

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 επιλεχθείσες 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> (α η Φυσική Α' Γυμνασίου ή/και α το Υλικό/Λογισμικό ή/και α 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 διπλό 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 / παρώθηση 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 επιβεβαιωθεί 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, ευκαίριο 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. Ανώτεροι 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. Ευκαταίο 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

Κάθε φάση της αξιολόγησης του μαθητή σε αυτό το πειραματικό μάθημα είναι ευκατὰ να βασίζεται στα ανά θεματική ενότητα φύλλα εργασίας και να εστιάζει στην πειραματική διαδικασία.

Τα φύλλα εργασίας τα οποία περιέχονται στο βιβλίο του μαθητή είναι δυνατό να αξιοποιούνται και ως φύλλα αξιολόγησης (εν μέρει, αυτούσια ή τροποποιημένα από τον εκπαιδευτικό), αφού αυτά υπηρετούν με τη διάρθρωσή τους, διακριτά, τόσο την επίτευξη των γενικών –ανά μεθοδολογικό βήμα της εκπαιδευτικής διαδικασίας– στόχων, όσο και των ειδικών –ανά θεματική ενότητα– στόχων του μαθήματος. Συγκεκριμένα, στοχεύουν και είναι δυνατό να βοηθούν στην αποτίμηση / αξιολόγηση της συμμετοχής και δραστηριοποίησης του κάθε μαθητή σε όλα τα μεθοδολογικά βήματα: στην παρώθηση του ενδιαφέροντός του για το θεματικό αντικείμενο, στη διατύπωση υποθέσεων από τον ίδιο, στην προετοιμασία (συγκέντρωση υλικών και μέσων, σύνθεση πειραματικής διάταξης, ...) και τη διεξαγωγή (καταγραφή παρατηρήσεων, λήψη και επεξεργασία μετρήσεων, ...) του πειραματισμού, αλλά και στη διατύπωση, εφαρμογή και γενίκευση των συμπερασμάτων. Παράλληλα, με την επεξεργασία των φύλλων εργασίας είναι δυνατό να αποτυπωθεί: η προοδευτική ανάπτυξη των δεξιοτήτων του κάθε μαθητή σε όλες τις παραπάνω μεθοδολογικές δραστηριότητες, αλλά και η αποτελεσματικότητα και ο βαθμός επιτυχίας του στην ανακάλυψη, στην κατανόηση, στην εφαρμογή και στην εμπέδωση της επιδιωκόμενης γνώσης σε κάθε μια από τις θεματικές ενότητες.

Η αξιολόγηση του μαθητή στη Φυσική κατά τη διάρκεια της φοίτησής του στην Α' Γυμνασίου –πρέπει να– προκύπτει από:

- Τη συμμετοχή και δραστηριοποίηση του μαθητή σε όλα τα μεθοδολογικά βήματα της ανά θεματική ενότητα εκπαιδευτικής διαδικασίας καθώς και από τα συμπληρωμένα από το μαθητή φύλλα εργασίας και τις εργασίες οι οποίες του ανατίθενται.
- Τις ολιγόλεπτες γραπτές δοκιμασίες οι οποίες είναι δυνατό να έχουν τη μορφή ενός ή δύο εκ των ερωτημάτων α, β, γ, δ των προτεινόμενων για τη γραπτή ανακεφαλαιωτική εξέταση του Ιουνίου φύλλων αξιολόγησης.
- Τις δύο ωριαίες υποχρεωτικές γραπτές δοκιμασίες οι οποίες γίνονται κατά τη διάρκεια των δύο πρώτων τριμήνων (μία σε κάθε τρίμηνο) και έχουν τη μορφή ενός ή δύο εκ των ερωτημάτων α, β, γ, δ και ενός ή δύο εκ των ερωτημάτων ε, στ, ζ, η, θ των προτεινόμενων για τη γραπτή ανακεφαλαιωτική εξέταση του Ιουνίου φύλλων αξιολόγησης.
- Τη γραπτή ανακεφαλαιωτική εξέταση του Ιουνίου η οποία έχει τη μορφή των προτεινόμενων φύλλων αξιολόγησης με συνολικά εννέα ερωτήματα, οι μαθητές δε απαντούν υποχρεωτικά στα τέσσερα πρώτα ερωτήματα (α, β, γ, δ) και επιλέγουν δύο από τα επόμενα πέντε ερωτήματα (ε, στ, ζ, η, θ).

Τα φύλλα αξιολόγησης συνθέτονται από τον εκπαιδευτικό με βάση τα γνωστά στους μαθητές φύλλα εργασίας του μαθήματος, προτείνεται δε να έχουν την παρακάτω μορφή και να περιλαμβάνουν τα εξής ζητούμενα:

α ερώτημα: Περιγραφή της σύνθεσης, της λειτουργίας και της εξέλιξης ενός πειράματος το οποίο περιλαμβάνεται / εικονίζεται στα φύλλα εργασίας και έχει πραγματοποιηθεί από τους μαθητές κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας, καθώς και περιγραφή του τρόπου βέλτιστης μέτρησης των φυσικών μεγεθών τα οποία ενδεχομένως έχουν μετρηθεί στο πείραμα.

β ερώτημα: Καταγραφή συμπερασμάτων από το παραπάνω πείραμα.

γ ερώτημα: Αξιοποίηση τιμών μέτρησης οι οποίες έχουν ληφθεί κατά τη διάρκεια ενός από τα προβλεπόμενα πειράματα στην τάξη και παρέχονται σε πίνακα από τον εκπαιδευτικό για τη σύνθεση διαγράμματος (όπως αυτό το οποίο περιλαμβάνεται στο αντίστοιχο φύλλο εργασίας του μαθήματος).

δ ερώτημα: Καταγραφή συμπερασμάτων από το παραπάνω πείραμα.

ε έως θ ερωτήματα: Απάντηση σε δύο από πέντε ερωτήματα τα οποία αφορούν σε εφαρμογές, γενικεύσεις ή ερμηνείες συμπερασμάτων από τα φύλλα εργασίας που έχουν διδαχθεί οι μαθητές.

Πρόσθετες Πληροφορίες/Οδηγίες: Σε μια ειδική έκδοση των φύλλων εργασίας –μόνο για τον εκπαιδευτικό– υπάρχουν ενδεικτικές πειραματικές μετρήσεις και ενδεικτικές απαντήσεις για όλα τα πειράματα και ερωτήματα των φύλλων εργασίας, πρόσθετες οδηγίες για τη βέλτιστη δυνατή διεξαγωγή της εκπαιδευτικής διαδικασίας κάθε θεματικής ενότητας, καθώς και επιπλέον ερωτήσεις/απαντήσεις και πειράματα σε συμπληρωματικά προαιρετικά φύλλα εργασίας (ΦΕ+).

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.

Με δεδομένη τη λειτουργία του νέου μαθήματος "Φυσική" με πειράματα ως μονόωρου –επί του παρόντος– μαθήματος, θεωρούμε ότι η πρότασή μας για την εφαρμογή εκτός των δώδεκα φύλλων εργασίας και –επιπλέον– ισάριθμων συμπληρωματικών φύλλων εργασίας (ΦΕ +) θα ήταν χρονικά και εκ των πραγμάτων δύσκολα εφαρμόσιμη, γι' αυτό τα τελευταία περιορίζονται σε πέντε (ΦΕ 1+, 2+, 3+, 4+ και 5+) προτείνονται δε μόνο μερικά συμπληρωματικά πειράματα στα φύλλα εργασίας 10+, 11+ και 12+. Εξάλλου, οι προβλεπόμενοι πειραματισμοί στα φύλλα εργασίας ΦΕ 6, 7, 8 και 9 είναι χρονοβόροι.

Ενθαρρύνονται παράλληλα οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές να εφαρμόζουν δικές τους ιδέες και πειραματισμούς, όπως κάνουν ήδη με μεγάλη φαντασία και επιτυχία.

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

Ενδεικτικές Απαντήσεις και Μετρήσεις

1. Μετρήσεις Μήκους – Η Μέση Τιμή

για τον Εκπαιδευτικό

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

+++++

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

+++++

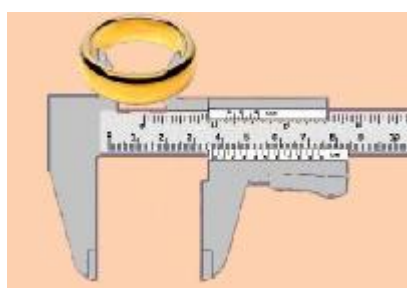
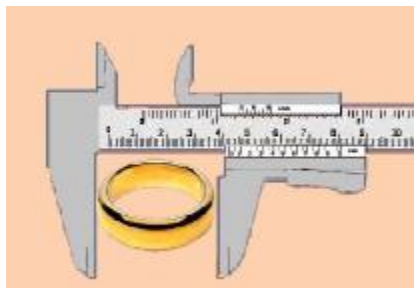
νανόμετρο (nm) = 0,000 000 001 m, μικρόμετρο (μm) = 0,000 001 m, χιλιοστόμετρο (mm) = 0,001 m, εκατοστόμετρο (cm) = 0,01 m, χιλιόμετρο (km) = 1000 m, ίντσα (in) = 0,0254 m = 2,54 cm, στάδιον = περίπου 192 m (αρχαιοελληνική μονάδα μέτρησης μήκους που ισοδυναμεί με 600 πόδια του Ηρακλή), παρασάγγης = περίπου 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.

+++++

Ενδεικτικές Απαντήσεις και Μετρήσεις

2. Μετρήσεις Χρόνου – Η Ακρίβεια

για τον Εκπαιδευτικό

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".

Γνώσεις / Δραστηριότητες / Πειράματα από το Δημοτικό Σχολείο

«Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω» Ε' τάξης, βιβλίο μαθητή: χρόνος – ταχύτητα σελ. 106-107, τετράδιο εργασιών: ταχύτητα σελ. 162-163, βιβλίο εκπαιδευτικού: ταχύτητα σελ. 219-220

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 επισκέψεών 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, κά.

Σήμερα χρησιμοποιούνται κυρίως μηχανικά ρολόγια με γρανάτζι, 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 0,000000000000000001 δευτερόλεπτα. Η αρχή λειτουργίας του βασίζεται στην "ταλάντωση" ατόμων καυσίου όταν σε αυτά προσπίπτει ακτινοβολία μικροκυμάτων (μετρά το χρόνο που κάνουν τα ηλεκτρόνια των ατόμων καυσίου 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

+++++

Σχετικά με τη μέτρηση του φυσικού μεγέθους του χρόνου με κλεψύδρες 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 (y) = 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): $118,8 : 2,00 = 59,4 \text{ cm/s}$, $118,9 : 1,86 = 63,9 \text{ cm/s}$, $119,5 : 1,93 = 61,9 \text{ cm/s}$, $118,7 : 1,89 = 62,8 \text{ cm/s}$, $118,7 : 1,98 = 59,9 \text{ cm/s}$, $118,8 : 2,04 = 58,2 \text{ cm/s}$, $118,9 : 1,87 = 63,6 \text{ cm/s}$, $119,0 : 1,90 = 62,6 \text{ cm/s}$, $119,1 : 1,98 = 60,2 \text{ cm/s}$, $118,7 : 2,01 = 59,1 \text{ cm/s}$. 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: $611,6 : 10 = 61,2 \text{ cm/s}$ (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: $150.000.000 \text{ km} : 300.000 \text{ km/s} = 500 \text{ s} \gg 8,33 \text{ min}$.

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: $2 \times 318.000.000 \text{ km} = 636.000.000 \text{ km} \hat{=} 636.000.000 \text{ km} : 300.000 \text{ km/s} = 2120 \text{ s} \gg 35,33 \text{ min}$.

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 ...

+++++

Ενδεικτικές Απαντήσεις και Μετρήσεις

3. Μετρήσεις Μάζας – Τα Διαγράμματα

για τον Εκπαιδευτικό

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".

Υπάρχει, γενικότερα, σύγχυση σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης και στην καθημερινή ζωή, διαχρονικά, μεταξύ των φυσικών μεγεθών "μάζα" και "βάρος", επιδιώκεται δε ειδικότερα η άρση αυτής της σύγχυσης.

Προφανώς και η μάζα και το βάρος είναι δυνατόν να μετρηθούν και να υπολογισθούν τόσο με το ζυγό όσο και με το δυναμόμετρο. Είναι όμως θέμα εκπαιδευτικής επιλογής η πρόταση η μη μερικών εννοιών, φυσικών μεγεθών και γνώσεων, με κριτήρια ηλικιακά, γνωστικά ή γνωσιακά. Μην ξεχνάμε ότι και ο ζυγός ισορροπίας μετρά μάζα "έμμεσα" λειτουργώντας επειδή υπάρχει το πεδίο βαρύτητας. Όμως, παραβλέπεται συχνά το θεώρημα των ροπών δυνάμεων και συγκρίνονται μάζες. Έτσι και στο δυναμόμετρο ζύγισης παραβλέπουμε το νόμο του Hooke και συγκρίνουμε πάλι μάζες. Εξάλλου, στα κοινά σταθμά που προσφέρονται και χρησιμοποιούνται για σύγκριση και δημιουργία διαγραμμάτων βαθμονόμησης αναγράφεται μόνο η μάζα τους.

Η επιλογή της μέτρησης της μάζας και του υπολογισμού του βάρους σε αυτό το επίπεδο γνώσεων έγινε με στόχο την απάλειψη της σύγχυσης που υπάρχει στην καθημερινή ζωή: ζητάμε 5 κιλά κρέατος που ο πωλητής μετράει είτε με ζυγό ισορροπίας είτε με δυναμόμετρο ζύγισης και μας δίνει μάζα κρέατος 5 κιλών (διαβάζοντας 5 kg και μην αναφέροντας το βάρος σε Newton!). Εξάλλου και τα κοινά δυναμόμετρα ζύγισης (κανταράκια) μετρούν συνήθως τη μάζα (σε kg) κατευθείαν, μερικά δε μόνο δίνουν και το βάρος (σε N) του μετρούμενου σώματος.

Γνώσεις / Δραστηριότητες / Πειράματα από το Δημοτικό Σχολείο

«Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω» Ε' τάξης, βιβλίο μαθητή: υλικά σώματα σελ. 12-17, μάζα – βάρος σελ. 109 και 111, τετράδιο εργασιών: μάζα σελ. 23-25, όγκος σελ. 20-22, πυκνότητα σελ. 26-27, μέτρηση δύναμης βάρους σελ. 174-176, βιβλίο εκπαιδευτικού: υλικά σώματα σελ. 62-66, μάζα σελ. 69-70, όγκος σελ. 67-68, πυκνότητα σελ. 71-72, μέτρηση δύναμης βάρους σελ. 227-228.

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.

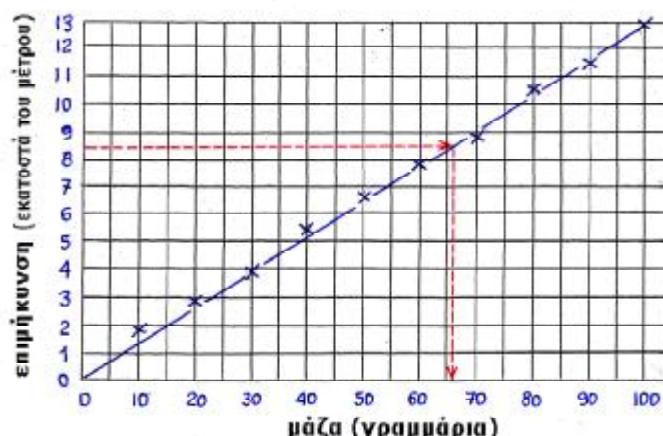
Είναι χρήσιμο ο εκπαιδευτικός να υπονοήσει ότι πρέπει να χρησιμοποιείται ένας εύκολος και γρήγορος τρόπος (υπονοώντας ασφαλώς τα σχετικά διαγράμματα, τα οποία θα μελετηθούν και θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια) για τη μετατροπή των τιμών ενός μεγέθους σε τιμές άλλου μεγέθους, όταν αυτά τα δύο μεγέθη σχετίζονται 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 γραμμάριο = 1 : 1000 χιλιόγραμμα = 0,001 χιλιόγραμμα \approx 0,001 χιλιόγραμμα \times 9,8 = 0,0098 Newton, 2 γραμμάρια = 2 : 1000 χιλιόγραμμα = 0,002 χιλιόγραμμα \approx 0,002 χιλιόγραμμα \times 9,8 = 0,0196 Newton, 5 γραμμάρια = 5 : 1000 χιλιόγραμμα = 0,005 χιλιόγραμμα \approx 0,005 χιλιόγραμμα \times 9,8 = 0,049 Newton, 10 γραμμάρια = 10 : 1000 χιλιόγραμμα = 0,01 χιλιόγραμμα \approx 0,01 χιλιόγραμμα \times 9,8 = 0,098 Newton, ..., 50 γραμμάρια = 50 : 1000 χιλιόγραμμα = 0,05 χιλιόγραμμα \approx 0,05 χιλιόγραμμα \times 9,8 = 0,49 Newton, 100 γραμμάρια = 100 : 1000 χιλιόγραμμα = 0,1 χιλιόγραμμα \approx 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: $66 \text{ γραμμάρια} = 0,066 \text{ χιλιόγραμμα} \approx 0,066 \text{ χιλιόγραμμα} \times 9,8 = 0,65 \text{ Newton}$.

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 συσχετίζουν 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 Φύλλο Εργασίας 3 +

για τον εκπαιδευτικό

+++++

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 νομίσματα x 2 υποδιαίρέσεις = 2 νομίσματα x 4 υποδιαίρέσεις

3 νομίσματα x 2 υποδιαίρεσεις = 2 νομίσματα x 3 υποδιαίρεσεις
ο εκπαιδευτικός μπορεί να επισημάνει την ισότητα των γινομένων, αριστερά και δεξιά, για να κάνει μια εισαγωγή του "θεωρήματος των ρομών", χωρίς να το κατονομάσει απαραίτητα. Με βάση την επισημάνση αυτή, οι μαθητές υπολογίζουν και προβλέπουν με πόσους τρόπους ο ζυγός ισορροπεί στην τρίτη περίπτωση:

$$\begin{aligned} 6 \text{ νομίσματα} \times 1 \text{ υποδιαίρεση} &= 2 \text{ νομίσματα} \times 3 \text{ υποδιαίρεσεις} \\ &= 3 \text{ νομίσματα} \times 2 \text{ υποδιαίρεσεις} \\ &= 1 \text{ νόμισμα} \times 6 \text{ υποδιαίρεσεις} \end{aligned}$$

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.

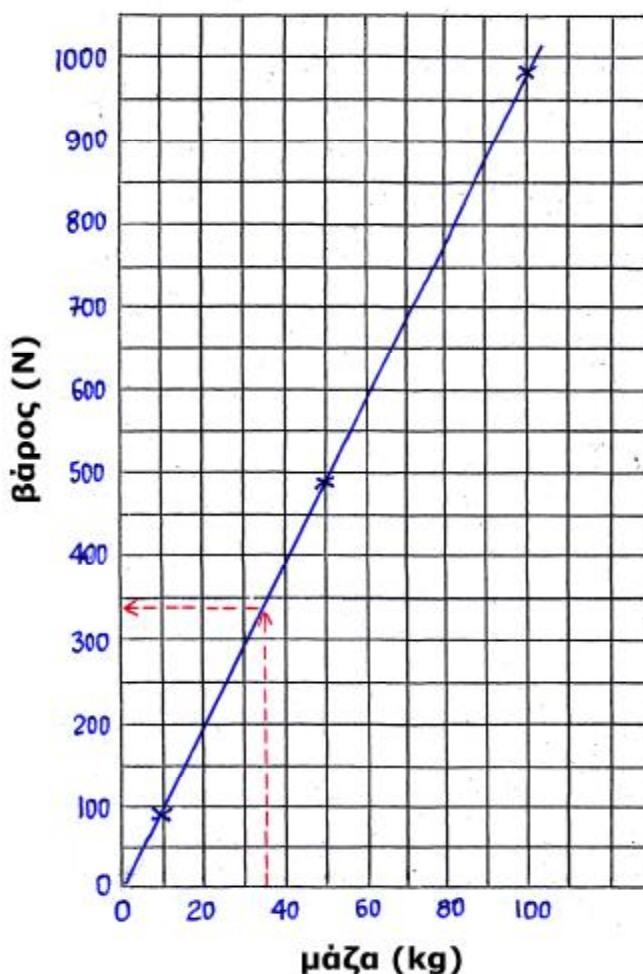
+++++
χιλιόγραμμα (kg) = 1.000 g οκά = 1.282,9 g, με υποδιαίρεση τα δράμια (400)

+++++

Μάζα (σε χιλιόγραμμα)	0	0,01	0,5	1	5	10	50	100
Βάρος (σε Newton)	0	0,1	4,9	9,8	46	98	490	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 αντικείμενου, 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 πυκνότητα.

+++++

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

+++++

Ο Αρχιμήδης (τον 3^ο 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.

+++++

Ενδεικτικές Απαντήσεις και Μετρήσεις

4. Μετρήσεις Θερμοκρασίας – Η Βαθμονόμηση

για τον Εκπαιδευτικό

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".

Γνώσεις / Δραστηριότητες / Πειράματα από το Δημοτικό Σχολείο

«Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω» Ε' τάξης, βιβλίο μαθητή: θερμοκρασία σελ. 40-45, τετράδιο εργασιών: θερμόμετρο σελ. 70-73, βιβλίο εκπαιδευτικού: σελ. 119-125

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 ανθρωπίνου 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 θερμόμετρο δεν είναι πάντα ακριβείς. Η συζήτηση είναι ευκαίω να καταλήξει, με τη βοήθεια του/της εκπαιδευτικού, ότι μια λανθασμένη μέτρηση της θερμοκρασίας είναι δυνατόν να οφείλεται στο θερμόμετρο που χρησιμοποιούμε ή στον τρόπο με τον οποίο μετράμε.

Το θερμόμετρο 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 θερμόμετρα οινόπνευματος, 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 θερμόμετρο στο νερό που βράζει επιβάλλεται για να αποφεύγεται –κατά το δυνατό– η υγραποίηση 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 οينوπνεύματος, συνδέοντας την αύξηση / μείωση της θερμοκρασίας με τη διαστολή / συστολή του οينوπνεύματος.

Εξυπακούεται ότι είναι ευκαίριο 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 θερμόμετρα (ή ρολόγια) που θεωρούνται ακριβή και διορθώνοντάς τα, κατά περίπτωση. Πχ., αν διαπιστωθεί ότι το θερμόμετρο (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. Ευκαίριο είναι ο εκπαιδευτικός να αναφέρει ότι σε αυτή την περίπτωση ο παρατηρητής κοιτάζει το θερμόμετρο 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 θερμόμετρό 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 θερμόμετρο (η γωνία παρατήρησης σε σχέση με το θερμόμετρο 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 οινόπνευματος (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

+++++

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.

+++++

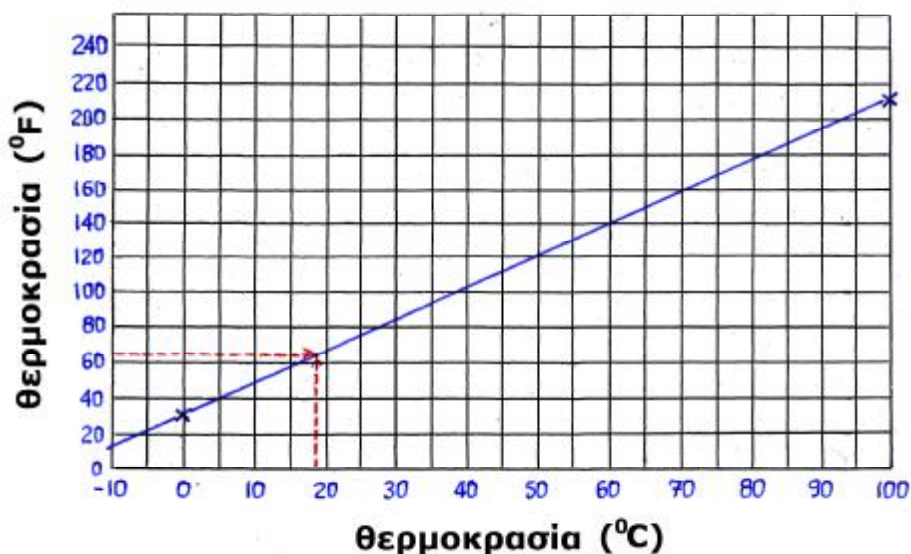
Κάνοντας το πείραμα με το θρανίο, ο μαθητής κατά κανόνα εκτιμά με το δάχτυλό του ότι η θερμοκρασία του ξύλου ή του χαρτιού είναι υψηλότερη από αυτή του μετάλλου. Οι παρατηρήσεις του θα μελετηθούν και θα εξηγηθούν στο ΦΕ 5+ για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία.

+++++

Ενδεικτικές μετρήσεις θερμοκρασίας (μια 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

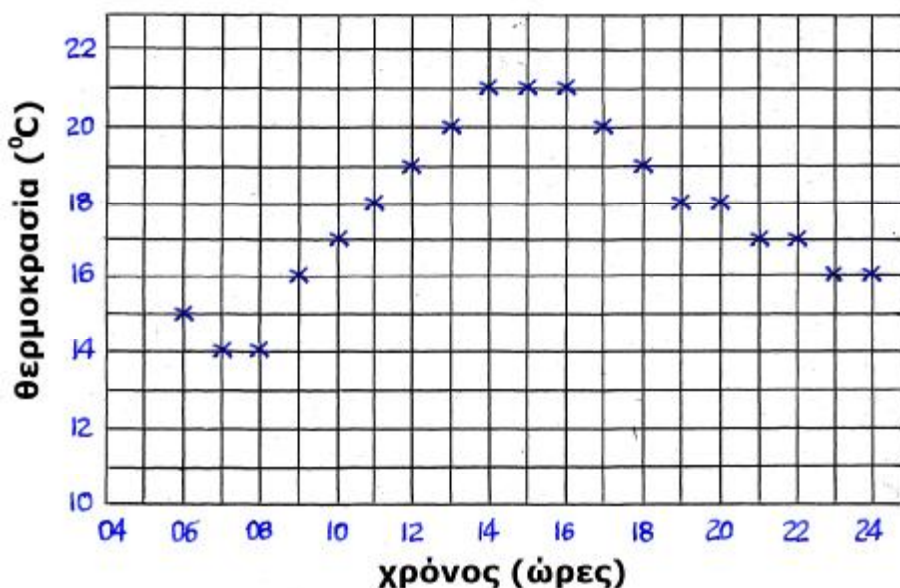


Οι αντιστοιχίσεις των τιμών που μετρήθηκαν σε βαθμούς Κελσίου ($^{\circ}\text{C}$), στο προηγούμενο ερώτημα, προκύπτουν σε βαθμούς Φαρενάιτ ($^{\circ}\text{F}$): $19^{\circ}\text{C} = 65^{\circ}\text{F}$, $25^{\circ}\text{C} = 75^{\circ}\text{F}$, $27^{\circ}\text{C} = 80^{\circ}\text{F}$, $3^{\circ}\text{C} = 35^{\circ}\text{F}$, $-9^{\circ}\text{C} = 12^{\circ}\text{F}$. 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°C έως 125°C , με ακρίβεια που ξεκινάει από $0,03^{\circ}\text{C}$.

+++++

Θερμοκρασίες του ανθρώπινου σώματος που ξεπερνούν τους 37°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.

+++++

Ενδεικτικές Απαντήσεις και Μετρήσεις

5. Από τη Θερμότητα στη Θερμοκρασία – Η Θερμική Ισορροπία

για τον Εκπαιδευτικό

Ειδικοί στόχοι

Επιδιώκεται οι μαθητές: 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.

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".

Γνώσεις / Δραστηριότητες / Πειράματα από το Δημοτικό Σχολείο

«Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω» Ε' τάξης, τετράδιο εργασιών: θερμοκρασία-θερμότητα δυο έννοιες διαφορετικές σελ. 74-77, βιβλίο μαθητή: σελ. 42, 44, 55, βιβλίο εκπαιδευτικού: σελ. 119-121, 126-129, Στ' τάξης, τετράδιο εργασιών: η θερμότητα μεταφέρεται με ρεύματα σελ. 54-56, βιβλίο μαθητή: σελ. 48, 51, βιβλίο εκπαιδευτικού: σελ. 105-106, 109-111.

Φύλλο Εργασίας 5

για τον εκπαιδευτικό

α. παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι / έναυσμα ενδιαφέροντος

Όπως αναφέρεται στο ένθετο του φύλλου εργασίας «Θερμοκρασία – Θερμότητα: Δύο έννοιες διαφορετικές»: η θερμότητα είναι ενέργεια που ρέει πάντοτε από τα σώματα με υψηλότερη θερμοκρασία προς τα σώματα με χαμηλότερη θερμοκρασία, ενώ η θερμοκρασία μάς δείχνει πόσο θερμό ή ψυχρό είναι ένα σώμα.

Στο ερώτημα ποια εικόνα, η Α ή η Β, προηγείται χρονολογικά, η απάντηση είναι ότι η Β προηγείται χρονολογικά.

Ενδεικτική εξήγηση: Στην εικόνα Β, στο ποτήρι αριστερά πρέπει να υπάρχει νερό υψηλής, αφού από την επιφάνειά του βγαίνουν υδρατμοί, ενώ στο ποτήρι δεξιά, όπου υπάρχει νερό και πάγος πρέπει η θερμοκρασία να είναι χαμηλότερη. Η θερμοκρασία στο ποτήρι αριστερά θα μειώνεται και δεν θα βγαίνουν υδρατμοί, ενώ η θερμοκρασία στο ποτήρι δεξιά θα αυξάνεται και θα λιώσει ο πάγος, όπως φαίνεται να συμβαίνει στα ποτήρια της εικόνας Α.

β. συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω / διατύπωση υποθέσεων

Οι μαθητές υποθέτουν ότι αφού «η θερμότητα είναι ενέργεια που ρέει πάντοτε από τα σώματα με την υψηλότερη θερμοκρασία προς σώματα με χαμηλότερη θερμοκρασία» και «τα σώματα από τα οποία ρέει (ή εκπέμπεται) θερμότητα ψύχονται, ενώ τα σώματα στα οποία ρέει (ή απορροφούν) θερμότητα θερμαίνονται»:

το ποτήρι με το θερμότερο νερό θα ψύχεται, ενώ το ποτήρι με το ψυχρότερο νερό θα θερμαίνεται έως ότου οι θερμοκρασίες γίνουν ίσες μεταξύ τους και ίσες με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

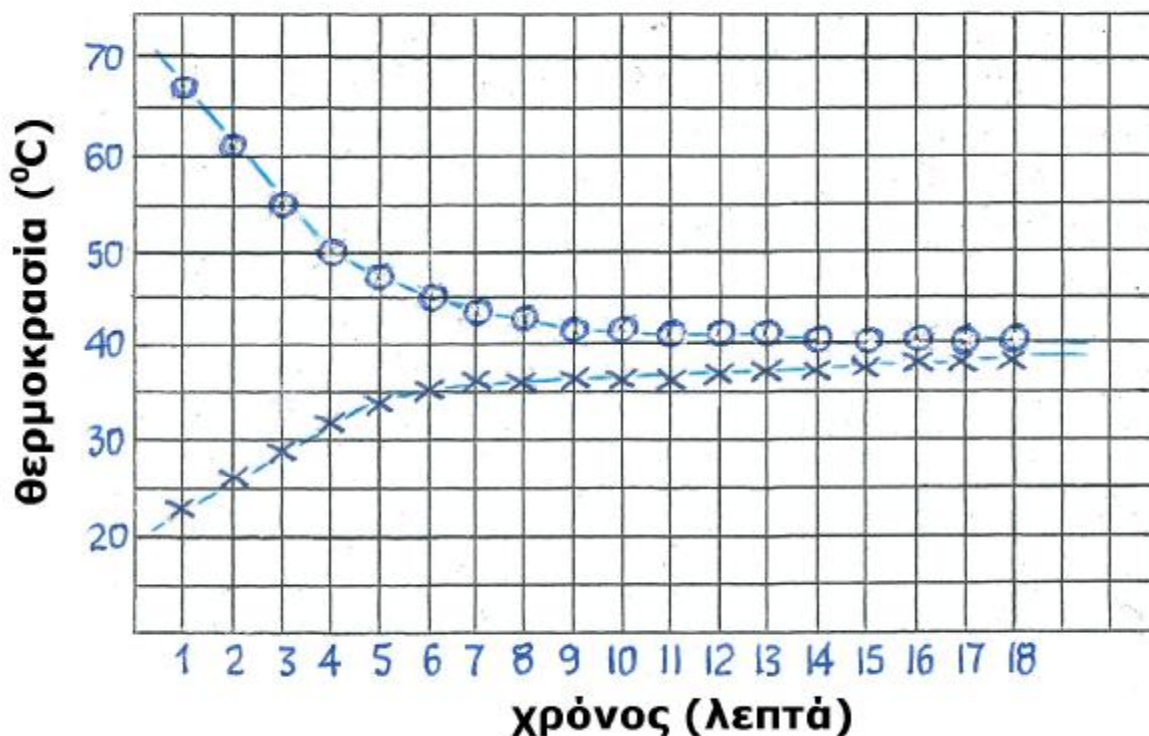
Εξυπακούεται ότι για αυτή την εξέλιξη του πειράματος η θερμοκρασία του περιβάλλοντος πρέπει να έχει κάποια ενδιάμεση τιμή (μεταξύ της θερμοκρασίας του θερμού νερού με υδρατμούς και της θερμοκρασίας του ψυχρού νερού με πάγο), όπως συμβαίνει τις περισσότερες εποχές στη χώρα μας.

γ. ενεργώ, πειραματίζομαι / πειραματισμός

Παρατίθενται μερικές ενδεικτικές τιμές των μετρήσεων (χρόνος, θ1): (1, 67), (2, 61), (3, 55), (4, 50), (5, 47), (6, 45), (7, 44), (8, 43), (9, 42), (10, 42), (11, 41), (12, 41), (13,

41), (14, 40), (15, 40), (16, 40), (17, 40), (18, 40) και (χρόνος, θ_2): (1, 23), (2, 26), (3, 29), (4, 32), (5, 34), (6, 35), (7, 36), (8, 36), (9, 36), (10, 36), (11, 36), (12, 37), (13, 37), (14, 37), (15, 37), (16, 37), (17, 38), (18, 38) και το σχετικό διάγραμμα.

διάγραμμα θερμοκρασίας - χρόνου



Οι τιμές των θερμοκρασιών του θερμότερου αρχικά νερού του δοχείου μειώνονται και η καμπύλη που τις απεικονίζει (ονομάζεται καμπύλη ψύξης) έχει καθοδική πορεία. Αντίθετα, οι τιμές των θερμοκρασιών του ψυχρότερου αρχικά νερού της λεκάνης αυξάνονται και η καμπύλη που τις απεικονίζει (ονομάζεται καμπύλη θέρμανσης) έχει ανοδική πορεία. Αυτό συμβαίνει μέχρι τη χρονική στιγμή που οι θερμοκρασίες του νερού στο δοχείο και στη λεκάνη γίνουν περίπου ίσες. Από το σημείο αυτό και μετά οι θερμοκρασίες εμφανίζονται να ακολουθούν παράλληλες, οριζόντιες ευθείες οι οποίες μετά από αρκετό χρόνο θα συμπέσουν.

δ. συμπεραίνω, καταγράφω / διατύπωση θεωρίας

Όπως έχει υποθεθεί, το θερμότερο νερό του δοχείου ψύχεται, χάνοντας θερμότητα, ενώ το ψυχρότερο νερό της λεκάνης θερμαίνεται, παίρνοντας θερμότητα, έως ότου οι θερμοκρασίες γίνουν τελικά ίσες. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται «θερμική ισορροπία» (ή «θερμοκρασιακή ισότητα»).

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 εφαρμογές και απαντήσεις είναι αποδεκτές, κατά την κρίση του/της εκπαιδευτικού.

Τα φαινόμενα της θέρμανσης και της ψύξης ή το φαινόμενο της θερμικής ισορροπίας παρατηρούνται πολύ συχνά στην καθημερινή ζωή γύρω μας. Ένα ζεστό ποτήρι γάλα κρυώνει σε ένα κρύο δωμάτιο, το παγωμένο σώμα μας ζεσταίνεται σε ένα ζεστό δωμάτιο, ένα παγάκι στο αναψυκτικό θερμαίνεται και λιώνει, ενώ το αναψυκτικό ψύχεται. Μάλιστα,

παρατηρείται ότι η ψύξη και η θέρμανση γίνονται τόσο ταχύτερα όσο η διαφορά της θερμοκρασίας είναι μεγαλύτερη.

Παρατίθεται ενδεικτική εξήγηση της αύξησης ή μείωσης της θερμοκρασίας των σωμάτων του μακρόκοσμου με τις κινήσεις των μορίων του μικρόκοσμου.

Όπως έχει αναφερθεί και αποδειχθεί με πειράματα, η αύξηση της θερμοκρασίας ενός σώματος οφείλεται στην προσφορά στο σώμα θερμότητας, δηλαδή ενέργειας. Η ενέργεια – θερμότητα αυτή αυξάνει τις συνεχείς και τυχαίες κινήσεις των μορίων του σώματος και, επομένως, αυξάνει την κινητική ενέργειά τους την οποία ονομάζουμε θερμική ενέργεια. Όμως τη θερμική ενέργεια ενός σώματος την αντιλαμβανόμαστε από τη θερμοκρασία του. Η αύξηση της θερμικής ενέργειάς του σημαίνει και αύξηση της θερμοκρασίας του. Αντίστροφα εξηγούμε τη μείωση της θερμοκρασίας ενός σώματος.

Συμπληρωματικό **Φύλλο Εργασίας 5 +**

για τον εκπαιδευτικό

+++++

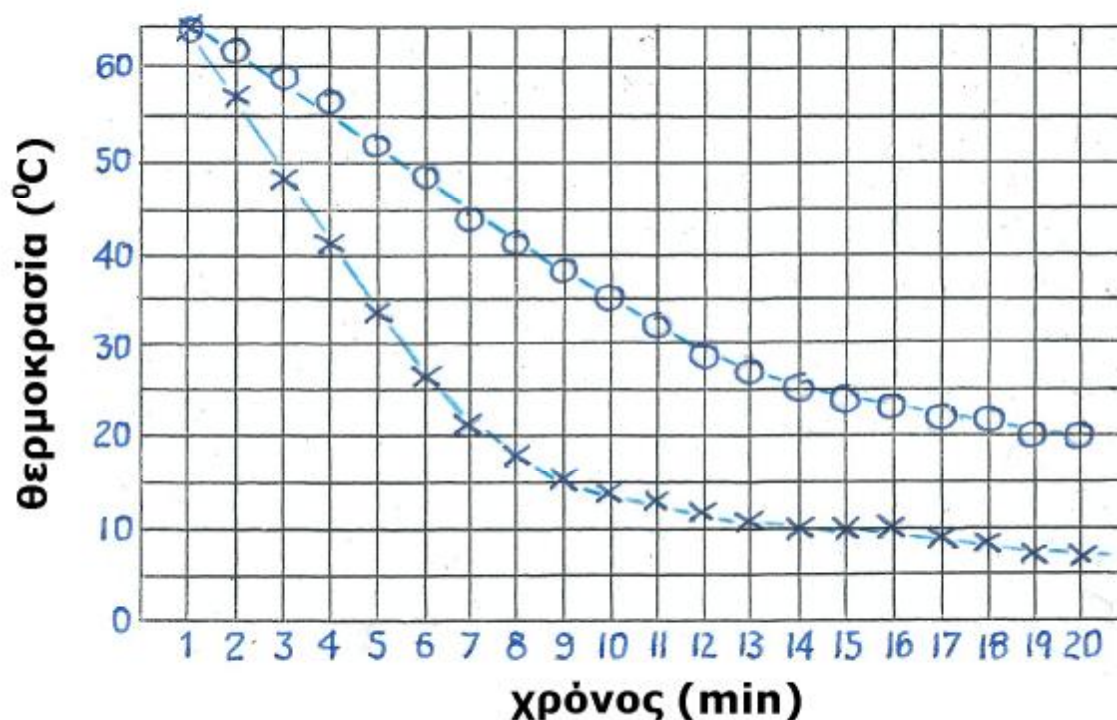
Θερμότητα εκπέμπεται από σώματα υψηλότερης θερμοκρασίας, ενώ θερμότητα απορροφάται από σώματα χαμηλότερης θερμοκρασίας.

Τα σώματα που έχουν μεγαλύτερη θερμοκρασία ψύχονται, ενώ τα σώματα που έχουν μικρότερη θερμοκρασία ζεσταίνονται.

+++++

Παρατίθενται μερικές ενδεικτικές τιμές μετρήσεων (χρόνος, θερμοκρασία σωλήνα με ταινία, θερμοκρασία σωλήνα χωρίς ταινία): (1, 65, 65), (2, 62, 57), (3, 59, 48), (4, 56, 41), (5, 52, 34), (6, 48, 26), (7, 44, 21), (8, 41, 18), (9, 38, 15), (10, 35, 14), (11, 32, 13), (12, 29, 12), (13, 27, 11), (14, 26, 10), (15, 24, 10), (16, 23, 10), (17, 22, 9), (18, 21, 8), (19, 20, 7), (20, 20, 7) και το σχετικό διάγραμμα.

διάγραμμα θερμοκρασίας - χρόνου



Στην καμπύλη ψύξης του νερού στο σωλήνα χωρίς ταινία η θερμοκρασία μειώνεται με πιο γρήγορους ρυθμούς στην περιοχή τιμών από 65°C έως 15°C .

Στην καμπύλη ψύξης του νερού στο σωλήνα με ταινία η θερμοκρασία μειώνεται με πιο γρήγορους ρυθμούς στην περιοχή τιμών από 65°C έως 28°C .

Οι ρυθμοί μείωσης της θερμοκρασίας είναι μεγαλύτεροι στο σωλήνα χωρίς ταινία.

Στο συγκεκριμένο πείραμα η θερμοκρασία του νερού φθάνει γρηγορότερα στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος (δηλαδή του δοχείου) όταν δεν υπάρχει ταινία στο σωλήνα.

Η ταινία βοηθά στη «θερμομόνωση» του σωλήνα, έτσι ώστε η ροή της θερμότητας να μειώνεται και η μείωση της θερμοκρασίας να επιβραδύνεται.

Αν γίνει το ίδιο πείραμα ρίχνοντας στο δοχείο θερμό νερό, ενώ στους σωλήνες ψυχρό νερό, και ληφθούν μετρήσεις θα δημιουργηθεί διάγραμμα θερμοκρασίας – χρόνου με δυο καμπύλες θέρμανσης. Σε αυτές θα παρατηρηθούν αντίστροφα φαινόμενα αυτών του προηγούμενου πειράματος και θα διατυπωθούν παρόμοια συμπεράσματα με μόνη διαφορά ότι πρέπει να αναφέρονται ρυθμοί θέρμανσης και όχι ρυθμοί ψύξης.

Γενικότερα, συμπεραίνεται ότι όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά της θερμοκρασίας ενός σώματος από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, τόσο μεγαλύτερος είναι και ο ρυθμός αύξησης ή μείωσής της.

Όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι χαμηλή στο εσωτερικό του σπιτιού χωρίς θερμομόνωση η θερμοκρασία θα μειώνεται με μεγαλύτερο ρυθμό και θα φθάσει στη θερμοκρασία περιβάλλοντος γρηγορότερα σε σχέση με τη θερμοκρασία στο εσωτερικό του σπιτιού με θερμομόνωση. Επίσης, οι ρυθμοί μείωσης της θερμοκρασίας θα είναι μεγαλύτεροι όταν οι διαφορές της θερμοκρασίας των σπιτιών από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερες.

Με δεδομένα ότι η βέλτιστη θερμοκρασία για να αισθάνεται ευεξία ο άνθρωπος είναι η θερμοκρασία 20°C και ότι ο ρυθμός μείωσης της θερμοκρασίας είναι τόσο μεγαλύτερος όσο η διαφορά της θερμοκρασίας της κατοικίας από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη, δεν πρέπει να επιδιώκεται η θέρμανση των κατοικιών σε μεγαλύτερες των 20°C θερμοκρασίες. Έτσι επιτυγχάνεται λιγότερη σπατάλη ενέργειας για θέρμανση, λιγότερα έξοδα και λιγότερη ρύπανση του περιβάλλοντος από τα καύσιμα.

+++++

Ενδεικτικές Απαντήσεις και Μετρήσεις

6. Οι Αλλαγές Κατάστασης του Νερού – Ο "Κύκλος" του Νερού

για τον Εκπαιδευτικό

Ειδικοί στόχοι

Επιδιώκεται οι μαθητές: 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.

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".

Γνώσεις / Δραστηριότητες / Πειράματα από το Δημοτικό Σχολείο

«Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω» Ε' τάξης, τετράδιο εργασιών: τήξη-πήξη σελ. 78-81, εξάτμιση-συμπύκνωση σελ. 82-83, βρασμός σελ. 84-86, βιβλίο μαθητή: σελ. 46-55, βιβλίο εκπαιδευτικού: σελ. 130-136, Στ' τάξης, τετράδιο εργασιών: η θερμότητα μεταδίδεται με αγωγή σελ. 52-53, η θερμότητα μεταφέρεται με ρεύματα σελ. 54-56, τη θερμότητα διαδίδεται με ακτινοβολία σελ. 57-59, βιβλίο μαθητή: σελ. 17, 50-51, βιβλίο εκπαιδευτικού: σελ. 105-113.

Φύλλο Εργασίας 6

για τον εκπαιδευτικό

α. παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι / έναυσμα ενδιαφέροντος

Το νερό *βράζει* στο καζάνι και μετατρέπεται σε υδρατμούς. Το νερό *εξατμίζεται* από την επιφάνεια της λίμνης και του ποταμού και μετατρέπεται σε υδρατμούς. Όταν οι υδρατμοί ψύχονται και *συμπυκνώνονται* πέφτουν στη γη με τη μορφή βροχής, χαλαζιού ή χιονιού. Η βροχή και η τήξη χιονιού και πάγου επιστρέφει το νερό στα ποτάμια και στις λίμνες. Παρατηρούνται τα φαινόμενα του βρασμού, της εξάτμισης, της συμπύκνωσης και υγροποίησης, της πήξης και της τήξης.

β. συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω / διατύπωση υποθέσεων

Οι μαθητές υποθέτουν και είναι ευκαίριο να προβλέψουν ότι το νερό εξατμίζεται και μάλιστα τόσο ταχύτερα όσο η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη, το φαινόμενο ονομάζεται εξάτμιση ή εξαέρωση (πρώτη εικόνα), το νερό βράζει και μετατρέπεται σε υδρατμούς που ανεβαίνουν προς την ατμόσφαιρα, το φαινόμενο ονομάζεται βρασμός ή εξαέρωση (δεύτερη εικόνα), οι υδρατμοί συμπυκνώνονται και μετατρέπονται σε σταγονίδια, το φαινόμενο ονομάζεται συμπύκνωση και υγροποίηση (τρίτη εικόνα), το νερό ψύχεται και μετατρέπεται σε πάγο, το φαινόμενο ονομάζεται πήξη (τέταρτη εικόνα), τα παγάκια λιώνουν και μετατρέπονται σε νερό, το φαινόμενο ονομάζεται τήξη (πέμπτη εικόνα).

Στην ερώτηση «σε ποιες θερμοκρασίες συμβαίνουν αυτά τα φαινόμενα» οι μαθητές υποθέτουν και είναι ευκαίριο να προβλέψουν ότι: η θερμοκρασία στην οποία βράζει το νερό είναι 100°C, οι θερμοκρασίες στις οποίες συμπυκνώνεται, υγροποιείται και παραμένει υγρό το νερό είναι μικρότερες από 100°C και μεγαλύτερες από 0°C, η θερμοκρασία στην οποία μετατρέπεται το νερό σε πάγο και ο πάγος σε νερό είναι 0°C, ενώ οι θερμοκρασίες στις οποίες παραμένει πάγος είναι μικρότερες από 0°C.

γ. ενεργώ, πειραματίζομαι / πειραματισμός

Ο πειραματισμός για τον έλεγχο των υποθέσεων μπορεί να γίνει από ομάδες ή το σύνολο των μαθητών.

Παρατίθενται μερικές ενδεικτικές τιμές των μετρήσεων (χρόνος σε λεπτά, θερμοκρασία σε $^{\circ}\text{C}$): (0, -4), (1, -2), (2, 0), (3, 0), (4, 0), (5, 0), (6, 4), (7, 7), (8, 11), (9, 17), (10, 22), (11, 29), (12, 36), (13, 45), (14, 55), (15, 64), (16, 73), (17, 82), (18, 89), (19, 95), (20, 97), (21, 97), (22, 97), (23, 97) και το σχετικό διάγραμμα.



Από την παρατήρηση της εξέλιξης του πειράματος και της καμπύλης του διαγράμματος είναι ευκαταίο να προκύψουν οι εξής συσχετίσεις: Η θερμοκρασία του πάγου (στερεό) αυξάνεται έως ότου φτάσει τους 0°C . Στη σημείο αυτό παρατηρείται το φαινόμενο της τήξης (κατά τη διάρκεια του οποίου συνυπάρχουν η στερεή και υγρή κατάσταση του νερού) και η θερμοκρασία παραμένει σταθερή μέχρι όλος ο πάγος να μετατραπεί σε υγρό. Κατόπιν η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται και μέρος του υγρού μετατρέπεται σε αέριο (εξατμίζεται). Όταν το νερό φτάσει κοντά στους 100°C παρατηρείται το φαινόμενο του βρασμού με τη δημιουργία φυσαλίδων που ανεβαίνουν στην επιφάνεια (βρασμός, εξαέρωση). Καθόλη τη διάρκεια του βρασμού η θερμοκρασία παραμένει σταθερή μέχρι όλο το υγρό να μετατραπεί σε αέριο.

Η θερμοκρασία τήξης-πήξης και η θερμοκρασία βρασμού του νερού δεν προκύπτουν από όλα τα πειράματα ακριβώς ίσες με τις τιμές 0°C και 100°C , αντίστοιχα, αλλά εξαρτώνται από την καθαρότητα του νερού, την ατμοσφαιρική πίεση, το υψόμετρο στο οποίο γίνεται ο πειραματισμός και άλλους παράγοντες.

δ. συμπεραίνω, καταγράφω / διατύπωση θεωρίας

Από τις παρατηρήσεις κατά τη διάρκεια του πειράματος, τις συσχετίσεις που προκύπτουν από το διάγραμμα αλλά και τα συμπεράσματα των ΦΕ5 και ΦΕ5+ καθώς και τη βοήθεια του/της εκπαιδευτικού είναι ευκαταίο να διατυπωθούν τα παρακάτω συμπεράσματα.

Όταν προσφέρεται ενέργεια–θερμότητα: Η θερμοκρασία του πάγου αυξάνεται. Ο πάγος αρχίζει να μετατρέπεται σε νερό στους 0°C . Η θερμοκρασία του πάγου και του νερού (συγχρόνως) παραμένει σταθερή στους 0°C έως ότου όλος ο πάγος να μετατραπεί σε νερό. Η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται σταδιακά πάνω από τους 0°C και αρχίζει η εξατμηση από την επιφάνειά του. Στη θερμοκρασία των 100°C αρχίζει ο βρασμός και η εξαέρωση του νερού από όλο το όγκο του με τη δημιουργία φυσαλίδων. Σε όλη τη διάρκεια του βρασμού και μέχρι όλο το νερό να μετατραπεί σε υδρατμούς η θερμοκρασία του νερού παραμένει σταθερή στους 100°C .

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.

Από την παρατήρηση και τη διαδοχή των φαινομένων που απεικονίζονται στην πρώτη σελίδα: νερό σε υγρή κατάσταση (θάλασσα, λίμνη, ποτάμι, καζάνι ...) \rightarrow υδρατμοί – νερό σε αέρια κατάσταση (ατμόσφαιρα) \rightarrow νερό σε υγρή κατάσταση (σταγονίδια στα σύννεφα, βροχή) \rightarrow νερό σε στερεή κατάσταση (χιόνι, χαλάζι, πάγος) \rightarrow νερό σε υγρή κατάσταση (ποτάμι, λίμνη, θάλασσα), είναι ευκαίριο να προκύψει η δικαιολόγηση της ονομασίας «κύκλος του νερού», αφού οι μετατροπές του νερού αρχίζουν και τελειώνουν στην ίδια κατάσταση του διαγράφοντας έναν κύκλο.

Ο κύκλος του νερού είναι πολύ σημαντικός για τη ζωή. Συντηρεί και διευκολύνει τη ζωή των φυτών, των ζώων και των ανθρώπων, αλλά και διατηρεί τη βιοποικιλότητα, αφού εμπλουτίζει την ατμόσφαιρα με υγρασία και μεταφέρει το νερό από τις λίμνες ή τις θάλασσες και στα ψηλότερα βουνά. Εμποδίζει την εξαφάνιση των ψαριών, αφού καλύπτει την επιφάνεια του νερού με πάγους που προφυλάσσουν το υπόλοιπο νερό από το να παγώσει.

Όταν χάνεται ενέργεια-θερμότητα και μειώνεται η θερμοκρασία προβλέπεται ότι τα φαινόμενα θα ακολουθήσουν αντίστροφη πορεία και θα προκύψει αντίστοιχο γράφημα σε διάγραμμα θερμοκρασίας – χρόνου.

Όταν θερμαίνεται ένα στερεό σώμα και μεγαλώνει η θερμοκρασία του, αυξάνεται συνεχώς η ταχύτητα των τυχαίων και προς όλες τις κατευθύνσεις παλμικών μικρο-κινήσεων των μορίων του, αλλά τα μόριά του παραμένουν γύρω από τις μόνιμες θέσεις τους. Σε κάποια θερμοκρασία, τα μόρια δεν έχουν πλέον μόνιμες θέσεις αλλά μετακινούνται διαρκώς και με μεγαλύτερες ταχύτητες, χωρίς όμως να απομακρύνονται μεταξύ τους. Τα μόρια αλλάζουν συνεχώς θέσεις και το στερεό σώμα μετατρέπεται σε υγρό. Σε ακόμη μεγαλύτερες θερμοκρασίες τα μόρια κινούνται με μεγαλύτερες ταχύτητες. Αρχίζουν πλέον να μετακινούνται ελεύθερα και να διαχέονται στο διαθέσιμο χώρο. Τώρα το υγρό σώμα έχει μετατραπεί σε αέριο.

Όταν ψύχεται ένα σώμα οι διαδικασίες του μικροκόσμου ακολουθούν αντίστροφη εξέλιξη.

Ενδεικτικές Απαντήσεις και Μετρήσεις

7. Η Διαστολή και Συστολή του Νερού – Μια φυσική «Ανωμαλία»

για τον Εκπαιδευτικό

Ειδικοί στόχοι

Επιδιώκεται οι μαθητές: 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 ή συστολή των σωμάτων με τις διαδικασίες του μικρόκοσμου.

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".

Γνώσεις / Δραστηριότητες / Πειράματα από το Δημοτικό Σχολείο

«Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω» Ε' τάξης, τετράδιο εργασιών: θερμαίνοντας και ψύχοντας τα υγρά σελ. 89-90, βιβλίο μαθητή: σελ. 44-49, βιβλίο εκπαιδευτικού: σελ. 139-140, Στ' τάξης, τετράδιο εργασιών: η θερμότητα μεταδίδεται με αγωγή σελ. 52-53, η θερμότητα μεταφέρεται με ρεύματα σελ. 54-56, τη θερμότητα διαδίδεται με ακτινοβολία σελ. 57-59, βιβλίο μαθητή: σελ. 48, βιβλίο εκπαιδευτικού: σελ. 105-113.

Φύλλο Εργασίας 7

για τον εκπαιδευτικό

α. παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι / έναυσμα ενδιαφέροντος

Από το ένθετο που παρατίθεται είναι δυνατό να συνοψισθούν ως πληροφορία οι παρακάτω διαπιστώσεις: Τα υλικά σώματα, είτε βρίσκονται στη στερεή είτε στην υγρή είτε στην αέρια κατάσταση, γενικά, διαστέλλονται όταν θερμαίνονται και συστέλλονται όταν ψύχονται. Το νερό, όμως, έχει διαφορετική συμπεριφορά όταν θερμαίνεται ή ψύχεται μεταξύ των θερμοκρασιών 0°C και 4°C. Το νερό, κάτω από τους 4°C αρχίζει να διαστέλλεται έως τους 0°C, παρόλο που η θερμοκρασία του μειώνεται. Στις υπόλοιπες θερμοκρασίες το νερό ακολουθεί το γενικό κανόνα που αναφέρθηκε παραπάνω. Η ασυνήθης αυτή συμπεριφορά του νερού από τους 4°C έως τους 0°C ονομάζεται «ανωμαλία συστολής» του νερού.

β. συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω / διατύπωση υποθέσεων

Από τη συζήτηση και μια μικρή σχετική έρευνα διατυπώνεται η υπόθεση ότι κανένα άλλο υγρό δεν έχει την ίδια συμπεριφορά σε αυτές τις θερμοκρασίες.



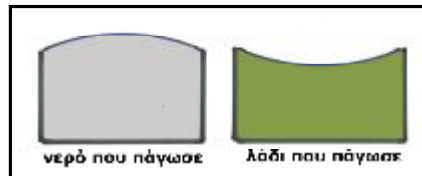
Η διόγκωση του μπουκαλιού που περιέχει νερό στην κατάψυξη αποδίδεται στην ανώμαλη διαστολή-συστολή του νερού καθώς αυτό ψύχεται από θερμοκρασίες πάνω από 4°C σε χαμηλότερες. Η δημιουργία πάγου που επιπλέει στις ψυχρές θάλασσες αποδίδεται επίσης στην ανώμαλη διαστολή-συστολή του νερού, αφού όταν παγώνει το νερό διαστέλλεται. Από αυτό συνεπάγεται ότι ο όγκος του πάγου είναι μεγαλύτερος από τον όγκο του αντίστοιχου νερού και το ειδικό του βάρος είναι μικρότερο από αυτό του νερού. Έτσι εξηγείται γιατί ο πάγος επιπλέει στο νερό. Ακόμη, από την τρίτη εικόνα διαπιστώνεται ότι το νερό των θαλασσών παγώνει μόνο στην επιφάνειά τους.

γ. ενεργώ, πειραματίζομαι / πειραματισμός

Για την ολοκλήρωση των πειραμάτων 1 και 2 χρειάζεται αρκετός χρόνος. Γι' αυτό, χρειάζεται προετοιμασία από την προηγούμενη ημέρα ή αναμονή για τα αποτελέσματα έως το επόμενο μάθημα.

Πείραμα 1

Όπως προκύπτει από την παρατήρηση και από το διπλανό σχήμα, η επιφάνεια του νερού που πάγωσε καμπυλώθηκε προς τα πάνω, ενώ η επιφάνεια του λαδιού που πάγωσε καμπυλώθηκε προς τα κάτω, επιβεβαιώνοντας τις σχετικές υποθέσεις.



Στη συνέχεια, παρατηρείται ότι το παγάκι νερού επιπλέει στο νερό, επιβεβαιώνοντας την ανώμαλη διαστολή-συστολή του νερού, ενώ το παγάκι λαδιού βυθίζεται στο λάδι, επιβεβαιώνοντας την κανονική διαστολή-συστολή των άλλων υγρών.

Πείραμα 2

Αν δυο όμοια μπουκάλια, το ένα γεμάτο με νερό και το δεύτερο με λάδι τοποθετηθούν για μερικές ώρες στην κατάψυξη, το μπουκάλι με το νερό θα έχει διογκωθεί (αν είναι πλαστικό) ή θα έχει σπάσει (αν είναι γυάλινο), γιατί ο όγκος του νερού αυξήθηκε καθώς το νερό έγινε πάγος, σε αντίθεση με το μπουκάλι με το λάδι, αφού ο όγκος του λαδιού μειώθηκε όταν το λάδι πάγωσε.

Υποδεικνύεται (για να αποφευχθεί έκτακτος καθαρισμός της κατάψυξης ...) αν χρησιμοποιηθούν γυάλινα μπουκάλια κατά την εκτέλεση αυτού του πειράματος, να τοποθετηθούν και τα δύο σε κλειστή πλαστική σακούλα.

Πείραμα 3

Η θερμοκρασία στο πάνω μέρος του δοχείου όπου υπάρχει νερό και πάγος μετριέται 0°C , η θερμοκρασία στο μέσο του δοχείου περίπου 2°C και η θερμοκρασία στο κάτω μέρος του δοχείου περίπου 4°C .

Η εκτέλεση του πειράματος σε ομάδες είναι δύσκολη, γι' αυτό προτείνεται η εκτέλεση του πειράματος με τη μορφή επίδειξης. Με αφορμή το πείραμα αυτό οι μαθητές με τη βοήθεια του/της εκπαιδευτικού τους είναι ευκαίρι να διαπιστώσουν ότι όταν σε ένα δοχείο συνυπάρχουν νερό και πάγος:

- το νερό με τη μικρότερη πυκνότητα, το νερό δηλαδή στην επιφάνεια του δοχείου όπου υπάρχει και πάγος, έχει θερμοκρασία 0°C , ενώ
- το νερό με τη μεγαλύτερη πυκνότητα, το νερό δηλαδή στον πυθμένα του δοχείου, έχει θερμοκρασία υψηλότερη, περίπου 4°C .

Εάν το πείραμα γίνει καλοκαίρι, χρησιμοποιείτε νερό από το ψυγείο (θερμοκρασίας 5°C έως 10°C) και όχι νερό από τη βρύση που έχει υψηλότερη θερμοκρασία.

Στο πάνω και στο κάτω μέρος του δοχείου η θερμοκρασία είναι πιθανό να μην είναι ακριβώς 0°C ή 4°C , αντίστοιχα, επειδή το δοχείο δεν είναι θερμομονωμένο από το περιβάλλον. Επίσης, οι μετρήσεις συχνά δεν είναι απόλυτα ακριβείς λόγω διαφόρων σφαλμάτων, όπως οι διαφορές των θερμομέτρων, ρεύματα στο νερό κτ.

δ. συμπεραίνω, καταγράφω / διατύπωση θεωρίας

Γράψε τα συμπεράσματά σου με βάση τις παρατηρήσεις σου στα πειράματα:

- 1, 2) Όταν το νερό παγώνει ο όγκος του αυξάνεται, σε αντίθεση με όλα τα άλλα υγρά τα οποία όταν παγώνουν ο όγκος τους μειώνεται (π.χ. λάδι). Το νερό σε στερεή κατάσταση (πάγος) επιπλέει στις επιφάνειες ποταμών, λιμνών, θαλασσών κλπ.
- 3) Όταν υπάρχει πάγος και επιπλέει στην επιφάνεια ποταμών, λιμνών και θαλασσών η θερμοκρασία είναι 0°C . Κάτω από την επιφάνεια η θερμοκρασία αυξάνεται και σε μεγαλύτερα βάθη φθάνει στους 4°C .

ε. εφαρμόζω, εξηγώ, γενικεύω / συνεχής έλεγχος.

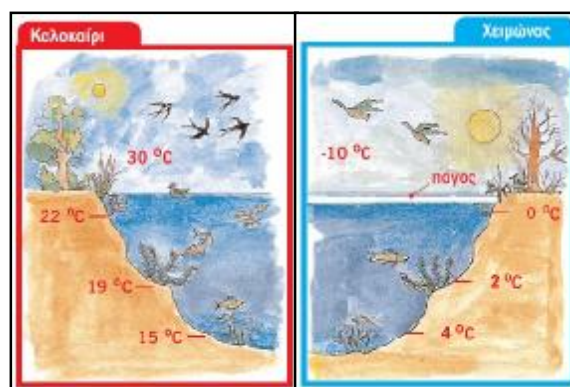
Οι παρακάτω προτεινόμενες απαντήσεις είναι ενδεικτικές και με κανέναν τρόπο δεν είναι δυνατόν να θεωρηθούν ως μοναδικές ή δεσμευτικές. Οποιοσδήποτε άλλες σωστές εναλλακτικές ή συμπληρωματικές απαντήσεις ή εφαρμογές είναι αποδεκτές, κατά την κρίση του/της εκπαιδευτικού.

Το νερό στην υγρή του μορφή εισχωρεί στις ρωγμές των βράχων. Όταν το νερό παγώσει, διαστέλλεται και αυξάνεται ο όγκος του με αποτέλεσμα να σπάζει τους βράχους και να αποκολλά τμήματά τους.



Αναφέρονται μερικά σχετικά φαινόμενα ή εφαρμογές που είναι δυνατό να εξηγηθούν με τα παραπάνω συμπεράσματα: Όταν το νερό παγώσει στο δίκτυο ύδρευσης υπάρχει κίνδυνος να σπάσει τους σωλήνες. Για το λόγο αυτό οι σωλήνες ύδρευσης είναι στο έδαφος όπου η θερμοκρασία είναι υψηλότερη. Το χειμώνα βάζουμε ειδικά υγρά (αντιψυκτικά) στα ψυγεία των αυτοκινήτων και στους ηλιακούς θερμοσίφωνες, προκειμένου να μην παγώνει το νερό σε χαμηλές θερμοκρασίες. Δεν αφήνουμε για πολλές ώρες γυάλινα μπουκάλια με νερό στην κατάψυξη γιατί υπάρχει κίνδυνος να σπάσουν.

Η παρατήρηση των διπλανών εικόνων της ίδιας λίμνης το καλοκαίρι και το χειμώνα είναι ευκαίριο να οδηγήσει σε συζήτηση σχετική με τη σημασία της ανώμαλης διαστολής-συστολής του νερού. Το καλοκαίρι ο ήλιος θερμαίνει την ατμόσφαιρα και την επιφάνεια της γης, όπως και την επιφάνεια του νερού της λίμνης. Το νερό της λίμνης είναι θερμότερο στην επιφάνεια και σε μικρά βάθη, ενώ η θερμοκρασία του μειώνεται όσο αυξάνει το βάθος. Το χειμώνα η θερμοκρασία του νερού στην επιφάνεια της λίμνης είναι γενικά μικρότερη. Όταν φθάσει στους 0°C μετατρέπεται σε πάγο. Οι μαθητές γνωρίζουν από τα πειράματα που προηγήθηκαν ότι ο πάγος είναι πιο "αραιός" (δηλαδή ελαφρότερος, αφού έγινε διαστολή) από το νερό και επιπλέει σε αυτό. Έτσι παγώνει αρχικά μόνο το νερό στην επιφάνεια της λίμνης και σχηματίζει ένα στρώμα πάγου. Τα κατώτερα στρώματα του νερού έχουν μεγαλύτερη θερμοκρασία με όριο, όμως, τους 4°C, γιατί αυτή είναι η θερμοκρασία που αντιστοιχεί στη μέγιστη πυκνότητα που είναι δυνατό να έχει το νερό σε υγρή κατάσταση. Αν η θερμοκρασία του νερού της λίμνης πέσει κάτω από τους 4°C, η πυκνότητά του μειώνεται και ανεβαίνει στην επιφάνεια. Γι' αυτό το νερό στα κατώτερα στρώματα της λίμνης διατηρείται σε υγρή κατάσταση με μέγιστη θερμοκρασία 4°C. Επιπρόσθετα, ο πάγος που επιπλέει ως ελαφρότερος στην επιφάνεια δρα ως μονωτικό στρώμα για το νερό που βρίσκεται από κάτω. Οι μαθητές είναι ευκαίριο να κατανοήσουν ότι, αν το νερό δεν παρουσίαζε ανωμαλία στη διαστολή-συστολή του, θα πάγωνε όλο το νερό της λίμνης.



Η παρατήρηση των παραπάνω εικόνων της ίδιας λίμνης το καλοκαίρι και το χειμώνα είναι ευκαίριο να οδηγήσει σε συζήτηση σχετική με τη σημασία της ανώμαλης διαστολής-συστολής του νερού για τους ζωντανούς οργανισμούς που ζουν στις λίμνες. Οι μαθητές είναι ευκαίριο να κατανοήσουν ότι, αν το νερό δεν παρουσίαζε ανωμαλία στη διαστολή-συστολή του, θα πάγωνε όλο το νερό της λίμνης, οπότε δεν θα ήταν δυνατή η επιβίωση των ζωντανών οργανισμών στη λίμνη.

Η ερμηνεία του μακροσκοπικού φαινομένου της διαστολής και συστολής των σωμάτων για τους μαθητές είναι δυνατόν να προκύψει από τις πληροφορίες (και τις εικόνες) του παραρτήματος "Ο μικρόκοσμος συγκροτεί και εξηγεί το Μακρόκοσμο" με τη βοήθεια του/της εκπαιδευτικού: Όταν θερμαίνεται ένα σώμα και μεγαλώνει η θερμοκρασία του, αυξάνονται συνεχώς οι ταχύτητες των τυχαίων και προς όλες τις κατευθύνσεις κινήσεων των μορίων του, καθώς και οι μεταξύ τους αποστάσεις τους.

Ενδεικτικές Απαντήσεις και Μετρήσεις

8. Το Φως Θερμαίνει – "Ψυχρά" και "Θερμά" Χρώματα

για τον Εκπαιδευτικό

Ειδικοί στόχοι

Επιδιώκεται οι μαθητές: 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.

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".

Γνώσεις / Δραστηριότητες / Πειράματα από το Δημοτικό Σχολείο

«Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω» Ε' τάξης, τετράδιο εργασιών: απορρόφηση του φωτός σελ. 140-141, βιβλίο μαθητή: σελ. 74, 77, 80-83, βιβλίο εκπαιδευτικού: σελ. 177-178, 189-190, Στ' τάξης, τετράδιο εργασιών: η θερμότητα διαδίδεται με ακτινοβολία σελ. 57-59, μορφές ενέργειας σελ. 20-22, πηγές ενέργειας σελ. 23-25, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σελ. 45-46, βιβλίο μαθητή: σελ. 13-16, 34-41, 45, 50-51, βιβλίο εκπαιδευτικού: σελ. 67-77, 97-98, 112-113.

Φύλλο Εργασίας 8

για τον εκπαιδευτικό

α. παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι / έναυσμα ενδιαφέροντος

Οι μαθητές, παρατηρώντας τις αρχικές εικόνες, είναι ευκαταίω:

- να παρατηρήσουν ότι το καλοκαίρι οι άνθρωποι προτιμούν να κάθονται κάτω από λευκές ομπρέλες ή στη σκιά τους, για να προστατευτούν από τον ήλιο,
- να ενδιαφερθούν και να μάθουν για το μυθολογικό ταξίδι του Ίκαρου μαζί με τον πατέρα του Δαίδαλο και την πτώση του Ίκαρου που αποδόθηκε από τους προγόνους μας στο λιώσιμο του κεριού που συγκρατούσε τα φτερά του λόγω της θέρμανσής τους από τον ήλιο,
- να παρατηρήσουν ότι οι άνθρωποι που ζουν σε θερμές χώρες προτιμούν να φορούν ανοιχτόχρωμα ρούχα, ενώ οι άνθρωποι που ζουν σε ψυχρές χώρες προτιμούν να φορούν σκουρόχρωμα ρούχα.

β. συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω / διατύπωση υποθέσεων

Από τη συζήτηση είναι ευκαταίω να υποθέσουν οι μαθητές ότι η αιτία των παραπάνω φαινομένων και επιλογών των ανθρώπων είναι η ηλιακή / φωτεινή ακτινοβολία και η θέρμανση που προκαλεί, ώστε να ενδιαφερθούν.

γ. ενεργώ, πειραματίζομαι / πειραματισμός

Για τη διεξαγωγή των πειραμάτων, προτιμάται και προτείνεται η χρήση άμεσου ηλιακού φωτός, όταν οι συνθήκες το επιτρέπουν. Εναλλακτικά προτείνεται ηλεκτρικός λαμπτήρας πυράκτωσης, ο οποίος αποδίδει πολύ περισσότερη θερμότητα απ' ό,τι οι λαμπτήρες φθορισμού ή LED.

Παρατίθενται μερικές ενδεικτικές τιμές οι οποίες έχουν ληφθεί με φωτισμό από ηλεκτρικό λαμπτήρα πυράκτωσης.

Πείραμα 1

	μέτρηση θερμοκρασίας (σε °C)
θερμόμετρο κάτω από σβηστό λαμπτήρα	22
θερμόμετρο κάτω από αναμμένο λαμπτήρα	24

Στο θερμόμετρο κάτω από τον αναμμένο λαμπτήρα η θερμοκρασία ήταν υψηλότερη, από ότι στο θερμόμετρο κάτω από το σβηστό λαμπτήρα.

Πείραμα 2

	Αρχική μέτρηση θερμοκρασίας (σε °C)	Μέτρηση θερμοκρασίας μετά από 5 λεπτά (σε °C)
θερμόμετρο με λευκή ταινία	22	24
θερμόμετρο με μαύρη ταινία	22	26

Μετά από τον ίδιο χρόνο και στην ίδια απόσταση, η θερμοκρασία αυξήθηκε και στα δύο θερμόμετρα. Όμως, στο θερμόμετρο με τη μαύρη ταινία η θερμοκρασία αυξήθηκε περισσότερο σε σχέση με τη θερμοκρασία του θερμομέτρου με τη λευκή ταινία.

Επαναλαμβάνοντας το πείραμα με αυτοκόλλητα διαφόρων σκούρων χρωμάτων παρατηρείται ότι όσο πιο σκούρα είναι η επιφάνεια του αυτοκόλλητου, τόσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία του θερμομέτρου.

δ. συμπεραίνω, καταγράφω / διατύπωση θεωρίας

Οι μαθητές είναι ευκαίιο να καταλήξουν στα παρακάτω συμπεράσματα.

- 1) Το φως μεταφέρει ενέργεια – θερμότητα στα σώματα τα οποία φωτίζει, με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας τους.
- 2) Οι φωτιζόμενες σκουρόχρωμες επιφάνειες απορροφούν μεγαλύτερα ποσά ενέργειας - θερμότητας από το φως, σε σχέση με τις φωτιζόμενες ανοιχτόχρωμες επιφάνειες, με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας των σωμάτων με σκουρόχρωμη επιφάνεια σε σχέση με την αύξηση της θερμοκρασίας των σωμάτων με ανοιχτόχρωμη επιφάνεια.

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 ή εφαρμογές είναι αποδεκτές, κατά την κρίση του/της εκπαιδευτικού.

Διαπιστώνεται ότι τα συμπεράσματα επιβεβαιώνουν τις υποθέσεις που αφορούν στις αρχικές εικόνες: Οι άνθρωποι προτιμούν να κάθονται το καλοκαίρι κάτω από ανοιχτόχρωμες ομπρέλες ή να φορούν ανοιχτόχρωμα ρούχα, γιατί απορροφούν μικρότερα ποσά ενέργειας – θερμότητας και θερμαίνονται λιγότερο. Επίσης, το λιώσιμο του κεριού στο μύθο του Ίκαρου αποδίδεται στη θέρμανσή του από τον ήλιο, δεδομένου ότι το φυσικό κεριό έχει σκούρο χρώμα.

Ονομάζουμε «θερμά» τα σκούρα χρώματα γιατί απορροφούν μεγαλύτερα ποσά ενέργειας-θερμότητας από το φως και θερμαίνονται περισσότερο σε σχέση με τα ανοιχτά χρώματα τα οποία γι' αυτό τα ονομάζουμε «ψυχρά».



Τα σκουρόχρωμα ρούχα απορροφούν μεγαλύτερα ποσά ενέργειας-θερμότητας από το φως σε σχέση με τα ανοιχτόχρωμα ρούχα, άρα ανακλούν λιγότερο φως, με αποτέλεσμα να διακρίνονται δυσκολότερα από τα ανοιχτόχρωμα ρούχα. Αντίθετα, τα ανοιχτόχρωμα ρούχα απορροφούν μικρότερα ποσά ενέργειας –θερμότητα, άρα ανακλούν περισσότερο φως, με αποτέλεσμα να διακρίνονται ευκολότερα από τα σκουρόχρωμα ρούχα.

Με τα συμπεράσματα εξηγούνται:

- α) το σκούρο χρώμα που έχει η επίπεδη επιφάνεια του ηλιακού θερμοσίφωνα, γιατί απορροφά μεγάλα ποσά ενέργειας-θερμότητας και θερμαίνει το νερό του θερμοσίφωνα σε υψηλότερες θερμοκρασίες, όπως επιδιώκεται.
- β) τα ανοιχτά χρώματα με τα οποία βάφονται συνήθως τα σπίτια στα ελληνικά νησιά, γιατί απορροφούν μικρότερα ποσά ενέργειας-θερμότητα απ' ό,τι τα σκούρα χρώματα, με αποτέλεσμα να διατηρούνται οι θερμοκρασίες στο εσωτερικό των σπιτιών χαμηλότερες, ενώ αντίθετα στις βόρειες χώρες τα σπίτια βάφονται με σκούρα χρώματα για να απορροφούν μεγαλύτερα ποσά ενέργειας-θερμότητας και οι θερμοκρασίες στο εσωτερικό των σπιτιών να διατηρούνται υψηλότερες.



Στα ηλιο-θερμο-μεταβλητά ή θερμο-χρωμικά υλικά το χρώμα τους μεταβάλλεται όταν αλλάζει η θερμοκρασία τους. Τέτοια υλικά χρησιμοποιούνται για την επικάλυψη των εξωτερικών επιφανειών στα κτίρια. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού όπου η θερμοκρασίες είναι υψηλές το χρώμα των εξωτερικών επιφανειών γίνεται ανοιχτόχρωμο και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση της θερμοκρασίας τους αφού απορροφούν μικρά ποσά ενέργειας από το φως του ήλιου. Το χειμώνα όπου η θερμοκρασίες είναι χαμηλές το χρώμα των εξωτερικών επιφανειών γίνεται πιο σκούρο και η θερμοκρασία τους αυξάνεται αφού απορροφούν

μεγάλα ποσά ενέργειας από το φως του ήλιου. Η χρήση αυτών των χρωμάτων οδηγεί σε εξοικονόμηση ενέργειας μειώνοντας τις ανάγκες για θέρμανση –το χειμώνα– και ψύξη –το καλοκαίρι– των κτιρίων.

Ενδεικτικές Απαντήσεις και Μετρήσεις

9. Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου υπερ-Θερμαίνει

για τον Εκπαιδευτικό

Ειδικοί στόχοι

Επιδιώκεται οι μαθητές: 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

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".

Γνώσεις / Δραστηριότητες / Πειράματα από το Δημοτικό Σχολείο

«Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω» Ε' τάξης, τετράδιο εργασιών: απορρόφηση του φωτός σελ. 140-141, βιβλίο μαθητή: σελ. 74, 80-83, βιβλίο εκπαιδευτικού: σελ. 189-190, ΣΤ' τάξης, τετράδιο εργασιών: η θερμότητα διαδίδεται με ακτινοβολία σελ. 57-59, βιβλίο μαθητή: σελ. 50, βιβλίο εκπαιδευτικού: σελ. 112-113.

Φύλλο Εργασίας 9

για τον εκπαιδευτικό

α. παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι / έναυσμα ενδιαφέροντος

Η μελέτη του ενδεικτικού γραφήματος με τη βοήθεια του/της εκπαιδευτικού δείχνει πράγματι ότι υπάρχει αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης τον τελευταίο ενάμιση αιώνα, ένα φαινόμενο το οποίο ονομάζεται "φαινόμενο του θερμοκηπίου".

β. συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω / διατύπωση υποθέσεων

Σύμφωνα με τις επικρατούσες απόψεις και υποθέσεις η αύξηση αποδίδεται κυρίως στη διαρκή αύξηση της περιεκτικότητας της γήινης ατμόσφαιρας σε αέριο διοξείδιο του άνθρακα CO₂. Λίγοι ερευνητές αποδίδουν το φαινόμενο σε άλλες αιτίες, όμως η επιβολή από τη διεθνή κοινότητα (Kyoto Protocol, 1997) του "φόρου του διοξειδίου του άνθρακα" στις χώρες που αυξάνουν κατ' έτος την εκπομπή CO₂ από καύσεις της βιομηχανίας τους ή των αυτοκινήτων τους, ενισχύει την επικρατούσα άποψη για την αιτία του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Η μετατροπή της χημικής ενέργειας των γαιανθράκων και του πετρελαίου (αλλά και των παραγώγων του) σε θερμική ενέργεια με καύση είναι ιδιαίτερα επιβαρυντική για το περιβάλλον και, βέβαια, και για την υγεία μας, με πολλούς μάλιστα τρόπους. Κατά την καύση, εκτός από θερμική ενέργεια (μέρος της οποίας διαφεύγει ως απώλειες στο περιβάλλον, αυξάνοντας τη θερμοκρασία του πλανήτη μας), δημιουργείται επίσης αιθάλη και διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Όσον αφορά στο διοξείδιο του άνθρακα, το αέριο αυτό μεταβάλλει σταδιακά με τη διαρκώς αύξουσα ποσότητά του στην ατμόσφαιρα, τη -συνήθη- σύστασή της, με αποτέλεσμα τη μεταβολή του ισοζυγίου θερμότητας του πλανήτη μας. Πιο συγκεκριμένα, η ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται στην ατμόσφαιρα είναι μεγαλύτερη της εξερχόμενης (μετά από την ανάκλασή της στη Γη), όσο η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα είναι αυξημένη (και αυξάνεται συνεχώς...). Αυτό σημαίνει ότι η εισερχόμενη στην ατμόσφαιρα θερμότητα από τον ήλιο είναι μεγαλύτερη της εξερχόμενης, η δε θερμοκρασία του πλανήτη αυξουσα (με προφανή αποτελέσματα στους ζώντες οργανισμούς αλλά και στον ίδιο τον πλανήτη, που θα αντιμετωπίσει κοσμογονικές μεταβολές από την -επερχόμενη- τήξη των πάγων...). Το φαινόμενο, γνωστό και ως "φαινόμενο του θερμοκηπίου" (όπου το ρόλο της βεβαρημένης με διοξείδιο του άνθρακα ατμόσφαιρας παίζει το γυάλινο στέγαστρο των θερμοκηπίων), έχει ήδη ανησυχήσει τους ειδικούς και την παγκόσμια κοινότητα.

Από το βιβλίο "Εκπαίδευση στις-μετις Φυσικές Επιστήμες", Πανεπιστήμιο Αθηνών – Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος, 2007

γ. ενεργώ, πειραματίζομαι / πειραματισμός

Για την ολοκλήρωση των πειραμάτων 1 και 2 χρειάζεται αρκετός χρόνος. Γι' αυτό, χρειάζεται προσεκτική προετοιμασία και ανάλογος προγραμματισμός των απαραίτητων μαθημάτων για την ολοκλήρωσή τους.

Πείραμα 1

Παρατίθεται ενδεικτική μέτρηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος ($27,8^{\circ}\text{C}$) και μια σειρά μετρήσεων από μία δειγματική εφαρμογή του πειράματος χωρίς προσθήκη ξιδιού και σόδας: (χρόνος σε λεπτά, θερμοκρασία σε $^{\circ}\text{C}$) (1, 28), (2, 28.6), (3, 29), (4, 29.3), (5, 29.6), (6, 29.9), (7, 30.1), (8, 30.6), (9, 30.9), (10, 31.1), (11, 31.2), (12, 31.3), (13, 31.4), (14, 31.5), (15, 31.7), (16, 31.8), (17, 31.9), (18, 32) (19, 32), (20, 32), (21, 32), (22, 32), (23, 32).

Πείραμα 2

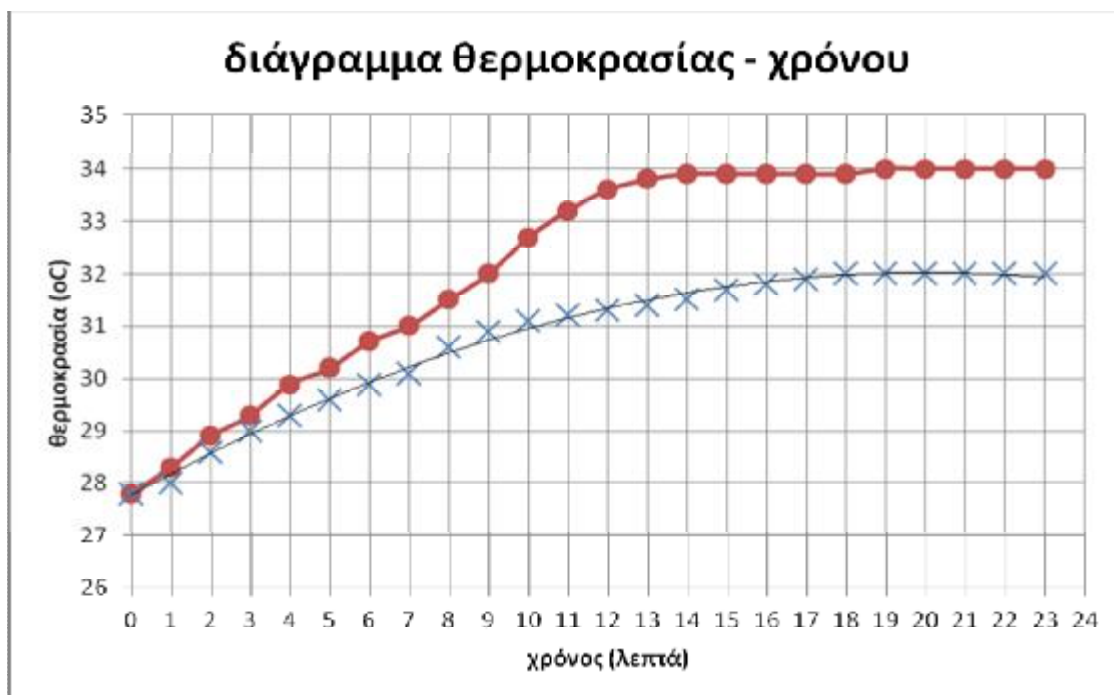
Παρατίθεται επίσης μια σειρά μετρήσεων από τη δειγματική εφαρμογή του πειράματος με προσθήκη ξιδιού και σόδας (χρόνος σε λεπτά, θερμοκρασία σε $^{\circ}\text{C}$): (1, 27.8), (2, 28.3), (3, 28.9), (4, 29.3), (5, 29.9), (6, 30.2), (7, 30.7), (8, 31), (9, 32), (10, 32.7), (11, 33.2), (12, 33.6), (13, 33.8), (14, 33.9), (15, 33.9), (16, 33.9), (17, 33.9), (18, 33.9) (19, 34), (20, 34), (21, 34), (22, 34), (23, 34).

Πείραμα 3

Το κεράκι σβήνει.

Το αέριο που παράγεται από την αντίδραση μαγειρικής σόδας-ξιδιού είναι το διοξείδιο του άνθρακα. Το διοξείδιο του άνθρακα είναι άοσμο, άφλεκτο και βαρύτερο από τον ατμοσφαιρικό αέρα.

Σημειώνοντας τις τιμές των μετρήσεων του πειράματος 1 και του πειράματος 2 στο διάγραμμα «θερμοκρασίας θ - χρόνου t », με τη χρήση διαφορετικών συμβόλων για τις τιμές κάθε πειράματος (x για τις τιμές της θερμοκρασίας χωρίς ξίδι και σόδα, • για τις τιμές της θερμοκρασίας με ξίδι και σόδα) και σχεδιάζοντας δύο καμπύλες προκύπτει το διάγραμμα:



Οι θερμοκρασίες στο δοχείο όταν παράχθηκε πρόσθετο διοξείδιο του άνθρακα είναι υψηλότερες σε σχέση με τις θερμοκρασίες στο δοχείο χωρίς πρόσθετο διοξείδιο του άνθρακα. Αν και οι δυο καμπύλες ξεκινούν από το ίδιο σημείο, η καμπύλη που αναπαριστά την θερμοκρασία του δοχείου όταν παράχθηκε πρόσθετο διοξείδιο του άνθρακα βρίσκεται πιο πάνω από την καμπύλη που αναπαριστά τη θερμοκρασία του δοχείου χωρίς πρόσθετο διοξείδιο του άνθρακα. Μετά από 20 λεπτά περίπου η θερμοκρασία σταθεροποιείται και στις δύο περιπτώσεις.

δ. συμπεραίνω, καταγράφω / διατύπωση θεωρίας

Η ύπαρξη διοξειδίου του άνθρακα στο δοχείο του πειράματος οδηγεί σε μεγαλύτερη απορρόφηση ενέργειας-θερμότητας, εγκλωβισμό της και υψηλότερη άνοδο της θερμοκρασίας.

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.

Γενικεύοντας τα παραπάνω συμπεράσματα, η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης εξηγείται από τη διαρκή αύξηση της περιεκτικότητας της γήινης ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του άνθρακα, η οποία οδηγεί σε μεγαλύτερη απορρόφηση (και εγκλωβισμό) ενέργειας-θερμότητας από το γήινο σύστημα.

Μερικές από τις επιπτώσεις της συνεχούς ανόδου (αν συνεχιστεί) της μέσης τιμής της θερμοκρασίας της γης είναι: η αλλαγή του κλίματος της γης (με τη μετακίνηση των ζωνών βροχοπτώσεως από τον ισημερινό προς τον βορρά και την ερημοποίηση του κάτω τμήματος της εύκρατης ζώνης), η άνοδος της στάθμης των θαλασσών λόγω τήξης των πάγων στους πόλους (που θα οδηγήσει και σε καταβύθιση παράκτιων περιοχών), η μείωση των υδάτινων πόρων (με την αύξηση των αναγκών άρδευσης και ύδρευσης και τη μεταβολή του κύκλου του νερού) κ.ά. Ως μέτρα αντιμετώπισης του προβλήματος προτείνονται: η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ηλιακή, αιολική, ...), η λογική χρήση της ενέργειας, η μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από αυτοκίνητα και εργοστάσια, οι δενδροφυτεύσεις κ.ά.

Ο καθένας μας είναι δυνατόν να δραστηριοποιηθεί συμβάλλοντας στη μείωση των επιπτώσεων του προβλήματος αυτού, αν εφαρμόζει (και όχι μόνο να συμφωνεί με) τις παραπάνω προτάσεις στο μέτρο που τον αφορά.

Είναι "ευεργετικό" ή "καταστροφικό" το φαινόμενο του θερμοκηπίου για τη Γη;

Ασφαλώς η λειτουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι ευεργετική για τη Γη μας και τη Ζωή σε αυτήν. Αν η ατμόσφαιρα της Γης δεν εγκλωβίζει ένα μέρος της θερμότητας που μας στέλνει ο Ήλιος με την ακτινοβολία του και δεν διέχεε τη θερμότητα αυτή παντού στη Γη, τότε τα φωτιζόμενα από τον Ήλιο μέρη της Γης θα είχαν θερμοκρασία περίπου 250°C. Αντίθετα, τα μη φωτιζόμενα μέρη της Γης θα είχαν θερμοκρασία περίπου -250°C. Αυτό συμβαίνει στη Σελήνη που δεν έχει ατμόσφαιρα, ούτε βέβαια ζωή. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου εξασφαλίζει στη Γη μια μέση θερμοκρασία, με μικρές διακυμάνσεις, η οποία εξασφαλίζει τη συνέχιση της ζωής.

Όμως αυτό το φαινόμενο μπορεί να αποδειχθεί και καταστροφικό για τη Γη. Αυτό θα συμβεί αν αλλάξει η σύσταση της ατμόσφαιρας της Γης λόγω των παρεμβάσεων του ανθρώπου. Τότε η Γη θα υπερθερμανθεί (...)

Από το βιβλίο "Εκπαίδευση στις-μετις Φυσικές Επιστήμες", Πανεπιστήμιο Αθηνών – Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος, 2007

Το "φαινόμενο του θερμοκηπίου" παρατηρήθηκε πρώτα στο εσωτερικό των γυάλινων ή πλαστικών θερμοκηπίων που χρησιμοποιούνται στη γεωργία και στο εσωτερικό τους παρατηρούνται υψηλές θερμοκρασίες λόγω του εγκλωβισμού σε αυτά ενέργειας-θερμότητας.

Ενδεικτικές Απαντήσεις και Μετρήσεις

10. Το Ηλεκτρικό βραχυ-Κύκλωμα – Κίνδυνοι και "Ασφάλεια"

για τον Εκπαιδευτικό

Ειδικοί στόχοι

Επιδιώκεται οι μαθητές: 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.

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".

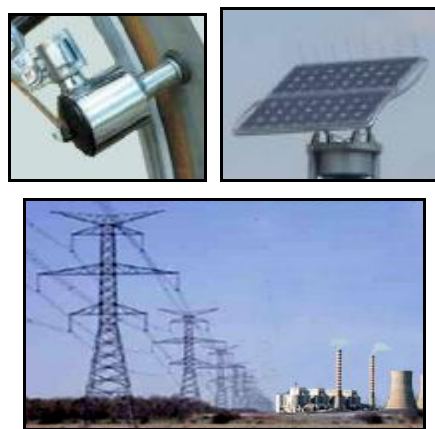
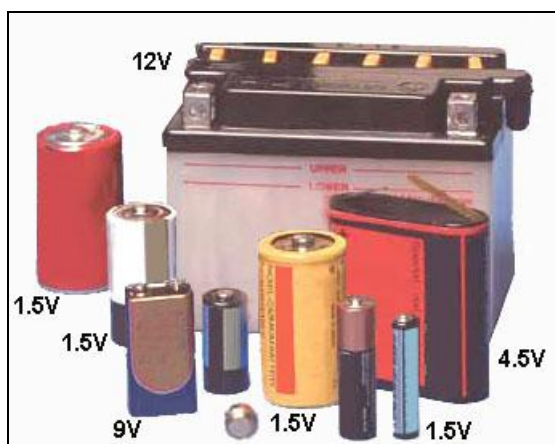
Γνώσεις / Δραστηριότητες / Πειράματα από το Δημοτικό Σχολείο

«Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω» Ε' τάξης, τετράδιο εργασιών: πότε ανάβει το λαμπάκι σελ. 101-103, ένα απλό κύκλωμα σελ. 104-108, το ηλεκτρικό ρεύμα σελ. 109-111, αγωγοί και μονωτές σελ. 112-114, ο διακόπτης σελ. 115-118, σύνδεση σε σειρά και παράλληλη σύνδεση σελ. 119-122, ηλεκτρικό ρεύμα – μια επικίνδυνη υπόθεση σελ. 123-125, βιβλίο μαθητή: σελ. 60-66, 70-71, βιβλίο εκπαιδευτικού: σελ. 156-172

Φύλλο Εργασίας 10

για τον εκπαιδευτικό

α. παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι / έναυσμα ενδιαφέροντος



Στις εικόνες φαίνονται μπαταρίες με τις ονομαστικές ηλεκτρικές τάσεις τους (1.5V που κατά κανόνα έχουν σχήμα κυλινδρικό αλλά διαφορετικά μεγέθη, 4.5V που έχουν σχήμα "πλακέ", 9V που έχουν σχήμα ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου), ηλεκτρικός συσσωρευτής αυτοκινήτου (12V), καθώς και δυναμό ποδηλάτου, φωτοβολταϊκό πάνελ και πυλώνες υψηλής τάσης.

«Επικίνδυνες ενέργειες» σε ηλεκτρικά κυκλώματα 220 V: σύνδεση ηλεκτρικού καλωδίου στην πρίζα με βρεγμένα χέρια, κάρφωμα μεταλλικού καρφιού ακριβώς πάνω από την πρίζα, άνοιγμα ηλεκτρικής συσκευής ενώ αυτή είναι συνδεδεμένη στην πρίζα, πέταγμα χαρταετού κοντά σε ηλεκτροφόρα καλώδια.

β. συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω / διατύπωση υποθέσεων

Σε όλες αυτές τις ενέργειες είναι δυνατό το ηλεκτρικό ρεύμα να ακολουθήσει πορεία μέσα από το ανθρώπινο σώμα με επικίνδυνες συνέπειες (ηλεκτρο-πληξία).

γ. ενεργώ, πειραματίζομαι / πειραματισμός

ΠΡΟΣΟΧΗ: Στους πειραματισμούς με ηλεκτρικά κυκλώματα δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται από τους μαθητές ηλεκτρικές πηγές με ένδειξη μεγαλύτερη από 9 V. Όταν είναι απαραίτητη η χρήση 220V σε ηλεκτρικές συσκευές, πρέπει να συμβουλευόμαστε πρώτα τον/την εκπαιδευτικό, πριν τις συνδέσουν στην πρίζα.

Πείραμα 2: Όταν κλείσει το κύκλωμα, το λαμπάκι ανάβει.

Πείραμα 3: Όταν ακουμπήσουν οι δύο συνδετήρες μεταξύ τους το λαμπάκι σβήνει, γιατί δημιουργείται βραχυ-κύκλωμα και το ηλεκτρικό ρεύμα ακολουθεί την ευκολότερη πορεία μέσω των συνδετήρων.

Πείραμα 4: Όταν ακουμπήσουν οι δύο συνδετήρες μεταξύ τους το λαμπάκι σβήνει, γιατί δημιουργείται βραχυ-κύκλωμα και το ηλεκτρικό ρεύμα ακολουθεί την ευκολότερη πορεία μέσα σε αυτό το βραχυ-κύκλωμα. Όμως, λόγω της ευκολότερης πορείας του το ηλεκτρικό ρεύμα μεγαλώνει με αποτέλεσμα το ατσαλόμαλλο να θερμανθεί, να φωτοβολήσει και να λιώσει, διακόπτοντας το κύκλωμα.

Πείραμα 5: Όταν ακουμπήσουν οι δύο συνδετήρες μεταξύ τους, δημιουργείται βραχυ-κύκλωμα και το ρεύμα ακολουθεί αυτή τη διαδρομή και όχι τη διαδρομή του κανονικού κυκλώματος, οπότε το λαμπάκι σβήνει. Το ατσαλόμαλλο όμως θερμαίνεται, φωτοβολεί και λιώνει. Τότε το ηλεκτρικό ρεύμα ακολουθεί τη διαδρομή του κανονικού κυκλώματος που εξακολουθεί να είναι κλειστό και το λαμπάκι ανάβει.

δ. συμπεραίνω, καταγράφω / διατύπωση θεωρίας

Πείραμα 3: Το ηλεκτρικό ρεύμα ακολουθεί την ευκολότερη διαδρομή. Όταν δημιουργηθεί σε ένα κύκλωμα ένα βραχυ-κύκλωμα, το ηλεκτρικό ρεύμα ακολουθεί την ευκολότερη διαδρομή του βραχυκυκλώματος.

Πείραμα 4 και 5: Όταν υπάρχει βραχυκύκλωμα, το ηλεκτρικό ρεύμα μεγαλώνει με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση των αγωγών.

ε. εφαρμόζω, εξηγώ, γενικεύω / συνεχής έλεγχος.

Οι παρακάτω προτεινόμενες απαντήσεις είναι ενδεικτικές. Οποιοσδήποτε άλλες σωστές εναλλακτικές ή συμπληρωματικές απαντήσεις είναι αποδεκτές, κατά την κρίση του/της εκπαιδευτικού.



Δημιουργείται βραχυκύκλωμα όταν το νερό έρχεται σε επαφή με τα μεταλλικά μέρη της πρίζας ή/και του φις. Τότε περνάει ηλεκτρικό ρεύμα και στο νερό, άρα και στο σώμα μας, μέσω του χεριού μας που είναι βρεγμένο.



Δημιουργείται βραχυκύκλωμα όταν το καρφί τρυπήσει το καλώδιο και έρθει σε επαφή με το μεταλλικό σύρμα. Τότε περνάει ηλεκτρικό ρεύμα και στο καρφί, άρα και στο σώμα μας, μέσω του χεριού μας που το ακουμπάει.



Δημιουργείται βραχυκύκλωμα όταν τα χέρια μας ακουμπήσουν τα μεταλλικά μέρη της ηλεκτρικής συσκευής. Τότε περνάει ηλεκτρικό ρεύμα και στο σώμα μας, μέσω του χεριού μας που ακουμπάει τη συσκευή.



Σε βροχερό καιρό δημιουργείται βραχυκύκλωμα όταν ο χαρταετός ακουμπήσει στα ηλεκτροφόρα καλώδια. Τότε περνάει ηλεκτρικό ρεύμα και στο βρεγμένο σπάγκο, άρα και στο χέρι μας μέσω του χεριού μας που το ακουμπάει.



Αν το καλώδιο είναι φθαρμένο ή η συσκευή ακουμπήσει το νερό, θα δημιουργηθεί βραχυκύκλωμα, το ηλεκτρικό ρεύμα θα περάσει από το νερό άρα και από το σώμα μας που βρίσκεται μέσα σε αυτό.



Αν σε ένα κύκλωμα δημιουργηθεί βραχυκύκλωμα αυτό υπερθερμαίνεται με κίνδυνο να λιώσουν τα καλώδια και να εκδηλωθεί πυρκαγιά. Για αυτό το λόγο παρεμβάλουμε στα ηλεκτρικά κυκλώματα ασφάλειες, που αποτελούνται από λεπτά σύρματα ώστε σε περίπτωση βραχυκυκλώματος αυτά να λιώσουν και να προστατεύσουν το κύκλωμα από περαιτέρω υπερθέρμανση.

Ιδιοκατασκευή / Πείραμα 6

Ένα ηλεκτρικό στοιχείο όπως αυτό του οποίου η ιδιοκατασκευή προτείνεται έχει ενδεικτική τιμή 0.9 V , ενώ δύο σε σειρά έχουν 1.8 V , αφού η σύνδεση σε σειρά ηλεκτρικών στοιχείων προσθέτει τις τιμές του κάθε στοιχείου. Αυτό εφαρμόζεται στην πράξη για την κατασκευή μπαταριών με ονομαστικές τιμές τάσης ακέραια πολλαπλάσια της αρχικής.

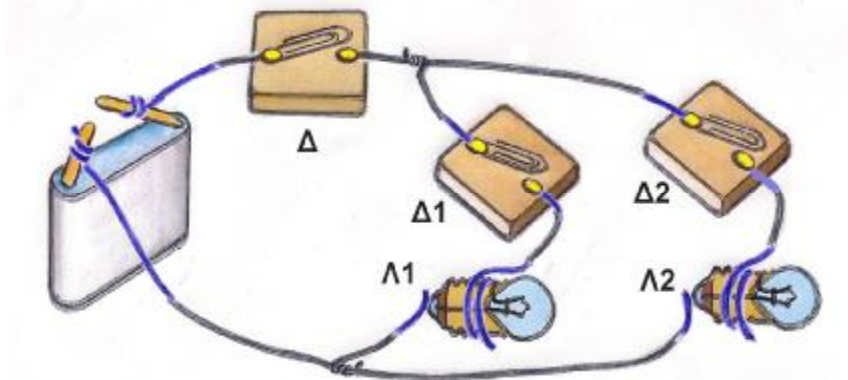
Αυτό γίνεται αντιληπτό με την αφαίρεση του πλαστικού καλύμματος από μια "πλακέ" μπαταρία 4.5V , οπότε διαπιστώνεται ότι πραγματικά αποτελείται από τρία απλά ηλεκτρικά στοιχεία / μπαταρίες των 1.5V συνδεδεμένα σε σειρά ($3 \times 1.5\text{V} = 4.5\text{V}$). Οι κυλινδρικές μπαταρίες 1.5V κατασκευάζονται και λειτουργούν όπως τα απλά ηλεκτρικά στοιχεία που ιδιοκατασκεύασες.



Συμπληρωματικό **Φύλλο Εργασίας 10 +**

για τον εκπαιδευτικό

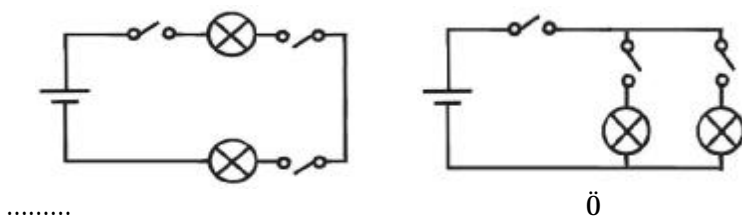
+++++



Λαμβάνοντας υπόψη ότι ένα ηλεκτρικό κύκλωμα «κλείνει», όταν ο διακόπτης «κλείνει», ανάλογα με ποιοι διακόπτες είναι κλειστοί ή ανοιχτοί, τα λαμπάκια $\Lambda 1$ και $\Lambda 2$ θα είναι:

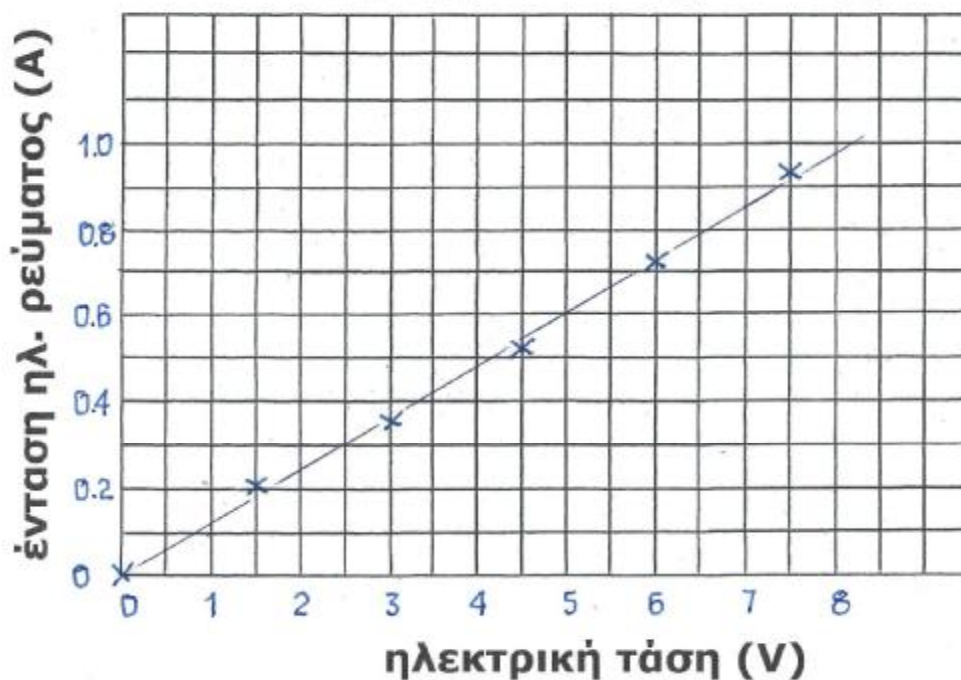
Δ	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Lambda 1$	$\Lambda 2$
Κλειστός	ανοιχτός	κλειστός	σβηστό	αναμμένο
Κλειστός	κλειστός	ανοιχτός	αναμμένο	σβηστό
Ανοιχτός	κλειστός	κλειστός	σβηστό	σβηστό
Κλειστός	κλειστός	κλειστός	αναμμένο	αναμμένο

Το συμβολιστικό κύκλωμα το οποίο αντιστοιχεί με το παραπάνω σχηματικό κύκλωμα σημειώνεται με \emptyset



+++++
 Παρατίθενται μερικές ενδεικτικές τιμές μετρήσεων (ένδειξη βολτομέτρου, ένδειξη αμπερομέτρου) για τον αντίστοιχο αριθμό μπαταριών: 5 (7,5 V, 0,93 A), 4 (6 V, 0,71 A), 3 (4,5 V, 0,52 A), 2 (3 V, 0,36 A), 1 (1,5 V, 0,2 A), 0 (0 V, 0 A) και το σχετικό διάγραμμα έντασης - τάσης, με βάση τις πληροφορίες που υπάρχουν στο σχετικό ένθετο του ΦΕ10+.

διάγραμμα έντασης - τάσης



Σε αυτό το ηλεκτρικό κύκλωμα, με το συγκεκριμένο εύρος τιμών της ηλεκτρικής τάσης και τη συγκεκριμένη στήλη γραφίτη ως αντιστάτη, η σχέση της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος με την ηλεκτρική τάση που το προκαλεί φαίνεται να απεικονίζεται από μία ευθεία γραμμή, η σχέση δηλαδή είναι γραμμική.

+++++
 Η πρόταση για εναλλακτική ιδιοκατασκευή / πείραμα 9 είναι εφικτή και, αν τηρηθούν οι οδηγίες, λειτουργική.

+++++
 Ιδιοκατασκευή κυκλώματος από γραφίτη σε χαρτί

Όταν συνδέονται οι πόλοι της μπαταρίας με το κύκλωμα, το LED φωτοβολεί.

Όταν δημιουργείται βραχυκύκλωμα, το LED σβήνει.

+++++
 Ιδιοκατασκευή μεταβλητής αντίστασης από γραφίτη σε χαρτί

Όταν ακουμπήσει το άκρο του καλωδίου επάνω στο γραφίτη, το LED φωτοβολεί.

Όσο μικρότερη είναι η απόσταση του καλωδίου από το LED, τόσο η φωτοβολία του είναι εντονότερη (και αντίστροφα).

Εναλλακτικά, στη θέση του LED είναι δυνατόν να συνδέσουμε ένα πολύμετρο.

Ενδεικτικές Απαντήσεις και Μετρήσεις

**10. Από τον Ηλεκτρισμό στο Μαγνητισμό –
– Ένας Ηλεκτρικός (ιδιο-)Κινητήρας**

για τον Εκπαιδευτικό

Ειδικοί στόχοι

Επιδιώκεται οι μαθητές: 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.

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".

Γνώσεις / Δραστηριότητες / Πειράματα από το Δημοτικό Σχολείο

«Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω» Στ' τάξης, τετράδιο εργασιών: από τον ηλεκτρισμό στο μαγνητισμό – ο ηλεκτρομαγνήτης σελ. 129-132, βιβλίο μαθητή: σελ. 94-95, 98-101, βιβλίο εκπαιδευτικού: σελ. 194-196.

Φύλλο Εργασίας 11

για τον εκπαιδευτικό

α. παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι / έναυσμα ενδιαφέροντος

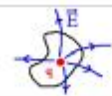


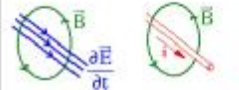
Η εικονιζόμενη μαθηματική σχέση είναι η τέταρτη εξίσωση Maxwell.

Οι εξισώσεις του Maxwell

Οι –μόλις– τέσσερις εξισώσεις Maxwell, όπως διαμορφώθηκαν από τα μέσα του 19ου αιώνα και απεδείχθησαν έως τώρα θεωρητικά επαρκείς και πειραματικά συνεπείς, αλλά και «αναλλοίωτες» μετά από το σχετικιστικό και κβαντικό έλεγχο, εκφράζουν μαθηματικά την πλέον πλήρη επιστημονική θεωρία η οποία έχει διατυπωθεί ποτέ, την ηλεκτρομαγνητική θεωρία. Αυτή περιγράφει, ερμηνεύει και ενοποιεί όλα τα ηλεκτρικά και μαγνητικά φαινόμενα, αλλά και προβλέπει την ύπαρξη και παραγωγή των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων.

Η "ποιητική" του Maxwell

Αν η μαθηματική έκφραση μιας επιστημονικής θεωρίας, όπως και η ποιητική έκφραση, – πρέπει να– χαρακτηρίζονται από απλότητα, λιτότητα, πληρότητα, συμμετρία και ομορφιά, τότε οι εξισώσεις Maxwell συνθέτουν (και) το ωραιότερο ποίημα το οποίο έχει γραφεί ποτέ στη μαθηματική γλώσσα...

$\oint_S \vec{E} d\vec{s} = \frac{q}{\epsilon_0}$	$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$	
$\oint_S \vec{B} d\vec{s} = 0$	$\nabla \cdot \vec{B} = 0$	
$\oint_L \vec{E} d\vec{l} = -\frac{d}{dt} \int_S \vec{B} d\vec{s}$	$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$	
$\oint_L \vec{B} d\vec{l} = \epsilon_0 \mu_0 \frac{d}{dt} \int_S \vec{E} d\vec{s} + \mu_0 I$	$\nabla \times \vec{B} = \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + \mu_0 \vec{j}$	

Από το βιβλίο "Εκπαίδευση στις-με τις Φυσικές Επιστήμες", Πανεπιστήμιο Αθηνών –
– Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος, 2007

Από τις εικονιζόμενες μηχανές, συσκευές ή εργαλεία με ηλεκτρικούς κινητήρες λειτουργούν το υποβρύχιο, το ηλιακό αυτοκίνητο, ο ανεμιστήρας, το δρόπανο, το ηλιακό ρολόι και η ανεμογεννήτρια.

β. συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω / διατύπωση υποθέσεων

Σύμφωνα με την παραπάνω μαθηματική σχέση και με τις υποδείξεις του/της εκπαιδευτικού είναι ευκαίιο να διατυπωθεί η υπόθεση ότι αν ένας αγωγός διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα αποκτά μαγνητικές ιδιότητες και ότι η αλληλεπίδραση μαγνητών και ηλεκτρικού ρεύματος δημιουργεί δυνάμεις που είναι δυνατόν να προκαλέσουν κίνηση.

γ. ενεργώ, πειραματίζομαι / πειραματισμός

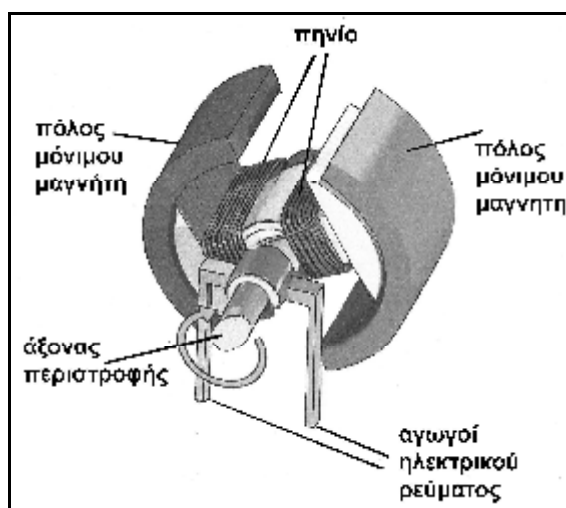
Το πηνίο καθώς διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα περιστρέφεται.

δ. συμπεραίνω, καταγράφω / διατύπωση θεωρίας

Αν ένας αγωγός διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα αποκτά μαγνητικές ιδιότητες. Ο ηλεκτρικός κινητήρας λειτουργεί όταν ένας αγωγός που βρίσκεται στο εσωτερικό του και διαρρέεται από ρεύμα αλληλεπιδρά με έναν μόνιμο μαγνήτη του.

ε. εφαρμόζω, εξηγώ, γενικεύω / συνεχής έλεγχος.

Όλοι οι ηλεκτρικοί κινητήρες των διαφόρων συσκευών έχουν μόνιμους μαγνήτες και πηνίο/α που τροφοδοτείται/νται με ηλεκτρικό ρεύμα. Στις περισσότερες περιπτώσεις το πηνίο είναι προσαρμοσμένο στον άξονα περιστροφής.



Από τη σύγκριση των τμημάτων του ηλεκτρικού κινητήρα με τα τμήματα μιας ηλεκτρικής γεννήτριας (όπως φαίνεται στο αντίστοιχο σχέδιο του ΦΕ12) διαπιστώνεται ότι είναι όμοια. Η διαφορά ηλεκτρικού κινητήρα και ηλεκτρικής γεννήτριας έγκειται στο ότι: ο ηλεκτρικός κινητήρας τροφοδοτείται με ηλεκτρικό ρεύμα και περιστρέφει τον άξονα, ενώ στην ηλεκτρική γεννήτρια από την περιστροφή του άξονα δημιουργείται ηλεκτρικό ρεύμα.

Μια απλή αναφορά στους ηλεκτρικούς κινητήρες που παρατηρούμε γύρω μας φανερώνει τη συμβολή τους στη διαμόρφωση του σημερινού τεχνολογικού πολιτισμού μας και στη βελτίωση της ποιότητας της ζωής μας.

Στους περισσότερους ηλεκτρικούς κινητήρες του εμπορίου, σε ειδικά μεταλλικά πλαίσια αναγράφονται τα εξής χαρακτηριστικά στοιχεία της λειτουργίας τους: 220/380V τάση τροφοδοσίας κινητήρα, 50Hz συχνότητα ηλεκτρικού ρεύματος, 2,75A ένταση ρεύματος που διαρρέει τον κινητήρα όταν λειτουργεί, 1.400RPM ταχύτητα περιστροφής κινητήρα σε στροφές ανά λεπτό, 1,1 kW/1,5HP ισχύς του κινητήρα.

Συμπληρωματικό **Φύλλο Εργασίας 11** +

για τον εκπαιδευτικό

Ιδιοκατασκευή / Πείραμα +1

Το σύρμα περιστρέφεται γύρω από τον άξονα της μπαταρίας.

+++++

Ιδιοκατασκευή / Πείραμα +2

Η βίδα με τους μαγνήτες περιστρέφονται (μαζί) γύρω από τον άξονά τους.

+++++

Ιδιοκατασκευή / Πείραμα +3

Η ελεύθερη άκρη του σύρματος που κρέμεται από το καλώδιο κινείται κυκλικά γύρω από τη στήλη των μαγνητών.

Το φαινόμενο είναι εντονότερο όταν το άκρο του άλλου καλωδίου είναι σε επαφή με τη βάση της στήλης των μαγνητών.

+++++

Ενδεικτικές Απαντήσεις και Μετρήσεις

**11. Από το Μαγνητισμό στον Ηλεκτρισμό –
– Μια Ηλεκτρική (ιδιο-)Γεννήτρια**

για τον Εκπαιδευτικό

Ειδικοί στόχοι

Επιδιώκεται οι μαθητές: 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.

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".

Γνώσεις / Δραστηριότητες / Πειράματα από το Δημοτικό Σχολείο

«Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω» Στ' τάξης, τετράδιο εργασιών: από το μαγνητισμό στον ηλεκτρισμό – η ηλεκτρογεννήτρια σελ. 133-135, βιβλίο μαθητή: σελ. 100-101, βιβλίο εκπαιδευτικού: σελ. 197-199.

Φύλλο Εργασίας 12

για τον εκπαιδευτικό

α. παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι / έναυσμα ενδιαφέροντος

Η εικονιζόμενη μαθηματική σχέση είναι η τρίτη εξίσωση Maxwell (βλ. το ένθετο για τις εξισώσεις Maxwell του ΦΕ11).

Ο φακός που λειτουργεί με χειροκίνητη ηλεκτρική γεννήτρια και όχι με μπαταρίες έχει ως πλεονέκτημα το ότι με τη χρήση της εξοικονομούμε χρήματα και ταυτόχρονα προστατεύουμε το περιβάλλον, ενώ έχει ως μειονέκτημα ότι η ένταση του φωτός και η αυτονομία του φακού εξαρτάται από την περιστροφή της λαβής.

β. συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω / διατύπωση υποθέσεων

Σύμφωνα με την παραπάνω μαθηματική σχέση και με τις υποδείξεις του/της εκπαιδευτικού είναι ευκαίριο να διατυπωθεί η υπόθεση ότι στις ηλεκτρικές γεννήτριες υπάρχουν μαγνήτες που όταν κινούνται δημιουργούν ηλεκτρικό ρεύμα σε αγωγούς.

γ. ενεργώ, πειραματίζομαι / πειραματισμός

Ιδιοκατασκευή / Πείραμα

Καθώς περιστρέφεται αργά το καρφί, το λαμπάκι ανάβει λίγο ή καθόλου.

Καθώς περιστρέφεται γρήγορα το καρφί, το λαμπάκι φωτοβολεί έντονα.

Όταν σταματά η περιστροφή του καρφιού, το λαμπάκι παύει να φωτοβολεί.

δ. συμπεραίνω, καταγράφω / διατύπωση θεωρίας

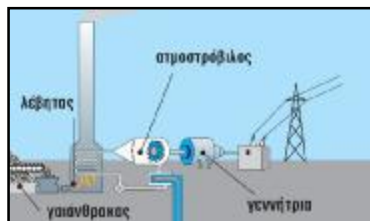
Αν ένας μαγνήτης κινείται κοντά σε αγωγούς δημιουργεί ηλεκτρικό ρεύμα σε αυτούς. Η ηλεκτρική γεννήτρια λειτουργεί όταν οι μαγνήτες που υπάρχουν στο εσωτερικό της κινούνται, αλληλεπιδρούν με αγωγούς και δημιουργούν ηλεκτρικό ρεύμα σε αυτούς.

Όσο ταχύτερη είναι η κίνηση των μαγνητών, τόσο μεγαλύτερο είναι το ηλεκτρικό ρεύμα που δημιουργείται.

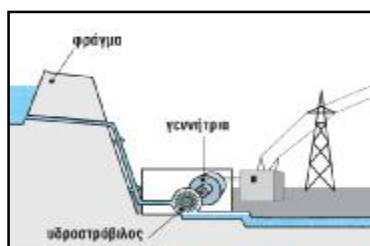
ε. εφαρμόζω, εξηγώ, γενικεύω / συνεχής έλεγχος.



Η περιστροφή της ρόδας θέτει σε κίνηση τον άξονα του δυναμό στον οποίο είναι προσαρμοσμένοι μαγνήτες που περιβάλλονται από πηνίο. Η περιστροφή των μαγνητών δημιουργεί ηλεκτρικό ρεύμα στο πηνίο και ανάβει το λαμπάκι που είναι συνδεδεμένο με τα άκρα του.



Η καύση του γαιάνθρακα θερμαίνει το νερό στο λέβητα που μετατρέπεται σε υδρατμούς. Αυτοί θέτουν σε περιστροφή τον ατμοστρόβιλο. Στην άλλη άκρη του ατμοστρόβιλου, στο εσωτερικό της γεννήτριας, περιστρέφεται ένας μεγάλος μαγνήτης που περιβάλλεται από πηνίο και έτσι παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα.

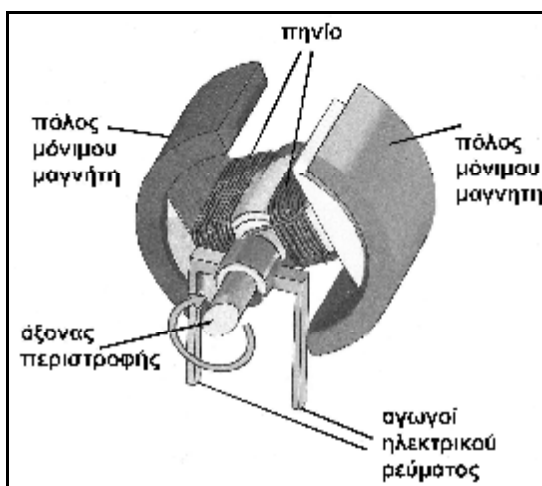


Το νερό πέφτει από το άνοιγμα του φράγματος που βρίσκεται ψηλά και λόγω της μεγάλης του ταχύτητας θέτει σε κίνηση τον υδροστρόβιλο. Στην άλλη άκρη του υδροστρόβιλου, στο εσωτερικό της γεννήτριας, περιστρέφεται ένας μεγάλος μαγνήτης που περιβάλλεται από πηνίο και έτσι παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα.



Ο άνεμος περιστρέφει την έλικα της ανεμογεννήτριας. Στην άλλη άκρη της έλικας, στο εσωτερικό της γεννήτριας, περιστρέφεται ένας μεγάλος μαγνήτης που περιβάλλεται από πηνίο και έτσι παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα.

Όλες οι ηλεκτρικές γεννήτριες έχουν μόνιμους μαγνήτες που κινούνται με διάφορους τρόπους και πηνίο/α στο/α οποίο/α δημιουργείται ηλεκτρικό ρεύμα από την κίνηση των μαγνητών.



Από τη σύγκριση των τμημάτων του ηλεκτρικού κινητήρα με τα τμήματα μιας ηλεκτρικής γεννήτριας (όπως φαίνεται στο αντίστοιχο σχέδιο του ΦΕ11) διαπιστώνεται ότι είναι όμοια. Η διαφορά ηλεκτρικού κινητήρα και ηλεκτρικής γεννήτριας έγκειται στο ότι: ο ηλεκτρικός κινητήρας τροφοδοτείται με ηλεκτρικό ρεύμα και περιστρέφει τον άξονα, ενώ στην ηλεκτρική γεννήτρια από την περιστροφή του άξονα δημιουργείται ηλεκτρικό ρεύμα.

Η λειτουργία μιας ηλεκτρογεννήτριας είναι οικονομική και οικολογική, όταν δε χρησιμοποιούνται για την κίνησή της μηχανές καύσης (που χρησιμοποιούν ακριβά καύσιμα και δημιουργούν ρύπους), αλλά χρησιμοποιούνται για την κίνησή τους ανανεώσιμες και καθαρές πηγές ενέργειας (άνεμος, κίνηση νερού ...).

Μια απλή αναφορά στις ηλεκτρικές γεννήτριες που παρατηρούμε γύρω μας φανερώνει τη συμβολή τους στη διαμόρφωση του σημερινού τεχνολογικού πολιτισμού μας και στη βελτίωση της ποιότητας της ζωής μας.

Στις περισσότερες ηλεκτρογεννήτριες του εμπορίου, σε ειδικά μεταλλικά πλαίσια αναγράφονται τα εξής χαρακτηριστικά στοιχεία της λειτουργίας τους: **3.600RPM** ταχύτητα περιστροφής, **2HP** ισχύς λειτουργίας, **120V~ /60Hz** τάση στα άκρα της/συχνότητα.

Συμπληρωματικό Φύλλο Εργασίας 12 + για τον εκπαιδευτικό
--

+++++

Ιδιοκατασκευή / Πείραμα

Κατά τη διάρκεια της κίνησης του σωλήνα και των μαγνητών το LED φωτοβολεί.

Κατά τη διάρκεια της πιο γρήγορης κίνησης του σωλήνα και των μαγνητών το LED φωτοβολεί εντονότερα.

Όταν σταματά η κίνηση, το LED δεν φωτοβολεί.

+++++