

# Η Φυσική με Πειράματα Α΄ Γυμνασίου

## Σημείωμα / Οδηγίες για τον Εκπαιδευτικό

Το μάθημα της Φυσικής, η "Φυσική με Πειράματα", στην πρώτη τάξη του Γυμνασίου προβλέπεται να διδάσκεται μία ώρα την εβδομάδα, στην τάξη ή στο εργαστήριο, από έναν εκπαιδευτικό ο οποίος συντονίζει την εκπαιδευτική διαδικασία. Αυτή περιλαμβάνει απαραίτητα (και) πραγματικό πειραματισμό, από τους ίδιους τους μαθητές, σε ομάδες.

Η συγγραφική ομάδα ελπίζει ότι οι μαθητές θα κάνουν πειράματα και ο εκπαιδευτικός θα συντονίζει αλλά και θα αυτενεργεί. Ελπίζει, γενικότερα, στην καθιέρωση ενός συστηματικού πραγματικού πειραματισμού σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης.

Με αυτό το σκοπό, η συγγραφική ομάδα έχει προετοιμάσει για τους μαθητές φύλλα εργασίας (ΦΕ) τα οποία περιγράφουν και συστηματοποιούν μεθοδολογικά την εκπαιδευτική διαδικασία στις επιλεγθείσες θεματικές ενότητες. Αυτά τα φύλλα εργασίας, ακολουθώντας της επιστημονικής / εκπαιδευτικής μεθόδου με διερεύνηση, απαιτούν αποδεικτικές πειραματικές διαδικασίες από τους ίδιους τους μαθητές και οδηγούν στην ανακάλυψη της γνώσης από τους ίδιους τους μαθητές.

**Με τον ίδιο σκοπό, η συγγραφική ομάδα καθοδηγεί τον εκπαιδευτικό:**

- εφοδιάζοντάς τον με τις απαραίτητες μεθοδολογικές πληροφορίες και πρακτικές, τους γενικούς και ειδικούς στόχους της εκπαιδευτικής διαδικασίας σε κάθε θεματική ενότητα / φύλλο εργασίας (ΦΕ) καθώς και υποδείξεις για τον πειραματισμό και την αξιολόγηση,
- παρέχοντάς του συμπληρωματικά φύλλα εργασίας (τα ΦΕ+) –προαιρετικά για τους μαθητές και επεκτάσιμα– με επιπλέον πληροφορίες, ιδέες, προτάσεις πειραματικών δραστηριοτήτων, ερωτήσεις και
- προετοιμάζοντας –μόνο– για αυτόν ενδεικτικές πειραματικές μετρήσεις και προτεινόμενες ενδεικτικές απαντήσεις, τόσο στα φύλλα εργασίας (ΦΕ) όσο και στα συμπληρωματικά φύλλα εργασίας (ΦΕ+).

Τις επιπλέον πληροφορίες που χρειάζονται οι μαθητές, ενθαρρύνονται από τον εκπαιδευτικό να τις αναζητούν σε διαθέσιμες πηγές και στο διαδίκτυο, πάντα με την καθοδήγησή του. Επιπρόσθετα, η συγγραφική ομάδα υποστηρίζει τη διερευνητική εκπαιδευτική διαδικασία με πειράματα (και) στην Α΄ Γυμνασίου με συνεχείς αναρτήσεις στον διαδικτυακό τόπο του Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών: <http://micro-kosmos.uoa.gr> (→ η Φυσική Α΄ Γυμνασίου ή/και → το Υλικό/Λογισμικό ή/και → οι ΕκΠαιδευτικές Προτάσεις).

## Ο Σκοπός

Σκοπός του μαθήματος είναι η ομαλή μετάβαση των μαθητών από την περιγραφική προσέγγιση των φυσικών εννοιών και των φυσικών φαινομένων στο δημοτικό σχολείο στην αυστηρότερη και, κυρίως, ποσοτική προσέγγισή τους ως φυσικά μεγέθη και φυσικές διαδικασίες, αντίστοιχα, στο γυμνάσιο. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού: α) προτείνεται η εφαρμογή κατά την εκπαιδευτική διαδικασία της επιστημονικής / εκπαιδευτικής μεθόδου με διερεύνηση, η οποία ακολουθείται και στο δημοτικό σχολείο και προϋποθέτει την πραγματοποίηση αποδεικτικού πειραματισμού σε κάθε θεματική ενότητα και β) επιλέγονται και προτείνονται δώδεκα θεματικές ενότητες, με κριτήρια την εισαγωγική αντιμετώπισή τους ήδη στο δημοτικό σχολείο, τη γενικότητα των φυσικών εννοιών, τη σπουδαιότητα των φαινομένων μελέτης τους και, κυρίως, τη δυνατότητα εκτέλεσης απλού πειραματισμού στο σχολείο κατά την εκπαιδευτική διαδικασία. Στο πλαίσιο αυτού του σκοπού, επιδιώκεται η επίτευξη γενικών και ειδικών στόχων για την εξυπηρέτηση του

διπτού χαρακτήρα της εκ-παίδευσης στη φυσική επιστήμη: του εκπαιδευτικού / γνωσιακού και του παιδευτικού / παιδαγωγικού. Επιδιώκεται η ενίσχυση του γνωσιακού υποβάθρου των μαθητών στις έννοιες των θεματικών που έχουν επιλεγεί, αλλά και η ανάπτυξη δεξιοτήτων, η αλλαγή στάσεων και η διαμόρφωση ορθολογικού τρόπου σκέψης.

## **Η Μεθοδολογία, τα Μεθοδολογικά Βήματα, οι Γενικοί Στόχοι ανά Μεθοδολογικό Βήμα**

Η επιστημονική / εκπαιδευτική μέθοδος με διερεύνηση εξυπηρετεί το διπτό αυτό χαρακτήρα και είναι αυτή η οποία εφαρμόζεται ως ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό πρότυπο στα βιβλία "Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω" της Ε' και Στ' τάξης του δημοτικού σχολείου. Τα βήματα της επιστημονικής / εκπαιδευτικής μεθόδου με διερεύνηση είναι: α. παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι, β. συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω, γ. ενεργώ, πειραματίζομαι, δ. συμπεραίνω, καταγράφω και ε. εφαρμόζω, εξηγώ, γενικεύω. Τα βήματα αυτά είναι ακριβώς αντίστοιχα με τα βήματα της ιστορικά καταξιωμένης επιστημονικής μεθόδου για την έρευνα: α. έναυσμα ενδιαφέροντος, β. διατύπωση υποθέσεων, γ. πειραματισμός, δ. διατύπωση θεωρίας και ε. συνεχής έλεγχος.

Σε κάθε μεθοδολογικό βήμα της εκπαιδευτικής διαδικασίας προτείνονται δραστηριότητες και επιμέρους διαδικασίες για την επίτευξη γενικών στόχων, εκτός του σκοπού του μαθήματος και των ειδικών στόχων ανά θεματική ενότητα, οι οποίοι αναφέρονται παρακάτω. Οι γενικοί στόχοι αφορούν στην απόκτηση γνώσεων, στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και στην αλλαγή στάσεων των μαθητών. Ο βαθμός εκπλήρωσης του καθενός κατά την εκπαιδευτική διαδικασία είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί και ως επιμέρους κριτήριο αξιολόγησης της διαδικασίας και των μαθητών.

α. παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι / έναυσμα ενδιαφέροντος

Στο πρώτο μεθοδολογικό βήμα προτείνεται η παρατήρηση φυσικών φαινομένων, τεχνολογικών εφαρμογών ή ανθρωπίνων δραστηριοτήτων, αλλά και η ανάγνωση επίκαιρων ειδήσεων ή σχετικών με τη θεματική ενότητα πληροφοριών. Στην επικαιροποίηση του υλικού αυτού σημαντική είναι η συμβολή του εκπαιδευτικού. Γενικοί στόχοι (και κριτήρια αξιολόγησης) σε αυτό το βήμα είναι η πρόκληση / παρότρυνση ή το έναυσμα του ενδιαφέροντος (ή και της περιέργειας) των μαθητών, αλλά και η ικανοποίηση του εκπαιδευτικού όταν η συμμετοχή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία και τον πειραματισμό δεν είναι –μόνον– υποχρέωση των μαθητών αλλά και απαίτησή τους (!)

β. συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω / διατύπωση υποθέσεων

Στο δεύτερο μεθοδολογικό βήμα, μετά τις εναυσματικές διαδικασίες, ακολουθεί πρόταση προς τους μαθητές να συζητήσουν μεταξύ τους –κατά προτίμηση με τη βοήθεια του/της καθηγητή/τριας τους–, να αναρωτηθούν και να διατυπώσουν υποθέσεις. Ένας από τους γενικούς στόχους του μεθοδολογικού αυτού βήματος είναι η προετοιμασία των μαθητών (/μελλοντικών πολιτών), ώστε να συνηθίσουν να συζητούν με άλλους, να σκέπτονται ορθολογικά χωρίς προκαταλήψεις και να συν-μετέχουν ενεργά στις προσπάθειες επίλυσης προβλημάτων, αντί να αναμένουν παθητικά τις απαντήσεις από άλλους. Άμεσο ζητούμενο (και κριτήριο αξιολόγησης) αυτού του μεθοδολογικού βήματος είναι –βέβαια– η διατύπωση υποθέσεων από τους μαθητές, κάποια από τις οποίες θα επιβεβαιωθούν από τα πειράματα που θα γίνουν (είτε προγραμματισμένα είτε θα προκύψουν από τη συζήτηση) και θα οδηγήσει τους μαθητές στην ανακάλυψη / διατύπωση των επιθυμητών συμπερασμάτων.

Μετά τις εναυσματικές διαδικασίες, ευκαταίω είναι ο εκπαιδευτικός να ενθαρρύνει όλους τους μαθητές να διατυπώνουν γνώμες με βάση προϋπάρχουσες γνώσεις τους, τις οποίες υπενθυμίζει ή αναδεικνύει κατάλληλα για να διευκολύνει τους μαθητές. Ακόμη αναζητά προαντιλήψεις τους, αν υπάρχουν, και συντηρεί (ή/και κατευθύνει κατάλληλα) τη συζήτηση μεταξύ των μαθητών για να "εκμαιεύσει" υποθέσεις. Είναι σημαντικό όλοι οι μαθητές να συμμετέχουν στη συζήτηση και να διατυπώνουν κάποια υπόθεση. Όλες οι υποθέσεις –προτείνεται να– καταγράφονται πρόχειρα από τον εκπαιδευτικό ή κάποιον μαθητή, αφού ταξινομηθούν και ομαδοποιηθούν, ανεξαρτήτως αν μερικές φαίνονται σε κάποιους μαθητές "απίθανες" ή "παράλογες".

Ο εκπαιδευτικός εξηγεί ότι η κρίση / απάντηση για την αλήθεια μιας υπόθεσης δεν προκύπτει για την επιστήμη (όπως και για την εκπαίδευση) από συζήτηση ή κάποια ψηφοφορία, αλλά πάντοτε μετά από την εκτέλεση πειραμάτων τα οποία –εξηγεί ότι– θα ακολουθήσουν (!)

Στην περίπτωση που ο εκπαιδευτικός διαπιστώσει ότι από τη συζήτηση δεν έχει προκύψει και δεν έχει διατυπωθεί κάποια υπόθεση που θα επιβεβαιωθεί από την πειραματική διαδικασία, ώστε οι μαθητές να καταλήξουν στα επιθυμητά συμπεράσματα, –ευκαίιο είναι να– προκαλεί με παρατηρήσεις και υπενθυμίσεις τη διατύπωση και άλλων υποθέσεων. Σημειώνεται ότι ο εκπαιδευτικός μπορεί να εκμεταλλευθεί ακόμα και "μη ορθές" απαντήσεις για την εκτέλεση πειραμάτων, ώστε αυτές οι υποθέσεις να διαψευστούν.

#### γ. ενεργώ, πειραματίζομαι / πειραματισμός

Στο τρίτο μεθοδολογικό βήμα, απαιτείται η οργάνωση και η πραγματοποίηση "αποδεικτικών" πειραμάτων από τους μαθητές με άμεσο στόχο τον έλεγχο (επιβεβαίωση ή διάψευση) των υποθέσεων. Ευκαίιο είναι κάποια από τις υποθέσεις να επιβεβαιωθεί από τα πειράματα τα οποία θα γίνουν και να οδηγήσει τους μαθητές, μέσω του πειραματισμού, στην ανακάλυψη/διατύπωση των ορθών συμπερασμάτων. Έμμεσος στόχος (και κριτήριο αξιολόγησης) είναι η ενεργοποίηση/δραστηριοποίηση των μαθητών, η δημιουργική συνεργασία τους σε ομάδες (ομαδο-συν-εργασία), η επινοητικότητα, η ανάπτυξη πρακτικών δεξιοτήτων και η ικανότητα καταγραφής των παρατηρήσεών τους, η βέλτιστη εκτέλεση πειραματισμών, αλλά και η αναγνώριση / αντιμετώπιση πιθανών ατελειών ή αστοχιών. Απώτεροι στόχοι είναι η ενεργητική συμμετοχή των μαθητών (ως ενεργοί πολίτες στο μέλλον) σε "βιωματικές" αποδεικτικές διαδικασίες και η αυτονόητη αποδοχή των αποτελεσμάτων αυτών των αντικειμενικών αποδεικτικών διαδικασιών. Ζητούμενο (και κριτήριο αξιολόγησης) του πειραματισμού η προετοιμασία και εκτέλεση των προβλεπόμενων –και αυτοσχέδιων / χειροποίητων– πειραμάτων και αποδεικτικών διαδικασιών, που –είναι ευκαίιο– να μην περιορίζονται μόνο στην τάξη αλλά να συνεχίζονται (...).

Τα πειράματα, σύμφωνα με την άποψη και την πρόταση της συγγραφικής ομάδας των βιβλίων, –πρέπει να– εκτελούνται από τους ίδιους τους μαθητές και να πραγματοποιούνται με τη χρήση καθημερινών, απλών υλικών και μέσων.

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού –(και) σε αυτό το μεθοδολογικό βήμα– είναι σημαντικός, όχι όμως για την εκτέλεση των πειραμάτων (όπως πολλοί νομίζουν). Ο εκπαιδευτικός:

- έχει προβλέψει και έχει καταγράψει (από το προηγούμενο μάθημα) τα απαραίτητα υλικά και μέσα για την εκτέλεση των προβλεπόμενων από το φύλλο εργασίας πειραμάτων,
- έχει ζητήσει (από το προηγούμενο μάθημα) από τους μαθητές να συγκεντρώσουν οι ίδιοι όσα από αυτά τα υλικά και μέσα είναι δυνατόν, έχει όμως εξασφαλίσει και την ύπαρξη ανάλογων ποσοτήτων στο σχολείο για κάθε περίπτωση,
- χωρίζει (στην αρχή του μαθήματος) τους μαθητές σε ομάδες (των 4-5 ή και περισσότερων) με τυχαίο τρόπο,
- συντονίζει (κατά τη διάρκεια των πειραμάτων) τις ομάδες, βοηθάει και ενθαρρύνει –χωρίς να υποκαθιστά– τους μαθητές / πειραματιστές και εξασφαλίζει ότι όλες οι ομάδες καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους,
- επιστρέφει (μετά το τέλος του πειραματισμού) στους μαθητές τα υλικά και μέσα που έχουν φέρει, επισημαίνοντας ότι όσο σημαντική είναι η συγκέντρωση των υλικών πειραματισμού από τους ίδιους τους μαθητές –αφού έτσι αναπτύσσουν δεξιότητες αναζήτησης και επιλογής–, εξίσου σημαντική είναι και η επιστροφή τους στο τέλος του πειραματισμού –αφού ελπίζεται ότι οι μαθητές θα συνεχίσουν τον πειραματισμό, ως παιχνίδι, στο σπίτι "δείχνοντας" και "εξηγώντας" σε άλλους ...

Τα πειράματα για κάθε θεματική ενότητα προβλέπονται και περιγράφονται από το φύλλο εργασίας. Όμως δεν πρέπει να αποκλείονται –αντιθέτως είναι ευκαίια– και πειράματα που προτείνονται ή η αναγκαιότητα των οποίων προκύπτει κατά τη διατύπωση των υποθέσεων. Ο εκπαιδευτικός προτείνει και καθοδηγεί την εκτέλεση τέτοιων πειραμάτων εφόσον υπάρχει χρόνος και τα απαραίτητα υλικά και μέσα. Είναι σημαντικό να γίνει και η πειραματική απόδειξη / μη επιβεβαίωση κάποιων "μη ορθών" υποθέσεων.

Επαναλαμβάνεται συνοπτικά –αλλά και emphaticά– ότι τα πειράματα τα οποία προβλέπονται στα φύλλα εργασίας –ή και αυτά τα οποία προτείνονται από τους εκπαιδευτικούς ή τους μαθητές και προκύπτουν από τη συζήτηση– διεξάγονται στην αίθουσα διδασκαλίας ή στο εργαστήριο του σχολείου από τους ίδιους τους μαθητές σε ομάδες των 4 ή 5, κατά προτίμηση με καθημερινά, απλά υλικά και μέσα. Κάποιες ιδιοκατασκευές / σύνθετοι πειραματισμοί είναι δυνατόν να γίνονται με συνεργασία όλων των μαθητών της τάξης. Ευκαίιο είναι οι μαθητές να αναζητούν εκ των προτέρων, να επιλέγουν και να φέρνουν στην τάξη κάποια ή όλα τα απλά υλικά και μέσα του πειραματισμού τους. Αυτό θα τους

επιτρέψει να αναπτύξουν (και) δεξιότητες αναζήτησης και επιλογής στις μελλοντικές επιλογές τους ως πολίτες των κατάλληλων υλικών και μέσων. Εξίσου σημαντική είναι και η παραλαβή τους στο τέλος του πειραματισμού, αφού ιδανικό θα ήταν οι μαθητές να συνεχίσουν τον πειραματισμό, ως παιχνίδι, στο σπίτι, "δείχνοντας" και "εξηγώντας" σε άλλους. Εκτός των πειραμάτων, τα οποία προβλέπονται και περιγράφονται στα φύλλα εργασίας, προτείνεται και η "διά χειρός" (ιδιο-)κατασκευή μερικών απλών διατάξεων πειραματισμού καθώς και ο έλεγχος της καλής λειτουργίας τους για την ανάπτυξη σχετικών δεξιοτήτων από τους μαθητές (/μελλοντικούς πολίτες).

#### δ. συμπεραίνω, καταγράφω / διατύπωση θεωρίας

Στο τέταρτο μεθοδολογικό βήμα, στη λογική της ανακάλυψης –και όχι απομνημόνευσης– της γνώσης, οι μαθητές, βασιζόμενοι στις παρατηρήσεις τους κατά τον πειραματισμό, αξιολογούν, κρίνουν και διατυπώνουν –οι ίδιοι– συμπεράσματα, συμπληρώνοντας το γνωσιακό τους υπόβαθρο. Αυτά τα συμπεράσματα καταγράφουν οι μαθητές στις αντίστοιχες κενές σειρές των προβλεπόμενων φύλλων εργασίας. Προφανώς, άμεσος στόχος –και κριτήριο αξιολόγησης– αυτού του μεθοδολογικού βήματος είναι η ανακάλυψη της γνώσης από τους μαθητές και η ολοκλήρωση του γνωσιακού αντικειμένου της μελέτης κάθε θεματικής ενότητας. Απώτεροι στόχοι είναι η ανάπτυξη της κριτικής ικανότητας των μαθητών, η απροκατάληπτη απόφαση, η αποδοχή των συμπερασμάτων με βάση και μόνο τα αποτελέσματα των αποδεικτικών διαδικασιών και η συνειδητοποίηση ότι "στη φυσική –όπως και στην εκπαίδευση στη φυσική– τα συμπεράσματα δεν προκύπτουν από συζήτηση ή κάποια ψηφοφορία, αλλά πάντοτε μετά από την εκτέλεση πειραμάτων". Ζητούμενο, επίσης, από τον εκπαιδευτικό είναι η διατύπωση των συμπερασμάτων από τους ίδιους τους μαθητές με την αίσθηση ότι είναι "δική τους ανακάλυψη".

Προτείνεται:

- η εξαγωγή / διατύπωση και καταγραφή των συμπερασμάτων κάθε ομάδας από τους μαθητές της για κάθε πείραμα, με βάση τις παρατηρήσεις τους που έχουν καταγράψει κατά τη διάρκεια του πειραματισμού,
- η εξαγωγή / διατύπωση και καταγραφή κοινού συμπεράσματος στον πίνακα της τάξης για κάθε πείραμα, μετά από τη σύγκριση / αξιολόγηση των αποτελεσμάτων κάθε ομάδας,
- η συσχέτιση των συμπερασμάτων όλων των πειραμάτων με τις υποθέσεις που είχαν καταγραφεί στην αρχή της εκπαιδευτικής διαδικασίας –στο αντίστοιχο βήμα–,
- η διατύπωση των τελικών συμπερασμάτων από τον εκπαιδευτικό και η καταγραφή τους από κάθε μαθητή στις αντίστοιχες κενές σειρές του φύλλου εργασίας του (με την πρόβλεψη από τον εκπαιδευτικό να μην τις υπερβαίνουν).

#### ε. εφαρμόζω, εξηγώ, γενικεύω / συνεχής έλεγχος.

Στο πέμπτο, τελευταίο, μεθοδολογικό βήμα επιδιώκεται η εκπλήρωση πολλαπλών γενικών στόχων: η εφαρμογή των συμπερασμάτων για την εμπέδωση της γνώσης η οποία ανακαλύφθηκε, η εξήγηση φυσικών φαινομένων και τεχνολογικών εφαρμογών με αυτά, η ερμηνεία φυσικών μακροσκοπικών φαινομένων με τις δομές, τις κινήσεις και τις διαδικασίες του μικρόκοσμου (με αναφορές στο παράρτημα "ο μικρό-κοσμος συγκροτεί και εξηγεί το μακρό-κοσμο", το οποίο συνοδεύει τα φύλλα εργασίας), η γενίκευση των συμπερασμάτων σε ευρύτερα φυσικά φαινόμενα, τεχνολογικές πρακτικές και εφαρμογές αιχμής που αναζητούνται σε διάφορες πηγές και στο διαδίκτυο, καθώς και η διαθεματική μελέτη τους που συνδυάζει τα συμπεράσματα με διάφορες (κοινωνικές, ιστορικές, οικονομικές, περιβαλλοντικές κ.ά.) παραμέτρους των φυσικών φαινομένων και τεχνολογικών εφαρμογών των διαφόρων θεματικών ενότητων.

Συνοπτικά, η εφαρμογή αυτής της μεθοδολογίας στην εκπαιδευτική διαδικασία δεν οδηγεί τους μαθητές απλώς στη γνώση, αλλά τους ασκεί σε έναν ορθολογικό και δημιουργικό τρόπο σκέψης. Η γνώση προκύπτει ως συμπέρασμα μιας πειραματικής –πραγματικής / "διά χειρός" βιωματικής– διαδικασίας και όχι με την απομνημόνευση, προδιατυπωμένων από άλλους, περιγραφών και ορισμών. Γενικότερα, τους καθοδηγεί να συνηθίσουν στην εφαρμογή μιας κριτικής και αποδεικτικής διαδικασίας, με αντίστοιχα βήματα, σε κάθε περίπτωση προβληματισμού στην καθημερινή ζωή.

## **Οι Θεματικές Ενότητες, τα Φύλλα Εργασίας (ΦΕ), οι Ειδικοί Στόχοι ανά Φύλλο Εργασίας**

Οι προβλεπόμενες θεματικές ενότητες του μαθήματος είναι:

1. Μετρήσεις μήκους – Η μέση τιμή
2. Μετρήσεις χρόνου – Η ακρίβεια
3. Μετρήσεις μάζας – Τα διαγράμματα
4. Μετρήσεις θερμοκρασίας – Η βαθμονόμηση
5. Από τη θερμότητα στη θερμοκρασία – Η θερμική ισορροπία
6. Οι αλλαγές κατάστασης του νερού – Ο "κύκλος" του νερού
7. Η διαστολή και συστολή του νερού – Μια φυσική "ανωμαλία"
8. Το φως θερμαίνει – "ψυχρά" και "θερμά" χρώματα
9. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου υπερ-θερμαίνει
10. Το ηλεκτρικό βραχυ-κύκλωμα – Κίνδυνοι και "ασφάλεια"
11. Από τον ηλεκτρισμό στο μαγνητισμό – Ο ηλεκτρικός (ιδιο-)κινητήρας
12. Από το μαγνητισμό στον ηλεκτρισμό – Η ηλεκτρική (ιδιο-)γεννήτρια

Παράρτημα: Ο μικρό-κοσμος συγκροτεί και εξηγεί το μακρό-κοσμο

Η εκπαιδευτική διαδικασία κάθε θεματικής ενότητας υποστηρίζεται από ένα σχέδιο εργασίας, το οποίο για κάθε θεματική ενότητα παρέχεται στους μαθητές υπό μορφή φύλλου εργασίας σε έντυπη ή και ηλεκτρονική μορφή. Αυτό περιλαμβάνει τις ελάχιστες δυνατές πληροφορίες για τις έννοιες και τα φαινόμενα της αντίστοιχης θεματικής ενότητας, προτροπές για διάφορες δραστηριότητες, κατάσταση των απαραίτητων υλικών και μέσων για τον πειραματισμό, περιγραφές / φωτογραφίες και οδηγίες για την πραγματοποίηση των πειραμάτων, αλλά και κενές σειρές και πίνακες για την καταγραφή των μετρήσεων, των παρατηρήσεων, των απαντήσεων στις ερωτήσεις και των συμπερασμάτων από τους ίδιους τους μαθητές. Σε μερικές θεματικές ενότητες / φύλλα εργασίας οι πειραματισμοί στοχεύουν (και) στην εξοικείωση των μαθητών με εισαγωγικές έννοιες, διαδικασίες και δεξιότητες για πειραματισμούς οι οποίοι απαιτούν μετρήσεις και στοιχειώδη επεξεργασία τους. Η πραγματοποίηση πειραμάτων, όμως, είναι απαραίτητη προϋπόθεση όλων των φύλλων εργασίας για την ανακάλυψη της γνώσης.

Κάθε θεματική ενότητα ολοκληρώνεται με τις προβλεπόμενες διαδικασίες, δραστηριότητες και πειραματισμούς, σύμφωνα με το αντίστοιχο φύλλο εργασίας, σε μία, δύο ή και περισσότερες διδακτικές ώρες. Τα φύλλα εργασίας έχουν διαρθρωθεί με βάση τα βήματα της επιστημονικής / εκπαιδευτικής μεθόδου με διερεύνηση και εκτός των γενικών στόχων επιδιώκεται η εκπλήρωση και ειδικών στόχων ανά θεματική ενότητα, οι οποίοι αφορούν –και αυτοί– στην απόκτηση γνώσεων, στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και στην αλλαγή στάσεων των μαθητών.

Σε κάθε θεματική ενότητα / φύλλο εργασίας (ΦΕ) επιδιώκεται οι μαθητές:

Φ.Ε. 1: να συζητούν και να προβληματίζονται για τα μετρήσιμα και τα μη μετρήσιμα μεγέθη – να πειραματιστούν και να καταλήξουν σε συμπεράσματα για τη βέλτιστη μέτρηση του μήκους με μετροταινία – να χρησιμοποιούν τη μετροταινία για να πραγματοποιούν μετρήσεις μήκους ελαχιστοποιώντας το σφάλμα μέτρησης – να υπολογίζουν τη μέση τιμή από πολλές μετρήσεις – να διαπιστώσουν ότι οι αποκλίσεις στις μετρήσεις εξομαλύνονται με τον υπολογισμό της μέσης τιμής – να επιλέγουν μεταξύ πολλών και διαφορετικών οργάνων και τρόπων μέτρησης – να αμφισβητούν το "αλάνθαστο" μιας μόνης μέτρησης.

Φ.Ε. 2: να γνωρίσουν τι ονομάζουμε μέτρηση χρόνου – να αναγνωρίζουν και να κατονομάζουν τις διαφορετικές συσκευές (αναλογικές, ψηφιακές) μέτρησης του χρόνου – να πειραματιστούν και να καταλήξουν σε συμπεράσματα για την ακριβέστερη δυνατή μέτρηση του χρόνου κατά περίπτωση, σύμφωνα με τις απαιτήσεις και τα διαθέσιμα όργανα μέτρησης – να μετρούν το χρόνο χρησιμοποιώντας ορθά τα κατάλληλα χρονόμετρα και να υπολογίζουν τη μέση τιμή πολλαπλών μετρήσεων – να ενημερωθούν για τους ακριβέστερους δυνατούς τρόπους μέτρησης του χρόνου.

Φ.Ε. 3: να διακρίνουν το φυσικό μέγεθος μάζα από το φυσικό μέγεθος βάρος – να γνωρίσουν πειραματικά τον τρόπο μέτρησης της μάζας και τον τρόπο υπολογισμού του βάρους ενός

σώματος με τη χρήση ζυγού και δυναμόμετρου, με τις σωστές μονάδες – να εξοικειωθούν με την κατασκευή και χειρισμό αυτοσχέδιου ζυγού και τη βαθμονόμηση αυτοσχέδιου δυναμόμετρου – να συμπληρώνουν και να χρησιμοποιούν διαγράμματα επιμήκυνσης – μάζας.

Φ.Ε. 4: να αντιληφθούν τη διαφορά μεταξύ της εκτίμησης και της μέτρησης του φυσικού μεγέθους θερμοκρασία – να διαπιστώσουν με πειραματισμό την ανάγκη ακριβούς μέτρησης της θερμοκρασίας κατά περίπτωση και να καταλήξουν σε συμπεράσματα για τον τρόπο μέτρησής της με ακρίβεια – να κατανοήσουν την αρχή λειτουργίας και τον τρόπο βαθμονόμησης του θερμομέτρου – να ενημερωθούν για εναλλακτικούς τρόπους μέτρησης της θερμοκρασίας και να αμφισβητούν τις εκτιμήσεις ή τις μετρήσεις της θερμοκρασίας χωρίς τη χρήση κατάλληλων οργάνων και κανόνων μέτρησης – να πραγματοποιούν με ορθό τρόπο μετρήσεις θερμοκρασίας.

Φ.Ε. 5: να συζητήσουν για τη διαφορά αλλά και τη σχέση θερμοκρασίας και θερμότητας – να πειραματιστούν για να αναγνωρίζουν τις διαδικασίες που οδηγούν τα σώματα σε θερμική ισορροπία – να εξηγούν με το μικρόκοσμο τις αυξήσεις / μειώσεις της θερμοκρασίας – να ασκηθούν στη λήψη και καταγραφή σειράς μετρήσεων θερμοκρασίας και χρόνου – να ασκηθούν στη δημιουργία διαγραμμάτων θερμοκρασίας – χρόνου καθώς και στην αξιοποίησή τους.

Φ.Ε. 6: να συνδέσουν με πειραματισμό τη φυσική κατάσταση του νερού με τη θερμοκρασία του – να διαπιστώσουν με πειραματισμό τη σταθεροποίηση της θερμοκρασίας κατά την τήξη/πήξη και εξαέρωση/υγροποίηση του νερού – να εξηγούν τις αλλαγές της κατάστασης του νερού με τις διαδικασίες του μικρόκοσμου – να συσχετίσουν τα φαινόμενα τήξης και εξαέρωσης του νερού με τις διάφορες περιοχές του διαγράμματος θερμοκρασίας - χρόνου – να συνδυάσουν τις τρεις φυσικές καταστάσεις του νερού με τον κύκλο του νερού στη φύση και να προβληματιστούν σχετικά με τη σημασία του για τη ζωή στον πλανήτη.

Φ.Ε. 7: να διαχωρίζουν τη συμπεριφορά του νερού κατά την ψύξη του από τα υπόλοιπα υλικά – να περιγράψουν αυτή τη διαφορετική συμπεριφορά του νερού – να διαπιστώσουν με πειράματα την "ανώμαλη" συμπεριφορά του νερού κατά την πήξη του – να διαπιστώσουν με πειράματα και παρατηρήσεις επακόλουθα φαινόμενα της ανώμαλης συμπεριφοράς του νερού στο φυσικό κόσμο και να ανακαλύψουν τη χρησιμότητά τους για τη ζωή στον πλανήτη – να εξηγούν, γενικά, τη διαστολή/συστολή των σωμάτων με τις διαδικασίες του μικρόκοσμου.

Φ.Ε. 8: να διαπιστώσουν (και) πειραματικά τη διαφορετική θέρμανση των σωμάτων από το φως, ανάλογα με το χρώμα τους – να καταλήξουν σε συμπεράσματα και για τη διαφορά ανάκλασης του φωτός από σκουρόχρωμα και ανοιχτόχρωμα σώματα – να διακρίνουν τα χρώματα σε "θερμά" και "ψυχρά" – να εφαρμόζουν τα συμπεράσματά τους για την εξήγηση σχετικών φαινομένων ή/και τεχνολογικών προϊόντων – να διακρίνουν τα χρώματα και με βάση ενεργειακά κριτήρια – να κατασκευάσουν οι ίδιοι και να λειτουργήσουν έναν απλό ηλιακό θερμοσίφωνα.

Φ.Ε. 9: να διαπιστώσουν πειραματικά ότι η παρουσία διοξειδίου του άνθρακα σε έναν χώρο που φωτίζεται επιτείνει τη θέρμανσή του – να συζητήσουν για το φαινόμενο του θερμοκηπίου στη γη, τις ευεργετικές του συνέπειες για τη ζωή στον πλανήτη αλλά και την υπερθέρμανση που μπορεί να προκαλέσει – να ευαισθητοποιηθούν για τις αιτίες που την επιτείνουν και να δραστηριοποιούνται για να τον περιορισμό τους

Φ.Ε. 10: να αναγνωρίσουν τους διάφορους τύπους ηλεκτρικών πηγών – να πειραματιστούν με μπαταρίες και να τις μετρήσουν με βολτόμετρο – να κατασκευάσουν ένα απλό ηλεκτρικό στοιχείο – να πραγματοποιήσουν ηλεκτρικά κυκλώματα – να αναγνωρίσουν περιπτώσεις "βραχυ"-κυκλωμάτων και να προσδιορίσουν τις θέσεις τους – να προβλέπουν βραχυκυκλώματα στην καθημερινή ζωή και να τα αποτρέπουν – να γνωρίζουν τους κινδύνους τους – να κατανοήσουν τον τρόπο λειτουργίας και τη χρησιμότητα της "ασφάλειας" στα ηλεκτρικά κυκλώματα.

Φ.Ε. 11: να αναγνωρίζουν τις μηχανές, τις συσκευές και τα εργαλεία που λειτουργούν με ηλεκτρικούς κινητήρες – να γνωρίσουν την αρχή λειτουργίας των ηλεκτρικών κινητήρων – να κατασκευάσουν και να λειτουργήσουν έναν απλό ηλεκτρικό κινητήρα – να αναγνωρίζουν και να κατανοούν τα χαρακτηριστικά στοιχεία λειτουργίας των ηλεκτρικών κινητήρων – να εκτιμούν τη

συμβολή των ηλεκτρικών κινητήρων στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, άρα και στη διαμόρφωση του σημερινού τεχνολογικού πολιτισμού μας.

Φ.Ε. 12: να αναγνωρίζουν ηλεκτρικές πηγές που λειτουργούν με ηλεκτρικές γεννήτριες – να γνωρίσουν την αρχή λειτουργίας των ηλεκτρικών γεννητριών – να κατασκευάσουν και να λειτουργήσουν μια απλή ηλεκτρική γεννήτρια – να αναγνωρίζουν τους διαφορετικούς τρόπους κίνησης των ηλεκτρικών γεννητριών – να διαχωρίζουν και να εκτιμούν τους "οικολογικούς" τρόπους κίνησής τους από ανανεώσιμες / καθαρές πηγές ενέργειας – να εκτιμούν τη συμβολή των ηλεκτρικών γεννητριών στη βελτίωση της ποιότητας της ζωής μας.

Επιπρόσθετα, τα φύλλα εργασίας (ΦΕ) κάθε θεματικής ενότητας συνοδεύονται από συμπληρωματικά φύλλα εργασίας (ΦΕ+), εμπλουτισμένα και επεκτάσιμα, τα οποία περιέχουν επιπλέον πληροφορίες, ιδέες και προτάσεις προαιρετικών πειραματικών δραστηριοτήτων, ερωτήσεις.

## Η Αξιολόγηση

Η ανά θεματική ενότητα αξιολόγηση του κάθε μαθητή είναι δυνατόν να βασίζεται στη συμμετοχή και στο βαθμό δραστηριοποίησής του σε κάθε μεθοδολογικό βήμα, σύμφωνα με τους επιδιωκόμενους ανά βήμα επιμέρους στόχους και τα προτεινόμενα κριτήρια αξιολόγησης, την προετοιμασία του πειράματος αναφορικά με τη συγκέντρωση υλικών ή την πραγματοποίηση προεργασίας όπου αυτή απαιτείται, αλλά και στο συμπληρωμένο από το μαθητή φύλλο εργασίας. Συμπληρωματικά, ο εκπαιδευτικός μπορεί να ζητήσει κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας ολιγόλεπτες γραπτές δοκιμασίες οι οποίες είναι δυνατόν να περιέχουν ερωτήσεις αντίστοιχες αυτών που υπάρχουν στα φύλλα εργασίας αλλά και εφαρμογές γενίκευσης των συμπερασμάτων του μαθητή.

Η αξιολόγηση στο τέλος των δύο πρώτων τριμήνων προτείνεται να προκύπτει από το σύνολο των συμπληρωμένων από κάθε μαθητή φύλλων εργασίας, τη συνολική συμμετοχή και δραστηριοποίησή του, αλλά και τις ωριαίες υποχρεωτικές γραπτές δοκιμασίες οι οποίες προβλέπεται να γίνονται κατά τη διάρκειά των τριμήνων. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να ζητήσει από κάθε μαθητή: την εκτέλεση ενός πειράματος ή τη συμπλήρωση ενός φύλλου εργασίας, από αυτά που έχουν γίνει, ή παρόμοια, κατά την κρίση του, δίνοντας ή όχι πειραματικά δεδομένα, ή ακόμη το συνδυασμό περισσοτέρων του ενός φύλλων εργασίας. Συμπληρωματικά, ο εκπαιδευτικός αξιολογεί τη συνθετική, δημιουργική σκέψη και ενεργοποίηση του μαθητή στις ατομικές ή ομαδικές ιδιοκατασκευές που προτείνονται και έχουν, εντωμεταξύ, πραγματοποιηθεί.

Η προαγωγική αξιολόγηση κατά τις γραπτές ανακεφαλαιωτικές εξετάσεις στο τέλος του σχολικού έτους είναι δυνατόν να βασίζεται σε ερωτήσεις, σε δραστηριότητες και σε πειραματισμούς (με ή χωρίς πειραματικά δεδομένα) που έχουν συζητηθεί και απαντηθεί κατά τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς στα φύλλα εργασίας, να ζητείται δε από το μαθητή να διατυπώνει τις υποθέσεις και τα συμπεράσματα.

## Τα Συμπληρωματικά Φύλλα Εργασίας (ΦΕ+)

Η συγγραφική ομάδα παρέχει στον εκπαιδευτικό και συμπληρωματικά φύλλα εργασίας (τα ΦΕ+) –προαιρετικά για τους μαθητές και επεκτάσιμα– με επιπλέον πληροφορίες, ιδέες, προτάσεις πειραματικών δραστηριοτήτων, ερωτήσεις.

Αυτά τα φύλλα εργασίας καλούνται από την κεντρική σελίδα για τη Φυσική Α΄ Γυμνασίου (<http://micro-kosmos.uoa.gr> → η Φυσική Α΄ Γυμνασίου).

## Οι Ενδεικτικές Μετρήσεις και Απαντήσεις

Η συγγραφική ομάδα έχει προετοιμάσει –μόνο– για τον εκπαιδευτικό ενδεικτικές πειραματικές μετρήσεις και προτεινόμενες ενδεικτικές απαντήσεις, τόσο στα φύλλα εργασίας (ΦΕ) όσο και στα συμπληρωματικά φύλλα εργασίας (ΦΕ+), που παρατίθενται στη συνέχεια.

## 1. Μετρήσεις Μήκους – Η Μέση Τιμή

Ειδικοί στόχοι

Επιδιώκεται οι μαθητές: να συζητούν και να προβληματίζονται για τα μετρήσιμα και τα μη μετρήσιμα μεγέθη – να πειραματιστούν και να καταλήξουν σε συμπεράσματα για τη βέλτιστη μέτρηση του μήκους με μετροταινία – να χρησιμοποιούν τη μετροταινία για να πραγματοποιούν μετρήσεις μήκους ελαχιστοποιώντας το σφάλμα μέτρησης – να υπολογίζουν τη μέση τιμή από πολλές μετρήσεις – να διαπιστώσουν ότι οι αποκλίσεις στις μετρήσεις εξομαλύνονται με τον υπολογισμό της μέσης τιμής – να επιλέγουν μεταξύ πολλών και διαφορετικών οργάνων και τρόπων μέτρησης – να αμφισβητούν το "αλάνθαστο" μιας μόνης μέτρησης.

Εκτός των ειδικών στόχων ανά θεματική ενότητα, έχουν τεθεί και γενικοί στόχοι ανά μεθοδολογικό βήμα που συμπληρώνουν τον σκοπό του μαθήματος, αναφέρονται δε αναλυτικά στις "Οδηγίες για τον Εκπαιδευτικό".

### Φύλλο Εργασίας 1

για τον εκπαιδευτικό

#### α. παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι / έναυσμα ενδιαφέροντος

Παροτρύνονται οι μαθητές να παρατηρήσουν εικόνες μέτρησης φυσικών μεγεθών στην ελληνική αρχαιότητα ως αφορμή του ενδιαφέροντος (ή και της περιέργειας) των μαθητών για τη μέτρηση, αλλά και για τη διάκριση ιδιοτήτων / εννοιών οι οποίες δεν επιδέχονται μέτρησης σε αντίθεση με τα φυσικά μεγέθη. Στο συμπληρωματικό ΦΕ 1+ παρέχονται πληροφορίες για τη μέτρηση (και τον καθορισμό) του μήκους του σταδίου της αρχαίας Ολυμπίας. Η παράθεση εικόνων θεατρικών προσωπείων που παραπέμπουν σε χαρά, φόβο, πόνο στοχεύει στην ανάδειξη της αδυναμίας μέτρησης και σύγκρισής τους με αντικειμενικό τρόπο. Οι μαθητές ενθαρρύνονται για την αναζήτηση και άλλων πληροφοριών, ειδήσεων ή επίκαιρων συμβάντων που αφορούν στη μέτρηση ή την αδυναμία μέτρησης, ειδικότερα δε στη μέτρηση μήκους με διάφορους τρόπους. Στην επικαιροποίηση των πληροφοριών, αλλά και στην αξιολόγησή τους, σημαντική –μπορεί να– είναι η συμβολή του/της εκπαιδευτικού.

#### β. συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω / διατύπωση υποθέσεων

Έχει αναφερθεί ότι: "*Η μέτρηση είναι πρωταρχική και σημαντική διαδικασία για τη φυσική επιστήμη. Οι ποσότητες που μπορούν να μετρηθούν ονομάζονται φυσικά μεγέθη. Η μέτρησή τους γίνεται με σύγκριση με ομοειδή μεγέθη, που τα ονομάζουμε μονάδες μέτρησης*". Με δεδομένο αυτό οι μαθητές συζητούν για τα φυσικά μεγέθη και ειδικότερα το μήκος, καταλήγουν δε συνήθως ότι το μήκος είναι φυσικό μέγεθος.

Επίσης, παρατηρώντας τις εικόνες, οι μαθητές διαπιστώνουν ότι το μήκος μπορεί να μετρηθεί με μετροταινία και διατυπώνουν υποθέσεις για το πώς γίνεται η μέτρηση, ποια είναι τα συνήθη λάθη και πώς αποφεύγονται. Η εκπαιδευτική διαδικασία θα διευκολυνθεί, κυρίως στο βήμα της διατύπωσης των συμπερασμάτων, αν οι μαθητές διατυπώσουν (και κάποιες) υποθέσεις οι οποίες θα επιβεβαιωθούν (και θα καταγραφούν και) ως συμπεράσματα. Στην περίπτωση της μέτρησης του μήκους με μετροταινία, οι υποθέσεις των μαθητών αναμένεται να είναι: 1) η αρχή της μετροταινίας (το 0) πρέπει να συμπίπτει με την αρχή της μετρούμενης απόστασης, 2) η μετροταινία δεν πρέπει να συστρέφεται, 3) η μετροταινία πρέπει να ακολουθεί ευθεία και παράλληλη προς τη μετρούμενη απόσταση γραμμή, 4) η ένδειξη της μετροταινίας που εκλαμβάνεται ως τιμή της μέτρησης πρέπει να συμπίπτει με το τέλος της μετρούμενης απόστασης.

Στο ερώτημα: "αν προσπαθούν όλοι να αποφεύγουν αυτά τα λάθη, νομίζεις ότι όλες οι μετρήσεις του μήκους του ίδιου αντικειμένου θα είναι ίδιες;", οι υποθέσεις συνήθως δίστανται και απαιτείται πειραματική επιβεβαίωση ή διάψευση.

Είναι ευκαίριο ο εκπαιδευτικός να ρωτήσει αν υπάρχει μια "πιθανότερη" τιμή, κάνοντας μια εισαγωγή στην ανάγκη υπολογισμού της μέσης τιμής.



#### **γ. ενεργώ, πειραματίζομαι / πειραματισμός**

Ο πειραματισμός με τη μέτρηση του μήκους ενός θρανίου με τη χρήση μετροταινίας από 10 ζευγάρια μαθητών, διαδοχικά, που προσπαθούν να τηρήσουν όσα υπέθεσαν ότι πρέπει να κάνουν –και χωρίς να ανακοινώνουν στα άλλα ζευγάρια την τιμή που μέτρησαν– είναι δυνατόν να έχει ως αποτέλεσμα τις εξής ενδεικτικές τιμές, οι οποίες αθροίζονται:  $118,8 + 118,9 + 119,5 + 118,7 + 118,7 + 118,8 + 118,9 + 119,0 + 119,1 + 118,7 = 1189,1$  (εκατοστά του μέτρου).

Συγκρίνοντας τις 10 τιμές του μήκους, οι μαθητές παρατηρούν ότι αυτές δεν είναι ίδιες μεταξύ τους. Οι διαφορές αποδίδονται σε λάθη (ή σφάλματα) που γίνονται κατά τη διαδικασία της μέτρησης, όπως αυτά που υπέθεσαν οι μαθητές παραπάνω.

Όλες αυτές οι τιμές που μετρήθηκαν είναι το ίδιο πιθανές. Μπορεί να υπολογιστεί η πιθανότερη τιμή, την οποία ονομάζουμε μέση τιμή των μετρήσεων, διαιρώντας το άθροισμά τους διά του αριθμού των μετρήσεων:  $1189,1 : 10 = 118,91$  (εκατοστά του μέτρου). Επειδή όλες οι μετρήσεις έχουν γίνει με ακρίβεια ενός δεκαδικού ψηφίου, στρογγυλοποιούμε τη μέση τιμή και γράφουμε 118,9 (εκατοστά του μέτρου). Αν η μέση τιμή είχε υπολογιστεί 118,97, η στρογγυλοποίηση θα έδινε 119,0 (εκατοστά του μέτρου).

#### **δ. συμπεραίνω, καταγράφω / διατύπωση θεωρίας**

Για τη μέτρηση του μήκους με μετροταινία, τα ενδεικτικά συμπεράσματα –που συμφωνούν με τις υποθέσεις των μαθητών– αναμένεται να είναι: 1) η αρχή της μετροταινίας (το 0) πρέπει να συμπίπτει με την αρχή της μετρούμενης απόστασης, 2) η μετροταινία δεν πρέπει να συστρέφεται, 3) η μετροταινία πρέπει να ακολουθεί ευθεία και παράλληλη προς τη μετρούμενη απόσταση γραμμή, 4) η ένδειξη της μετροταινίας που εκλαμβάνεται ως τιμή της μέτρησης πρέπει να συμπίπτει με το τέλος της μετρούμενης απόστασης.

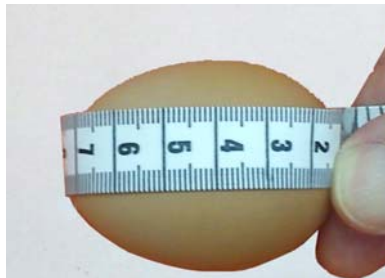
Όσον αφορά στον υπολογισμό της πιθανότερης τιμής, οι μαθητές συμπεραίνουν ότι είναι χρήσιμη η διεξαγωγή πολλών μετρήσεων και ο υπολογισμός της μέσης τιμής τους, αφού εξομαλύνονται πιθανά λάθη κατά τις μετρήσεις και υπολογίζουμε μια τιμή πιο κοντά στην πραγματική.

#### **ε. εφαρμόζω, εξηγώ, γενικεύω / συνεχής έλεγχος.**

*Οι παρακάτω προτεινόμενες απαντήσεις είναι ενδεικτικές και με κανέναν τρόπο δεν είναι δυνατόν να θεωρηθούν ως μοναδικές. Οποιοσδήποτε άλλες σωστές εναλλακτικές ή συμπληρωματικές απαντήσεις είναι αποδεκτές, κατά την κρίση του/της εκπαιδευτικού.*

Πώς θα μετρήσεις τη μεγαλύτερη και τη μικρότερη διάσταση ενός αβγού;

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένας αποδεκτός τρόπος μέτρησης μιας κυρτής περιφέρειας, όπως αυτής του αβγού. Στο ΦΕ 1+ σημειώνονται διάφορα λάθη που γίνονται συχνά σε μια τέτοια μέτρηση.



Ένας άλλος τρόπος μέτρησης είναι με την κύλιση του αβγού επάνω σε μια μετροταινία, έως ότου συμπληρωθεί μια πλήρης περιστροφή του. Στο ΦΕ 1+ προτείνεται μια εφαρμογή του τρόπου αυτού για τη μέτρηση μεγάλων αποστάσεων.

Συγκέντρωσε εικόνες και πληροφορίες για τη μέτρηση του μήκους με άλλους τρόπους και όργανα.

Η μέτρηση του μήκους μπορεί να γίνει με τη χρήση ηχητικών κυμάτων που εκπέμπονται και ανιχνεύονται από κατάλληλους μετρητές μήκους / απόστασης. Υπέρηχοι εκπέμπονται και, όταν βρίσκουν ένα εμπόδιο, ανακλώνται και επιστρέφουν. Ο υπολογισμός του μήκους γίνεται με τη μέτρηση του χρόνου που μεσολαβεί από την εκπομπή των υπερήχων από το μετρητή μέχρι την επιστροφή τους σε αυτόν, μετά την ανάκλαση, με δεδομένη και γνωστή την ταχύτητα του ήχου στον αέρα, που είναι περίπου 340 μέτρα το δευτερόλεπτο.



Εξειδικευμένο όργανο μέτρησης μήκους / απόστασης με χρήση υπερήχων, κυρίως στη θάλασσα, είναι το sonar που λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο. Τον ίδιο τρόπο χρησιμοποιούν στην πλοήγησή τους οι φάλαινες και οι νυχτερίδες.

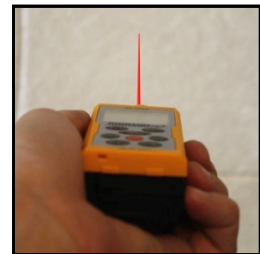
Το radar μετρά μήκος / απόσταση εκπέμποντας και ανιχνεύοντας ηλεκτρομαγνητικά κύματα, τα οποία έχουν ανακλασθεί σε κάποιο εμπόδιο.

Ένας πλέον σύγχρονος και κοινός πια τρόπος μέτρησης του μήκους είναι το παγκόσμιο σύστημα θεσιθεσίας (gps). Στο σύστημα αυτό, όργανα μέτρησης μήκους / απόστασης δέχονται ηλεκτρομαγνητικά κύματα από δορυφόρους.

Ακριβέστερος τρόπος για τη μέτρηση του μήκους είναι η χρήση ακτίνων laser.

Πώς νομίζεις ότι λειτουργεί το όργανο μέτρησης μήκους το οποίο φαίνεται στη διπλανή εικόνα;

Το όργανο αυτό εκπέμπει μια ακτίνα laser που, όταν βρίσκει ένα εμπόδιο και ανακλάται, επιστρέφει. Το όργανο υπολογίζει το μήκος της απόστασης μέχρι το εμπόδιο, μετρώντας το χρόνο που μεσολαβεί από την εκπομπή της ακτίνας μέχρι την επιστροφή της σε αυτό.



Πώς νομίζεις ότι μετράμε την απόσταση γης - σελήνης;

Ειδικά όργανα εγκαταστημένα στην επιφάνεια της γης εκπέμπουν μια ακτίνα laser προς συγκεκριμένο σημείο της σελήνης, όπου έχει τοποθετηθεί από αστροναύτες ή τηλεκατευθυνόμενα διαστημικά οχήματα ανακλαστήρας. Τα όργανα υπολογίζουν την απόσταση γης - σελήνης, μέσω του χρονικού διαστήματος που μεσολαβεί από την εκπομπή της ακτίνας, μέχρι την επιστροφή της πίσω σε αυτά.

### Συμπληρωματικό Φύλλο Εργασίας 1 +

για τον εκπαιδευτικό

Δίνονται οι εξής πληροφορίες και ενδεικτικές απαντήσεις που αφορούν στο ΦΕ 1+.

+++++

Σχετικά με το νούμερο των παπουτσιών του Ηρακλή, αν ζούσε σήμερα, θα φορούσε: 192 μέτρα : 600 πόδια = 32 εκατοστόμετρα = 49 νούμερο

+++++

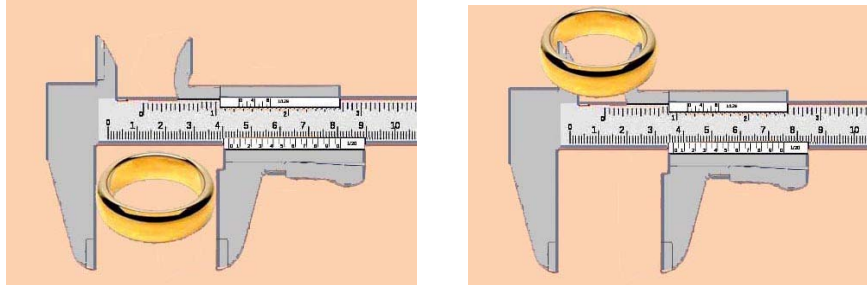
νανόμετρο (nm) = 0,000 000 001 m, μικρόμετρο (μm) = 0,000 001 m, χιλιοστόμετρο (mm) = 0,001 m, εκατοστόμετρο (cm) = 0,01 m, χιλιόμετρο (km) = 1000 m, ίντσα (in) = 0,0254 m = 2,54 cm, στάδιον = περίπου 192 m (αρχαιοελληνική μονάδα μέτρησης μήκους που ισοδυναμεί με 600 πόδια του Ηρακλή), παρασάγγης = περίπου 30 στάδια = περίπου 5760 m (περσική μονάδα μέτρησης μήκους στην αρχαιότητα, ισούται με την απόσταση που διατρέχει ένας πεζός βαδίζοντας κανονικά σε διάστημα περίπου μιας ώρας, σε αυτήν δε οφείλεται η έκφραση "απέχει παρασάγγας", δηλαδή απέχει πολύ.), έτος φωτός = περίπου 9.460.000.000.000.000 m ή εννιάμισι τρισεκατομμύρια km (το έτος φωτός είναι μονάδα μήκους και ισούται με την απόσταση που διανύει το φως σε ένα έτος)

+++++

Στη μέτρηση των διαστάσεων του αβγού πρέπει το βλέμμα μας ή τα καλαμάκια να κατευθύνονται κατακόρυφα προς τα κάτω, ώστε να αποφευχθεί σφάλμα παράλλαξης.

+++++

Ο τρόπος μέτρησης της εξωτερικής και εσωτερικής διαμέτρου του δαχτυλιδιού με διαστημόμετρο φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.



Η ακρίβεια ενός τέτοιου διαστημομέτρου είναι 0,01 mm (10 μm).

+++++

Αν διαθέτουμε μόνο μια μετροταινία του ενός μέτρου, ένα ποδήλατο και μια κιμωλία ο πιο εύκολος αλλά και ακριβής τρόπος μέτρησης μιας μεγάλης απόστασης είναι ο εξής: σημειώνουμε με την κιμωλία μια γραμμή στην περιφέρεια του τροχού και κυλώντας το ποδήλατο μετράμε τον αριθμό των περιστροφών του τροχού, αφού έχουμε μετρήσει την περιφέρεια του τροχού, όπως κάναμε και στην περίπτωση του αβγού παραπάνω. Ο τρόπος αυτός χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του μήκους οδών, το όργανο δε μέτρησης ονομάζεται γενικότερα οδόμετρο.

+++++

Η πειραματική προσέγγιση που προτείνεται για τον προσδιορισμό της θέσης σωμάτων (σε γραμμή, σε επιφάνεια, στο χώρο) είναι μια απόπειρα εισαγωγής των μαθητών στο καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων. Α) Η θέση ενός σώματος κατά μήκος μιας γραμμής προσδιορίζεται από μία μέτρηση μήκους. Β) Η θέση ενός σώματος πάνω σε μια επίπεδη επιφάνεια προσδιορίζεται από δύο μετρήσεις μήκους. Γ) Η θέση ενός σώματος στο χώρο προσδιορίζεται από τρεις μετρήσεις μήκους.

+++++

(η ανάρτηση συνεχίζεται)

## 2. Μετρήσεις Χρόνου – Η Ακρίβεια

Ειδικοί στόχοι

Επιδιώκεται οι μαθητές: να γνωρίσουν τι ονομάζουμε μέτρηση χρόνου – να αναγνωρίζουν και να κατονομάζουν τις διαφορετικές συσκευές (αναλογικές, ψηφιακές) μέτρησης του χρόνου – να πειραματιστούν και να καταλήξουν σε συμπεράσματα για την ακριβέστερη δυνατή μέτρηση του χρόνου κατά περίπτωση, σύμφωνα με τις απαιτήσεις και τα διατιθέμενα όργανα μέτρησης – να μετρούν το χρόνο χρησιμοποιώντας ορθά τα κατάλληλα χρονόμετρα και να υπολογίζουν τη μέση τιμή πολλαπλών μετρήσεων – να ενημερωθούν για τους ακριβέστερους δυνατούς τρόπους μέτρησης του χρόνου.

Εκτός των ειδικών στόχων ανά θεματική ενότητα, έχουν τεθεί και γενικοί στόχοι ανά μεθοδολογικό βήμα που συμπληρώνουν τον σκοπό του μαθήματος, αναφέρονται δε αναλυτικά στις "Οδηγίες για τον Εκπαιδευτικό".

### Φύλλο Εργασίας 2

για τον εκπαιδευτικό

#### **α. παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι / έναυσμα ενδιαφέροντος**

Παροτρύνονται οι μαθητές να συζητήσουν, με τη βοήθεια του/της εκπαιδευτικού, για το τι εννοούμε όταν ζητάμε τη μέτρηση χρόνου. Πράγματι, συνήθως ζητάμε τη χρονική διάρκεια που μεσολαβεί μεταξύ δύο γεγονότων ή μεταξύ της αρχής και του τέλους ενός γεγονότος. Δεν μετράμε τον απόλυτο χρόνο, αλλά το σχετικό χρόνο που έχει "περάσει" από την αρχή έως το τέλος της μέτρησης.

Συνεχίζοντας τη συζήτηση για τα φυσικά και μη μεγέθη, στο συμπληρωματικό ΦΕ 2+ υπάρχει αναφορά στον τρόπο μέτρησης του χρόνου στην αρχαία Ελλάδα με κλεψύδρες νερού. Επίσης, υπάρχει εναυσματική εικόνα στο ΦΕ 2 για τη μέτρηση του χρόνου με ηλιακά ρολόγια, τα οποία βέβαια μετρούν το χρόνο με μικρή ακρίβεια. Σχετικά με τη μέτρηση του χρόνου σήμερα, με βάση τις εναυσματικές εικόνες του ΦΕ 2 είναι δυνατόν να γίνει η διάκριση μεταξύ αναλογικών και ψηφιακών ρολογιών και του τρόπου λειτουργίας τους. Όσον αφορά στην ακρίβεια μέτρησης, φαίνεται στις εικόνες ότι τα συνήθη αναλογικά ρολόγια μετρούν το χρόνο με ακρίβεια δευτερολέπτου, ενώ τα περισσότερα ψηφιακά ρολόγια μετρούν το χρόνο με ακρίβεια εκατοστού του δευτερολέπτου. Στην επικαιροποίηση των σχετικών με τη μέτρηση του χρόνου πληροφοριών σημαντική –μπορεί να– είναι η συμβολή του/της εκπαιδευτικού.

#### **β. συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω / διατύπωση υποθέσεων**

Η συζήτηση των μαθητών ευκαίω είναι να καταλήξει σε υποθέσεις τους για την απαιτούμενη ακρίβεια στη μέτρηση του χρόνου σε διάφορες περιπτώσεις: Μεταξύ δύο επισκέψεων σου στον οφθαλμίατρο: ακρίβεια εβδομάδων ή μηνών (εκτός εκτάκτων προβλημάτων). Σε αγώνα δρόμου 100 μέτρων: ακρίβεια εκατοστού του δευτερολέπτου. Μιας διδακτικής "ώρας": ακρίβεια μερικών λεπτών. Δημιουργίας ενός γεωλογικού πετρώματος: ακρίβεια εκατομμυρίων ετών.

Όσον αφορά στην ακρίβεια των μετρήσεων του χρόνου, ευκαίω είναι οι μαθητές να υποθέσουν ότι αυτή εξαρτάται τόσο από τα όργανα μέτρησης και την ακρίβεια που παρέχουν (αντικειμενικός παράγοντας), όσο και από τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η μέτρηση από τον καθένα μας (υποκειμενικός παράγοντας).

#### **γ. ενεργώ, πειραματίζομαι / πειραματισμός**

Ο πειραματισμός γίνεται πολλές φορές, επαναληπτικά και συγχρόνως από πολλούς μαθητές. Όσοι χρησιμοποιούν αναλογικά ρολόγια με ακρίβεια δευτερολέπτου διαπιστώνουν από τις πρώτες μετρήσεις την περιορισμένη ακρίβειά τους στη μέτρηση του χρόνου, σε σχέση με αυτούς που χρησιμοποιούν ψηφιακά ρολόγια με ακρίβεια εκατοστού του δευτερολέπτου.

Παρατίθενται μερικές ενδεικτικές τιμές μετρήσεων με αναλογικό ρολόι ακρίβειας ενός δευτερολέπτου, οι οποίες αθροίζονται: 13 + 13 + 14 + 14 + 14 + 14 + 14 + 13 + 14 + 13

= 136 s. Με διαίρεση του αθροίσματος διά του αριθμού (10) των μετρήσεων προκύπτει:  $136 : 10 = 13,6$  s. Στρογγυλοποιώντας αυτή την τιμή, υπολογίζουμε τη μέση τιμή του χρόνου των ταλαντώσεων με ακρίβεια δευτερολέπτου (με όση δηλαδή ακρίβεια έγιναν οι μετρήσεις): 14 s

Παρατίθενται, επίσης, μερικές ενδεικτικές τιμές μετρήσεων με ψηφιακό ρολόι ακρίβειας εκατοστού του δευτερολέπτου, οι οποίες αθροίζονται:  $14,20 + 14,09 + 14,34 + 14,40 + 14,51 + 14,28 + 14,23 + 14,21 + 14,24 + 14,17 = 142,67$  s. Με διαίρεση του αθροίσματος διά του αριθμού (10) των μετρήσεων προκύπτει:  $142,67 : 10 = 14,267$  s. Στρογγυλοποιώντας αυτή την τιμή, υπολογίζουμε τη μέση τιμή του χρόνου των ταλαντώσεων με ακρίβεια εκατοστού του δευτερολέπτου (με όση δηλαδή ακρίβεια έγιναν οι μετρήσεις): 14,27 s .

Οι τιμές που έχουν μετρηθεί με ακρίβεια δευτερολέπτου διαφέρουν μεταξύ τους. Αν υποθεθεί ότι τα ρολόγια λειτουργούν σωστά, οι διαφορές πρέπει να οφείλονται στον τρόπο με τον οποίο ο κάθε μαθητής αντιδρά εγκαίρως και μετρά το χρόνο. Η μέση τιμή τους έχει υπολογιστεί, επίσης, με ακρίβεια δευτερολέπτου.

Οι τιμές που έχουν μετρηθεί με ακρίβεια εκατοστού του δευτερολέπτου διαφέρουν, επίσης, μεταξύ τους. Αν υποθεθεί ότι τα ρολόγια λειτουργούν σωστά, οι διαφορές πρέπει να οφείλονται και πάλι στον τρόπο με τον οποίο ο κάθε μαθητής αντιδρά εγκαίρως και μετρά το χρόνο. Η μέση τιμή τους έχει υπολογιστεί με ακρίβεια εκατοστού του δευτερολέπτου.

Συγκρίνοντας όμως τις παραπάνω μέσες τιμές: 14 s και 14,27 s διαπιστώνουμε ότι και αυτές διαφέρουν. Η μέση τιμή των μετρήσεων με ακρίβεια εκατοστού του δευτερολέπτου, όμως, έχει μετρηθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια και πρέπει να προσεγγίζει περισσότερο την "πραγματική" τιμή (που ποτέ δε γνωρίζουμε).

#### **δ. συμπεραίνω, καταγράφω / διατύπωση θεωρίας**

Πολλαπλές μετρήσεις του ίδιου χρόνου δίνουν διαφορετικές τιμές. Οι διαφορετικές τιμές είναι δυνατό να οφείλονται στη διαφορετική ακρίβεια κάθε οργάνου ή/και στον τρόπο μέτρησης κάθε πειραματιστή. Όσο μεγαλύτερη είναι η ακρίβεια του οργάνου που μετράει το χρόνο, τόσο μεγαλύτερη είναι και η ακρίβεια της μέτρησης. Επίσης, ο υπολογισμός της μέσης τιμής των μετρήσεων εξομαλύνει τις διαφορές. Η μέση τιμή πολλών μετρήσεων που έχουν γίνει με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια πλησιάζει περισσότερο στη ζητούμενη "πραγματική" τιμή του χρόνου.

#### **ε. εφαρμόζω, εξηγώ, γενικεύω / συνεχής έλεγχος**

*Οι παρακάτω προτεινόμενες απαντήσεις είναι ενδεικτικές και με κανέναν τρόπο δεν είναι δυνατόν να θεωρηθούν ως μοναδικές. Οποιοσδήποτε άλλες σωστές εναλλακτικές ή συμπληρωματικές απαντήσεις είναι αποδεκτές, κατά την κρίση του/της εκπαιδευτικού.*

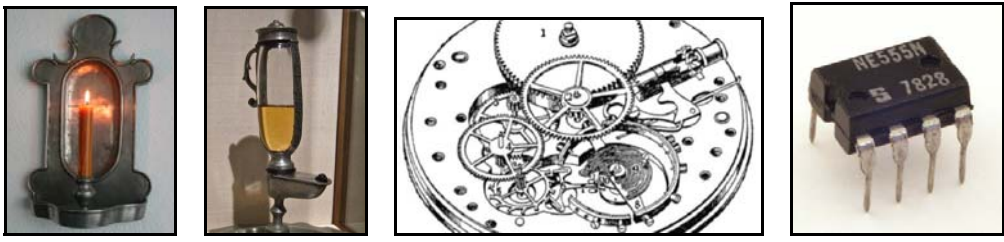
Συγκέντρωσε εικόνες και πληροφορίες για τη μέτρηση του χρόνου με άλλους τρόπους και όργανα.

Κατά το παρελθόν, για τη μέτρηση του χρόνου έχουν χρησιμοποιηθεί: Πέτρινες (συνήθως μεγαλιθικές και κυκλικές) κατασκευές με τις οποίες πιστεύεται ότι γινόταν πρόβλεψη των ισημεριών ή των ηλιοστασιών. Ηλιακά Ρολόγια που έδειχναν το χρόνο μέσω της σκιάς μιας στήλης. Κλεψύδρες νερού ή άμμου. Αναμμένα κεριά και καντήλια λαδιού, στα οποία μετρούσαν το μήκος του κεριού ή την ποσότητα του λαδιού, κá.

Σήμερα χρησιμοποιούνται κυρίως μηχανικά ρολόγια με γρανάζια, που κινούνται από ελατήρια ή βαρίδια και μερικές φορές έχουν εκκρεμές, αλλά και ηλεκτρονικά ρολόγια που λειτουργούν με κρυστάλλους χαλαζία και ηλεκτρονικά κυκλώματα.







Το ακριβέστερο όργανο μέτρησης του χρόνου στην εποχή μας είναι το "ατομικό ρολόι". Αναζήτησε πληροφορίες για τη λειτουργία του. Ποια είναι η ακρίβεια μέτρησης του χρόνου που επιτυγχάνουμε με αυτό;

Η ακρίβεια του είναι 0,00000000000000000001 δευτερόλεπτα. Η αρχή λειτουργίας του βασίζεται στην "ταλάντωση" ατόμων κασίου όταν σε αυτά προσπίπτει ακτινοβολία μικροκυμάτων (μετρά το χρόνο που κάνουν τα ηλεκτρόνια των ατόμων κασίου για να αλλάξουν επίπεδα ενέργειας όταν προσπίπτει σε αυτά ακτινοβολία μικροκυμάτων). Σε αυτή τη διαδικασία βασίζεται και ο ορισμός του δευτερολέπτου.

Συμπληρωματικό **Φύλλο Εργασίας 2 +** για τον εκπαιδευτικό

Δίνονται οι εξής πληροφορίες και ενδεικτικές απαντήσεις που αφορούν στο ΦΕ 2+.

+++++

Σχετικά με τη μέτρηση του φυσικού μεγέθους του χρόνου με κλειψύδρες νερού, έχουν δοθεί αρκετές πληροφορίες στο ΦΕ 2+

+++++

νανοδευτερόλεπτο (ns) = 0,000 000 001 s, μικροδευτερόλεπτο (μs) = 0,000 001 s, χιλιοστό του δευτερολέπτου (ms) = 0,001 s, λεπτό (min) = 60 s, ώρα (h) = 60 min = 3600 s, ημέρα (d) = 24 h, έτος (γ) = 365 d

+++++

Το σύμπαν δημιουργήθηκε, σύμφωνα με μια υπόθεση της επιστήμης που βασίζεται στο νόμο  $E=mc^2$ , πριν από περίπου 14 δισεκατομμύρια έτη. Η ζωή στη γη δημιουργήθηκε, σύμφωνα με τις υποθέσεις της επιστήμης, πριν από περίπου 3,5 δισεκατομμύρια έτη.

Η μέτρηση του χρόνου με μηχανικά ρολόγια ακριβείας άρχισε μετά το 1200, ενώ οι διεθνείς μονάδες χρόνου καθιερώθηκαν το 1967.

+++++

Από έναν πειραματισμό με μέτρηση του μήκους (σε cm) ενός θρανίου από 10 μαθητές, διαδοχικά, οι οποίοι μετρούν κάθε φορά και το χρόνο κύλισης (σε s) μιας μπαταρίας είναι δυνατό να ληφθούν οι εξής ενδεικτικές τιμές, από τις οποίες υπολογίζονται 10 διαφορετικές τιμές της μέσης ταχύτητας (σε cm/s):  $118,8 : 2,00 = 59,4$  cm/s,  $118,9 : 1,86 = 63,9$  cm/s,  $119,5 : 1,93 = 61,9$  cm/s,  $118,7 : 1,89 = 62,8$  cm/s,  $118,7 : 1,98 = 59,9$  cm/s,  $118,8 : 2,04 = 58,2$  cm/s,  $118,9 : 1,87 = 63,6$  cm/s,  $119,0 : 1,90 = 62,6$  cm/s,  $119,1 : 1,98 = 60,2$  cm/s,  $118,7 : 2,01 = 59,1$  cm/s. Από αυτές υπολογίζεται η μέση τιμή της μέσης ταχύτητας (σε cm/s): αθροίζονται οι 10 μέσες τιμές  $59,4 + 63,9 + 61,9 + 62,8 + 59,9 + 58,2 + 63,6 + 62,6 + 60,2 + 59,1 = 611,6$  και το άθροισμα διαιρείται διά του αριθμού των τιμών:  $611,6 : 10 = 61,2$  cm/s (με στρογγυλοποίηση).

+++++

Ταχύτητα φωτός:  $1.080.000.000 \text{ km/h} = 300.000 \text{ km/s}$

Ταχύτητα μαραθωνοδρόμου:  $45 \text{ km} : 2 \text{ h } 08 \text{ min} = 21,13 \text{ km/h} = 0,006 \text{ km/s}$

Ταχύτητα δρομέα 100 μέτρων:  $100 \text{ m} : 9,58 \text{ s} = 10,44 \text{ m/s} = 37,58 \text{ km/h} = 0,01 \text{ km/s}$

Ταχύτητα του ήχου στον αέρα:  $340 \text{ m/s} = 1224 \text{ km/h} = 0,34 \text{ km/s}$

Ταχύτητα αγωνιστικού αυτοκινήτου:  $370 \text{ km/h} = 0,1 \text{ km/s}$

Ταχύτητα διαφυγής πυραύλου από τη γη: περίπου  $40.000 \text{ km/h} = 11,1 \text{ km/s}$

Ταχύτητα διαστημοπλοίου Voyager 1: περίπου  $60.000 \text{ km/h} = 16,7 \text{ km/s}$

+++++

Ο χρόνος που μεσολαβεί για να φθάσει το φως του Ήλιου στη Γη, όταν η απόστασή τους είναι  $150.000.000 \text{ km}$ , είναι:  $150.000.000 \text{ km} : 300.000 \text{ km/s} = 500 \text{ s} \approx 8,33 \text{ min}$ .

Ο χρόνος που μεσολαβεί από τη στιγμή που ένα τηλεκατευθυνόμενο διαστημικό όχημα στέλνει μηνύματα με την ταχύτητα του φωτός από την επιφάνεια του πλανήτη Άρη έως ότου λάβει οδηγίες από τη Γη, όταν η απόσταση Άρη-Γης είναι  $318.000.000 \text{ km}$ , είναι:  $2 \times 318.000.000 \text{ km} = 636.000.000 \text{ km} \rightarrow 636.000.000 \text{ km} : 300.000 \text{ km/s} = 2120 \text{ s} \approx 35,33 \text{ min}$ .

Αν, σύμφωνα με την επιστήμη, το πλησιέστερο στη Γη μας ουράνιο σώμα, στο οποίο μπορεί να υπάρχει ζωή, είναι μερικές εκατοντάδες έτη φωτός, για παράδειγμα 500, η διάρκεια του ταξιδιού με επιστροφή, ενός διαστημοπλοίου που θα είχε ακόμη και ταχύτητα ίση με την ταχύτητα του φωτός (!) θα ήταν 1000 έτη.

Αν η ταχύτητά του διαστημοπλοίου θα ήταν ίση με αυτή του διαστημοπλοίου Voyager 1, η διάρκεια του ταξιδιού με επιστροφή θα ήταν πολύ πολύ μεγαλύτερη ...

+++++

(η ανάρτηση συνεχίζεται)

### 3. Μετρήσεις Μάζας – Τα Διαγράμματα

Ειδικοί στόχοι

Επιδιώκεται οι μαθητές: να διακρίνουν το φυσικό μέγεθος μάζα από το φυσικό μέγεθος βάρος – να γνωρίσουν πειραματικά τον τρόπο μέτρησης της μάζας και τον τρόπο υπολογισμού του βάρους ενός σώματος με τη χρήση ζυγού και δυναμόμετρου, με τις σωστές μονάδες – να εξοικειωθούν με την κατασκευή και χειρισμό αυτοσχέδιου ζυγού και τη βαθμονόμηση αυτοσχέδιου δυναμόμετρου – να συμπληρώνουν και να χρησιμοποιούν διαγράμματα επιμήκυνσης – μάζας.

Εκτός των ειδικών στόχων ανά θεματική ενότητα, έχουν τεθεί και γενικοί στόχοι ανά μεθοδολογικό βήμα που συμπληρώνουν τον σκοπό του μαθήματος, αναφέρονται δε αναλυτικά στις "Οδηγίες για τον Εκπαιδευτικό".

#### Φύλλο Εργασίας 3

για τον εκπαιδευτικό

#### α. παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι / έναυσμα ενδιαφέροντος

Παροτρύνονται οι μαθητές να συζητήσουν, με τη βοήθεια του/της εκπαιδευτικού, για τα φυσικά μεγέθη μάζα και βάρος. Προηγουμένως, συνεχίζοντας τη συζήτηση για τα φυσικά και μη μεγέθη, προτείνεται η συζήτηση να ξεκινήσει με μια αναφορά στον τρόπο μέτρησης της μάζας στην αρχαία Ελλάδα αλλά και στη λανθασμένη αντίληψη που υπήρχε τότε για τη δυνατότητα μέτρησης των "ψυχών" (βλ. ΦΕ 3+). Ακόμη, προτείνεται μια έρευνα και αναφορά στους παγκόσμιους νόμους όπως παρουσιάζονται σε πολλά λογοτεχνικά ή και εικαστικά έργα. Προτείνεται η συζήτηση στη συνέχεια να επικεντρωθεί στο απόσπασμα από το βιβλίο του δημοτικού σχολείου "Άλλο μάζα κι άλλο βάρος!" και η άντληση της σχετικής πληροφορίας να είναι η μεγαλύτερη δυνατή. Στη συμπλήρωση της πληροφορίας σημαντική –μπορεί να– είναι η συμβολή του/της εκπαιδευτικού. (Ο προτεινόμενος πολλαπλασιασμός της μάζας, σε χιλιόγραμμα, επί τον καθαρό αριθμό 9,8 για τον υπολογισμό του βάρους, σε Newton, φαίνεται μηχανιστικός, αλλά αναγκαίος για προφανείς λόγους, πρέπει δε να συνοδεύεται από την υπόμνηση ότι η πλήρης μελέτη της βαρύτητας θα ακολουθήσει σε άλλες τάξεις ...)

#### β. συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω / διατύπωση υποθέσεων

Οι μαθητές αναμένεται να αναφερθούν στο ζυγό και στο δυναμόμετρο, ως τρόπους μέτρησης ή υπολογισμού της μάζας και του βάρους. Ευκαταίο είναι να καταλήξουν στην υπόθεση ότι στην καθημερινή γλώσσα γίνεται σύγχυση μεταξύ μάζας και βάρους, καθώς και των μονάδων τους. Αναφερόμαστε στο βάρος των σωμάτων ενώ εννοούμε τη μάζα τους, δεδομένου ότι χρησιμοποιούμε μονάδες μάζας (συνήθως, γραμμάρια ή χιλιόγραμμα). Ευκαταίο είναι να καταλήξουν σε υποθέσεις για τη μέτρηση της μάζας με την ισορροπία των ζυγών ή με την επιμήκυνση δυναμομέτρων, καθώς και για τον υπολογισμό του βάρους. Επισημαίνεται ότι πολλά από τα δυναμόμετρα είναι βαθμολογημένα σε μονάδες βάρους και μετράνε κατευθείαν το βάρος.

Είναι χρήσιμο ο εκπαιδευτικός να υπονοήσει ότι πρέπει να χρησιμοποιείται ένας εύκολος και γρήγορος τρόπος (υπονοώντας ασφαλώς τα σχετικά διαγράμματα, τα οποία θα μελετηθούν και θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια) για τη μετατροπή των τιμών ενός μεγέθους σε τιμές άλλου μεγέθους, όταν αυτά τα δύο μεγέθη σχετίζονται μεταξύ τους. Για παράδειγμα, μπορεί να αναφέρει την περίπτωση της μάζας των σωμάτων με την επιμήκυνση των δυναμομέτρων που προκαλεί, καθώς και την περίπτωση της μετατροπής των τιμών της μάζας σε τιμές βάρους των σωμάτων.

#### γ. ενεργώ, πειραματίζομαι / πειραματισμός

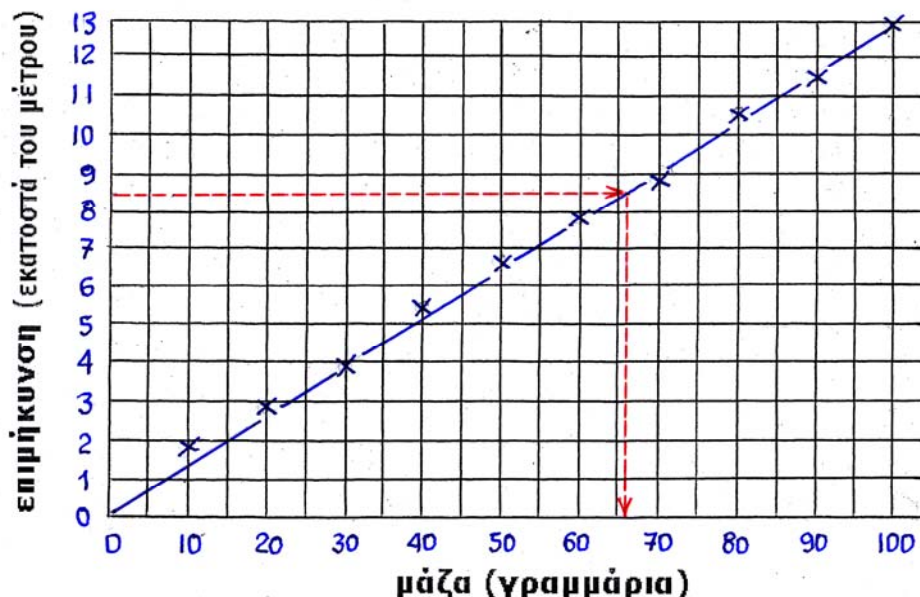
Πείραμα 1: Το άθροισμα των τιμών που αναγράφονται ανάγλυφα στα σταθμά που χρησιμοποιήθηκαν για την ισορροπία σε οριζόντια θέση του ζυγού είναι η μάζα του σώματος που ζυγίστηκε. Ο υπολογισμός του βάρους του (σε Newton) γίνεται με τον πολλαπλασιασμό



της τιμής της μάζας (σε χιλιόγραμμα) επί 9,8. Εναλλακτικά, μπορεί να υπολογιστεί από το άθροισμα των βαρών των σταθμών ζύγισης που χρησιμοποιήθηκαν. Ενδεικτικά, το βάρος των σταθμών ζύγισης υπολογίζεται από τις τιμές των μαζών τους: 1 γραμμάρια = 1 : 1000 χιλιόγραμμα = 0,001 χιλιόγραμμα  $\rightarrow$  0,001 χιλιόγραμμα  $\times$  9,8 = 0,0098 Newton, 2 γραμμάρια = 2 : 1000 χιλιόγραμμα = 0,002 χιλιόγραμμα  $\rightarrow$  0,002 χιλιόγραμμα  $\times$  9,8 = 0,0196 Newton, 5 γραμμάρια = 5 : 1000 χιλιόγραμμα = 0,005 χιλιόγραμμα  $\rightarrow$  0,005 χιλιόγραμμα  $\times$  9,8 = 0,049 Newton, 10 γραμμάρια = 10 : 1000 χιλιόγραμμα = 0,01 χιλιόγραμμα  $\rightarrow$  0,01 χιλιόγραμμα  $\times$  9,8 = 0,098 Newton, ..., 50 γραμμάρια = 50 : 1000 χιλιόγραμμα = 0,05 χιλιόγραμμα  $\rightarrow$  0,05 χιλιόγραμμα  $\times$  9,8 = 0,49 Newton, 100 γραμμάρια = 100 : 1000 χιλιόγραμμα = 0,1 χιλιόγραμμα  $\rightarrow$  0,1 χιλιόγραμμα  $\times$  9,8 = 0,98 Newton κ.ο.κ.

Πείραμα 2: Από τις ακόλουθες ενδεικτικές πειραματικές τιμές μάζας (σε γραμμάρια) και επιμήκυνσης (σε εκατοστά του μέτρου): (10 και 1,9), (20 και 2,9), (30 και 3,9), (40 και 5,4), (50 και 6,7), (60 και 7,9), (70 και 8,9), (80 και 10,6), (90 και 11,40), (100 και 13) προκύπτει το παρακάτω ενδεικτικό διάγραμμα. Εξυπακούεται ότι αν ελεγχθεί το σημείο ισορροπίας χωρίς σταθμά (0 και 0) πρέπει να περιληφθεί στο διάγραμμα. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να επισημάνει ότι σπάνια μια γραμμή που προκύπτει από πειραματικές μετρήσεις «περνάει» από όλα τα σημεία, πρέπει όμως να περνάει «ανάμεσά» του κατά το δυνατό (υπόμνηση, όχι απαραίτητα, της θεωρίας ελαχίστων τετραγώνων).

### Διάγραμμα επιμήκυνσης - μάζας



Από την παρατήρηση των μετρήσεων και του διαγράμματος διαπιστώνεται ότι όσο περισσότερα σταθμά βάζουμε στο πιατάκι, τόσο περισσότερο επιμηκύνεται το ελατήριο. Για διπλάσια σταθμά η επιμήκυνση είναι περίπου διπλάσια, κ.ο.κ. Η ευθεία γραμμή που σχεδιάστηκε εκφράζει γραφιστικά το νόμο του Hooke. Είναι χρήσιμο να επισημανθεί –και αυτό μπορεί να επιβεβαιωθεί πειραματικά– ότι η κλίση της ευθείας που σχεδιάστηκε εξαρτάται από το ελατήριο που χρησιμοποιήθηκε. Η κλίση είναι μικρότερη όσο το ελατήριο είναι "σκληρότερο".

Επισημάνση: Αν αφαιρώντας όλα τα σταθμά που έχουν τοποθετηθεί στο πιατάκι του αυτοσχέδιου δυναμόμετρου το σημείο που δένεται το πιατάκι με το ελατήριο δεν επανέλθει στην αρχή (τιμή 0) της μετροταινίας, αυτό σημαίνει ότι το ελατήριο ξεπέρασε το "όριο ελαστικότητας" και παραμορφώθηκε μόνιμα. Οι μετρήσεις πρέπει να επαναληφθούν, χρησιμοποιώντας λιγότερα σταθμά, ώστε το βάρος τους να μην παραμορφώσει ξανά μόνιμα το ελατήριο.

Πείραμα 3: Από το παραπάνω ενδεικτικό διάγραμμα (σύροντας κόκκινες, οριζόντιες και κάθετες στους άξονες, γραμμές, σύμφωνα με τις οδηγίες) από την ενδεικτική τιμή της επιμήκυνσης του ελατηρίου 8,5 εκατοστά προκύπτει η αντίστοιχη τιμή 66 γραμμάρια της μάζας. Το βάρος υπολογίζεται: 66 γραμμάρια = 0,066 χιλιόγραμμα  $\rightarrow$  0,066 χιλιόγραμμα  $\times$  9,8 = 0,65 Newton.

### δ. συμπεραίνω, καταγράφω / διατύπωση θεωρίας

Τα παρακάτω ενδεικτικά συμπεράσματα προκύπτουν από τα πειράματα:

Τη μάζα των σωμάτων συνήθως τη μετράμε με ζυγό, συγκρίνοντάς τη με τη συνολική μάζα των σταθμών που ισορροπούν το ζυγό.

Επίσης, η μάζα μπορεί να μετρηθεί και με δυναμόμετρο, συγκρίνοντας την επιμήκυνσή του κατά τη μέτρηση με την επιμήκυνση που προκαλούν σταθμά γνωστής μάζας, αφού οι επιμηκύνσεις του δυναμόμετρου είναι ανάλογες με τις μάζες των σωμάτων που τις προκαλούν.

Το βάρος των σωμάτων είναι δυνατόν να υπολογιστεί από τη μάζα τους.

Από το πείραμα 3 προκύπτει, επίσης, ως συμπέρασμα ότι η σχεδίαση διαγραμμάτων είναι χρήσιμη, αφού από τις μετρούμενες τιμές ενός από τα φυσικά μεγέθη που συσχετίζονται είναι δυνατό να υπολογιστούν οι αντίστοιχες τιμές του άλλου.

### ε. εφαρμόζω, εξηγώ, γενικεύω / συνεχής έλεγχος.

*Οι παρακάτω προτεινόμενες απαντήσεις είναι ενδεικτικές και με κανέναν τρόπο δεν είναι δυνατόν να θεωρηθούν ως μοναδικές ή δεσμευτικές. Οποιοσδήποτε άλλες σωστές εναλλακτικές ή συμπληρωματικές απαντήσεις είναι αποδεκτές, κατά την κρίση του/της εκπαιδευτικού.*

Συγκέντρωσε πληροφορίες για τη μέτρηση της μάζας με άλλους τρόπους και όργανα:

Η μάζα ενός αντικειμένου μπορεί να μετρηθεί με ηλεκτρονικές ζυγαριές μέσω της παραμόρφωσης ενός κρυστάλλου. Επίσης, από τη μέτρηση του χρόνου ταλάντωσής του όταν προσαρτάται σε ένα ελατήριο και εξαναγκάζεται σε ταλάντωση.

Η μέτρηση της μάζας των άστρων γίνεται από τη μέτρηση του μήκους και της περιόδου της τροχιάς τους.

Πολλές φορές η μάζα των σωματιδίων του μικρόκοσμου υπολογίζεται με τη μέτρηση της ενέργειας τους και με βάση την αρχή της ισοδυναμίας μάζας – ενέργειας.

Συμπληρωματικό <b>Φύλλο Εργασίας 3 +</b> για τον εκπαιδευτικό
---

Δίνονται πληροφορίες και ενδεικτικές απαντήσεις που αφορούν στο ΦΕ 3+.

+++++

Με την κατασκευή και τη λειτουργία του προτεινόμενου αυτοσχέδιου ζυγού, με βάση τον αριθμό και τις θέσεις των νομισμάτων που ισορροπούν στις δύο πρώτες περιπτώσεις:

$$4 \text{ νομίσματα} \times 2 \text{ υποδιαιρέσεις} = 2 \text{ νομίσματα} \times 4 \text{ υποδιαιρέσεις}$$

$$3 \text{ νομίσματα} \times 2 \text{ υποδιαιρέσεις} = 2 \text{ νομίσματα} \times 3 \text{ υποδιαιρέσεις}$$

ο εκπαιδευτικός μπορεί να επισημάνει την ισότητα των γινομένων, αριστερά και δεξιά, για να κάνει μια εισαγωγή του "θεωρήματος των ροπών", χωρίς να το κατονομάσει απαραίτητα.

Με βάση την επισημάνση αυτή, οι μαθητές υπολογίζουν και προβλέπουν με πόσους τρόπους ο ζυγός ισορροπεί στην τρίτη περίπτωση:

$$6 \text{ νομίσματα} \times 1 \text{ υποδιείρεση} = 2 \text{ νομίσματα} \times 3 \text{ υποδιαιρέσεις}$$

$$= 3 \text{ νομίσματα} \times 2 \text{ υποδιαιρέσεις}$$

$$= 1 \text{ νόμισμα} \times 6 \text{ υποδιαιρέσεις}$$

Η ισότητα των γινομένων αριστερά και δεξιά που απαιτείται για την ισορροπία του ζυγού είναι το αναμενόμενο συμπέρασμα.

Αν αντί των νομισμάτων χρησιμοποιηθούν σταθμά ζύγισης, είναι εύκολο να μετρηθεί η μάζα αντικειμένων.

+++++

χιλιόγραμμα (kg) = 1.000 g

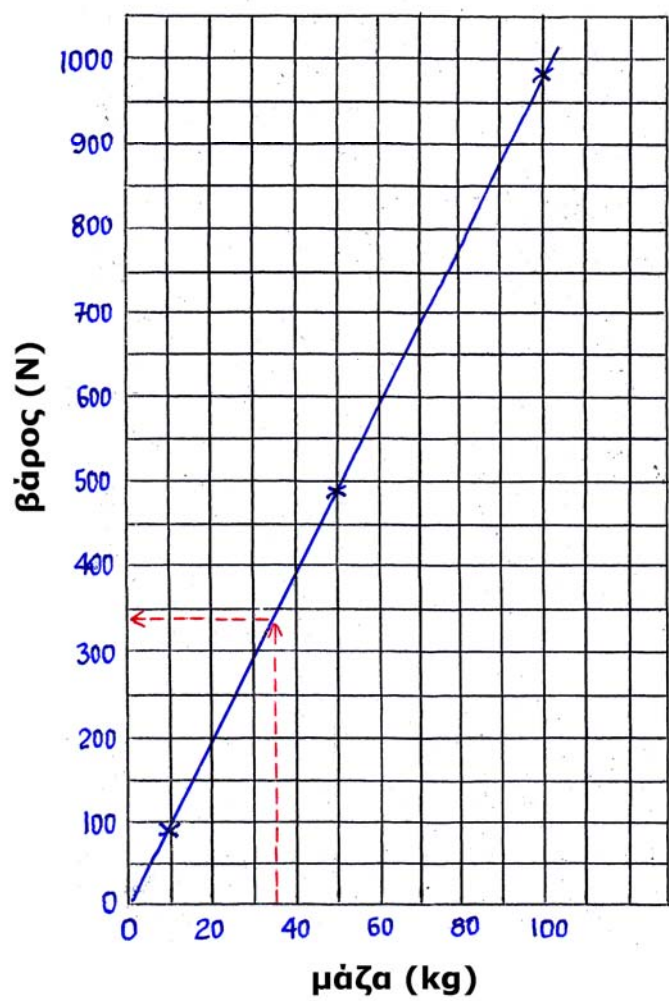
οκά = 1.282,9 g, με υποδιαίρεση τα δράμια (400)

+++++

μάζα (σε χιλιόγραμμα)	βάρος (σε Newton)
0	0
0,01	0,1
0,5	4,9
1	9,8
5	49
10	98
50	490
100	980

Για τη σχεδίαση του διαγράμματος επιλέγουμε μόνο μερικά από τα ζευγάρια τιμών, αφού διαπιστώσουμε ότι θα σύρουμε μία ευθεία γραμμή.

**διάγραμμα βάρους - μάζας**



Από το διάγραμμα, με τη διαδικασία που φαίνεται με τις κόκκινες γραμμές, το βάρος του σώματος με μάζα 35 kg προκύπτει ότι είναι 340 N. Συγκρίνοντας το αποτέλεσμα αυτό με

τη θεωρητική τιμή:  $35 \text{ kg} \times 9,8 = 343 \text{ N}$ , προκύπτει ότι τα διαγράμματα συνήθως δίνουν τιμές προσεγγιστικές, ανάλογα με τη σχεδίασή τους.

+++++

Από τα πειράματα με τον αυτοσχέδιο ζυγό / κρεμάστρα προκύπτουν ως συμπεράσματα ότι:  
Δύο σώματα μπορεί να έχουν διαφορετικό όγκο, αλλά ίδια μάζα.

Όταν αλλάζει στο σχήμα του αντικειμένου, δεν αλλάζει η μάζα του.

Δύο σώματα μπορεί να έχουν ίδιο όγκο και σχήμα, αλλά διαφορετική μάζα.

Ο συγκεκριμένος πειραματισμός που οδηγεί σε αυτά τα συμπεράσματα έχει στόχο την προετοιμασία της μελέτης και τον ορισμό του φυσικού μεγέθους πυκνότητας.

+++++

Οι μαθητές εύκολα συμπεραίνουν ότι τα σώματα με μικρότερη πυκνότητα αυτής του νερού επιπλέουν στο νερό.

+++++

Ο Αρχιμήδης (τον 3<sup>ο</sup> αι. π.Χ.) βρήκε ότι ένα στερεό σώμα που βυθίζεται στο νερό χάνει τόσο βάρος όσο είναι το βάρος του νερού που εκτοπίζεται από το σώμα (αρχή του Αρχιμήδη). Έτσι, επιπλέουν τα σώματα που έχουν μικρότερη πυκνότητα από το νερό και βυθίζονται τα σώματα που έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα από το νερό.

+++++

(η ανάρτηση συνεχίζεται)

## 4. Μετρήσεις Θερμοκρασίας – Η Βαθμονόμηση

Ειδικοί στόχοι

Επιδιώκεται οι μαθητές: να αντιληφθούν τη διαφορά μεταξύ της εκτίμησης και της μέτρησης του φυσικού μεγέθους θερμοκρασία – να διαπιστώσουν με πειραματισμό την ανάγκη ακριβούς μέτρησης της θερμοκρασίας κατά περίπτωση και να καταλήξουν σε συμπεράσματα για τον τρόπο μέτρησής της με ακρίβεια – να κατανοήσουν την αρχή λειτουργίας και τον τρόπο βαθμονόμησης του θερμομέτρου – να ενημερωθούν για εναλλακτικούς τρόπους μέτρησης της θερμοκρασίας και να αμφισβητούν τις εκτιμήσεις ή τις μετρήσεις της θερμοκρασίας χωρίς τη χρήση κατάλληλων οργάνων και κανόνων μέτρησης – να πραγματοποιούν με ορθό τρόπο μετρήσεις θερμοκρασίας.

Εκτός των ειδικών στόχων ανά θεματική ενότητα, έχουν τεθεί και γενικοί στόχοι ανά μεθοδολογικό βήμα που συμπληρώνουν τον σκοπό του μαθήματος, αναφέρονται δε αναλυτικά στις "Οδηγίες για τον Εκπαιδευτικό".

### Φύλλο Εργασίας 4

για τον εκπαιδευτικό

#### **α. παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι / έναυσμα ενδιαφέροντος**

Στην περίπτωση της εναυσματικής εικόνας αριστερά γίνεται μέτρηση –με ακρίβεια– της θερμοκρασίας με χρήση θερμομέτρου, ενώ στην περίπτωση της εικόνας δεξιά γίνεται προσπάθεια εκτίμησης –κατά προσέγγιση– της θερμοκρασίας με επαφή του χεριού (συγκρίνοντας τη θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος με την εκτιμώμενη και βασιζόμενοι στην εμπειρία μας). Στο συμπληρωματικό ΦΕ 4+ δίνονται εναύσματα και παραδείγματα / πειράματα για περαιτέρω συζήτηση όχι μόνο για την κατά προσέγγιση εκτίμηση της θερμοκρασίας με το σώμα μας, αλλά και για την υποκειμενικότητα αυτής της εκτίμησης.

#### **β. συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω / διατύπωση υποθέσεων**

Όμως, και οι μετρήσεις της θερμοκρασίας με θερμομόμετρο δεν είναι πάντα ακριβείς. Η συζήτηση είναι ευκαίριο να καταλήξει, με τη βοήθεια του/της εκπαιδευτικού, ότι μια λανθασμένη μέτρηση της θερμοκρασίας είναι δυνατόν να οφείλεται στο θερμομόμετρο που χρησιμοποιούμε ή στον τρόπο με τον οποίο μετράμε.

Το θερμομόμετρο μπορεί να δυσλειτουργεί λόγω κακής κατασκευής του ή λόγω κακής βαθμονόμησης του, δηλαδή οι ενδείξεις του μπορεί να μην είναι στις σωστές θέσεις ή η χάραξη της κλίμακας του να είναι λανθασμένη (πχ. οι γραμμές να μην ισαπέχουν κτλ.). Από το μάθημα των Φυσικών στο δημοτικό σχολείο οι μαθητές γνωρίζουν ότι το 0 της κλίμακας Κελσίου (Celsius) αντιστοιχεί στη θερμοκρασία πήξης του νερού, ενώ το 100 της κλίμακας αντιστοιχεί στη θερμοκρασία βρασμού του νερού.

Πιθανότατα, όμως, μια λανθασμένη μέτρηση της θερμοκρασίας οφείλεται στον τρόπο με τον οποίο εμείς κάναμε τη μέτρηση.

#### **γ. ενεργώ, πειραματίζομαι / πειραματισμός**

Πείραμα 1 (για τον έλεγχο του θερμομέτρου)

Ανάλογα με τα διαθέσιμα θερμομόμετρα οιοπνεύματος, οι μαθητές είναι δυνατό να χωριστούν σε ισάριθμες ομάδες και να καλύψουν τις ενδείξεις (γραμμές και αριθμούς) με χαρτί και αυτοκόλλητο διαφανές πλαστικό, όπως αναφέρεται στις οδηγίες. Είναι προφανές ότι η κλίση με την οποία φαίνεται στην αντίστοιχη εικόνα να τοποθετείται το θερμομόμετρο στο νερό που βράζει επιβάλλεται για να αποφεύγεται –κατά το δυνατό– η υγροποίηση των ατμών επάνω στο πλαστικό κάλυμμα του θερμομέτρου. Η σημείωση (με ανεξίτηλο μαρκαδόρο) των γραμμών που αντιστοιχούν στις θερμοκρασίες 0 °C και 100 °C είναι εύκολη στο πλαστικό (αφού σκουπιστεί). Πιο δύσκολη είναι η διαμέριση της μεταξύ τους απόστασης σε

100 (ή 10) ίσα διαστήματα, όμως ζητούμενο του πειράματος είναι όχι η ακριβής βαθμονόμηση του θερμομέτρου, αλλά η διερεύνηση του τρόπου και της διαδικασίας της. Εύκολα όμως, με αυτό το πείραμα, διαπιστώνουν οι μαθητές την αρχή λειτουργίας των χρησιμοποιούμενων θερμομέτρων οινοπνεύματος, συνδέοντας την αύξηση / μείωση της θερμοκρασίας με τη διαστολή / συστολή του οινοπνεύματος.

Εξυπακούεται ότι είναι ευκαταίω οι μαθητές να συγκρίνουν στη συνέχεια τη βαθμονόμησή τους με αυτή του κατασκευαστή του θερμομέτρου, πρέπει όμως να αναφερθεί από τον εκπαιδευτικό ότι οι μετρήσεις της θερμοκρασίας της πήξης και του βρασμού του νερού είναι ακριβέστερες όταν χρησιμοποιούμε απεσταγμένο (χωρίς άλατα) νερό. Εξάλλου, ζητούμενο του πειράματος είναι όχι η ακριβής βαθμονόμηση και διόρθωση του θερμομέτρου, αλλά η διερεύνηση του τρόπου και της διαδικασίας της.

Η διαδικασία της βαθμονόμησης θερμομέτρων (ή ρολογιών) είναι δυνατό να επαναληφθεί από τους μαθητές, όχι κάνοντας έναν πλήρη πίνακα ενδείξεων, αλλά συγκρίνοντας τις ενδείξεις άλλων θερμομέτρων (ή ρολογιών) με θερμομέτρα (ή ρολόγια) που θεωρούνται ακριβή και διορθώνοντάς τα, κατά περίπτωση. Πχ., αν διαπιστωθεί ότι το θερμοόμετρο (ή το ρολόι) μας δείχνει μικρότερες τιμές, να τις διορθώσουν προσθέτοντας ό,τι πρέπει.

Πείραμα 2 (για την έρευνα του τρόπου μέτρησης)

Κατά τη διεξαγωγή του πειράματος, είναι χρήσιμο να αναφερθεί από τον εκπαιδευτικό ο όρος "παράλλαξη" που αποδίδει το σφάλμα ανάγνωσης λόγω εσφαλμένης οπτικής γωνίας (γωνία μέτρησης) και το γεγονός του επηρεασμού των ενδείξεων ενός θερμομέτρου με την αναπνοή μας ή το χέρι μας που απρόσεκτα ακουμπάμε σε αυτό. Είναι προφανές ότι στη δεύτερη εικόνα γίνεται η σωστότερη –και γι' αυτό αναμένουμε να είναι πιο ακριβής– μέτρηση. Ευκαταίω είναι ο εκπαιδευτικός να αναφέρει ότι σε αυτή την περίπτωση ο παρατηρητής κοιτάζει το θερμοόμετρο κάθετα προς αυτό. Τότε η γωνία μέτρησης είναι 90 μοιρών (90°).

#### **δ. συμπεραίνω, καταγράφω / διατύπωση θεωρίας**

Από το Πείραμα 1

Οι μετρήσεις θερμοκρασίας είναι δυνατό να δίνουν λανθασμένες τιμές της, λόγω κακής κατασκευής ή κακής βαθμονόμησης του θερμομέτρου που χρησιμοποιείται. Η βαθμονόμηση των θερμομέτρων γίνεται με βάση κάποιες τιμές αναφοράς (φυσικές σταθερές), όπως η θερμοκρασία πήξης και βρασμού του νερού.

Όταν απαιτούνται ακριβείς μετρήσεις θερμοκρασίας, πρέπει να ελέγχουμε το θερμοόμετρό μας και να διορθώνουμε τις τιμές του, αν χρειάζεται.

Από το Πείραμα 2

Οι μετρήσεις θερμοκρασίας είναι δυνατό να δίνουν λανθασμένες τιμές της και λόγω κακής μέτρησης από εμάς. Η απόσταση και η γωνία μέτρησης είναι οι σημαντικότεροι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τις μετρήσεις μας. Συγκεκριμένα:

- η απόσταση παρατήρησης να είναι τέτοια ώστε η τιμή του θερμομέτρου να μην επηρεάζεται από την αναπνοή μας ή από το άγγιγμά μας
- η παρατήρηση να γίνεται κάθετα προς το θερμοόμετρο (η γωνία παρατήρησης σε σχέση με το θερμοόμετρο να είναι 90°)

#### **ε. εφαρμόζω, εξηγώ, γενικεύω / συνεχής έλεγχος.**

*Οι παρακάτω προτεινόμενες απαντήσεις είναι ενδεικτικές και με κανέναν τρόπο δεν είναι δυνατόν να θεωρηθούν ως μοναδικές ή δεσμευτικές. Οποιοσδήποτε άλλες σωστές εναλλακτικές ή συμπληρωματικές απαντήσεις είναι αποδεκτές, κατά την κρίση του/της εκπαιδευτικού.*

Συγκέντρωσε εικόνες και πληροφορίες για τη μέτρηση της θερμοκρασίας με άλλα όργανα και άλλους τρόπους:

Τα συνηθισμένα θερμόμετρα οιοπνεύματος (και υδραργύρου, τα οποία όμως πρέπει να χρησιμοποιούνται με μεγάλη προσοχή, γιατί ο υδράργυρος είναι επικίνδυνος για την υγεία μας, αν σπάσει το θερμόμετρο) λειτουργούν με βάση τη διαστολή ή συστολή των υλικών, όταν θερμαίνονται ή ψύχονται, όπως διαπιστώθηκε με το πείραμα 1. Άλλα θερμόμετρα λειτουργούν μετρώντας την ηλεκτρική αγωγιμότητα ενός μετάλλου (κοινά ψηφιακά θερμόμετρα) ή την πυκνότητα ενός υγρού (θερμόμετρο Γαλιλαίου).

Η μέτρηση της θερμοκρασίας μπορεί να γίνει και με τη μέτρηση της ακτινοβολίας που εκπέμπουν τα σώματα λόγω της θερμοκρασίας τους, με τη χρήση υπέρυθρων αισθητήρων (πυρόμετρα, θερμοκάμερες κ.α.).

Συγκέντρωσε εικόνες και πληροφορίες για τη λειτουργία της θερμοκάμερας, τις δυνατότητές της και τις εφαρμογές της. Πρότεινε εξειδικευμένες εφαρμογές της στα πειράματα φυσικών επιστημών.

Η θερμοκάμερα σχηματίζει εικόνες με τη χρήση υπέρυθρης ακτινοβολίας, όπως οι συνηθισμένες κάμερες σχηματίζουν εικόνες χρησιμοποιώντας την ορατή ακτινοβολία. Με τη θερμοκάμερα μπορούμε να μετρήσουμε με μεγάλη ακρίβεια τη θερμοκρασία από απόσταση, καθώς και τη θερμοκρασία διαφόρων περιοχών ενός αντικειμένου. Χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της θερμικής μόνωσης κτιρίων, για τη μέτρηση θερμοκρασίας ατόμων από μακριά (για διάσωση, για καταπολέμηση της εξάπλωσης ιών κ.α.), για τη μέτρηση της θερμοκρασίας εξαρτημάτων μηχανών σε ώρα λειτουργίας, για την ανίχνευση διαρροών πετρελαίου καθώς και τον εντοπισμό παγόβουνων.

Σε ένα εκπαιδευτικό εργαστήριο φυσικών επιστημών, η θερμοκάμερα μπορεί να εντοπίσει περιοχές διαφορετικής θερμοκρασίας σε πειράματα τριβής στερεών σωμάτων, ηλεκτρικών κυκλωμάτων, χημικών αντιδράσεων κτλ.

Συμπληρωματικό **Φύλλο Εργασίας 4 +** για τον εκπαιδευτικό

Δίνονται πληροφορίες και ενδεικτικές απαντήσεις που αφορούν στο ΦΕ 4+.

+++++

Κάνοντας το πείραμα με τα τρία δοχεία που περιγράφεται στο ΦΕ 4+, ο μαθητής εκτιμά: με το δάχτυλο του αριστερού χεριού του (που το είχε πριν στο δοχείο 3 με το κρύο νερό) ότι το νερό στο δοχείο 2 είναι ζεστό και με το δάχτυλο του δεξιού χεριού του (που το είχε πριν στο δοχείο 1 με το ζεστό νερό) εκτιμά ότι το νερό στο δοχείο 2 είναι κρύο.

+++++

Κάνοντας το πείραμα με το θρανίο, ο μαθητής κατά κανόνα εκτιμά με το δάχτυλό του ότι η θερμοκρασία του ξύλου ή του χαρτιού είναι υψηλότερη από αυτή του μετάλλου. Οι παρατηρήσεις του θα μελετηθούν και θα εξηγηθούν στο ΦΕ 5+ για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία.

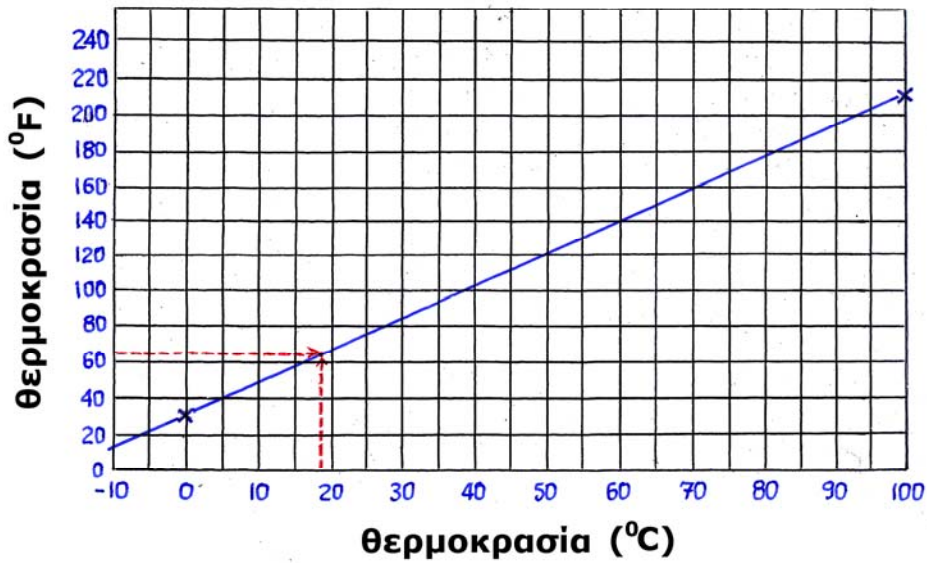
+++++

Ενδεικτικές μετρήσεις θερμοκρασίας (μία μέρα του Οκτωβρίου στην Αθήνα): του νερού της βρύσης = 19 °C, του περιβάλλοντος, έξω από το σχολείο ή το σπίτι = 25 °C, της τάξης ή ενός δωματίου = 27 °C, του ψυγείου = 3 °C, της κατάψυξης = -9 °C. Οι μαθητές συγκρίνουν και σχολιάζουν τις μετρήσεις και τις εκτιμήσεις τους, επιβεβαιώνοντας και πάλι ότι οι εκτιμήσεις της θερμοκρασίας είναι μη ακριβείς σε σχέσεις με τις μετρήσεις της με θερμόμετρο, αλλά και υποκειμενικές.

+++++



### διάγραμμα μετατροπής °F - °C

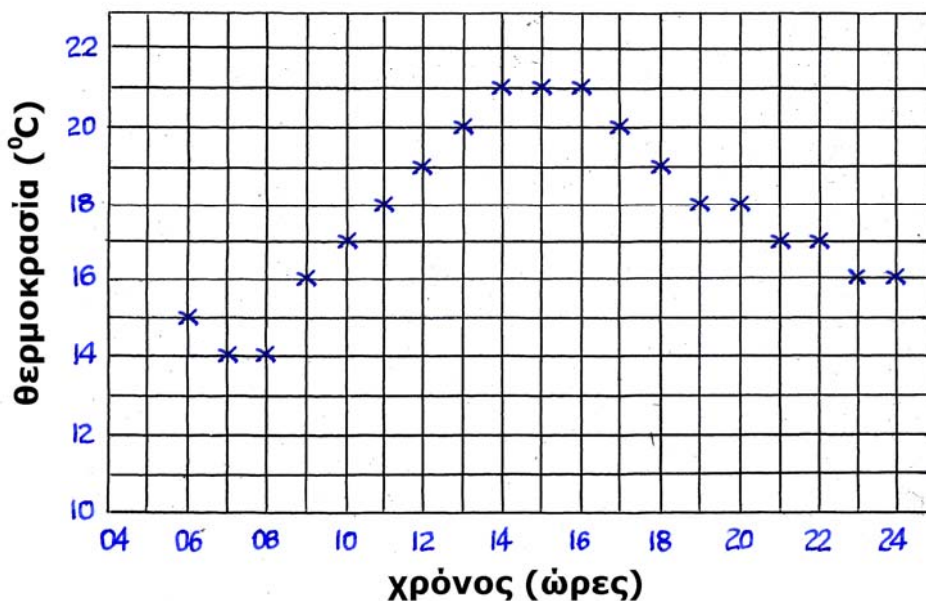


Οι αντιστοιχίσεις των τιμών που μετρήθηκαν σε βαθμούς Κελσίου (°C), στο προηγούμενο ερώτημα, προκύπτουν σε βαθμούς Φαρενάιτ (°F):  $19\text{ }^{\circ}\text{C} = 65\text{ }^{\circ}\text{F}$ ,  $25\text{ }^{\circ}\text{C} = 77\text{ }^{\circ}\text{F}$ ,  $27\text{ }^{\circ}\text{C} = 80\text{ }^{\circ}\text{F}$ ,  $3\text{ }^{\circ}\text{C} = 35\text{ }^{\circ}\text{F}$ ,  $-9\text{ }^{\circ}\text{C} = 12\text{ }^{\circ}\text{F}$ . Οι μαθητές διαπιστώνουν εύκολα (με υπολογισμό και σύγκριση) ότι το διάγραμμα δίνει προσεγγιστικές τιμές σε σχέση με αυτές από τη μαθηματική σχέση.

+++++

Οι μετρήσεις της θερμοκρασίας περιβάλλοντος, κάθε μια ώρα (από τις 06:00 μέχρι τις 24:00), μια τυπική ημέρα και νύχτα του Οκτωβρίου στην Αθήνα αναγράφονται ενδεικτικά στη συνέχεια: (06:00, 15 °C), (07:00, 14 °C), (08:00, 14 °C), (09:00, 16 °C), (10:00, 17 °C), (11:00, 18 °C), (12:00, 19 °C), (13:00, 20 °C), (14:00, 21 °C), (15:00, 21 °C), (16:00, 21 °C), (17:00, 20 °C), (18:00, 19 °C), (19:00, 18 °C), (20:00, 18 °C), (21:00, 17 °C), (22:00, 17 °C), (23:00, 16 °C), (24:00, 16 °C).

### διάγραμμα θερμοκρασίας - χρόνου





Οι παρατηρήσεις των μαθητών αφορούν συνήθως στην άνοδο της θερμοκρασίας από το πρωί μέχρι το μεσημέρι ή τις πρώτες απογευματινές ώρες και ην κάθοδο της θερμοκρασίας από το απόγευμα μέχρι την αρχή της επόμενης μέρας. Οι ελάχιστες θερμοκρασίες του εικοσιτετραώρου σημειώνονται συνήθως κατά την ανατολή ή και λίγο μετά την ανατολή του ηλίου, δεδομένου ότι η γη εξακολουθεί να ψύχεται με μεγαλύτερο ρυθμό απ' ό,τι θερμαίνεται ακόμη και λίγο χρόνο μετά την ανατολή του ηλίου. Αντίστοιχα, οι μέγιστες θερμοκρασίες του εικοσιτετραώρου σημειώνονται συνήθως κατά ή μετά το μεσουράνημα του ηλίου. Μετά το μεσουράνημα του ηλίου και μέχρι τη δύση του, οι ηλιακές ακτίνες προσπίπτουν με διαρκώς και μικρότερη κλίση στην επιφάνεια της γης, ώστε η θέρμανσή της να γίνεται με μικρότερο ρυθμό από την ψύξη της, λόγω ακτινοβολίας της θερμότητάς της προς το διάστημα.

+++++

Αντί των συμβατικών θερμομέτρων, χρησιμοποιούνται σήμερα διαρκώς και περισσότερο "αισθητήρες θερμοκρασίας". Οι αισθητήρες θερμοκρασίας είναι από τους πιο διαδεδομένους αισθητήρες που χρησιμοποιούνται σε διασύνδεση με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές (μέσω ειδικού οργάνου) για τη λήψη μετρήσεων διαφόρων φυσικών μεγεθών. Χρησιμοποιούνται για την αυτόματη λήψη τιμών θερμοκρασίας και την καταγραφή τους κατευθείαν στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Λειτουργούν με βάση τη μείωση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας των μετάλλων (αύξηση της ηλεκτρικής τους αντίστασης), όταν αυξάνεται η θερμοκρασία. Άρα, μετράται αυτόματα από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή η ηλεκτρική αντίσταση του αισθητήρα και η τιμή της αντίστασης, με τη βοήθεια κατάλληλου διαγράμματος βαθμονόμησης, μετατρέπεται σε τιμή θερμοκρασίας. Το πλεονέκτημά τους είναι ότι λειτουργούν ακόμη και σε αντίξοες συνθήκες (π.χ. κατά την διαδικασία χημικών αντιδράσεων παρουσία οξέων ή βάσεων ή μέσα σε υγρά), μετρούν δε συνεχώς για μεγάλα χρονικά διαστήματα ή μετρούν στιγμιαία σε πολύ μικρά χρονικά διαστήματα. Συνήθως οι αισθητήρες θερμοκρασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μετρήσεις θερμοκρασίας από  $-25^{\circ}\text{C}$  έως  $125^{\circ}\text{C}$ , με ακρίβεια που ξεκινάει από  $0,03^{\circ}\text{C}$ .

+++++

Θερμοκρασίες του ανθρώπινου σώματος που ξεπερνούν τους  $37^{\circ}\text{C}$  περίπου ονομάζονται "πυρετός" και θεωρούνται κατά κανόνα από τους γιατρούς σύμπτωμα κάποιου προβλήματος που υπάρχει στο ανθρώπινο σώμα. Μερικά από τα προβλήματα αυτά είναι οι λοιμώξεις, λόγω της εισβολής μικροβίων στον οργανισμό, ή οι φλεγμονές / ερεθισμοί που προκαλούνται από μικροτραυματισμούς, μικρόβια και άλλες αιτίες.

+++++

(η ανάρτηση συνεχίζεται)