ενότητες, μπορεί να αποτελέσει εργαλείο προετοιμασίας της διδακτικής πράξης, πληροφορώντας τον/την εκπαιδευτικό, ώστε να μπορεί να εφαρμόσει στοχευμένα -και ενδεχομένως διαφοροποιημένα- διδακτικά εργαλεία και τεχνικές.

Στο μάθημα της Φυσικής αναπτύσσονται δεξιότητες πειραματισμού, ιδιοκατασκευών, επίλυσης προβλήματος, ψηφιακών δεξιοτήτων, αλλά και κοινωνικές, ψυχοσυναισθηματικές, μεταγνώσης κ.λπ. Επομένως, αξιολογικά κριτήρια αποτίμησης της ανταπόκρισης των μαθητών και των μαθητριών μπορεί να είναι, πέραν του βαθμού οικοδόμησης θεμελιωδών γνώσεων και διαμόρφωσης θετικών στάσεων και συμπεριφορών για το μάθημα της Φυσικής, και ο βαθμός ανάπτυξης δεξιοτήτων, όπως:

- η ικανότητα έκφρασης-διατύπωσης των ερευνητικών ερωτημάτων,
- η ικανότητα πρόβλεψης,
- η επιλογή και περιγραφή της μεθοδολογίας πειραματισμού,
- η επιδεξιότητα στην εφαρμογή της κατά την υλοποίηση ενός πειράματος,
- η πρωτοτυπία στην αντιμετώπιση ενός ζητήματος ή προβλήματος,
- η ικανότητα διερεύνησης και ελαχιστοποίησης των παραγόντων που οδηγούν σε πειραματικά σφάλματα,
- η ικανότητα οργάνωσης και επεξεργασίας των δεδομένων, των πληροφοριών και των στοιχείων που συγκεντρώθηκαν,
- η εξαγωγή και τεκμηρίωση των συμπερασμάτων που προέκυψαν από τα στοιχεία, τις μετρήσεις και τα διαγράμματα,
- η ικανότητα εξήγησης ενός φαινομένου με βάση επιστημονικές έννοιες,
- η διαθεματική σύνδεση-προσέγγιση στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων,
- η ετερογένεια και η ποιότητα των πηγών που επιλέχθηκαν,
- η ικανότητα παρουσίασης-ανακοίνωσης των συμπερασμάτων σε ακροατήρια,
- η αξιοποίηση και χρήση τεχνολογιών,
- η συνεργασία, η ανάληψη προσωπικής ευθύνης, ο συντονισμός κατά την ομαδική εργασία.

Ως εργαλεία αξιολόγησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν ερωτήσεις κλειστού και ανοικτού τύπου, ασκήσεις και προβλήματα, τεστ επίδοσης, εκτέλεση μιας εργασίας, εργαστηριακές αναφορές. Έμφαση μπορεί να δοθεί και σε εργαλεία αξιολόγησης, όπως η παρατήρηση και η καταγραφή της ανταπόκρισης του μαθητή και της μαθήτριας, κατά την υλοποίηση των εργαστηριακών ασκήσεων και ιδιοκατασκευών.

Η καταγραφή παρατηρήσεων, σχολίων, κρίσεων, μετρήσεων, αποτελεσμάτων, συμπερασμάτων στα φύλλα εργασίας από τους μαθητές και τις μαθήτριες παρέχει τη δυνατότητα για την αναλυτική αξιολόγηση τους (σε κάθε βήμα και ενέργεια), τόσο όσον αφορά την ενεργό συμμετοχή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία και στην κατάκτηση της γνώσης, όσο και τις δεξιότητες που ανέπτυξαν στην τάξη ή το εργαστήριο.

Η αναλυτική καταγραφή αυτή σε έντυπα είτε σε ηλεκτρονικά φύλλα εργασίας συμβάλλει στην αντικειμενικότερη αξιολόγηση των μαθητών και μαθητριών. Επειδή οι παιδαγωγικοί σκοποί περιλαμβάνουν την ανάπτυξη και άλλων, επιπλέον των γνωστικών δεξιοτήτων και στάσεων, όπως τις ψυχοσυναισθηματικές και μεταγνωστικές, ενδείκνυται η αξιολόγηση να περιλαμβάνει εργαλεία αποτίμησης και αυτών, ως μέσο καλλιέργειας αυτοελέγχου και αυτορρύθμισης (π.χ. ερωτηματολόγια αυτοαξιολόγησης και ετεροαξιολόγησης της συνέπειας, του ενδιαφέροντος, της ικανοποίησης ή των δυσκολιών από το μάθημα, της αποτίμησης συνεργασίας ομάδας κ.λπ.).

Τέλος, ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας για τη συμβολή της αξιολόγησης των μαθητών και των μαθητριών στην επίτευξη των στόχων του Προγράμματος Σπουδών είναι το περιεχόμενο και το είδος των θεμάτων στα οποία αξιολογούνται, αφού συνήθως μακροπρόθεσμα και αναδραστικά ό,τι αξιολογείται αποτελεί έναν μηχανισμό εστίασης της προσοχής όλων των εμπλεκομένων στην εκπαίδευση. Επομένως, ιδιαίτερη έμφαση στο παρόν ΠΣ δίνεται στα θέματα αξιολόγησης που αφορούν το πειραματικό μέρος, όπως τον σχεδιασμό πειράματος, την παρατήρηση και περιγραφή της διαδικασίας, την επεξεργασία δεδομένων και αποτελεσμάτων, την εξαγωγή συμπερασμάτων από πειραματικά αποτελέσματα, τη γενίκευση, την επέκταση, την οριοθέτηση της ισχύος και την εφαρμογή των συμπερασμάτων του πειραματισμού.

#### **4.2 «Για να πετύχει αυτή η δραστηριότητα» – «Για να ολοκληρώσω την αποστολή μου»**

Στο βιβλίο *φυσική Α΄ Γυμνασίου* των εκδόσεων ΡΟΠΗ, στο τέλος κάθε ερευνητικής εργασίας, είτε του τύπου «Δραστηριότητα» είτε του τύπου «Ας Διερευνήσουμε», υπάρχει ως ψηφιακό αντικείμενο μια διαδραστική άσκηση αυτο-αξιολόγησης του μαθητή και της μαθήτριας. Η άσκηση αυτή ικανοποιεί μεταγνωστικούς σκοπούς, παρέχοντας στον εκπαιδευόμενο ανάδραση για το επίπεδο κατανόησης της διαδικασίας που ακολουθήθηκε για την επιτυχή ολοκλήρωση της εργασίας.

#### 4. Αξιολόγηση

Στην άσκηση αυτή οι μαθητές και οι μαθήτριες καλούνται να αντιστοιχίσουν τα βήματα που ακολουθήθηκαν, τοποθετώντας τα στη σωστή σειρά. Με τον τρόπο αυτό επιχειρείται η ανασκόπηση της διαδικασίας και ταυτόχρονα η εξοικείωση με την επιστημονική μεθοδολογία.

#### 4.3 Αυτο-αξιολόγηση και ετερο-αξιολόγηση

Όποτε ο/η εκπαιδευτικός κρίνει σκόπιμο, θα μπορούσε να δώσει προς συμπλήρωση σε κάθε μαθητή και μαθήτρια τους παρακάτω δύο πίνακες, στο πλαίσιο της αυτο-αξιολόγησης της προσπάθειάς τους και της ετερο-αξιολόγησης των μελών της ομάδας τους. Οι συμπληρωμένοι πίνακες επιστρέφονται στον/στην εκπαιδευτικό και αρχειοθετούνται στο portfolio του εκπαιδευόμενου ή της εκπαιδευόμενης.

##### Αυτοαξιολόγηση

Το όνομά μου:	καθόλου	λίγο	πολύ
Συμμετείχα στην ομάδα ισότιμα και έκανα το μέρος του έργου που μου αναλογούσε:			
Ήμουν συγκεντρωμένος/η στην δουλειά μας και δεν απασχολούσα τους/τις συμμαθητές/-τριες μου με άλλα θέματα:			
Άκουγα προσεκτικά τις απόψεις των άλλων πάνω στο θέμα μας:			
Βοήθησα τους/τις άλλους/-ες να μάθουν:			
Προσπάθησα για να γίνει ευχάριστο το μάθημα:			
Τι με δυσκόλεψε:			
Τι μου άρεσε:			
Τι θα ήθελα να προτείνω για να ήταν πιο ενδιαφέρον και αποδοτικό το μάθημα:			

##### Ετεροαξιολόγηση:

Όνομα του μέλους της ομάδας που αξιολογώ: .....	καθόλου	λίγο	πολύ
Το όνομά μου:			
Συμμετείχε στην ομάδα ισότιμα και έκανε το μέρος του έργου που του/της αναλογούσε:			
Ήταν συγκεντρωμένος/η στην δουλειά μας και δεν απασχολούσε τους/τις συμμαθητές/-τριες του/της με άλλα θέματα:			
Άκουγε προσεκτικά τις απόψεις των άλλων πάνω στο θέμα μας:			
Βοήθησε τους/τις άλλους/-ες να μάθουν:			
Προσπάθησε για να γίνει ευχάριστο το μάθημα:			
Δυσκολεύτηκα εξαιτίας του/της διότι:			



Με βοήθησε/ διευκόλυνε διότι:

#### 4.4. Ενδεικτικά διαγωνίσματα

Προς διευκόλυνση του αξιολογητικού έργου των εκπαιδευτικών παρατίθενται δύο ενδεικτικά διαγωνίσματα μαζί με τις απαντήσεις τους.

##### Διαγώνισμα 1

###### Θέμα Α

Τέσσερα παιδιά μέτρησαν, το καθένα μόνο του, το μήκος του ίδιου θρανίου χρησιμοποιώντας την ίδια μετροταινία. Οι μετρήσεις τους δίνονται στον Πίνακα 1.

Παιδί	Μήκος του θρανίου
A	102,1 cm
B	101,9 cm
Γ	112,0 cm
Δ	102,0 cm

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 το παιδί 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 μιας 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. Για να λύσουν μια διαφωνία τους, προκύπτει η ανάγκη να μετρήσουν το πάχος μιας σελίδας από ένα βιβλίο. Το όργανο που διαθέτουν είναι ένας χάρακας.

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 θέλεις να μετρήσεις είναι ένας τόμος μιας 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 παιδιού Γ είναι πολύ μεγαλύτερη, περίπου 10 εκατοστόμετρα, από τις μετρήσεις των Α, Β και Δ. Αν υποθέσουμε ότι η μέτρηση αυτή είναι λανθασμένη, αυτό θα μπορούσε να οφείλεται στους εξής λόγους:

- Το παιδί μέτρησε το θρανίο διαγώνια.
- Το παιδί 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.ά. που βρίσκονταν πάνω στο θρανίο.
- Το παιδί 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 τον 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 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 μια σταθερή μικρή κλίση: έχεις δημιουργήσει ένα «**κεκλιμένο επίπεδο**». Θέλεις να

#### 4. Αξιολόγηση

μετρήσεις τον χρόνο που χρειάζεται για να κυλήσει μια μικρή σφαίρα (ένα μπαλάκι του τένις, για παράδειγμα) από τη μία άκρη του θρανίου στην άλλη.

A1. Τι προβλήματα θα αντιμετώπιζες αν αποφάσιζες να χρησιμοποιήσεις ως «χρονόμετρο»:

1. το σφυγμό σου,
2. μια κλεψύδρα άμμου,
3. το αναλογικό ρολόι σου, το οποίο δεν διαθέτει δευτερολεπτοδείκτη. (3 μονάδες)

A2. Ποιο από τα παραπάνω όργανα θα σου επιτρέψει να μετρήσεις τον χρόνο κύλισης με τη μεγαλύτερη ακρίβεια; Πώς θα αντιμετώπιζες για το συγκεκριμένο όργανο το πρόβλημα που ανέφερες στο ερώτημα A1; (3 μονάδες)

#### Θέμα Β

Μία ομάδα παιδιών 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. Τα παιδιά μέτρησαν τον 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; (2 μονάδες)

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; (2 μονάδες)

B3. Εξαρτάται η περίοδος ταλάντωσης από το μήκος του σκοινιού; Να δικαιολογήσεις την απάντησή σου. (2 μονάδες)

B4. Εξαρτάται η περίοδος ταλάντωσης από το βαρίδι που κρεμιέται στην άκρη του σκοινιού; Να δικαιολογήσεις την απάντησή σου. (2 μονάδες)

#### 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. (3 μονάδες)

Γ2. Ας υποθέσουμε ότι έχεις μετρήσει τους σφυγμούς για ένα λεπτό και τους βρήκες 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.

Ποια είναι η μέση τιμή των σφυγμών σου ανά λεπτό;

Πόσα δευτερόλεπτα απέχουν χρονικά μεταξύ τους, κατά μέσο όρο, δύο διαδοχικοί σφυγμοί σου; (3 μονάδες)

#### 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 θα είναι η κίνηση και άρα πιο δύσκολο να μετρηθεί.

Η μέτρηση του χρόνου κίνησης με τον 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 ή πιο αργά, θα πάρω διαφορετική μέτρηση.

Η μέτρηση του χρόνου με μια κλεψύδρα άμμου δεν μπορεί να οδηγήσει σε καταγραφή ενός αριθμού. Ουσιαστικά, 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 τον χρόνο κίνησης της μπάλας, αφού με το ρολόι αυτό μπορώ να μετράω 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 τη μέση τιμή των μετρήσεων αυτών. Βέβαια, ένα άλλο παιδί 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, τα παιδιά 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 τη μέση τιμή των σφυγμών μου ανά λεπτό. Θα διαιρέσω το 60, αφού ένα λεπτό έχει 60 δευτερόλεπτα, με τη μέση τιμή των σφυγμών μου και ο αριθμός που θα προκύψει θα είναι ο χρόνος που κυλάει μεταξύ δύο διαδοχικών σφυγμών μου.

Γ2. Η μέση τιμή των σφυγμών μου ανά λεπτό είναι:

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

Η μέση τιμή του χρόνου που απέχουν μεταξύ τους δύο διαδοχικοί σφυγμοί μου:

$$60:75=0,8 \text{ δευτερόλεπτα.}$$

## 5. Βιβλιογραφία

### Ξενόγλωσση

- 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.
- Bell, R., Smetana, L. and Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher*, 72(7), 30-33.
- Bitzenbauer, P. and Hennig, F. (2023). Flipped classroom in physics teacher education: (how) can students' expectations be met? *Front. Educ.* 8:1194963. doi: 10.3389/educ.2023.1194963
- Bransford J.D., Brown AL & Cocking RR (1999). How people learn: brain, mind, experience, and school. National Academy Press, Washington, DC.
- 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.
- Finkenberg, F. and Trefzger, T. (2019). Flipped classroom in secondary school physics education. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1286 012015.
- Fitzgerald, M. S. and Palincsar, A. S. (2019). Teaching Practices That Support Student Sensemaking Across Grades and Disciplines: A Conceptual Review. *Review of Research in Education*, March 2019, Vol. 43, pp. 227–248. DOI: 10.3102/0091732X18821115.
- Gariou-Papalexou, A., Papadakis, S., Manousou, E., Georgiadou, I. (2017). Implementing a flipped classroom: a case study of Biology teaching in a Greek high school. *Turkish Online Journal of Distance Education – TOJDE*, 18 (3): 47-65.
- 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. (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), 171-212.
- Husnaini S. J. and Chen S. (2020). Effects of guided inquiry virtual and physical laboratories on conceptual understanding, inquiry performance, scientific inquiry self-efficacy, and enjoyment. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* 15, 010119.
- Husnaini, S. J. & Chen, S. (2019). Effects of guided inquiry virtual and physical laboratories on conceptual understanding, inquiry performance, scientific inquiry self-efficacy, and enjoyment. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* 15 010119.
- Kestin, G., Miller, K., McCarty, L. S., Callaghan, K. & Deslauriers, L. (2020). Comparing the effectiveness of online versus live lecture demonstrations. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* 16 013101.
- 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., Gavrinn, 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), 176 – 195.
- Wieman, C.E. & Perkins, K.K. (2005). Transforming Physics Education. Physics Today. 58: 11.

### Ελληνόγλωσση

- Arons A. (1992). Οδηγός διδασκαλίας της Φυσικής, (μετάφραση Α. Βαλαδάκης) εκδ. Τροχαλία, Αθήνα.
- Bliss J., Cooper G., Κολιόπουλος Δ., Κουλαϊδής Β., Ραβάνης Κ., Solomon J., Τσατσαρώνη Α., Χατζηνικήτα Β., Χρηστίδου Β. (2001). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Τόμος Α'. ΕΑΠ Πάτρα.
- Charpak, G. (2003). Μαθητές Ερευνητές και Πολίτες. Μια πρωτοποριακή διδασκαλία των επιστημών (μετάφραση. Μήτσικα Ε., Τσικρίκας Ν.), εκδ. Σαββάλας, Αθήνα.
- Cushing James T., (2003). Φιλοσοφικές έννοιες στη φυσική, εκδ. Leader Books, Αθήνα.
- Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V. (1999). Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών- Μια Παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών (επιμέλεια Π. Κόκκοτας, μετάφραση Μ. Χατζή), εκδ. Τυπωθήτω, Αθήνα.
- Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A. (1993). Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες, (μετάφραση Κρητικός Θ., Σπηλιωτοπούλου - Παπαντωνίου Β., Σταυρόπουλος Α.) εκδ. Ένωση Ελλήνων Φυσικών και Τροχαλία, Αθήνα.
- Hacking, I. (2002). Αναπαριστώντας & παρεμβαίνοντας. Εισαγωγικά θέματα στη φιλοσοφία της Φυσικής Επιστήμης (μετάφραση Τ. Τσιαντούλας), Πανεπιστημιακές εκδόσεις ΕΜΠ.
- Harlen Wynne, Elstgeest Jos, (2005). Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, UNESCO.
- Hewitt P. G. (2005). Οι έννοιες της φυσικής. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Holton, G., Brush, S., (2002). Εισαγωγή στις έννοιες και τις θεωρίες της Φυσικής Επιστήμης, Πανεπιστημιακές εκδόσεις ΕΜΠ.
- Jaques David, (2004). Μάθηση σε ομάδες: Εγχειρίδιο για όσους συντονίζουν ομάδες ενηλίκων εκπαιδευομένων, (μετάφραση Ν. Φίλλιπς), εκδ. Μεταίχμιο.
- Johnson, G. (2008). Τα δέκα πιο όμορφα πειράματα, εκδ. Μεταίχμιο.
- Knight, R., (2008). Πέντε εύκολα μαθήματα, Στρατηγικές για την επιτυχή διδασκαλία της Φυσικής, μετ. Π. Τζαμαλής, εκδ. Δίαυλος.
- Leimegnan, G & Weil-Barais, A. (1997). Η οικοδόμηση των εννοιών στη φυσική (Επιμέλεια - μετάφραση Ν. Δαπόντες, Α. Δημητρακοπούλου) εκδ. ΤΥΠΩΘΗΤΩ-Γιώργος Δαρδανός 1997.
- Matthews, M., (2007). Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες, μετ. Φανή Σέρογλου, εκδ. επίκεντρο.
- McDermott Lillian Shaffer P. Physics Education Group, (2001). Μαθήματα Εισαγωγικής Φυσικής, κατ' οίκον εργασία, (μετάφραση Π. Μίχας), εκδ. Τυπωθήτω..



McDermott Lillian Shaffer P. Physics Education Group, (2001). Μαθήματα Εισαγωγικής Φυσικής, εκδ. Τυπωθήτω. Μετάφραση: Παύλος Μίχας.

Sutton C. (2002). Οι λέξεις, οι Φυσικές Επιστήμες και η μάθηση (επιμέλεια Π. Κόκκοτας, μετ. Μ. Κασούτας, Δ. Λαθούρης), εκδ. Τυπωθήτω, Αθήνα.

Unesco (1985). Οδηγός του εκπαιδευτικού για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στο δημοτικό και το γυμνάσιο, εκδ. εκπαιδευτικά θέματα.

Vygotsky, L. S. (1993). Σκέψη και Γλώσσα (μετάφραση Ρόδη Α.) εκδ. Γνώση, Αθήνα.

Vygotsky, L. S. (1997). Νους και Κοινωνία: Η ανάπτυξη των ανώτερων διανοητικών διεργασιών (μετάφραση Α. Μπίμπου και Σ. Βοσνιάδου), εκδ. Gutenberg, Αθήνα.

Αθανασάκης Α. (1995). Παιδαγωγικές κατευθύνσεις Φυσικών Επιστημών, εκδ. Σαββάλα, Αθήνα.

Βελλοπούλου, Α. (2000). Μάθηση και δημιουργικότητα. Εκπαιδευτικές δραστηριότητες για την εξοικείωση παιδιών ηλικίας 5-8 ετών με έννοιες της Φυσικής, εκδ. Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα.

Βλάχος Ι. (2004). Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες. Η πρόταση της Εποικοδόμησης, εκδ. Γρηγόρη, Αθήνα.

Βοσνιάδου Σ. (1998). Γνωσιακή Ψυχολογία, εκδ. Gutenberg, Αθήνα.

Γαριού Α., Μακροδήμος Ν., Παπαδάκης Σ. (2021). Ανεστραμμένη τάξη: Ένα μοντέλο μικτής μάθησης για όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. εκδ. Gotsis / Γκότσης Κωνσταντίνος, Πάτρα.

Ζησιμόπουλος Γ., Καφετζόπουλος Κ., Μουτζούρη -Μανούσου Ε., Παπασταματίου Ν. (2002). Θέματα διδακτικής για τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών, εκδ. Πατάκη, Αθήνα.

Καριώτογλου Π. (2006). Παιδαγωγική γνώση του περιεχομένου φυσικών επιστημών, εκδ. Γράφημα, Θεσσαλονίκη.

Κασσέτας Ι. Α. (1996). Το μακρόν Φυσική - προ του βραχέος διδάσκω, εκδ. Σαββάλα, Αθήνα.

Κασσέτας Ι. Α. (2004). Το μήλο και το Κουάρκ, εκδ. Σαββάλα, Αθήνα.

Κιουρί, Μαρί (2007). Μαθήματα Φυσικής για τα παιδιά των φίλων μου, εκδ. Αλεξάνδρεια, Αθήνα

Κόκκοτας Π., Καραπαναγιώτης Β., Καρανίκας Ι. (1998). Πειράματα φυσικής για το Δημοτικό, το Γυμνάσιο και το Λύκειο, εκδ. Γρηγόρη, Αθήνα.

Κόκκοτας, Π. (2002). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών II. Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, 3η έκδοση βελτιωμένη, εκδ. Γρηγόρη, Αθήνα.

Κόκκοτας Π. & Βλάχος Ι. (επιμέλεια) (2001). Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών στις αρχές του 21ου αιώνα. Προβλήματα και προοπτικές, εκδ. Γρηγόρη, Αθήνα.

Κολιόπουλος Δ. (επιμέλεια) (1993). Η πειραματική διδασκαλία των φυσικών επιστημών στην Ελλάδα, εκδ. Πνευματικού, Αθήνα.

Κολιόπουλος Δ., Κουλαϊδής Β., Τσατσαρώνη Α., Χατζηνικήτα Β., Χρηστίδου Β., Ogborn J. (2001). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Τόμος Β'. ΕΑΠ Πάτρα.

Κολιόπουλος, Δ. (2005). Η διδακτική προσέγγιση του μουσείου φυσικών επιστημών, εκδ. Μεταίχμιο, Αθήνα.

Κολιόπουλος, Δ. (2006). Θέματα διδακτικής φυσικών επιστημών. Η συγκρότηση της σχολικής γνώσης, εκδ. Μεταίχμιο, Αθήνα.

Κουλαϊδής Β. (Επιμ.) (1995). Αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου, εκδ. Gutenberg, Αθήνα.

Κουμαράς, Π. (2002). Οδηγός για την πειραματική διδασκαλία της φυσικής, εκδ. Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη.

Κουμαράς, Π. (2015). Μονοπάτια της σκέψης στον κόσμο της Φυσικής, εκδ. Gutenbeg, Αθήνα

- Κουμαράς, Π. (2017). Διδάσκοντας Φυσική αύριο, εκδ. Gutenberg. Αθήνα.
- Κουμαράς, Π., Πιερράτος, Θ. (2023). Οδηγός διδασκαλίας με πειράματα. Πειράματα με υλικά καθημερινής χρήσης για τον εκπαιδευτικό, εκδ. ΡΟΠΗ, Θεσσαλονίκη.
- Κουρεμένος Κ. (1993). Η διδακτική Φυσικών Μαθημάτων στο Γυμνάσιο και Λύκειο, εκδ. Γρηγόρη, Αθήνα.
- Ματσαγγούρας Η. (1998). Ομαδοσυνεργατική διδασκαλία, εκδ. Γρηγόρη, Αθήνα.
- Ντουντουλάκης, Χ. Γ. (2019). Τα φυσικά φαινόμενα, τόμος Ι, εκδ. Οσελότος.
- Πατάκης, Σ. (1993). Μεθοδολογία διδασκαλίας της Φυσικής, εκδ. Συμμετρία, Αθήνα.
- Πιερράτος, Θ. (2013). Μελέτη διδακτικών δράσεων για τη διδακτική της Φυσικής μέσω καταγραφής και αποτίμησης». Αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή, Τμήμα Φυσικής, Α.Π.Θ.
- Ραβάνης Κ. (2003). Εισαγωγή στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, εκδ. Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα.
- Ραβάνης Κ. (επιμέλεια) (2001). Η μύηση των μικρών παιδιών στις φυσικές επιστήμες. Εκπαιδευτικές και διδακτικές διαστάσεις, εκδ. Πανεπιστημίου Πατρών, Πάτρα.
- Σέρογλου, Φ. (2006). Φυσικές επιστήμες για την εκπαίδευση του πολίτη, εκδ. Επίκεντρο, Θεσσαλονίκη.
- Σπυροπούλου - Κατσάνη Δ. (2002). Διδακτικές και Παιδαγωγικές προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες, εκδ. τυπωθήτω Γ. Δαρδανός, Αθήνα.
- Σταυρίδου Ε. (1995). Μοντέλα Φυσικών Επιστημών και διαδικασίες μάθησης, εκδ. Σαββάλας, Αθήνα.
- Τσαπαρλής Γ. (1991). Θέματα Διδακτικής Φυσικής και Χημείας στη μέση εκπαίδευση, εκδ. Γρηγόρη, Αθήνα.
- Χαλκιά, Κ. (2006). Το Ηλιακό Σύστημα μέσα στο Σύμπαν - Η διαδρομή από την επιστημονική στη σχολική γνώση, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο.
- Χαλκιά, Κ. (2010). Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες, θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις, Α τόμος, εκδ. Πατάκης.
- Χατζηγεωργίου Γ. (1998). Η Φυσική μέσα από τα μάτια του μικρού παιδιού. εκδ. ΓΡΗΓΟΡΗ, Αθήνα.
- Χατζηγεωργίου Ι. (2001). Ήχος, φως, νερό και αέρας - Ξεκίνημα στις φυσικές επιστήμες, εκδ. Γρηγόρη.