

Η θερμότητα και η θερμοκρασία

Επιστημονικό μέρος

Η θερμοκρασία και η θερμότητα

Η θερμοκρασία και η θερμότητα αποτελούν δύο βασικές έννοιες Της Φυσικής οι οποίες σχετίζονται με την έννοια της ενέργειας και με αρκετά φαινόμενα γνωστά ως **θερμικά φαινόμενα** . (π.χ βρασμός, τήξη)

Οι δυο έννοιες συγχέονται τόσο από τους μαθητές όσο και από τους ενήλικες. Θα προσπαθήσουμε να διακρίνουμε τις δυο έννοιες τόσο στο μακροσκοπικό όσο και σε μικροσκοπικό επίπεδο.

Μακροσκοπικά η έννοια της **θερμοκρασίας** μας δείχνει το πόσο ζεστό ή κρύο είναι ένα σώμα.

Μικροσκοπικά η θερμοκρασία εκφράζει το πόσο γρήγορα ή αργά κινούνται τα μόρια ενός σώματος ή είναι το μέτρο της μέσης κινητικής ενέργειας των μορίων ενός σώματος.

Μακροσκοπικά με τον όρο **θερμότητα** εννοούμε την ενέργεια που μεταφέρεται από ένα θερμό σώμα σε ένα ψυχρό μέχρι τη στιγμή που θα αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία.

Μικροσκοπικά με τον όρο θερμότητα εννοούμε την ενέργεια που μεταφέρεται από ένα σώμα με υψηλή θερμοκρασία (δηλ. ένα σώμα με μεγάλη κινητική ενέργεια των μορίων του) σε ένα σώμα με χαμηλή θερμοκρασία (δηλ. ένα σώμα με μικρή κινητική ενέργεια των μορίων του) μέχρι τη στιγμή που θα αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία (δηλ. μέχρι τη στιγμή που τα μόρια και των δύο σωμάτων θα έχουν την ίδια κινητική ενέργεια)

Η έννοια της θερμότητας δεν θα πρέπει να συγχέεται με την έννοια της **θερμικής ενέργειας**. Όλα τα σώματα, ακόμη και αυτά που η θερμοκρασία τους πλησιάζει στο **απόλυτο μηδέν** έχουν **θερμική ενεργεία**. Η θερμική ενέργεια οφείλεται στην διαρκή, αέναη και άτακτη κίνηση των μορίων τους (**θερμική κίνηση**). Η έννοια της θερμότητας χρησιμοποιείται μόνο για το χρονικό διάστημα όπου συμβαίνει μεταφορά (ή διαφορετικά ροή) ενέργειας από ένα σώμα ζεστό (με υψηλή θερμοκρασία) σε ένα πιο κρύο σώμα (με μικρότερη θερμοκρασία). Για παράδειγμα, το φλιτζάνι του καφέ έχει θερμική ενέργεια λόγω της άτακτης κίνησης των μορίων του αλλά δεν έχει θερμότητα. Ο καφές που μόλις ψήσαμε έχει θερμική ενέργεια άλλο δεν έχει θερμότητα. Από τη στιγμή όμως που θα αδειάσουμε το ζεστό καφέ στο φλιτζάνι θα αρχίσει ροή ενέργειας από τον καφέ προς το φλιτζάνι. Η ενέργεια η οποία μεταφέρεται από τον καφέ στο φλιτζάνι ταυτίζεται με την

έννοια της θερμότητας. Για τη θερμότητα θα μιλάμε μέχρι τη στιγμή που θα εξισωθούν οι θερμοκρασίες των δυο σωμάτων, τη στιγμή δηλαδή που θα υπάρξει **θερμική ισορροπία**.

Η θερμότητα μετριέται σε joule στο σύστημα M.K.S. Μετριέται όμως και σε θερμίδες και σε χιλιοθερμίδες. Μία θερμίδα (cal) είναι η ενέργεια που απαιτείται για να ανυψωθεί η θερμοκρασία ενός γραμμαρίου νερού κατά 1 °C (από 14,5 °C έως 15,5 °C). Η χιλιοθερμίδα (1 kcal) ισούται με χίλιες θερμίδες (cal).

Ειδική θερμότητα - θερμοχωρητικότητα

Πειραματικά έχει βρεθεί ότι η ενέργεια που χρειάζεται ένα σώμα για να ανυψωθεί η αρχική του θερμοκρασία θ^{\wedge} σε τελική θερμοκρασία $\Theta 2$, είναι ανάλογη της επιζητούμενης ανύψωσης της θερμοκρασίας, της μάζας του και εξαρτάται από το είδος του υλικού. **Ο θεμελιώδης νόμος της θερμιδομετρίας περιγράφει αυτή τη σχέση: $Q = c \cdot m \cdot (\Theta 2 - \theta^{\wedge})$**

Η σταθερά c ονομάζεται **ειδική θερμότητα** και ορίζεται ως το ποσό της ενέργειας που απαιτείται για να αυξηθεί η θερμοκρασία της μονάδας της μάζας ενός υλικού κατά ένα βαθμό.

Το γινόμενο ($m \cdot c$) της μάζας ενός σώματος επί την ειδική θερμότητα του υλικού από το οποίο αυτό αποτελείται ονομάζεται **θερμοχωρητικότητα**.

Για να προσεγγίσουμε καλύτερα τις παραπάνω έννοιες θα αναφέρουμε ένα παράδειγμα. Έστω ότι έχουμε ίδιες μάζες νερού ,σιδήρου και αργύρου

και οι οποίες έχουν την ίδια αρχική θερμοκρασία π.χ 20 °C. Τις θερμαίνουμε με την ίδια πηγή θέρμανσης προκειμένου να φτάσουν σε θερμοκρασία π.χ 100 °C. Το νερό θα χρειαστεί χρόνο περίπου 15 λεπτών, ενώ ο σίδηρος θα φτάσει στους ίδιους βαθμούς σε 2 λεπτά, και ο άργυρος σε λιγότερο από ένα λεπτό. Εφόσον η πηγή θέρμανσης είναι ίδια συμπεραίνουμε ότι τα υλικά χρειάζονται διαφορετικά ποσά ενέργειας για να ανέβει η θερμοκρασία τους στους ίδιους βαθμούς. Τα υλικά έχουν δηλαδή διαφορετική ειδική θερμότητα η οποία εξαρτάται από το είδος του υλικού.

Το νερό έχει μεγαλύτερη ειδική θερμότητα από αυτή της άμμου με αποτέλεσμα η θερμοκρασία του να αυξάνεται λιγότερο από τη θερμοκρασία της άμμου παρόλο που θερμαίνονται από την ίδια πηγή, τον Ήλιο και για το ίδιο χρονικό διάστημα. Το νερό είναι ένα πολύ καλό ψυκτικό αφού έχει την ιδιότητα να απορροφά

μεγάλα ποσά ενέργειας (μεγάλη θερμοχωρητικότητα) με μικρή ανύψωση της θερμοκρασίας. Αν λοιπόν στα ψυκτικά των αυτοκινήτων χρησιμοποιούσαν κάποιο υγρό με μικρότερη ειδική θερμότητα τότε η θερμοκρασία του θα ανέβαινε περισσότερο με την απορρόφηση ίδιας ποσότητας ενέργειας.

Θερμόμετρα

Το **θερμόμετρο** είναι το όργανο που μετρά τη θερμοκρασία των σωμάτων. Είναι γνωστό ότι όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία ενός σώματος τότε μεταβάλλονται και κάποιες ιδιότητες αυτού π.χ αλλάζει ο όγκος ενός υγρού, η πίεση ενός αερίου, η αντίσταση ενός αγωγού. Για την κατασκευή των θερμομέτρων εκμεταλλευόμαστε τη διαστολή και τη συστολή ενός υγρού, συνήθως του υδραργύρου ή της χρωματισμένης αλκοόλης, με την αύξηση ή την ελάττωση της θερμοκρασίας αντίστοιχα. Υπάρχουν διάφοροι τύποι θερμομέτρων:

***Το υδραργυρικό θερμόμετρο** το οποίο αποτελείται από κυλινδρικό ή σφαιρικό δοχείο το οποίο καταλήγει σε τριχοειδή σωλήνα με σταθερή διάμετρο. Το δοχείο περιέχει υδράργυρο ο οποίος διαστέλλεται όταν θερμαίνεται. Ο σωλήνας του θερμόμετρου είναι βαθμονομημένος. Η στάθμη της ελεύθερης επιφάνειας του υδράργυρου μας παρέχει την αντίστοιχη θερμοκρασία.

***Το θερμόμετρο οινόπνευματος** χρησιμοποιείται για την μέτρηση θερμοκρασιών που είναι μικρότερες των $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$. Μπορεί να μετρήσει θερμοκρασίες μέχρι $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Το υδραργυρικό θερμόμετρο δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση τέτοιων θερμοκρασιών γιατί ο υδράργυρος πήζει στους $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$.

***Το θερμόμετρο αντιστάσεως** χρησιμοποιείται για τη μέτρηση χαμηλών θερμοκρασιών. Στην αρχή λειτουργίας αυτών των θερμομέτρων στηρίζεται και η λειτουργία των θερμομέτρων που ελέγχουν τη θερμοκρασία των κινητήρων των αυτοκινήτων. Είναι γνωστό ότι Η ηλεκτρική αντίσταση ενός αγωγού μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία. Σε αυτή ακριβώς την ιδιότητα στηρίζεται η λειτουργία του θερμόμετρου αντιστάσεως. Το θερμόμετρο αποτελείται από ένα σπείραμα το οποίο βρίσκεται μέσα σε σωλήνα από χαλαζία. Για να μετρήσουμε τη θερμοκρασία ενός σώματος φέρουμε το θερμόμετρο σε επαφή με αυτό και μετράμε την αντίσταση του σώματος. Από την αντίσταση υπολογίζουμε και τη θερμοκρασία του σώματος.

Υπάρχουν βέβαια και άλλοι τύποι θερμομέτρων π.χ το **θερμοηλεκτρικό θερμόμετρο** και το **θερμόμετρο μεγίστου και ελαχίστου**.

Οι θερμομετρικές κλίμακες

Στην κλίμακα **Κελσίου** η θερμοκρασία τήξεως του πάγου καλείται **μηδέν (0 °C)** και η θερμοκρασία βρασμού του νερού καλείται εκατό (100 °C) (σε κανονική ατμοσφαιρική πίεση). Το μεταξύ τους διάστημα χωρίζεται σε 100 ίσα μέρη και καθένα από αυτά τα μέρη ονομάζεται **βαθμός Κελσίου (1 °C)**. Η κλίμακα Κελσίου εκτείνεται πάνω από τους 100 °C και κάτω από τους 0 °C. Οι βαθμοί κάτω από το μηδέν σημειώνονται με αρνητικό πρόσημο π.χ -15 °C.

Στην κλίμακα **Fahrenheit** η θερμοκρασία τήξεως του πάγου αντιστοιχεί σε 32° F και η θερμοκρασία βρασμού του νερού αντιστοιχεί στους **212° F**. Το μεταξύ τους διάστημα χωρίζεται σε 180 ίσα μέρη και καθένα από αυτά ονομάζεται βαθμός **Fahrenheit (1° F)**.

Οι επιστήμονες χρησιμοποιούν και την κλίμακα **Κέλβιν** στην οποία το απόλυτο μηδέν (δηλ. εκεί όπου μία ουσία δεν έχει καμία απολύτως θερμική ενέργεια) αντιστοιχεί στους - 273 °C. Οι βαθμοί της κλίμακας Κέλβιν έχουν το ίδιο μέγεθος με τους βαθμούς Κελσίου και συνεπώς η θερμοκρασία τήξης του πάγου αντιστοιχεί σε 273 °C.

Η διαστολή των σωμάτων

Η γραμμική διαστολή των στερεών αναφέρεται στην αύξηση του μήκους μίας ράβδου με την αύξηση της θερμοκρασίας. Υποθέτουμε ότι έχουμε μία μεταλλική ράβδο που σε αρχική θερμοκρασία θ έχει μήκος l . Αν θερμάνουμε τη ράβδο μέχρι η θερμοκρασία της να γίνει $\Delta\theta$, τότε το μήκος της θα αυξηθεί και θα γίνει Δl . Η αύξηση του μήκους της ράβδου Δl είναι ανάλογη:

- του αρχικού μήκους της ράβδου l
- της διαφοράς της θερμοκρασίας $\Delta\theta$ και
- και εξαρτάται από το **συντελεστή της γραμμικής διαστολής γ** ισχύει δηλαδή η εξίσωση $\Delta l = \gamma \cdot l \cdot \Delta\theta$

Ο συντελεστής γραμμικής διαστολής εξαρτάται από τη φύση του υλικού.

Εφαρμογή της γραμμικής διαστολής των στερεών αποτελούν τα διμεταλλικά ελάσματα τα οποία αποτελούνται από δύο διαφορετικά μέταλλα τα οποία είναι καλά κολλημένα μεταξύ τους.

Το κάθε μέταλλο έχει το δικό του συντελεστή γραμμικής διαστολής. Σε θερμοκρασία περιβάλλοντος το διμεταλλικό έλασμα είναι ευθύγραμμο. Αρχίζει όμως να καμπυλώνει όταν η θερμοκρασία αυξηθεί ή ελαττωθεί. Τούτο συμβαίνει γιατί τα δύο ελάσματα (μέταλλα) δε διαστέλλονται { επιμηκύνονται) ή δε συστέλλονται το ίδιο. Τα διμεταλλικά ελάσματα χρησιμοποιούνται σε αυτόματους ηλεκτρικούς διακόπτες, ψυγεία κ, ά.

Η κυβική διαστολή των στερεών αναφέρεται στην αύξηση του όγκου ενός στερεού με την αύξηση της θερμοκρασίας. Η αύξηση του όγκου ΔV είναι ανάλογη:

* του αρχικού όγκου V

* της μεταβολής της θερμοκρασίας $\Delta \theta$

* εξαρτάται από το συντελεστή κυβικής διαστολής α ισχύει δηλαδή η εξίσωση $\Delta V = \alpha * V * \Delta \theta$

Ο συντελεστής κυβικής διαστολής εξαρτάται από τη φύση του υλικού.

Τα πυρίμαχα σκεύη όταν θερμαίνονται δε σπάνε γιατί το υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένα έχει μικρό συντελεστή διαστολής. Ο οδοντογιατρός χρησιμοποιεί για το σφράγισμα των δοντιών υλικά που έχουν τον ίδιο συντελεστή διαστολής με τα δόντια. Οι πολιτικοί μηχανικοί χρησιμοποιούν για ενίσχυση χάλυβα που έχει τον ίδιο συντελεστή διαστολής με το μπετό.

Τα υγρά διαστέλλονται σημαντικά όταν αυξηθεί η θερμοκρασία τους. Όπως και στα στερεά έτσι και στα υγρά παρατηρείται αύξηση του όγκου με την αύξηση της θερμοκρασίας. Φυσικά στα υγρά συμβαίνει μόνο κυβική διαστολή, η οποία δίνεται από τη σχέση $\Delta V = \alpha * V * \Delta \theta$

Όπου α ο **συντελεστής κυβικής διαστολής του υγρού** και ο οποίος εξαρτάται από το είδος του υγρού.

Τα υγρά διαστέλλονται περισσότερο από τα στερεά, για αυτό ακριβώς τα δοχεία με βενζίνη ξεχειλίζουν το καλοκαίρι. Αν ο συντελεστής διαστολής του δοχείου και της βενζίνης ήταν ο ίδιος δε θα σημειωνόταν υπερχειλίση. Παρόμοια αν η διαστολή του γυαλιού σε ένα θερμόμετρο ήταν όση και του υδραργύρου, ο υδράργυρος δε θα ανέβαινε στο σωλήνα του θερμόμετρου.

Τα αέρια διαστέλλονται ακόμη περισσότερο και από τα υγρά.

Η διαστολή του νερού

Όταν θερμαίνουμε οποιοδήποτε υγρό διαστέλλεται. Αυτό δε συμβαίνει όμως και για το νερό κοντά στο σημείο πήξης του. Αν

θερμάνουμε ορισμένη ποσότητα νερού, αρχικής θερμοκρασίας 0°C θα παρατηρήσουμε ότι μέχρι τους +4 °C, ο όγκος του ελαττώνεται. Αυτό είναι το ασυνήθιστο. Με μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας αρχίζει να διαστέλλεται και αυτή η διαστολή συνεχίζεται μέχρι το σημείο βρασμού, στους 100 °C . Από τα προηγούμενα προκύπτει ότι η πυκνότητα του νερού (η πυκνότητα $\rho = m / V$) μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία. Έτσι ορισμένη ποσότητα νερού έχει το μικρότερο όγκο και τη μεγαλύτερη πυκνότητα στους 4 °C και το μεγαλύτερο όγκο και τη μικρότερη πυκνότητα (εξαιρώντας τον ατμό) στην στερεή του μορφή, τον πάγο. Ο πάγος όταν ψύχεται συστέλλεται.

Αυτή η συμπεριφορά του νερού έχει μεγάλη σημασία για τη φύση. Αν η μεγαλύτερη πυκνότητα του νερού σημειωνόταν στο σημείο πήξης του, όπως συμβαίνει στα περισσότερα υγρά, τότε το πιο κρύο νερό θα κατέβαινε στο βυθό, οι λίμνες θα πάγωναν από το βυθό προς τα πάνω με αποτέλεσμα να καταστρέφονταν οι υδρόβιοι οργανισμοί κατά την περίοδο του χειμώνα. Αυτό όμως δε συμβαίνει γιατί το πυκνότερο νερό που κατεβαίνει στο βυθό έχει θερμοκρασία 4°C, θερμοκρασία μεγαλύτερη από αυτή στην οποία συμβαίνει πήξη.

Αναλυτικότερα ας υποθέσουμε ότι το νερό μιας λίμνης βρίσκεται στη θερμοκρασία των 10 °C. Για να φτάσει στους 0 °C και να παγώσει πρέπει αναγκαστικά να περάσει από τους 4 °C. Τα ανώτερα στρώματα του νερού της λίμνης όταν θα φτάσουν στους 4 °C δεν θα μπορούν να μείνουν στην επιφάνεια της λίμνης εκτός αν όλο το νερό βρίσκεται σε αυτή τη θερμοκρασία. Σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση τα ανώτερα στρώματα θα είναι πυκνότερα από τα κατώτερα στρώματα νερού και θα βυθιστούν πριν ψυχθούν περισσότερο. Τα κατώτερα στρώματα νερού, λόγω μεγαλύτερης πυκνότητας θα ανέβουν στην επιφάνεια της λίμνης. Αυτή η διαδικασία θα συνεχιστεί μέχρι όλο το νερό της λίμνης να φτάσει στους 4 C. Για να σχηματιστεί πάγος στην επιφάνεια της λίμνης θα πρέπει πρώτα όλο το νερό της λίμνης να φτάσει στους 4 °C. Αν τελικά γίνει αυτό, ο πάγος θα επιπλέει αφού η πυκνότητα του θα είναι μικρότερη από αυτή του νερού στους 4 °C της λίμνης. Η λίμνη θα παγώνει από την επιφάνεια προς τα κάτω. Για να παγώσει όμως όλη χρειάζεται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από αυτό του χειμώνα. Ο βυθός στις βαθιές λίμνες έχει σταθερή θερμοκρασία 4 °C όλο το χρόνο και έτσι επιβιώνουν οι ζωντανοί οργανισμοί.

Η διάδοση της θερμότητας

Η θερμότητα διαδίδεται με τρεις τρόπους: με **αγωγή, με ρεύματα** και με **ακτινοβολία**.

Εάν κρατήσουμε το άκρο μιας μεταλλικής ράβδου με το χέρι και θερμάνουμε το άλλο άκρο της με μία φλόγα, μετά από λίγο, θα αισθανθούμε ότι η ράβδος αρχίζει να θερμαίνεται κατά μήκος της, ώστε κάποια στιγμή δεν αντέχουμε να την κρατάμε πλέον. Αυτό συμβαίνει λόγω του ότι η ενέργεια από τη φλόγα διαδίδεται μόριο με μόριο από το ένα άκρο της ράβδου στο άλλο. Η διαδικασία κατά την οποία ενέργεια (θερμότητα) μεταδίδεται από μόριο σε μόριο ενός στερεού σώματος και η οποία δε συνοδεύεται από μετακίνηση μάζας ονομάζεται **διάδοση της θερμότητας με αγωγή**.

Η διάδοση της θερμότητας με αγωγή στα υγρά και τα αέρια είναι σχεδόν αμελητέα. Τα υγρά και τα αέρια είναι κακοί αγωγοί της διάδοσης της θερμότητας με αγωγή. Γενικότερα τα υλικά μέσω των οποίων άγεται (διαδίδεται) εύκολα η θερμότητα ονομάζονται **καλοί αγωγοί της θερμότητας**. Τα υλικά μέσω των οποίων άγεται δύσκολα η θερμότητα ονομάζονται κακοί αγωγοί της θερμότητας ή μονωτές. Η διάδοση της θερμότητας με αγωγή σε ένα σώμα εξαρτάται από τη μοριακή του δομή. Κατά κανόνα τα μέταλλα είναι **καλοί αγωγοί της θερμότητας** ενώ κάποια άλλα (π.χ το μαλλί, το ξύλο, το άχυρο, ο φελλός) είναι **κακοί αγωγοί της θερμότητας**. Ο αέρας είναι πολύ κακός αγωγός της διάδοσης της θερμότητας με αγωγή. Σώματα τα οποία είναι πορώδη και περιέχουν εγκλωβισμένο αέρα μέσα στους πόρους π.χ μαλλί είναι καλοί μονωτές. Το χιόνι είναι κακός αγωγός και για αυτό ο λαός λέει ότι κρατά ζεστή τη Γη. Οι κρύσταλλοι των νιφάδων καθώς σχηματίζουν αφρώδεις μάζες περικλείουν αέρα εμποδίζοντας τη ροή ενέργειας από την επιφάνεια της Γης. Οι Έσκιμώοι κατασκευάζουν τα ιγκλού τους με χιόνι. Το χιόνι δεν τους θερμαίνει αλλά ως μονωτικό εμποδίζει τη ροή ενέργειας από μέσα προς τα έξω.

Ανάμεσα στους καλούς αγωγούς της θερμότητας υπάρχουν κάποιοι που διαδίδουν την θερμότητα ταχύτερα από κάποιους άλλους. Η ταχύτητα με την οποία διαδίδεται η θερμότητα εξαρτάται από το είδος του υλικού ή καλύτερο από το συντελεστή της θερμικής αγωγιμότητας. Οι καλοί αγωγοί της θερμότητας έχουν μεγάλο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας ενώ οι κακοί αγωγοί έχουν μικρό συντελεστή αγωγιμότητας. Ο άργυρος έρχεται

πρώτος σε σειρά της αγωγιμότητας. Ακολουθεί ο χαλκός, το αλουμίνιο, ο σίδηρος και ο χάλυβας ανάμεσα στα κοινά μέταλλα.

Σε όλα τα ρευστά (υγρά και αέρια) η θερμότητα διαδίδεται με ρεύματα. Είτε θερμαίνουμε το νερό μιας κατσαρόλας είτε τον αέρα του δωματίου, η διαδικασία είναι η ίδια. Κατά τη διάδοση της θερμότητας με ρεύματα, ποσότητες υγρού ή αερίου θερμαίνονται, μεταφέρονται σε ψυχρότερες περιοχές και αυτή η κίνηση είναι συνεχής.

Ας υποθέσουμε ότι θερμαίνουμε ένα ρευστό. Τα στρώματα του ρευστού που έρχονται σε επαφή με την πηγή θέρμανσης θερμαίνονται, διαστέλλονται και η πυκνότητα τους γίνεται μικρότερη από την πυκνότητα των ανωτέρων στρωμάτων. Αυτό έχει ως άμεσο αποτέλεσμα την κίνηση των θερμών στρωμάτων του ρευστού προς τα πάνω. Ταυτόχρονα ψυχρά στρώματα έρχονται και καταλαμβάνουν το χώρο των θερμών στρωμάτων. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται καθ' όλη τη διάρκεια της θέρμανσης.

Η ακτινοβολία είναι ηλεκτρομαγνητικό κύμα το οποίο διαδίδεται με την ταχύτητα του φωτός, μεταφέρει ενέργεια η οποία όταν απορροφάται από κάποιο σώμα το θερμαίνει και προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας του.

Για να ακριβολογήσουμε η θερμότητα δε διαδίδεται με ακτινοβολία αλλά η ενέργεια που ακτινοβολούν τα σώματα διαδίδεται με κύματα και απορροφούμενη από τα σώματα τα θερμαίνει.

Η διάδοση της θερμότητας με ακτινοβολία δεν προϋποθέτει την ύπαρξη ύλης. Η ακτινοβολία διαδίδεται και στο κενό. Με ακτινοβολία θερμαινόμαστε όταν βρισκόμαστε απέναντι από μία ηλεκτρική θερμάστρα δεδομένου ότι μεταξύ μας υπάρχει αέρας. Με ακτινοβολία όμως θερμαίνεται και η Γη από τον Ήλιο δεδομένου ότι μεταξύ τους υπάρχει κενό.

Κάθε σώμα εκπέμπει ακτινοβολία. Αφού κάθε σώμα εκπέμπει ακτινοβολία θα έπρεπε να ελαττώνεται η θερμοκρασία του συνεχώς. Όλα τα σώματα όμως απορροφούν ακτινοβολούμενη ενέργεια από το περιβάλλον. Αν η ακτινοβολία που εκπέμπει το σώμα είναι περισσότερη από την ενέργεια που απορροφά τότε η θερμοκρασία του ελαττώνεται. Αν η ενέργεια που απορροφάται είναι περισσότερη από την ενέργεια που εκπέμπεται τότε η θερμοκρασία αυξάνεται. Επομένως ένα σώμα με σταθερή θερμοκρασία εκπέμπει τόση ενέργεια όση και Π ενέργεια που

προσλαμβάνει. Η ακτινοβολία που εκπέμπει ένα σώμα εξαρτάται από:

- τη θερμοκρασία του σώματος. Για παράδειγμα ένα κομμάτι ερυθροπυρωμένου σιδήρου ακτινοβολεί για τον ίδιο χρόνο περισσότερη ενέργεια από ένα κομμάτι σιδήρου που βρίσκεται σε θερμοκρασία 100 οC.

- το είδος της επιφάνειας του σώματος. Για παράδειγμα μία μαύρη (αιθαλωμένη) επιφάνεια ακτινοβολεί περισσότερη ενέργεια από ότι μία λεία και στιλπνή επιφάνεια της ίδιας θερμοκρασίας.

Οι ιδέες των μαθητών

Η έννοια της θερμότητας

Τα παιδιά έχουν αρκετές εμπειρίες από μικρή ηλικία για τις έννοιες της θερμότητας και της θερμοκρασίας, συνεπώς έχουν διαμορφώσει προσωπική άποψη γι' αυτές καθώς επίσης και για αρκετά φαινόμενα που σχετίζονται μαζί τους. Δηλαδή έχουν αποκτήσει εναλλακτικές ιδέες γύρω από τις έννοιες της θερμότητας και της θερμοκρασίας.

Τα πολύ μικρά παιδιά ταυτίζουν τις έννοιες "ζέστη" και "ζεστό σώμα" (η σόμπα είναι πάντα κάτι που καίει και δεν την πλησιάζουν για να μην καούν). Ταυτίζουν ακόμη τον ήλιο με τη ζέστη που προκαλεί. Στην ηλικία των 4-5 ετών συνειδητοποιούν ότι είναι άλλο η "θερμή πηγή" και άλλο η "ζεστασιά". Αργότερα, στην ηλικία των 5-6 ετών ανακαλύπτουν και την έννοια του "ψυχρού" σαν κάτι το ανεξάρτητο, από το "θερμό", για να θεωρήσουν στη συνέχεια το "ψυχρό" ως τον αντίποδα του "θερμού". Στην ηλικία των 7-8 ετών συνειδητοποιούν ότι το ίδιο σώμα μπορεί να είναι άλλοτε ζεστό και άλλοτε κρύο.

Στις ηλικίες 8-12 ετών συνδέουν τη θερμότητα:

- * με ζωντανούς οργανισμούς
- * με τις πηγές της (τα θερμά σώματα)
- * με το βαθμό θέρμανσης ενός αντικειμένου
- * με τα αποτελέσματα της θερμότητας στα αντικείμενα (αλλαγή φάσης, διαστολές κ.λπ.) (Κόκκοτας, 1999).

Οι απόψεις τους αυτές εκφράζονται στον καθημερινό τους λόγο και στη συμπεριφορά τους.

Πολλοί ερευνητές έχουν διαπιστώσει ότι τα παιδιά θεωρούν τη θερμότητα ως μια "ουσία" (ιδέα της θερμότητας - ρευστού). Οι μαθητές χρησιμοποιούν τη θερμότητα ως ένα είδος αόρατης, φευγαλέας "ουσίας" η οποία ρέει από θέση σε θέση, όπως ο αέρας

που έχει την ικανότητα να εισρέει ή να εκρέει από τα σώματα. Η ιδέα αυτή δεν απέχει από αυτή του Lavoisier περί καλορικού ρευστού, που ήταν η επικρατούσα επιστημονική άποψη για τη θερμότητα μέχρι τα μέσα του 19ου αιώνα (R. Driver et al, 1998).

Επίσης φαντάζονται το κρύο ως μία οντότητα, η οποία, όπως και η θερμότητα, έχει της ιδιότητες μιας υλικής "ουσίας". Τα παιδιά δεν θεωρούν απαραίτητα το θερμό και το ψυχρό ως όψεις της ίδιας οντότητας. Μάλλον τα αντιλαμβάνονται ως δυο διαφορετικά φαινόμενα, με το ψυχρό να θεωρείται συχνά ως αντίθετο του θερμού.

Η έννοια της θερμοκρασίας

Παρόλο που τα παιδιά γνωρίζουν τη λέξη θερμοκρασία, κυρίως από το μετεωρολογικό δελτίο, δεν την χρησιμοποιούν στο λόγο τους, ακόμα κι όταν χρειάζεται. Της δίνουν περισσότερο ποιοτική σημασία κι όχι ποσοτική. Στις μικρές ηλικίες η χρήση των δυο όρων γίνεται σχεδόν αδιάκριτα. Σε μεγαλύτερες ηλικίες η χρήση μη κατάλληλου όρου είναι

: συχνό φαινόμενο. Στον καθημερινό τους λόγο πολλές φορές τη χρησιμοποιούν εκεί που θα έπρεπε να χρησιμοποιούν τη λέξη θερμότητα. Οι ερευνητές βρήκαν ότι παιδιά 8-12 ετών, ενώ μπορούν να "διαβάσουν" τα θερμομέτρα, κάνουν κρίσεις για τη θερμοκρασία ενός αντικειμένου στηριζόμενα περισσότερο στη φύση του υλικού παρά στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Ακόμα και μεγαλύτεροι μαθητές θεωρούν τη θερμοκρασία ως ιδιότητα των υλικών. Η καθημερινή τους εμπειρία της αφής των αντικειμένων υποστηρίζει την ιδέα ότι μερικές ουσίες είναι από τη φύση τους θερμότερες ή ψυχρότερες από άλλες. Πιστεύουν για παράδειγμα ότι η χύτρα θα πρέπει να είναι πιο ψυχρή από το νερό που περιέχει.

Πολλοί μαθητές πιστεύουν ότι η θερμοκρασία ενός αντικειμένου εξαρτάται από το μέγεθος του, τον όγκο ή από το ποσό του υλικού που περιέχει. Για παράδειγμα πιστεύουν ότι ένας μεγαλύτερος κύβος πάγου θα έχει μεγαλύτερη θερμοκρασία από έναν μικρό κύβο. Η αντίληψη αυτή πηγάζει ίσως από την άποψη, που είναι ευρέως αποδεκτή από τα παιδιά κάθε ηλικίας, ότι η θερμοκρασία μετρά το ποσό θερμότητας που περικλείει ένα σώμα. (Κόκκοτας, 1999)

Η πλειοψηφία των παιδιών αναγνωρίζει ένα υδραργυρικό θερμομέτρο Και διατυπώνει την άποψη ότι το θερμομέτρο μας

δείχνει πόσο ζεστό ή κρύο είναι κάτι, είτε μας πληροφορεί για την θερμοκρασία ενός πράγματος.

Διάκριση των εννοιών θερμότητα - θερμοκρασία

Οι μαθητές όλων των ηλικιών παρουσιάζουν μεγάλες δυσκολίες στο χωρισμό των εννοιών "θερμότητα" και "θερμοκρασία". Οι ιδέες των παιδιών για τη διαφορά ανάμεσα στις έννοιες "θερμότητα" και "θερμοκρασία" αποτυπώνονται στις τρεις παρακάτω κατηγορίες απαντήσεων (R. Driver et al, 1998):

-Την αντίληψη ότι η θερμότητα είναι ζεστή, αλλά ότι η θερμοκρασία μπορεί να είναι και κρύα και ζεστή.

-Την αντίληψη ότι δεν υπάρχει διαφορά ανάμεσα στην θερμότητα και την θερμοκρασία ("η θερμοκρασία είναι θερμότητα").

-Την αντίληψη ότι η θερμοκρασία αποτελεί το μέτρο μέτρησης της θερμότητας.

Διάδοση της θερμότητας

Οι έρευνες έχουν εστιάσει κυρίως στις ιδέες των παιδιών για τη διάδοση της θερμότητας με αγωγή.

Έχουν ερευνηθεί οι ιδέες των παιδιών για το πώς συμβαίνει να ζεσταίνεται ολόκληρη η μεταλλική ράβδος όταν θερμαίνεται μόνο το ένα άκρο της. Τα παιδιά φαντάστηκαν τη θερμότητα να συσσωρεύεται στο ένα άκρο να ξεχειλίζει και στη συνέχεια να πλημμυρίζει το υπόλοιπο μέρος της, αποδίδοντας όπως προαναφέρθηκε υλικές ιδιότητες στη θερμότητα. Στα ερμηνευτικά τους μοντέλα πολλές φορές εφοδιάζουν τη θερμότητα και με μια έμφυτη κινητήρια δύναμη. Έτσι η θερμότητα μπορεί να ανεβαίνει προς τα πάνω, να διεισδύει ακόμα και σε μέταλλα κ.λπ. Χρησιμοποιούν μάλιστα για την περιγραφή της όρους όπως "αναθυμιάσεις", "κύματα", "ακτίνες" κ.λπ. που προέρχονται από τις εμπειρίες τους (R. Driver et al, 1998).

Σε έρευνες σχετικές με τη θερμική αγωγιμότητα των μετάλλων, διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά από πολύ μικρή ηλικία γνωρίζουν ότι ένα θερμό αντικείμενο θερμαίνει κάποιο άλλο ψυχρότερο όταν τα φέρουμε σε επαφή. Η συνήθης εξήγηση που δίνουν είναι ότι "κάτι" που υπάρχει μέσα στο ένα σώμα και το κάνει θερμότερο μεταφέρεται στο ψυχρό και το ζεσταίνει κι εκείνο.

Καλοί και κακοί αγωγοί της θερμότητας

Τα παιδιά ερμηνεύουν τις μονωτικές ιδιότητες μερικών σωμάτων ως αδυναμία της θερμότητας να τα διαπεράσει. Γι' αυτό

πολλές φορές τα παιδιά θεωρούν τα μέταλλα ως μονωτές, εφόσον είναι "σκληρά" και δε θα μπορέσει η θερμότητα να τα "διαπεράσει". Σε άλλες περιπτώσεις, θέλοντας να ερμηνεύσουν το γεγονός ότι κάποια σώματα θερμαίνονται ή ψύχονται πιο γρήγορα απ' ό,τι άλλα, το αποδίδουν στην έλξη που ασκούν αυτά τα σώματα (όπως π.χ. τα μέταλλα) στη θερμότητα ή στο κρύο. Άλλα παιδιά θεωρούν ότι ορισμένα από τα σώματα είναι από τη φύση τους ψυχρά ή θερμά.

Για να ερμηνεύσουν τα παιδιά το γεγονός ότι άλλη θερμοκρασία αισθάνονται πως έχουν τα μεταλλικά και άλλη τα πλαστικά υλικά όταν τα αγγίζουν με το χέρι τους, υιοθετούν συνήθως την άποψη ότι τα μέταλλα δέχονται ή απελευθερώνουν την θερμότητα ευκολότερα από άλλα υλικά. Επίσης υποστηρίζουν ότι τα μεταλλικά μέρη ενός ποδηλάτου είναι πιο κρύα από τα πλαστικά του μέρη, γιατί θεωρούν ότι το μέταλλο •προσελκύει ή απορροφά το κρύο.

Επίσης τα παιδιά θεωρούν ότι η θερμότητα οδεύει πάντοτε από το αντικείμενο προς το χέρι κι όχι αντίθετα. Τα παιδιά φαίνεται να σκέφτονται ότι η αίσθηση της ζεστασιάς και της ψυχρότητας οφείλεται σε κάτι που φεύγει από το θερμό ή το ψυχρό σώμα και εισέρχεται στο δικό τους σώμα. Δεν μπορούν να δεχτούν εύκολα ότι μπορεί η θερμότητα να μεταφερθεί και από το χέρι τους στο αντικείμενο.

1. Driver, E. Cuesne and A. Tiberghien (1993). *Οι ιδέες των παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες, Ένωση Ελλήνων Φυσικών, Τροχαλία*

2. Driver, A. Squires, P. Rushworth, V. Wood-Robinson (1998) (επιμέλεια Π. Κόκκοτας). *Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών, Τυπωθήτω, Αθήνα*

3. Π. Κόκκοτας (1999). *Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, Αθήνα*

4. Κατσανούλη Ι., "Ανάπτυξη ερωτηματολογίου καταγραφής των ιδεών των μαθητών/τριών Ε' και ΣΤ' Δημοτικού για έννοιες και φαινόμενα της θερμότητας" *1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, (1998), σσ. 179-184*

Φύλλο Εργασίας 1

Η θερμοκρασία - η θερμότητα

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

- Να διακρίνουν τις έννοιες θερμοκρασία και θερμότητα.
- Να ορίσουν τις έννοιες θερμοκρασία και θερμότητα.

Υλικά

• γυάλινο δοχείο ζέσης 500 κ.εκ • γυάλινο δοχείο ζέσης 200 κ.εκ	• σπέρτα • γκαζάκι • πλέγμα
Σημείωση: Τα παραπάνω υλικά αφορούν μία ομάδα της τάξης.	Σημείωση: Τα παραπάνω υλικά αφορούν ολόκληρη την τάξη.

Περιγραφή δραστηριοτήτων

εισαγωγικός
προβληματισμός
(σελ. 54)

Από έρευνες που έχουν γίνει σε παγκόσμιο επίπεδο έχει βρεθεί ότι οι μαθητές αδυνατούν να ορίσουν τις έννοιες θερμότητα και θερμοκρασία καθώς και ότι τις χρησιμοποιούν αδιάκριτα. Ο εισαγωγικός προβληματισμός στοχεύει στο να διαπιστώσει ο δάσκαλος κατά πόσο οι μαθητές του μπορούν να διακρίνουν τις δυο αυτές έννοιες. Περιλαμβάνει φράσεις που οι μαθητές μπορούν να ακούσουν ή να διαβάσουν από τα Μ.Μ.Ε στην καθημερινή τους ζωή. Οι μαθητές κατατάσσουν αυτές τις φράσεις σε δυο κατηγορίες ανάλογα με το αν σχετίζονται με την έννοια της θερμότητας ή με την έννοια της θερμοκρασίας. Είναι βέβαιο ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών αδυνατεί να συμπληρώσει τον πίνακα συμφωνά με την επιστημονική άποψη και η οποία είναι:

ομαδική εργασία
(σελ. 55)

Θερμοκρασία	1	2		4		
Θερμότητα			3		5	6

εκφράζουμε τις
απόψεις μας
(σελ. 55)

Στη συνέχεια ζητείται από τους μαθητές να εκφράσουν τις απόψεις τους για το τι είναι θερμότητα και τι είναι θερμοκρασία. Αυτού του τύπου η ερώτηση θεωρείται από τους ερευνητές μεγάλου βαθμού δυσκολίας για τους μαθητές του Δημοτικού Σχολείου γι' αυτό ακολουθεί εναλλακτική λύση όπου ζητείται από τους μαθητές να γράψουν από μία πρόταση που να περιέχει τη λέξη - έννοια θερμότητα και θερμοκρασία.

πειραματιζό-
μαστε (σελ. 55)

Ακολουθως οι μαθητές εργαζόμενοι σε ομάδες εκτελούν την πειραματική δραστηριότητα που στοχεύει στο να διακρίνουν τις δύο έννοιες. Στο πρώτο βήμα του πειράματος οι μαθητές αναμένεται να προβούν στις ακόλουθες παρατηρήσεις:

Το νερό είναι ζεστό στο μεγάλο ποτήρι και κρύο στο μικρό ποτήρι.

Στο δεύτερο βήμα του πειράματος και μετά από χρόνο 5 λεπτών οι μαθητές αναμένεται να παρατηρήσουν ότι:

Το νερό είναι στην ίδια θερμοκρασία και στα δύο ποτήρια.

Μετά από την ανακοίνωση των παρατηρήσεων ακολουθεί η ανάγνωση της επιστημονικής πληροφορίας η οποία δίνει το μακροσκοπικό ορισμό για τις έννοιες θερμοκρασία και θερμότητα. Αυτή η επιστημονική πληροφορία βοηθά τους μαθητές στο να συζητήσουν και να αποφασίσουν σε ποιο βήμα του πειράματος ανακαλύπτουν τις δυο έννοιες. Είναι φανερό ότι στο πρώτο βήμα του πειράματος ανακαλύπτουν την έννοια της θερμοκρασίας αφού απλά εκτιμούν το πόσο ζεστό ή κρύο είναι το νερό και χρησιμοποιούν φράσεις του τύπου «το νερό είναι πιο κρύο στο μικρό ποτήρι». Από τις παρατηρήσεις που κάνουν στο δεύτερο βήμα του πειράματος προκύπτει, σύμφωνα με την επιστημονική πληροφορία, ότι τώρα ανακαλύπτουν την έννοια της θερμότητας μιας και συμβαίνει μεταφορά ενέργειας από το ποτήρι με το ζεστό νερό προς το ποτήρι με το πιο κρύο νερό.

Η τελευταία δραστηριότητα στοχεύει στην εφαρμογή των νέων γνώσεων σε καταστάσεις της καθημερινής ζωής. Η πρόταση «κλείσε την πόρτα να μη φύγει η ζέστη και μπει το κρύο» ακούγεται αρκετά συχνά στην καθημερινή ζωή και εισάγει παρανοήσεις(η ζέστη και το κρύο εκλαμβάνονται ως διαφορετικές οντότητες). Με αυτή τη δραστηριότητα οι μαθητές καλούνται να μετασχηματίσουν την παραπάνω πρόταση σε μια πρόταση που να περιέχει τις λέξεις θερμοκρασία και θερμότητα και να είναι επιστημονικά αποδεκτή. Ως τέτοια μπορεί να θεωρηθεί η ακόλουθη:

Μην αφήνεις την πόρτα ανοιχτή μεταξύ δύο χώρων που ο ένας έχει υψηλή θερμοκρασία (ζέστη) και ο άλλος έχει χαμηλή θερμοκρασία (κρύο). Τότε ενέργεια θα μεταφερθεί (θερμότητα) από το ζεστό χώρο στο πιο κρύο και θα μειωθεί η θερμοκρασία του πρώτου

Φύλλο Εργασίας 2

Η μέτρηση της Θερμοκρασίας

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

- Να περιγράψουν και να σχεδιάσουν ένα θερμόμετρο
- Να εντοπίσουν τα κοινά και μη κοινά χαρακτηριστικά μεταξύ των διαφόρων ειδών των θερμόμετρων.
- Να κάνουν μετρήσεις με θερμόμετρο.
- Να ενημερωθούν για τη θερμομετρική κλίμακα Κελσίου.

Υλικά

<ul style="list-style-type: none">• ιατρικό θερμόμετρο*• θερμόμετρο εργαστηρίου*• θερμόμετρο δωματίου*	<p>Σημείωση: *2 θερμόμετρα από το κάθε είδος</p> <p>Υλικά για όλη την τάξη:</p> <ul style="list-style-type: none">• Τρεις λεκάνες
--	---

Περιγραφή δραστηριοτήτων

εισαγωγικός
πρόβληματισμός-
(σελ. 58)

Ο εισαγωγικός προβληματισμός αναδεικνύει τη διαφορά που μπορεί να προκύψει στην εκτίμηση της θερμοκρασίας ενός σώματος ή ενός χώρου όταν αυτή στηρίζεται στις αισθήσεις. Πιο συγκεκριμένα, ο μικρός Έκτορας και η μητέρα του διαφωνούν ως προς τη θερμοκρασία που υπάρχει στο εσωτερικό του σπιτιού τους. Ο Έκτορας μπαίνοντας στο εσωτερικό του σπιτιού του, από το εξωτερικό όπου επικρατεί αρκετό κρύο, έχει την εντύπωση ότι κάνει αρκετή ζέστη. Αντίθετα η μητέρα

του ,η οποία βρίσκεται αρκετή ώρα σε αυτό το χώρο, θεωρεί ότι κάνει αρκετό κρύο.

*εκφράζουμε
τις απόψεις
μας (σελ. 55)*

Οι μαθητές καλούνται να εκφράσουν τις απόψεις τους και να δικαιολογήσουν τη διαφορά στις προαναφερόμενες απόψεις. Αρκετοί μαθητές αναμένεται να εστιάσουν κυρίως στην περιγραφή του γεγονότος, δηλαδή στο ότι ο Έκτορας μπήκε απότομα από το κρύο σε ένα πιο ζεστό χώρο. Αίγιο όμως είναι αυτοί που θα αναφερθούν στο ότι η εκτίμηση της θερμοκρασίας δεν μπορεί να είναι ακριβής όταν στηρίζεται μόνο στις αισθήσεις.

*δραστηριότητα
(σελ. 58)*

Η δραστηριότητα που ακολουθεί στοχεύει στο να διαπιστώσουν οι μαθητές ότι πολλές φορές οι αισθήσεις μας μας εξαπατούν όταν πρόκειται να εκτιμήσουμε τη θερμοκρασία ενός σώματος.

Εκτελώντας την πειραματική δραστηριότητα οι μαθητές αναμένεται να παρατηρήσουν ότι :

*παρατηρούμε
(σελ. 59)*

<p>Το χέρι που βρισκόταν στη λεκάνη με το κρύο νερό ε/να; πιο ζεστό από το χέρι που βρισκόταν στη λεκάνη με το ζεστό νερό.</p>
--

*συζητάμε
στην τάξη
(σελ. 59)*

Αυτή η παρατήρηση και η συζήτηση που ακολουθεί οδηγεί τους μαθητές στο συμπέρασμα ότι είναι αναγκαίο να χρησιμοποιούνται ακριβή όργανα για τη μέτρηση της θερμοκρασίας των σωμάτων.

*ομαδική
εργασία
(σελ. 59)*

Η δραστηριότητα που ακολουθεί στοχεύει στην εξοικείωση των μαθητών με διάφορα είδη θερμόμετρων καθώς και στον εντοπισμό των κοινών και μη κοινών χαρακτηριστικών τους. Στη διάθεση τους έχουν ένα ιατρικό θερμόμετρο, ένα θερμόμετρο δωματίου και ένα θερμόμετρο οιοπνεύματος εργαστηρίου. Οι μαθητές αναμένεται να γράψουν τα εξής:

Κοινά χαρακτηριστικά:

• Αποτελούνται από ένα γυάλινο μικρό δοχείο που καταλήγει σε σωλήνα με κλειστό το επάνω άκρο του. • Περιέχουν στο εσωτερικό του σωλήνα ένα υγρό. • Έχουν την ίδια θερμομετρική κλίμακα.

Μη Κοινά χαρακτηριστικά:

- Το θερμόμετρο εργαστηρίου περιέχει οινόπνευμα ενώ τα άλλα δύο περιέχουν υδράργυρο.
- Είναι για διαφορετική χρήση.
- Το ιατρικό θερμόμετρο μετρά μόνο θετικές θερμοκρασίες ενώ τα θερμόμετρα δωματίου και εργαστηρίου μετρούν και αρνητικές θερμοκρασίες.
- Το θερμόμετρο εργαστηρίου παρουσιάζει μεγαλύτερο εύρος κλίμακας (μπορεί να μετρήσει υψηλότερες και χαμηλότερες θερμοκρασίες από τα άλλα δύο) και είναι μεγαλύτερο σε μήκος από τα άλλα δύο.

(σελ. 60)

Μετά την παρατήρηση των θερμομέτρων ακολουθεί ο σχεδιασμός ενός από τα τρία είδη θερμόμετρων που επιλέγει ο κάθε μαθητής. Κατά το σχεδιασμό του θερμόμετρου αναμένεται να προκύψει η ανάγκη συζήτησης για την κλίμακα, για το τι αυτή αντιπροσωπεύει, πως είναι χωρισμένη σε βαθμούς κ. ά.

Οι μαθητές ενημερώνονται για τον Κέλσιο , για την κλίμακα του καθώς και για τον τρόπο με τον οποίο αυτός βαθμονόμησε το θερμόμετρο.

*Κάνουμε
μετρήσεις (σελ.
61)*

Ακολουθως ανά δύο ομάδες εκτελούν παρόμοιες μετρήσεις. Αναμένεται να προκύψουν τα εξής:

- Μέτρηση με ιατρικό θερμόμετρο π.χ 36 °C έως 36.5 °C
- Μέτρηση με θερμόμετρο δωματίου
Π.χ 22 °C + 0,5 °C αν είναι χειμώνας και ο χώρος θερμαίνεται
- Μέτρηση με θερμόμετρο εργαστηρίου
Π.χ. 10 °C για το νερό βρύσης αν είναι χειμώνας, 35 °C για το ίδιο νερό που το έχουμε όμως θερμάνει για 2 λεπτά.

*συμπεραίνουμε
(σελ. 61)*

Από τις παραπάνω μετρήσεις οι μαθητές αναμένεται να διαπιστώσουν ότι :

- Κάθε σώμα έχει τη δική του θερμοκρασία.
- Ότι μπορεί να υπάρχει πραγματική διαφορά σε διάφορα σημεία της αίθουσας.
- Η μέτρηση εμπεριέχει το στοιχείο της υποκειμενικότητας και το στοιχείο της προσέγγισης. Αυτό σημαίνει ότι στη μέτρηση της θερμοκρασίας του ίδιου σώματος ή χώρου μπορεί να υπάρξει μια ελάχιστη διαφορά . Αυτό μπορεί να οφείλεται: Α) είτε στην προσωπική εκτίμηση αυτού που κάνει τη μέτρηση ή Β) κάποιες φορές στην ακρίβεια του θερμόμετρου.

Σημειώσεις

Φύλλο Εργασίας 3

Η διαστολή των στερεών

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

- Να ανακαλύψουν ότι με τη θέρμανση τα στερεά διαστέλλονται.
- Να ανακαλύψουν ότι με την ψύξη τα στερεά συστέλλονται.
- Να ερμηνεύσουν την εφαρμογή της διαστολής των στερεών σε καταστάσεις της καθημερινής ζωής.

Υλικά

<ul style="list-style-type: none">• φύλλο αλουμινόχαρτο σε μορφή λωρίδας μήκους 40 εκ• 16 (δια βιβλία• κερί• τενεκεδένιο κουτί• καρφοβελόνα• ξύλινο μανταλάκι	<ul style="list-style-type: none">• σπίρτα• συγκολλητική ταινία (σελοτέιπ)• δοχείο με νερό• πλαστελίνη <p><u>Σημείωση:</u> Τα παραπάνω υλικά αφορούν ολόκληρη την τάξη</p>
--	---

Περιγραφή δραστηριοτήτων

*εισαγωγικός
προβληματισμός
(σελ. 62)*

Οι μαθητές μπορεί να παρατηρήσουν δύο εικόνες με την ίδια θεματική (εξοχή, στύλοι ΔΕΗ και ηλεκτρικά καλώδια) αλλά σε διαφορετική εποχή. Προσπαθούν να εντοπίσουν τις διαφορές και κυρίως να εστιάσουν την προσοχή τους στη διαφορετική μορφή που εμφανίζονται να έχουν τα καλώδια στις δύο εικόνες.

*εκφράζουμε τις
απόψεις μας
(σελ. 62)*

Ακολουθως τους ζητείται να ερμηνεύσουν τη διαφορά στη μορφή των καλωδίων των δύο εικόνων. Αναμένουμε, τα ο μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών να συσχετίσει την αλλαγή στη μορφή των

καλωδίων με την αντίστοιχη εποχή και τις αντίστοιχες καιρικές συνθήκες χωρίς όμως να καταφέρει να ερμηνεύσει πλήρως το φαινόμενο.

πειραματιζόμαστε (σελ. 62)

Το πείραμα που ακολουθεί αφορά τη γραμμική διαστολή των στερεών και στοχεύει στην επαλήθευση ή τη διάψευση των απόψεων των μαθητών. Η πειραματική διάταξη των υλικών είναι **ανάλογη** με αυτή των δύο πρώτων εικόνων (βιβλία - στύλοι ΔΕΗ, λωρίδα αλουμινοχάρτου - καλώδια ΔΕΗ).

κάνουμε προβλέψεις (σελ. 63)

Το πείραμα εκτελείται από το δάσκαλο αφού προηγουμένως οι μαθητές προβλέψουν τι θα συμβεί στη λωρίδα του αλουμινοχάρτου όταν θερμανθεί με το κερί. Αν οι μαθητές σκεφτούν με **αναλογικό τρόπο** (δηλαδή σκεφτούν τα καλώδια που δείχνουν οι εικόνες) αναμένουμε να προβλέψουν και την αλλαγή στη μορφή της λωρίδας του αλουμινοχάρτου (αύξηση του μήκους της)

Παρατηρούμε (σελ. 63)

Οι παρατηρήσεις που αναμένονται να καταγραφούν από τους μαθητές είναι για παράδειγμα:

- *Άλλαξε η μορφή της λωρίδας του αλουμινοχάρτου.*
- *Η λωρίδα του αλουμινοχάρτου ήταν τεντωμένη στην αρχή και στη συνέχεια χαλάρωσε.*
- *Το μήκος της λωρίδας του αλουμινοχάρτου αυξήθηκε.*

Μετά την ανακοίνωση των παρατηρήσεων, ο δάσκαλος μπορεί να προτρέψει τους μαθητές να ερμηνεύσουν την παρατηρούμενη αλλαγή ή καλύτερα να προσδιορίσουν το αίτιο που προκάλεσε την αύξηση του μήκους της λωρίδας του αλουμινοχάρτου. Θεωρούμε ότι εύκολα πλέον οι μαθητές οδηγούνται στο συμπέρασμα ότι:

Το μήκος κάποιων στερεών αυξάνεται όταν αυτά θερμαίνονται.

Στη συνέχεια οι μαθητές επιστρέφουν στο αρχικό ερώτημα. Τους ζητείται να ερμηνεύσουν την αύξηση του μήκους των καλωδίων της ΔΕΗ κατά τους καλοκαιρινούς κυρίως μήνες. Αναμένουμε από τους μαθητές την ακόλουθη ερμηνεία:

πειραματιζόμαστε (σελ. 65)

Λόγω της υπερβολικής ζέστης που επικρατεί το καλοκαίρι θερμαίνονται τα καλώδια και αυξάνεται το μήκος τους.

παρατηρούμε (σελ. 64)

Η τελευταία πειραματική δραστηριότητα εκτελείται από το δάσκαλο και αφορά την κυβική διαστολή και συστολή των στερεών σωμάτων.

Οι αναμενόμενες παρατηρήσεις μετά την εκτέλεση του πειράματος είναι:

- Στο πρώτο βήμα του πειράματος: Μετά τη θέρμανση η καρφοβελόνα δεν περνάει από την τρύπα του κουτιού.
- Στο δεύτερο βήμα του πειράματος: Μετά την ψύξη η καρφοβελόνα περνάει από την τρύπα του κουτιού.

Ακολούθως οι μαθητές ερμηνεύουν τις παρατηρήσεις τους. Έχοντας κάποια εμπειρία από το πείραμα της γραμμικής διαστολής των στερεών αναμένουμε να αναφερθούν στα εξής:

- Με τη θέρμανση αυξάνει ο όγκος της καρφοβελόνας με αποτέλεσμα να μην περνάει από την τρύπα του κουτιού.
- Αντίθετα με την ψύξη μικραίνει ο όγκος της καρφοβελόνας με αποτέλεσμα να περνάει από την τρύπα του κουτιού.

συμπεραίνουμε (σελ. 64)

Μετά από συζήτηση στην τάξη οι μαθητές οδηγούνται στο ακόλουθο συμπέρασμα:

Ο όγκος των στερεών αυξάνεται όταν αυτά θερμαίνονται, ενώ αντίθετα ο όγκος τους ελαττώνεται όταν αυτά ψύχονται.

Ακολουθεί η ανάγνωση των επιστημονικών πληροφοριών οι οποίες ουσιαστικά επιβεβαιώνουν τα όσα οι ίδιοι οι μαθητές έχουν ανακαλύψει για τη διαστολή και τη συστολή των στερεών σωμάτων.

Προκειμένου οι μαθητές να εφαρμόσουν τη νέα γνώση σε καταστάσεις της καθημερινής ζωής και στην Τεχνολογία συζητούν για τον τρόπο κατασκευής της γέφυρας και των σιδηρογραμμών. Έτσι αναμένουμε οι μαθητές να εκφράσουν τις εξής απόψεις:

- Οι κατασκευαστές των σιδηροδρομικών γραμμών αφήνουν μικρά διάκενα στις σιδηροτροχιές για να εμποδίσουν την παραμόρφωση ή το σπάσιμο τους λόγω της διαστολής που συμβαίνει σε αυτές τους καλοκαιρινούς μήνες που επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες.
- Το ένα άκρο της γέφυρας αφήνεται να κινείται ελεύθερο πάνω σε κυλίνδρους ή ρουλεμάν για να εμποδιστεί η παραμόρφωση της λόγω της απότομης διαστολής ή συστολής που συμβαίνει με την αύξηση και τη μείωση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος.

Σημειώσεις

Φύλλο Εργασίας 4

Η διαστολή ίων υγρών

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

- Να ανακαλύψουν ότι με τη θέρμανση τα υγρά διαστέλλονται.
- Να ανακαλύψουν ότι με την ψύξη τα υγρά συστέλλονται
- Να ανακαλύψουν ότι τα διάφορα είδη υγρών διαστέλλονται με διαφορετικό τρόπο.

Υλικά

<ul style="list-style-type: none">• 2 γυάλινα δοχεία ζέσης• χρωματισμένο νερό• πλαστελίνη ή 2 φελλοί• γυάλινοι σωλήνες ή διαφανή καλαμάκια• γκαζάκι με πλέγμα• σπίρτα • γυάλινη λεκάνη• οινόπνευμα	<ul style="list-style-type: none">• 2 πλαστικά μπουκάλια των 500 κ.εκ.• μικρή κατσαρόλα• θερμόμετρο• νερό• λάδι <p><u>Σημείωση:</u> Τα παραπάνω υλικά αφορούν ολόκληρη την τάξη</p>
--	---

Περιγραφή δραστηριοτήτων

Οι μαθητές έχουν ήδη εξοικειωθεί με τη χρήση του θερμομέτρου και έχουν διαπιστώσει ότι η στάθμη της στήλης του υδράργυρου ή του οινόπνευματος ανεβαίνει ή κατεβαίνει ανάλογα με τη θερμοκρασία του σώματος που κάθε φορά θερμομετρούν. Είναι γνωστό ότι αυτό συμβαίνει λόγω της διαστολής ή της συστολής του υγρού του θερμομέτρου. Όταν για παράδειγμα τοποθετούμε ένα θερμόμετρο οινόπνευματος σε νερό που θερμαί-

νεται, τότε συμβαίνει διαστολή τόσο στο γυάλινο σωλήνα όσο και στο οινόπνευμα του θερμόμετρου. Η διαστολή του γυάλινου σωλήνα (στερεό) είναι μικρή σε σχέση πάντα με τη διαστολή του οινοπνεύματος (υγρό). Αν ο γυάλινος σωλήνας (στερεό) και το οινόπνευμα (υγρό) διαστέλλονταν το ίδιο (είχαν δηλαδή τον ίδιο συντελεστή διαστολής) τότε θα ήταν αδύνατη η χρήση του θερμόμετρου.

*εισαγωγικός
προβληματισμός
(σελ. 66)*

Με τον εισαγωγικό προβληματισμό αυτής της ενότητας τίθεται το ερώτημα «τι συμβαίνει και ανεβαίνει η στήλη του οινοπνεύματος όταν μετράμε τη θερμοκρασία του ζεστού νερού» το οποίο έχει σαφώς σχέση με όσα προαναφέρθηκαν. Θεωρούμε ότι αυτός ο προβληματισμός εξυπηρετεί τους εξής στόχους:

- αξιοποιεί μια παρατήρηση / εμπειρία των μαθητών στην εισαγωγή ενός νέου φαινομένου (διαστολή των υγρών). Αυτή η εμπειρία προέρχεται από τη χρήση του θερμόμετρου για μετρήσεις.
- εισάγει ένα ερώτημα το οποίο από τη μια βοηθά στην ανάδειξη των ιδεών των μαθητών, ενώ από την άλλη, όταν στο τέλος οι μαθητές επανέρχονται σε αυτό, ουσιαστικά εφαρμόζουν την νέα γνώση (διαστολή στερεών και υγρών) στην ερμηνεία της λειτουργίας ενός οργάνου μέτρησης (θερμόμετρο).

*πειραματιζόμε-
στε (σελ. 66)*

Στη συνέχεια ο δάσκαλος εκτελεί το πείραμα που αφορά τη διαστολή των υγρών.

Σημείωση: η φιάλη πρέπει να είναι γεμάτη με νερό μέχρι το στόμιο της. Έτσι όταν προσαρμόζουμε στη φιάλη το φελλό με το γυάλινο σωλήνα, το νερό ανεβαίνει έστω και λίγο μέσα στο σωλήνα. Ο δάσκαλος μπορεί να σημειώσει με μαρκαδόρο τη στάθμη του χρωματισμένου νερού. Το χρωματισμένο νερό μπορεί να παρασκευαστεί με την προσθήκη μερικών σταγόνων μελάνης σε νερό βρύσης. Το χρωματισμένο νερό χρησιμοποιείται για να είναι

πιο εύκολες οι παρατηρήσεις των μαθητών από οποιοδήποτε σημείο της αίθουσας.

κάνουμε
προβλέψεις
(σελ. 67)

Οι μαθητές καλούνται να προβλέψουν τι θα συμβεί αν θερμάνουν τη φιάλη για 2 λεπτά. Οι αναμενόμενες προβλέψεις είναι ποικίλες. Για παράδειγμα:

- το νερό θα βράσει αναμένεται να πουν όσοι έχουν εμπειρίες από το φαινόμενο του βρασμού
- θα πεταχτεί ο φελλός
- θα ανέβει το νερό στο σωλήνα αναμένεται να πουν όσοι ανακαλέσουν προηγούμενες εμπειρίες από τη διαστολή των στερεών σωμάτων

παρατηρούμε
(σελ. 67)

Ακολούθως οι μαθητές καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους οι οποίες αναμένεται να είναι:

Το χρωματισμένο νερό ανέβηκε στο σωλήνα.

Το δεύτερο βήμα του πειράματος αφορά τη συστολή των υγρών.

Σημείωση: κρίνουμε απαραίτητο να απομακρυνεται η φιάλη από το γκαζάκι ακόμη κι αν σβήσει η φλόγα. Εάν παραμείνει η φιάλη πάνω στο γκαζάκι η στάθμη του νερού συνεχίζει να ανεβαίνει λόγω του ότι συνεχίζει να απορροφά ενέργεια από το πλέγμα.

Οι μαθητές αναμένεται να παρατηρήσουν ότι το ύψος της στήλης του νερού ελαττώνεται μετά την απομάκρυνση της φιάλης από το γκαζάκι. Ακολουθεί η ερμηνεία των όσων έχουν παρατηρήσει. Οι μαθητές αναμένεται να εξάγουν το ακόλουθο συμπέρασμα εάν αντιστοιχίσουν τις παρατηρήσεις τους με τα όσα γνωρίζουν για τη διαστολή και τη συστολή των στερεών:

συμπεραίνουμε
(σελ. 68)

Τα υγρά σώματα όταν θερμαίνονται διαστέλλονται δηλαδή αυξάνεται ο όγκος τους.
Αντίθετα, όταν ψύχονται συστέλλονται δηλαδή ελαττώνεται ο όγκος τους.

Μετά την εξαγωγή του συμπεράσματος ο δάσκαλος θέτει και πάλι το αρχικό ερώτημα που αφορά τη λειτουργία του θερμόμετρου. Θεωρούμε ότι οι μαθητές είναι πλέον σε θέση να δώσουν μια πιο ολοκληρωμένη και επιστημονικά αποδεκτή απάντηση. Ο δάσκαλος μπορεί να βοηθήσει προς αυτή την κατεύθυνση με το να πληροφορήσει τους μαθητές ότι τα υγρά διαστέλλονται περισσότερο από τα στερεά.

Σημείωση: Επειδή η διδακτική ενότητα είναι αρκετά μεγάλη ο δάσκαλος μπορεί να σταματήσει εδώ τη διδασκαλία και να συνεχίσει την επόμενη ώρα του ωρολογίου προγράμματος.

πειραματιζο-
μαστε
(σελ. 68)

Ο διάλογος που ακολουθεί θέτει και το επόμενο ερώτημα, αν δηλαδή «όλα τα υγρά διαστέλλονται ή συστέλλονται με τον ίδιο τρόπο». Θεωρούμε ότι οι μαθητές δεν έχουν διαμορφωμένες απόψεις για αυτό το θέμα και γι' αυτό μπορούμε να προχωρήσουμε κατευθείαν στην εκτέλεση του επόμενου πειράματος.

Σημείωση: Επειδή το οινόπνευμα είναι εύφλεκτο υλικό κρίνεται απαραίτητο η θέρμανση να μη γίνει κατευθείαν με γκαζάκι αλλά με λουτρό νερού (λεκάνη με ζεστό νερό).

Οι μαθητές αναμένεται να παρατηρήσουν ότι:

παρατηρούμε
(σελ. 69)

Η στάθμη του οινόπνευματος ανεβαίνει πιο ψηλά από τη στάθμη του νερού όταν θερμαίνονται για τον ίδιο χρόνο και μέσα στο ίδιο λουτρό

συμπεραίνουμε
(σελ. 69)

Ακολουθεί συζήτηση στην τάξη σχετικά με τα όσα οι μαθητές έχουν παρατηρήσει. Η συζήτηση στην τάξη αναμένουμε να οδηγήσει στην εξαγωγή του ακόλουθου συμπεράσματος.

Για υγρά δε διαστέλλονται το ίδιο όταν θερμαίνονται για τον ίδιο χρόνο και με την ίδια πηγή θέρμανσης.

εκφράζουμε
τις απόψεις
μας (σελ.
69)

Σημείωση: Εδώ είναι ευκαιρία για το δάσκαλο να πληροφορήσει τους μαθητές ότι κάτι ανάλογο συμβαίνει και στα στερεά.

Το ερώτημα που ακολουθεί («τι συμβαίνει και σπάνε τα μπουκάλια όταν τα τοποθετούμε στην κατάψυξη») αποτελεί ουσιαστικά τον εισαγωγικό προβληματισμό για την επόμενη διδακτική ενότητα που αφορά την ανώμαλη διαστολή του νερού.

Οι μαθητές καταγράφουν τις απόψεις τους και προετοιμάζουν με το δάσκαλο τους τα υλικά του πειράματος. Η σακούλα χρησιμοποιείται γιατί υπάρχει κίνδυνος να σπάσει το μπουκάλι με το νερό και να λερωθεί ο καταψύκτης.

Προτείνεται εναλλακτικά και το ακόλουθο πείραμα.

Υλικά

- 2 πλαστικά κυπελλάκια από γιαούρτι
- νερό
- λάδι

»~ γεμίζουμε μέχρι το στόμιο το ένα κυπελλάκι με νερό και το άλλο με λάδι

*· τοποθετούμε τα κυπελλάκια στην κατάψυξη του ψυγείου για ένα εικοσιτετράωρο.

Φύλλο Εργασίας 5

Η διαστολή ίου νερού

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

- Να διαπιστώσουν την ανώμαλη διαστολή του νερού.
- Να αναγνωρίσουν τα αποτελέσματα της ανώμαλης διαστολής του νερού στην καθημερινή ζωή

Υλικά

<ul style="list-style-type: none">• Τα μπουκάλια με το νερό και το λάδι του προηγούμενου πειράματος• Τα κυπελλάκια με το νερό και το λάδι του προηγούμενου πειράματος	<i>Σημείωση:</i> Τα παραπάνω υλικά αφορούν ολόκληρη την τάξη
--	--

Περιγραφή δραστηριοτήτων

παρατηρούμε
(σελ. 71)

Στο ξεκίνημα αυτής της διδακτικής ενότητας οι μαθητές μπορούν να συνοψίσουν τα συμπεράσματα που έχουν εξάγει σχετικά με τη διαστολή και τη συστολή των υγρών σωμάτων. Στη συνέχεια ο δάσκαλος μπορεί να παρουσιάσει τα μπουκάλια και τα κυπελλάκια με το νερό και το λάδι που είχαν τοποθετήσει την προηγούμενη μέρα στην κατάψυξη του ψυγείου. Η παρουσίαση των υλικών στοχεύει στο να:

- Εξάψει το ενδιαφέρον και την προσοχή των μαθητών

- Αναδειξουν τις ιδέες τους
- Παρατηρήσουν τα αποτελέσματα της ανώμαλης διαστολής του νερού

Οι μαθητές αναμένεται να κάνουν τις εξής παρατηρήσεις:

Κοινή παρατήρηση και για τα δυο υγρά:

- *Τόσο το νερό όσο και το λάδι μετατράπηκαν σε στερεά.*

Διαφορετική παρατήρηση και για τα δύο υγρά:

A) Για το πείραμα με τα μπουκάλια

- *Το μπουκάλι με το νερό σε στερεή κατάσταση (πάγος) έχει μεγαλύτερο όγκο από το μπουκάλι με το λάδι σε στερεή κατάσταση.*

- *Ο πάγος (νερό σε στερεή κατάσταση) καταλαμβάνει μετά την ψύξη μεγαλύτερο χώρο από ότι το νερό σε υγρή κατάσταση.*

- *Το λάδι σε στερεή μορφή καταλαμβάνει μικρότερο χώρο από ότι το λάδι σε υγρή κατάσταση.*

B) Για το πείραμα με τα κυπελλάκια

- *Ο όγκος του νερού σε στερεή κατάσταση (πάγος) αυξήθηκε και η επιφάνεια του σχηματίζει ένα κύρτωμα (κάτι σαν όρος).*

- *Ο όγκος του λαδιού σε στερεή κατάσταση μειώθηκε και η επιφάνεια του σχηματίζει ένα κοίλωμα (κάτι σαν λακκούβα).*

Στη συνέχεια οι μαθητές δοκιμάζουν να ερμηνεύσουν τα όσα έχουν παρατηρήσει. Αναμένουμε να αναφερθούν στα εξής:

• Λόγω της παρατεταμένης ψύξης τα δύο υγρά μετατράπηκαν σε στερεά. • Ο όγκος των υγρών ελαττώνεται (συστέλλονται) όταν ψύχονται. Το λάδι ακολουθεί τον κανόνα ενώ το νερό δεν τον ακολουθεί.

παρατηρούμε
(σελ. 72)

Σημείωση: Θεωρούμε ότι είναι αδύνατο οι μαθητές να αναφερθούν στη διαφορετικότητα του νερού στο ότι δηλαδή κατά την ψύξη του παρουσιάζει μια εξαίρεση ανάμεσα σε όλα τα άλλα υγρά που υπάρχουν γύρω μας.

Ο δάσκαλος με διάλογο οδηγεί τους μαθητές τους να εξάγουν σε πρώτο επίπεδο το απλό συμπέρασμα ότι το νερό μάλλον φαίνεται να μην ακολουθεί τον κανόνα. Στη συνέχεια οι μαθητές παρατηρούν με ιδιαίτερη προσοχή τη γραφική παράσταση της μεταβολής του όγκου του νερού σε σχέση με τη θερμοκρασία.

Οι μαθητές αναμένεται να καταγράψουν την ακόλουθη παρατήρηση:

|| Ο όγκος του νερού αυξάνεται (διαστέλλεται)
|| όταν η θερμοκρασία του μειώνεται κάτω από τους

Μπορούμε να υποβάλλουμε τις εξής ενδεικτικές ερωτήσεις:

- τι κανονικά έπρεπε να συμβαίνει στον όγκο του νερού όσο αυτό ψύχεται;
- τι συμβαίνει στο νερό όταν φτάνει στους $0\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- σε ποια θερμοκρασία το νερό έχει το μικρότερο όγκο;

Οι παραπάνω ερωτήσεις προετοιμάζουν κατάλληλα τους μαθητές για να κατανοήσουν καλύτερα τις επιστημονικές πληροφορίες που ακολουθούν και να τις μετασχηματίσουν σε επιθυμητή γνώση.

Σημείωση Με τη διδασκαλία παρέχουμε στους μαθητές πληροφορίες. Μάθηση συμβαίνει μόνο όταν οι πληροφορίες μετασχηματίζονται σε γνώσεις.

δραστηριότητα

Η διδακτική ενότητα ολοκληρώνεται με την εφαρμογή της νέας γνώσης σε καινούριες καταστάσεις. Οι μαθητές καλούνται να ερμηνεύσουν ή και να αναγνωρίσουν τα αποτελέσματα της ανώμαλης διαστολής του νερού στην καθημερινή ζωή. Αναμένεται να καταγράψουν τα ακόλουθα:

- Το νερό διαστέλλεται αντί να συστέλλεται όταν η θερμοκρασία του μειώνεται κάτω από τους 4°C μέχρι τους 0°C . Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου του και συνεπώς το σπάσιμο των μπουκαλιών.
- το νερό της βροχής παραμένει μερικές φορές εγκλωβισμένο ανάμεσα στους βράχους. Κατά τους χειμερινούς μήνες η θερμοκρασία του περιβάλλοντος μπορεί να κατέβει κάτω και από τους 4°C . Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την απότομη αύξηση του όγκου του νερού (διαστολή) και συνεπώς το θρυμματισμό των βράχων.
- Κάτι ανάλογο συμβαίνει και στην περίπτωση των βλαστών των δέντρων. Ο όγκος του χυμού των βλαστών (ο οποίος περιέχει στο μεγαλύτερο ποσοστό του νερό) αυξάνεται (διαστέλλεται) όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος μειωθεί κάτω και από τους 4°C . Αποτέλεσμα αυτού του φαινομένου είναι η καταστροφή των βλαστών και των καρπών των δέντρων στις μεγάλες παγωνιές.

Η διαστολή των αερίων

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

- Να ανακαλύψουν ότι με τη θέρμανση τα αέρια διαστέλλονται.
- Να ανακαλύψουν ότι με την ψύξη τα αέρια συστέλλονται.

Υλικά

<ul style="list-style-type: none"> • πλαστικό μπουκάλι μιας χρήσης • πλαστικό δοχείο • λεκάνη με νερό • πλαστικό μπουκάλι με πολύ μικρό στόμιο • νερό • πάγος • μπαλόνι 	<p><u>Σημείωση:</u> Τα υλικά της διπλανής στήλης αφορούν τη ομάδα της τάξης.</p> <p><u>Υλικά για όλη την τάξη:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • κατσαρόλα ή γυάλινο πυρίμαχο σκεύος • θερμόμετρο • γκαζάκι
--	---

Περιγραφή δραστηριοτήτων

εισαγωγικός
προβληματισμός
(06λ.74)

Η εισαγωγή αυτής της διδακτικής ενότητας στο-
χεύει στο

* να ανακαλέσουν οι μαθητές ανάλογες δικές τους εμπειρίες, οι οποίες σχετίζονται με το σπάσιμο των μπαλονιών όταν βρεθούν κοντά σε πηγές θέρμανσης (π.χ καλοριφέρ, σόμπα).

- Οι μαθητές να ερμηνεύσουν (εκφράσουν τις ιδέες τους) το φαινόμενο που προαναφέρθηκε.

εκφράζουμε
τις απόψεις
μας (σελ.
74)

Το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών αναμένεται να δώσει απαντήσεις που χαρακτηρίζονται ως ταυτολογίες. Για παράδειγμα, τα μπαλόνια σπάνε λόγω της ζέστης.

Σημείωση: Ταυτολογίες θεωρούνται οι απαντήσεις των μαθητών που απλά μετατρέπουν την ερώτηση σε καταφατική απάντηση π.χ στην ερώτηση «*κάποια σώματα όπως π.χ η σοκολάτα όταν θερμαίνονται λιώνουν. Πώς συμβαίνει αυτό;*» οι μαθητές απαντούν «*τα σώματα όταν θερμαίνονται λιώνουν*».

πειραματιζό-
μαστε (σελ. 75)

Προκειμένου οι μαθητές να ελέγξουν τις απόψεις τους εκτελούν με τη βοήθεια του δάσκαλου την πρώτη πειραματική δραστηριότητα του φύλλου εργασίας. Αναλυτικότερα, στο *πρώτο βήμα* του πειράματος γίνεται η προετοιμασία της πειραματικής διάταξης. Πριν όμως οι μαθητές προχωρήσουν στο *δεύτερο βήμα* του πειράματος καλούνται να κάνουν *προβλέψεις* για το τι θα συμβεί αν τοποθετήσουν το μπουκάλι με το μπαλόνι στο δοχείο με το ζεστό νερό. Αναμένεται, σωστή πρόβλεψη να κάνουν όσοι από τους μαθητές γνωρίζουν ότι το πλαστικό μπουκάλι περιέχει αέρα και ταυτόχρονα εφαρμόσουν σε αυτή την κατάσταση τα όσα γνωρίζουν για τη διαστολή των στερεών και των υγρών σωμάτων.

κάνουμε
προβλέψεις
(σελ. 74)

Οι μαθητές ελέγχουν εγκυρότητα των προβλέψεων τους με την εκτέλεση του δευτέρου βήματος του πειράματος στο οποίο αναμένεται να καταγράψουν την ακόλουθη παρατήρηση:

ελέγχουμε
τις προβλέψεις
μας
με πείραμα
(σελ. 75)

Παρατηρήσαμε ότι φούσκωσε το μπαλόνι που ήταν προσαρμοσμένο στο στόμιο του μπουκαλιού.

παρατηρούμε
(σελ. 75)

Πριν οι μαθητές καταγράψουν την ερμηνεία τους για το παραπάνω φαινόμενο, καλό είναι, να επιχειρήσουμε με τους μαθητές μας μια πρώτη

ερμηνεία του φαινομένου. Μπορούμε να υποβάλουμε ερωτήσεις του τύπου:

- τι πιστεύετε ότι περιέχει το φουσκωμένο μπαλόνι;
- από πού βρέθηκε ο αέρας;
- ποιο ανάλογο φαινόμενο έρχεται στο νους σας;

Μετά τη συζήτηση στην τάξη αναμένουμε από τους μαθητές να καταγράψουν μια ερμηνεία της μορφής:

Ο αέρας που περιέχει το μπουκάλι λόγω της θέρμανσης διαστέλλεται δηλαδή αυξάνεται ο όγκος του. Ο αέρας και τα αέρια καταλαμβάνουν το χώρο που τους διατίθεται. Συνεπώς τώρα ο αέρας λόγω της αύξησης του όγκου του καταλαμβάνει και το χώρο του μπαλονιού και έτσι αυτό φουσκώνει.

κάνουμε
προβλέψεις
(σελ. 76)

Θεωρούμε ότι εύκολα πλέον οι μαθητές μπορούν να ονομάσουν το φαινόμενο ως **διαστολή των αερίων** και να κάνουν σωστή πρόβλεψη για το τι θα συμβεί αν τοποθετήσουν το μπουκάλι με το μπαλόνι σε δοχείο με πάγο. Ακόμη και εάν η πρόβλεψη τους είναι σωστή, είναι απαραίτητος ο έλεγχος μέσα από την εκτέλεση του **δευτέρου βήματος** του πειράματος. Αναμένουμε να παρατηρήσουν το εξής:

Παρατηρήσαμε ότι ξεφούσκωσε το μπαλόνι που ήταν προσαρμοσμένο στο στόμιο του

παρατηρούμε
σελ. 76

Στη συνέχεια επιχειρούν να ερμηνεύσουν το φαινόμενο και να καταγράψουν μία απάντηση της μορφής:

Με την ψύξη ο αέρας που περιέχει το σύστημα μπουκάλι-μπαλόνι συστέλλεται δηλαδή μικραίνει ο όγκος του. Συνεπώς, ο αέρας λόγω της μείωσης του όγκου του καταλαμβάνει τον αρχικό του χώρο δηλαδή το χώρο του μπουκαλιού και το μπαλόνι

Μετά την ερμηνεία του φαινομένου ακολουθεί η επιστημονική ονομασία του ως **φαινόμενο συστολής του αέρα** και των αερίων γενικότερα.

συμπεραίνουμε
(σελ. 77)

Οι μαθητές συνοψίζουν τα όσα έχουν ανακαλύψει και καταγράφουν το ακόλουθο συμπέρασμα:

Για αέρια όταν θερμαίνονται διαστέλλονται δηλαδή αυξάνει ο όγκος τους. Αντίθετα, όταν ψύχονται συστέλλονται δηλαδή μικραίνει ο όγκος τους.

πειραματιζόμαστε
(σελ. 77)

Σημείωση: εάν ο χρόνος δεν επαρκεί για την επόμενη πειραματική δραστηριότητα προτείνουμε είτε να δοθεί στους μαθητές ως εργασία για το σπίτι (τα υλικά είναι λίγα, απλά και ακίνδυνα) είτε ακόμη και να παραληφθεί. Αυτή η δραστηριότητα είναι ανάλογη με την προηγούμενη και αφορά τη διαστολή του αέρα. Η μόνη διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι ως πηγή θέρμανσης θεωρούνται τα χέρια κάτι που ίσως δυσκολέψει τους μαθητές. Παρόλο αυτά οι μαθητές μπορούν μόνοι τους να καταγράψουν την παρατήρησή τους (σχηματισμός φυσαλίδων μέσα στο νερό) και να ερμηνεύσουν το φαινόμενο στην ολομέλεια της τάξης με τη βοήθεια του δάσκαλου.

συζητάμε
στην τάξη
(σελ. 78)

Στο τέλος της διδακτικής ενότητας οι μαθητές επιστρέφουν στο αρχικό ερώτημα και ερμηνεύουν πλέον το σπάσιμο των μπαλονιών με όρους

διαστολής του αέρα. Όσο για το ερώτημα για ποιο λόγο φουσκώνουμε λιγότερο τα ελαστικά των αυτοκινήτων το καλοκαίρι ,αναμένουμε από τους μαθητές να απαντήσουν με τον ακόλουθο τρόπο:

Λόγω της ζέστης διαστέλλεται ο αέρας που περιέχουν τα ελαστικά και ίσως υπάρξει κίνδυνος να σπάσουν.

Σημειώσεις

Φύλλο Εργασίας 7

Τρόποι διάδοσης της θερμότητας (I)

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

- Να διαπιστώσουν ότι στα στερεά η θερμότητα διαδίδεται με αγωγή.
- Να ανακαλύψουν ότι η διάδοση της θερμότητας με αγωγή εξαρτάται από το είδος του στερεού (μετάλλου).

Υλικά

<ul style="list-style-type: none">• 2 μεταλλικά δοχεία από αναψυκτικό ή γάλα• καρφίτσες• κερί• 2 χάλκινα σύρματα• μεγάλος μεταλλικός συνδετήρας ή σύρμα αλουμινίου• σπάγκος	<p><u>Σημείωση:</u> Τα υλικά της διπλανής στήλης αφορούν μία ομάδα της τάξης.</p> <p><u>Υλικά για όλη την τάξη:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• μικρή κατσαρόλα ή γυάλινο πυρίμαχο σκεύος με νερό• σπέρτα• γκαζάκι
--	--

Περιγραφή δραστηριοτήτων

εισαγωγικός
προβληματισμός
(σελ 79)

Ο εισαγωγικός προβληματισμός είναι ένας διάλογος απλός και ίσως οικείος στους μαθητές. Στοχεύει ανάδειξη των ιδεών των μαθητών σχετικά με τη διάδοση της θερμότητας στα στερεά σώματα.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία αρκετοί μαθητές αναμένεται να εκφράσουν τις ακόλουθες απόψεις:

εκφράζουμε τις
απόψεις μας
(σελ. 79)

- τα ζεστά μόρια κινούνται κατά μήκος της λαβίδας.
- συγκεντρώνεται πολύ θερμότητα στο ένα άκρο και γι' αυτό αρχίζει να ρέει προς το άλλο άκρο της λαβίδας.
- κάτι φεύγει από το ένα άκρο της λαβίδας και φτάνει στο άλλο της .
- Η θερμότητα μοιάζει με τον αέρα που μπαίνω-βγαίνει μέσα και έξω από τα αντικείμενα και έτσι φτάνει και στο άλλο άκρο της λαβίδας.

πειραματιζόμαστε
(σελ. 79)

Στη συνέχεια οι μαθητές εκτελούν την πρώτη πειραματική δραστηριότητα που στοχεύει στο να ανακαλύψουν ότι στα στερεά η θερμότητα διαδίδεται με αγωγή. Στο πρώτο βήμα του πειράματος οι μαθητές προετοιμάζουν την πειραματική διάταξη με τη βοήθεια του δάσκαλου. Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στα εξής:

- Η επαφή του χάλκινου σύρματος με τα τοιχώματα του δοχείου πρέπει να είναι όσο το δυνατόν καλύτερη προκειμένου να μην αποτύχει το πείραμα.
- Για τον ίδιο λόγο, το κερί που χρησιμοποιούμε για να στηρίξουμε τις καρφίτσες πρέπει να είναι όσο το δυνατό λιγότερο. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί, αν βουτήξουμε την άκρη της καρφίτσας στο λιωμένο κερί και αμέσως τη φέρουμε σε επαφή με το χάλκινο σύρμα.
- Το νερό πρέπει να βρίσκεται κοντά στο σημείο βρασμού.
- Το χάλκινο σύρμα να έχει συνολικό μήκος περίπου 10 εκ. ώστε και οι καρφίτσες να βρίσκονται σε σχετικά μικρές αποστάσεις από την επιφάνεια του μεταλλικού δοχείου π.χ σε απόσταση 2 εκ. και 4 εκ.

Σημείωση: μια εναλλακτική λύση για το παραπάνω πείραμα είναι η ακόλουθη: Προετοιμάζουμε την πειραματική διάταξη σύμφωνα με όσα περιγράφονται στο βιβλίο του μαθητή και με όσα προαναφέρθηκαν με μοναδική διαφορά στη πηγή θέρμανσης. Αντί στο δεύτερο βήμα του πειράματος να γεμίσουμε το δοχείο με νερό, πλησιάζουμε ένα αναμμένο κερί στο ελεύθερο άκρο του χάλκινου σύρματος και το κρατάμε εκεί για 1-2 λεπτά.

κάνουμε
προβλέψεις
(σελ. 80)

Οποιαδήποτε πορεία και αν ακολουθηθεί, πριν οι μαθητές προχωρήσουν στην εκτέλεση του δεύτερου βήματος του πειράματος, καλούνται να καταγράψουν τις προβλέψεις τους. Ακολούθως οι μαθητές ελέγχουν τις προβλέψεις τους εκτελώντας το δεύτερο βήμα του πειράματος και καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους οι οποίες περιμένουμε να έχουν ως εξής:

παρατηρούμε
(σελ. 80)

- Πρώτα έπεσε η καρφίτσα που ήταν κοντά στο δοχείο και μετά η άλλη.
- ή αν πηγή θέρμανσης είναι το κερί τότε η παραπάνω παρατήρηση αναμένεται να είναι:
- Πρώτα έπεσε η καρφίτσα που ήταν κοντά στο κερί και ακολούθησε η άλλη.

εκφράζουμε
τις απόψεις
μας (σελ.
80)

Στη συνέχεια οι μαθητές επιχειρούν να δώσουν τη δική τους ερμηνεία για το φαινόμενο. Περιμένουμε οι μαθητές να εστιάσουν κυρίως στο λιώσιμο του κεριού και όχι στην ενέργεια και τη μεταφορά της. Η ερμηνεία τους μπορεί να θεωρηθεί ελλιπής όχι όμως λανθασμένη. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η πρόταση που ακολουθεί:

- Λόγω της ζέστης το κερί λιώνει και οι καρφίτσες πέφτουν.

Η επιστημονική ερμηνεία του φαινομένου ακολουθεί, χωρίς βέβαια να δίνεται η μικροσκοπική ερμηνεία που αφορά στη μεταφορά της ενέργειας μόριο με μόριο.

Ακολουθεί το τρίτο βήμα του πειράματος που στοχεύει στον έλεγχο του παράγοντα (είδος του στερεού μετάλλου) από το οποίο εξαρτάται η διάδοση της θερμότητας με αγωγή. Σε αυτό το βήμα απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στα εξής:

- Τα σύρματα (χάλκινο και αυτό του συνδετήρα) πρέπει να έχουν το ίδιο πάχος και το ίδιο μήκος.
- Οι καρφίτσες να βρίσκονται ακριβώς στην ίδια απόσταση και όσο το δυνατόν πιο κοντά (περίπου σε 3 εκ. απόσταση) από το μεταλλικό δοχείο.

Οι μαθητές καλούνται και πάλι να κάνουν τις προβλέψεις πριν τη διεξαγωγή του τρίτου βήματος. Με βάση την εμπειρία από το προηγούμενο πείραμα περιμένουμε να προβλέψουν ότι οι καρφίτσες θα πέσουν. Δεν περιμένουμε όμως να αναφερθούν και στη σειρά με την οποία θα πέσουν. Έτσι όταν ρωτήσουμε τους μαθητές «αν οι καρφίτσες θα πέσουν ταυτόχρονα ή όχι» αναμένουμε το μεγαλύτερο ποσοστό να εκφράσει την πρώτη άποψη.

Έκπληκτοι όμως παρατηρούν ότι:

- Πέφτει πρώτα η καρφίτσα που βρίσκεται στο χάλκινο σύρμα και μετά η καρφίτσα* του άλλου σύρματος.

*Σημείωση: κάποιες φορές μπορεί αυτή η καρφίτσα να μην πέσει καθόλου.

Μετά από συζήτηση στην τάξη οι μαθητές περιμένουμε να εξάγουν το ακόλουθο συμπέρασμα καθώς και να δώσουν μια επιστημονικά αποδεκτή απάντηση στο αρχικό ερώτημα:

Η διάδοση της θερμότητας με αγωγή εξαρτάται από του είδος του στερεού (μέταλλο).

κάνουμε
προβλέψεις
(σελ. 81)

παρατηρούμε
(σελ. 81)

συμπεραίνουμε
(σελ. 01)

Τρόποι διάδοσης της θερμότητας (II)

Διδακτικοί στόχοι Οι

μαθητές:

- Να ανακαλύψουν ότι στα υγρά η θερμότητα διαδίδεται με ρεύματα.
- Να ανακαλύψουν ότι στα αέρια η θερμότητα διαδίδεται με ρεύματα.

Υλικά

<ul style="list-style-type: none">• ένα κομμάτι λεπτό χαρτόνι σε σχήμα κυκλικού δίσκου• ψαλίδι• σπάγκος• κερί• πλαστελίνη• μαρκαδόρος <p><u>Σημείωση</u> Τα υλικά που αναγράφονται παραπάνω αφορούν μία ομάδα της τάξης.</p>	<p><i>Υλικά για όλη την τάξη:</i></p> <ul style="list-style-type: none">• δοκιμαστικός σωλήνας• παγάκια νερού• νερό• λαβίδα• γκαζάκι• πλέγμα• σπίρτα• δοχείο ζέσης• πριονίδια ή χαρτοπόλεμο
---	---

Περιγραφή δραστηριοτήτων

Στην αρχή της διδακτικής ενότητας οι μαθητές συνοψίζουν τα όσα έχουν ανακαλύψει για τη διάδοση της θερμότητας στα στερεά. Ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί στο ότι όταν θερμαίνεται ένα μέρος του στερεού, τότε η θερμότητα διαδίδεται με αγωγή και στο υπόλοιπο στερεό. Από τους ίδιους τους μαθητές ή ύστερα από ερώτημα του δασκά-

λου τίθεται ο προβληματισμός για τον τρόπο που διαδίδεται η θερμότητα στα υγρά. Ασφαλώς ένα ποσοστό των μαθητών (ή και όλοι οι μαθητές) μπορεί να προτείνει τη διάδοση της θερμότητας με αγωγή και για τα υγρά.

*πειραματιζό-
μαστε
(σελ 82)*

Ο δάσκαλος θερμαίνει το επάνω άκρο του δοκιμαστικού σωλήνα με το νερό και τα παγάκια.

Σημείωση: για να παραμείνουν τα παγάκια στον πυθμένα του δοκιμαστικού σωλήνα υπάρχουν δυο εναλλακτικές προτάσεις:

- Αφού βάλουμε τα παγάκια στο σωλήνα και πριν ρίξουμε το νερό τοποθετούμε ένα κέρμα ή μια μικρή πέτρα πάνω από τα παγάκια. Αυτός ο τρόπος ενδείκνυται αλλά υπάρχει μία μικρή επιφύλαξη. Όταν οι μαθητές καλούνται να ερμηνεύσουν τα όσα παρατηρούν (το νερό βράζει μόνο στο πάνω μέρος του σωλήνα), θεωρούν την πέτρα ή το κέρμα ως εμπόδιο στο να περάσει η ενέργεια (θερμότητα) και να φτάσει στα παγάκια. Για να ξεπεραστεί αυτή η παρανόηση των μαθητών, ο δάσκαλος μπορεί να κάνει τις ακόλουθες ερωτήσεις:

Σε ποια φυσική κατάσταση βρίσκεται η πέτρα ή το κέρμα;

Τι συμβαίνει με τη διάδοση της θερμότητας στα στερεά;

- Ο δάσκαλος μπορεί πριν τοποθετήσει την παγοθήκη με το νερό στο ψυγείο να βάλει μικρά βαρίδια ή ένα βώλο φτιαγμένο από σύρμα σε κάθε θέση της παγοθήκης. Με αυτό τον τρόπο τα παγάκια θα έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα από το νερό και θα βυθίζονται σε αυτό.

*παρατηρούμε
(σελ, 82)*

Όση ώρα ο δάσκαλος θερμαίνει το επάνω άκρο του δοκιμαστικού σωλήνα, οι μαθητές καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους. Αναμένουμε προτάσεις του τύπου:

εκφράζουμε
τις απόψεις
μας (σελ.
82)

- Βράζει μόνο το νερό που βρίσκεται στο πάνω μέρος του σωλήνα ενώ τα παγάκια δε λιώνουν.

Ακολουθως οι μαθητές εκφράζουν τις απόψεις τους για το αν στα υγρά συμβαίνει διάδοση της θερμότητας με αγωγή. Εάν πράγματι συνέβαινε αυτό, τότε θα έπρεπε να βράζει το νερό σε όλο το μήκος του σωλήνα ακόμη και όταν το θερμαίνουμε στο επάνω άκρο του. Τούτο όμως συμβαίνει μόνο όταν θερμαίνουμε το σωλήνα στο κάτω μέρος* του γεγονός που φανερώνει ότι η θερμότητα διαδίδεται και στα υγρά αλλά με άλλο τρόπο, διαφορετικό από τον τρόπο διάδοσης της θερμότητας με αγωγή.

* Σημείωση: προτείνεται να γίνει στην τάξη.

πειραματιζό-
μαστε
(σελ. 55}

Η επόμενη πειραματική δραστηριότητα στοχεύει στο να διαπιστώσουν οι μαθητές ότι στα υγρά η διάδοση της θερμότητας γίνεται με ρεύματα. Οι μαθητές περιμένουμε να καταγράψουν τις ακόλουθες παρατηρήσεις:

παρατηρούμε
(σελ. 83)

- Το νερό βράζει και τα πριονίδια γυρίζουν γύρω γύρω.

Οι μαθητές δοκιμάζουν να ερμηνεύσουν το φαινόμενο. Αναμένουμε ερμηνείες του τύπου:

εκφράζουμε
τις απόψεις
μας

- Καθώς το νερό βράζει παρασύρει και τα πριονίδια ή το χαρτοπόλεμο.

(σελ. 83)

Ο δάσκαλος εκμεταλλεύεται από τις ερμηνείες των μαθητών λέξεις όπως π.χ παρασύρει, ανακά-

τεμα, κίνηση και τους δίνει την επιστημονική πληροφορία η οποία ουσιαστικά ερμηνεύει την αιτία αυτής της κίνησης, την αιτία δημιουργίας των ρευμάτων μέσα στο νερό που βράζει.

Συζητάμε στην τάξη (σελ. 84)

Οι μαθητές εφαρμόζουν τα όσα έχουν ανακαλύψει για τη διάδοση της θερμότητας στα στερεά και στα υγρά για να εξηγήσουν τον τρόπο λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης (καλοριφέρ). Από αυτή τη συζήτηση προκύπτει και το ερώτημα που ακολουθεί και αφορά το πώς ζεσταίνεται ο χώρος του σπιτιού ή διαφορετικά το πώς διαδίδεται η θερμότητα στον αέρα.

πειραματιζόμαστε (σελ. 85)

Οι μαθητές εκτελούν τη δραστηριότητα με τον κυκλικό δίσκο. Για να μην υπάρξει κίνδυνος φωτιάς του χάρτινου δίσκου μπορεί αυτός να αντικατασταθεί με δίσκο φτιαγμένο από αλουμινοχαρτό. Οι μαθητές παρατηρούν ότι:

παρατηρούμε (σελ. 85)

• ο χάρτινος δίσκος (κάτι σαν χάρτινο φιδάκι) ανεβαίνει προς τα πάνω (μαζεύεται) και ξανά από την αρχή (τεντώνεται).

Θεωρούμε ότι η ερμηνεία σε αυτό το επίπεδο είναι αρκετά δύσκολη. Για αυτό το λόγο δίνεται η επιστημονική πληροφορία ότι η θερμότητα στον αέρα διαδίδεται με ρεύματα. Πιστεύουμε τώρα ότι οι μαθητές μπορούν να δικαιολογήσουν τα όσα έχουν παρατηρήσει. Έτσι αναμένουμε ερμηνεία του τύπου:

Όταν κρατάμε το χάρτινο δίσκο (φιδάκι) πάνω από το αναμμένο κερί θερμαίνονται τα κάτω στρώματα του αέρα. Αυτά τα στρώματα του αέρα γίνονται ελαφρύτερα και ανεβαίνουν προς τα πάνω. Τότε τα ψυχρά στρώματα του αέρα κινούνται από πάνω προς τα κάτω και παίρνουν τη θέση των θερμών στρωμάτων του αέρα. Αυτή η κίνηση συνεχίζεται όσο διαρκεί η θέρμανση. Η κίνηση του αέρα (τα ρεύματα) παρασύρει το χάρτινο δίσκο (φιδάκι) και κινείται.

δραστηριότητα
(σελ. 86)

Η τελευταία δραστηριότητα συνοψίζει τα όσα έχουν γνωρίσει οι μαθητές για τη διάδοση της θερμότητας στα στερεά, στα υγρά και στα αέρια. Ο πίνακας περιμένουμε να συμπληρωθεί ως εξής:

<i>Υλικά που θερμαίνονται</i>	<i>Τρόποι διάδοσης της θερμότητας σε κάθε σώμα</i>
νερό του καλοριφέρ σώματα του καλοριφέρ αέρας του δωματίου	με ρεύματα με αγωγή με ρεύματα

Σημείωση: επειδή η διδακτική ενότητα είναι αρκετά μεγάλη σε έκταση προτείνεται να διδαχθεί σε δύο ώρες. Συνεπώς μπορεί η ενότητα να διαιρεθεί σε δύο μέρη:

- σελ.82-84 στο βιβλίο του μαθητή
- σελ. 85-86 στο βιβλίο του μαθητή

Φύλλο Εργασίας 9

Τρόποι διάδοσης της θερμότητας (III)

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

- Να ανακαλύψουν ότι η θερμότητα διαδίδεται και με ακτινοβολία.

Υλικά

<ul style="list-style-type: none">• φωτιστικό γραφείου ή προβολέας σλάιντς (slides)• θερμόμετρο τοίχου• κομμάτι χαρτιού μαύρου χρώματος (4εκ. X 4 εκ.)• κομμάτι χαρτιού λευκού χρώματος (4εκ. X 4 εκ.)• συγκολλητική ταινία (σελοτέιπ)	<p><i>Σημείωση:</i> Τα υλικά της διπλανής στήλης αφορούν τη μία ομάδα της τάξης.</p>
---	--

Περιγραφή δραστηριοτήτων

πειραματιζό-
μαστε
(σελ. 87)

Η εισαγωγή αυτής της ενότητας γίνεται με μια πειραματική δραστηριότητα που στοχεύει στο ανακαλύψουν οι μαθητές ότι στον αέρα η θερμότητα διαδίδεται και με ακτινοβολία.

Οι μαθητές καταγράφουν την αρχική ένδειξη του θερμομέτρου (αυτή του περιβάλλοντος) και τη νέα ένδειξη του μετά από χρόνο 2 λεπτών (όσο χρόνο δηλαδή κρατούν το θερμόμετρο κοντά στη λάμπα του γραφείου που βρίσκεται σε λειτουργία).

εκφράζουμε
τις απόψεις
μας (σελ.
87)

Η διαφορά στις δύο ενδείξεις αναμένεται να είναι της τάξεως των 10 °C.

Ακολούθως οι μαθητές δοκιμάζουν να ερμηνεύσουν αυτή τη διαφορά στις ενδείξεις του θερμόμετρου. Αναμένεται να καταγράψουν προτάσεις του τύπου:

• Η λάμπα (ή το φως της λάμπας) ζεσταίνει το θερμόμετρο και έτσι ανεβαίνει η θερμοκρασία.

Πιστεύουμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό ή και όλοι οι μαθητές αδυνατούν να συμπεριλάβουν στις εξηγήσεις τους τον αέρα που υπάρχει ανάμεσα στη λάμπα και το θερμόμετρο.

Συνεπώς είναι καλό να οδηγήσουμε το διάλογο με τους μαθητές του προς αυτή την κατεύθυνση, θέτοντας ερωτήσεις του τύπου:

- Τι υπάρχει ανάμεσα στη λάμπα και το θερμόμετρο;
- Τι πιστεύετε ότι συμβαίνει με τη μεταφορά της ενέργειας (θερμότητας) μέσα από τον αέρα;

Εάν οι μαθητές αναγνωρίσουν την ύπαρξη του αέρα αναμένουμε να ανακαλέσουν τα όσα γνωρίζουν και να θεωρήσουν ότι συμβαίνει διάδοση της θερμότητας με ρεύματα. Ο δάσκαλος δεν απορρίπτει τις απόψεις των μαθητών αλλά τους παροτρύνει να εκτελέσουν την επόμενη πειραματική δραστηριότητα.

Οι μαθητές περιμένουμε να παρατηρήσουν ότι:

Νιώθουμε να ζεσταίνεται περισσότερο το μέρος του χεριού μας που είναι καλυμμένο με το μαύρο κομμάτι χαρτιού.

Η επόμενη ερώτηση γίνεται με στόχο να αναδειχθεί στην επιφάνεια η λέξη ακτινοβολία που ήδη γνωρίζουν από την Ε' τάξη και την ενότητα «τα χρώματα». Οι μαθητές γνωρίζουν ότι ένα

πειραματιζό-
μαστε
(σελ. 88)

Συζητάμε στην
τάξη σελ 88

σώμα φαίνεται μαύρο όταν απορροφά όλες τις ακτινοβολίες (χρώματα) του λευκού φωτός, ενώ ένα σώμα φαίνεται λευκό όταν ανακλά όλες τις ακτινοβολίες του λευκού φωτός.

Οι μαθητές προσπαθούν πάλι να ερμηνεύσουν τις παρατηρήσεις τους στο αρχικό πείραμα. Αναμένουμε οι ερμηνείες τους να είναι τώρα πιο κοντά στο επιστημονικά αποδεκτό.

Η λάμπα ακτινοβολεί λευκό φως. Ένα μέρος των ακτινοβολιών απορροφάται από τα υλικά του θερμόμετρου και έτσι ανεβαίνει η ένδειξη της στάθμης του υδράργυρου.

δραστηριότητα
(σελ.89)

Στη συνέχεια οι μαθητές διαβάζουν τις επιστημονικές πληροφορίες από όπου πληροφορούνται ότι :

- Πρόκειται για έναν άλλο τρόπο διάδοσης της θερμότητας που προέρχεται από πηγές που ακτινοβολούν φως.
- Η θερμότητα διαδίδεται στο κενό με ακτινοβολία.
(μιας και μεταξύ Ήλιου και Γης υπάρχει κενό).

Η τελευταία δραστηριότητα αφορά στην εφαρμογή της νέας γνώσης στην Τεχνολογία και στην καθημερινή ζωή. Έτσι:

- ο ηλιακός θερμοσίφωνας έχει μαύρο χρώμα για να απορροφά όλες τις ακτινοβολίες του λευκού φωτός του Ήλιου και να θερμαίνεται περισσότερο το νερό.
- Τα νησιώτικα σπίτια βάφονται συνήθως λευκά για να ανακλούν οι τοίχοι τους τις ακτινοβολίες του λευκού φωτός του Ήλιου και να μη θερμαίνονται πολύ.

Φύλλο Εργασίας 10

- Οι καλοί και οι κακοί αγωγοί της θερμότητας
- Τα θερμομονωτικά υλικά

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

- Να ανακαλύψουν ότι υπάρχουν καλοί και κακοί αγωγοί της θερμότητας
- Να ανακαλύψουν ότι ο αέρας είναι κακός αγωγός στη διάδοση της θερμότητας με αγωγή.
- Να διαπιστώσουν το ρόλο των θερμομονωτικών υλικών στην Τεχνολογία και στην καθημερινή ζωή.

Υλικά

<p>Υλικά για όλη την τάξη:</p> <ul style="list-style-type: none">• γκαζάκι• μικρή κατσαρόλα με νερό• ποτήρι ζέσης• κομμάτι λεπτού φελιζόλ (10εκ.χ10 εκ.)• πλαστικό κουταλάκι• μεταλλικό κουταλάκι• ξυλάκι από παγωτό	<ul style="list-style-type: none">• φύλλο χαλκού σε μέγεθος όσο περίπου το ξυλάκι του παγωτού <p><i>Σημείωση:</i> Τα παρακάτω υλικά αφορούν τη μία ομάδα της τάξης.</p> <ul style="list-style-type: none">• 2 κομμάτια αλουμινόχαρτου• 2 παγάκια ίδιου μεγέθους
--	--

Περιγραφή δραστηριοτήτων

Στην αρχή της διδακτικής ενότητας παρουσιάζονται τρεις εικόνες που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή. Αν υπάρχει δυνατότητα, αυτά ή παρόμοια σκεύη παρουσιάζονται στην τάξη.

Οι μαθητές παρατηρούν και καταγράφουν τα υλικά από τα οποία αυτά είναι κατασκευασμένα.

Αναμένουμε να συμπληρώσουν τον πίνακα ως εξής:

<i>ηλεκτρικό σίδερο</i>	<i>κατσαρόλα</i>	<i>κουτάλα</i>
<ul style="list-style-type: none">• μεταλλική πλάκα• πλαστικό μέρος	μεταλλικό μέρος πλαστικές λαβές	μεταλλικό μέρος πλαστική λαβή

Στη συνέχεια οι μαθητές καλούνται να δικαιολογήσουν την επιλογή των υλικών από τους κατασκευαστές. Περιμένουμε όλοι οι μαθητές να αναφερθούν στο πλαστικό ως υλικό που μας προστατεύει από το κάψιμο.

πειραματιζόμαστε (σελ. 91)

Ακολούθως οι μαθητές εκτελούν την πειραματική δραστηριότητα που στοχεύει στο να ταξινομήσουν τα υλικά σε καλούς και κακούς αγωγούς της θερμότητας. Αυτή η δραστηριότητα είναι πολύ σημαντική γιατί αναφέρεται στη θερμική αγωγιμότητα των υλικών για την οποία τα παιδιά έχουν παρανοήσεις του τύπου:

- τα μέταλλα είναι σκληρά και εμποδίζουν τη θερμότητα να περάσει ανάμεσα τους (άποψη εντελώς αντίθετη από την επιστημονικά αποδεκτή).
- τα μέταλλα προσελκύουν πιο πολύ το κρύο
- τα μέταλλα «έλκουν» τη θερμότητα.
- η θερμότητα ταξιδεύει με διαφορετική ταχύτητα στα διάφορα υλικά.
- η διάδοση της θερμότητας σε ένα υλικό εξαρτάται από παρατηρήσιμες ιδιότητες π.χ σκληρότητα και πάχος.

*παρατηρούμε
σελ. 92*

Μετά την εκτέλεση της πειραματικής δραστηριότητας αναμένουμε από τους μαθητές να καταγράψουν τις ακόλουθες παρατηρήσεις και να συμπληρώσουν τους πίνακες ως εξής:

- α) νιώθω ζεστό μόνο το μεταλλικό κουταλάκι
- β) νιώθω ζεστή μόνο τη χάλκινη λωρίδα

Διαδίδεται εύκολα η θερμότητα	Δε Διαδίδεται εύκολα η θερμότητα
Μεταλλικό κουταλάκι Χάλκινη λωρίδα	ξυλάκι παγωτού πλαστικό κουταλάκι

Σημείωση: στα κουτάκια που βρίσκονται κάτω από τον πίνακα οι μαθητές γράφουν τις λέξεις **καλοί αγωγοί της θερμότητας** και **κακοί αγωγοί της θερμότητας (ή μονωτες)**. Αυτό όμως γίνεται αφού οι μαθητές διαβάσουν και την επιστημονική πληροφορία η οποία ακολουθεί.

Σχετικά με την ερώτηση που αφορά την κατηγορία των σωμάτων που ανήκουν τα υλικά της πρώτης στήλης, οι μαθητές αναμένουμε να αναφερθούν στα μέταλλα.

*πειραματιζό-
μαστε
(σελ. 95)*

Η πειραματική δραστηριότητα που ακολουθεί έχει ως στόχο να ανακαλύψουν οι μαθητές ότι ο αέρας είναι κακός αγωγός της θερμότητας (μονωτής) αλλά μόνο για την περίπτωση της διάδοσης της με αγωγή. Υπενθυμίζουμε ότι ο αέρας είναι καλός αγωγός της διάδοσης της θερμότητας με ρεύματα, (πώς άλλωστε ζεσταίνεται ο αέρας του *δωματίου*;))

Οι μαθητές καλούνται να κάνουν προβλέψεις.

*κάνουμε
προβλέψεις
(σελ. 93)*

- Πιθανά θα θεωρήσουν ότι θα λιώσει πιο γρήγορα το δεύτερο παγάκι, όσοι θα σκεφτούν ότι σε αυτό, το αλουμινόχαρτο έχει εγκλωβίσει αέρα και συνεπώς θερμότητα διαδίδεται με ρεύματα μέσα σε αυτόν.
- Κάποιοι απ' αυτούς θα θεωρήσουν ότι θα λιώσει πιο γρήγορα το δεύτερο παγάκι. Πιθανά, θα σκεφτούν ότι το αλουμινόχαρτο έχει εγκλωβίσει αέρα, η θερμότητα διαδίδεται με ρεύματα και συνεπώς αυτό το παγάκι θα λιώσει πρώτο.

- Άλλοι μπορεί να θεωρήσουν ότι τα παγάκια λιώνουν το ίδιο γρήγορα.

παρατηρούμε
(σελ. 93)

Μετά την παρατήρηση (λιώνει πιο γρήγορα το πρώτο παγάκι) οι μαθητές επιχειρούν να ερμηνεύσουν το φαινόμενο. Για να διευκολυνθούν οι μαθητές προς την επιστημονικά αποδεκτή ερμηνεία, ο δάσκαλος υποβάλλει ερωτήσεις του τύπου:

- Γ; κοινό υπάρχει στα δύο παγάκια;
(ίδιο μέγεθος και είναι τυλιγμένα με το ίδιο υλικό)
- Τι υπάρχει ανάμεσα στο δεύτερο παγάκι και το αλουμινόχαρτο;
(αέρας)
- Τι συμπεραίνετε για το ρόλο του αέρα στη διάδοση της θερμότητας με αγωγή;
(λειτουργεί ως μονωτής).

Υπογραμμίζουμε ότι εδώ ο αέρας είναι εγκλωβισμένος και δε δημιουργούνται ρεύματα.

Μετά τη συζήτηση στην τάξη, οι μαθητές περιμένουμε να εξάγουν το ακόλουθο συμπέρασμα:

συμπεραίνουμε
(σελ. 94)

Ο αέρας είναι κακός αγωγός της θερμότητας.

και να ερμηνεύσουν το φούσκωμα των πούπουλων των πουλιών κατά τους χειμερινούς μήνες ως εξής:

τα πουλιά φουσκώνοντας τα πούπουλα τους εγκλωβίζουν αέρα που λειτουργεί ως κακός αγωγός της θερμότητας και συνεπώς έτσι προστατεύονται από το κρύο (ή καλύτερα από την απώλεια ενέργειας).

συζητάμε
στην τάξη
(σελ. 95)

Η συζήτηση στην τάξη συνεχίζεται και εστιάζεται στο ρόλο του αέρα στην κατασκευή των διπλών τζαμιών, (προσφέρει θερμομόνωση δηλαδή

προστατεύει από απώλειες της ενέργειας και συνεπώς συμβάλλει και στην εξοικονόμηση της).

δραστηριότητα
(σελ. 95)

Η τελευταία δραστηριότητα μπορεί να δοθεί ως εργασία για το σπίτι. Ως θερμομονωτικά υλικά μπορούν να αναφερθούν τα ακόλουθα:

