

ΦΥΣΙΚΗ

Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

3ος τόμος

ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ

Νικόλαος Αντωνίου, Καθηγητής Πανεπιστημίου Αθηνών
Παναγιώτης Δημητριάδης, Φυσικός, Εκπαιδευτικός
B/θμιας Εκπ/σης
Κων/νος Καμπούρης, Φυσικός, Εκπαιδευτικός B/θμιας
Εκπ/σης
Κων/νος Παπαμιχάλης, Φυσικός, Εκπαιδευτικός
B/θμιας Εκπ/σης
Λαμπρινή Παπατσίμπα, Φυσικός, Εκπαιδευτικός
B/θμιας Εκπ/σης

ΚΡΙΤΕΣ-ΑΞΙΟΛΟΓΗΤΕΣ

Αντώνιος Αντωνίου, Φυσικός, Εκπ/κός B/θμιας Εκπ/σης
Κωνσταντίνος Στεφανίδης, Σχολικός Σύμβουλος
Αικατερίνη Πομόνη - Μανατάκη, Αναπλ. καθηγήτρια
Πανεπιστημίου Πατρών (Τμήμα Φυσικής)

ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΗΣΗ

Θεόφιλος Χατζητισομπάνης, Μηχανικός ΕΜΠ, Εκπ/κός

ΦΙΛΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

Μαρία Αλιφεροπούλου, Φιλολόγος

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΥΠΟΕΡΓΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗ ΣΥΓΓΡΑΦΗ

Γεώργιος Κ. Παληός, Σύμβουλος του Π.Ι.

ΕΞΩΦΥΛΛΟ

Ιωάννης Γουρζής, Ζωγράφος

ΠΡΟΕΚΤΥΠΩΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

ΑΦΟΙ Ν. ΠΑΠΠΑ & ΣΙΑ Α.Ε.Β.Ε., Ανώνυμος Εκδοτική &
Εκτυπωτική Εταιρεία

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ ΓΙΑ ΜΑΘΗΤΕΣ ΜΕ ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΟΡΑΣΗ

Ομάδα Εργασίας

Αποφ. 16158/6-11-06 και 75142/Γ6/11-7-07 ΥΠΕΠΘ

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ,
ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ**

**Νικόλαος Αντωνίου
Παναγιώτης Δημητριάδης
Κωνσταντίνος Καμπούρης
Κωνσταντίνος Παπαμιχάλης
Λαμπρινή Παπατσιμπα**

ΑΝΑΔΟΧΟΣ ΣΥΓΓΡΑΦΗΣ:

Ελληνικά Γράμματα

ΦΥΣΙΚΗ

Β΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

Τόμος 3ος

**Γ' Κ.Π.Σ. / ΕΠΕΑΕΚ ΙΙ / Ενέργεια 2.2.1 / Κατηγορία
Πράξεων 2.2.1.α: «Αναμόρφωση των προγραμμάτων
σπουδών και συγγραφή νέων εκπαιδευτικών πακέτων»**

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

Δημήτριος Βλάχος

Ομότιμος Καθηγητής του Α.Π.Θ

Πρόεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

Πράξη με τίτλο:

**«Συγγραφή νέων βιβλίων και παραγωγή
υποστηρικτικού εκπαιδευτικού υλικού με βάση το
ΔΕΠΠΣ και τα ΑΠΣ για το Γυμνάσιο»**

Επιστημονικός Υπεύθυνος Έργου

Αντώνιος Σ. Μπομπέτσης

Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

Αναπληρωτές Επιστημονικοί Υπεύθυνοι Έργου

Γεώργιος Κ. Παληός

Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

Ιγνάτιος Ε. Χατζηευστρατίου

Μόνιμος Πάρεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

**Έργο συγχρηματοδοτούμενο 75% από το Ευρωπαϊκό
Κοινωνικό Ταμείο και 25% από εθνικούς πόρους.**

6.4 Θερμοκρασία, θερμότητα και μικρόκοσμος

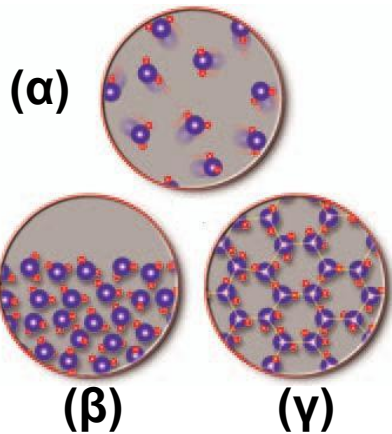
Χρησιμοποιώντας την έννοια της θερμότητας που μεταφέρεται μπορούμε να περιγράψουμε μια σειρά από μεταβολές που συμβαίνουν όταν δύο σώματα διαφορετικής θερμοκρασίας έρθουν σε θερμική επαφή. Η περιγραφή όμως των φυσικών φαινομένων είναι ένα πρώτο βήμα. Ένα δεύτερο, πολύ ουσιαστικό, είναι η ερμηνεία τους. Προϋπόθεση για την ερμηνεία των θερμικών φαινομένων είναι η μελέτη της δομής της ύλης.

Οι δομικοί λίθοι, τα τουβλάκια της ύλης

Όταν ανοίγουμε ένα μπουκαλάκι με άρωμα, η μυρωδιά του κατακλύζει όλο το γύρω χώρο. Πώς ερμηνεύουμε αυτό το φαινόμενο;

Φανταζόμαστε ότι κάθε αέριο αποτελείται από μικροσκοπικά σωματίδια τα οποία κινούνται συνεχώς και ελεύθερα προς κάθε κατεύθυνση κατακλύζοντας το χώρο που τους διατίθεται (εικόνα 6.18α). Αυτά τα μικροσκοπικά σωματίδια τα ονομάζουμε δομικούς λίθους του αερίου και είναι τα γνωστά σας, από τη χημεία, μόρια. Οι δομικοί λίθοι ενός σώματος είναι τα μικροσκοπικά σωματίδια από τα οποία φτιάχνεται το σώμα. Μπορούμε να τους παρομοιάσουμε με τα τουβλάκια ενός παιχνιδιού, με τα οποία μπορούμε να φτιάξουμε ολόκληρο κάστρο / παιχνίδι. Στα περισσότερα σώματα οι δομικοί λίθοι είναι τα μόρια, σε μερικά όμως μπορεί να είναι τα άτομα ή και τα ιόντα. Οι μακροσκοπικές ιδιότητες των στερεών και των υγρών μπορούν επίσης να ερμηνευτούν με βάση τον τρόπο κίνησης των δομικών τους λίθων. Τα υγρά έχουν σταθερό όγκο, δεν έχουν συγκεκριμένο σχήμα, αλλά παίρνουν το σχήμα του δοχείου μέσα στο οποίο τα μεταγγίζουμε. Επίσης ρέουν. Φανταζόμαστε ότι στα υγρά οι δομικοί λίθοι επίσης κινούνται άτακτα

«γλιστρώντας» ο ένας επάνω στον άλλο, αλλά διατηρώντας σταθερές αποστάσεις (εικόνα 6.18β). Αντιθέτως, τα στερεά έχουν συγκεκριμένο σχήμα και βέβαια όγκο. Οι δομικοί τους λίθοι είναι τοποθετημένοι σε καθορισμένες θέσεις γύρω από τις οποίες κινούνται άτακτα (εικόνα 6.18γ).



Εικόνα 6.18.

Οι τρεις καταστάσεις της ύλης. Σχηματική παράσταση των δομικών λίθων στις τρεις καταστάσεις της ύλης. Οι δομικοί λίθοι: (α) των αερίων κινούνται ελεύθερα προς κάθε κατεύθυνση, (β) των υγρών γλιστράνε ο ένας πάνω στο άλλο, ενώ (γ) των στερεών κατέχουν συγκεκριμένες θέσεις γύρω από τις οποίες κινούνται άτακτα.

Δομικοί λίθοι και θερμοκρασία

Η συνεχής, άτακτη κίνηση των δομικών λίθων συνδέεται στενά με τη θερμοκρασία του σώματος (εικόνα 6.19).

Πράγματι, αν θερμάνουμε ένα δοχείο που κλείνει αεροστεγώς με έμβολο, παρατηρούμε ότι το έμβολο κινείται προς τα έξω (εικόνα 6.20). Πώς θα εξηγήσουμε το φαινόμενο αυτό με τη βοήθεια των δομικών λίθων του αέρα;

Φυσική και Ιστορία



Εικόνα 6.19.

Λουδοβίκος Μπόλτσμαν (1844-1906)

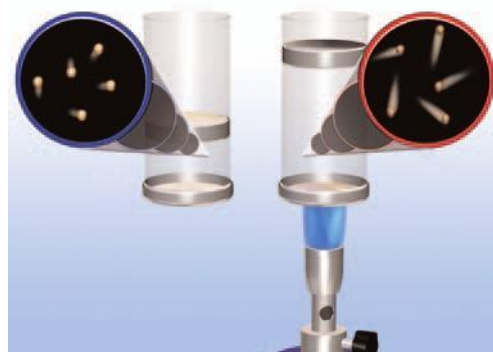
Ο Αυστριακός φυσικός που πρώτος συνέδεσε την άτακτη κίνηση των δομικών λίθων με τη θερμοκρασία και κατόρθωσε να ερμηνεύσει τις ιδιότητες των αερίων.

Μπορούμε να υποθέσουμε ότι όσο αυξάνεται η θερμοκρασία του αέρα που βρίσκεται εγκλωβισμένος μέσα στο δοχείο, τόσο εντονότερη γίνεται η άτακτη κίνηση των δομικών του λίθων. Δηλαδή αυτοί κινούνται με μεγαλύτερη ταχύτητα (εικόνα 6.20). Οι συγκρούσεις των δομικών λίθων με το έμβολο γίνονται σφοδρότερες, με αποτέλεσμα αυτό να ωθείται προς τα έξω. Επομένως:

Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία ενός σώματος, τόσο μεγαλύτερη κινητική ενέργεια έχουν οι δομικοί του λίθοι λόγω της άτακτης κίνησής τους.

Εικόνα 6.20.

Όταν η θερμοκρασία του αέρα αυξάνεται, οι δομικοί λίθοι του κινούνται εντονότερα. Αποκτούν μεγαλύτερη κινητική ενέργεια και ωθούν το έμβολο προς τα επάνω.



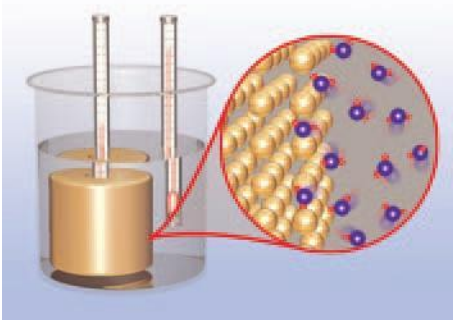
Μεταφορά θερμότητας και θερμική ισορροπία

Αφού συνδέσαμε τη θερμοκρασία με την άτακτη κίνηση των δομικών λίθων, μπορούμε τώρα να κατανοήσουμε γιατί μεταβάλλονται οι θερμοκρασίες δύο σωμάτων όταν έλθουν σε θερμική επαφή. Μπορούμε επίσης να εξηγήσουμε γιατί η θερμότητα μεταφέρεται από το σώμα υψηλότερης στο σώμα χαμηλότερης θερμοκρασίας.

Ας θυμηθούμε το παράδειγμα του μεταλλικού κυλίνδρου ο οποίος τοποθετείται σε δοχείο με καυτό νερό. Παρατηρούμε ότι ύστερα από ορισμένο χρονικό διάστημα οι θερμοκρασίες των δυο σωμάτων γίνονται ίσες (εικόνα 6.21).

Τι συμβαίνει στους δομικούς λίθους του μετάλλου και του νερού; Αρχικά επειδή η θερμοκρασία του νερού είναι υψηλότερη από του μετάλλου, οι δομικοί λίθοι του νερού έχουν μεγαλύτερη κινητική ενέργεια από τους δομικούς λίθους του μετάλλου (κινούνται εντονότερα). Όταν ο κύλινδρος βυθιστεί στο νερό, δομικοί λίθοι του νερού συγκρούονται (αλληλεπιδρούν) με τους δομικούς λίθους του κυλίνδρου και κινητική ενέργεια μεταφέρεται από τους πρώτους στους δεύτερους (εικόνα 6.21). Έτσι, η θερμοκρασία του νερού ελαττώνεται και του μετάλλου αυξάνεται. Η μεταφορά ενέργειας μεταξύ των δομικών λίθων μέσω συγκρούσεων αντιστοιχεί στη μεταφορά θερμότητας μεταξύ των σωμάτων.

Μετά από λίγο χρόνο, η θερμοκρασία του μεταλλικού κυλίνδρου γίνεται ίση με του νερού και παραμένει σταθερή. Δηλαδή, το μέταλλο βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το νερό. Τότε, οι δομικοί λίθοι του μετάλλου έχουν την ίδια κινητική ενέργεια με τους δομικούς λίθους του νερού και η μεταφορά θερμότητας από το νερό στο μέταλλο σταματά.



Εικόνα 6.21.

Οι δομικοί λίθοι του κυλίνδρου συγκρούονται με τους δομικούς λίθους του νερού και κινητική ενέργεια μεταφέρεται από τους δεύτερους στους πρώτους.

Θερμική ενέργεια

Η κινητική ενέργεια που έχουν συνολικά οι δομικοί λίθοι ενός σώματος, επειδή κινούνται άτακτα, ονομάζεται **θερμική ενέργεια** του σώματος. Η θερμική ενέργεια ενός σώματος εξαρτάται τόσο από την κινητική ενέργεια κάθε δομικού λίθου όσο και από το συνολικό

τους αριθμό. Επομένως, η θερμική ενέργεια εξαρτάται από τη θερμοκρασία και από τη μάζα του σώματος.

Ένα σώμα με μεγάλη μάζα είναι δυνατόν να έχει περισσότερη θερμική ενέργεια από ένα άλλο σώμα με μικρότερη μάζα, έστω και αν το δεύτερο έχει πολύ υψηλότερη θερμοκρασία (εικόνα 6.22). Έτσι, το νερό μιας λίμνης έχει περισσότερη θερμική ενέργεια από το καυτό νερό που υπάρχει στο φλιτζάνι μας. Από την άλλη μεριά, η θερμοκρασία ενός σώματος συνδέεται με τη μέση κινητική ενέργεια των δομικών του λίθων. Δηλαδή, με την κινητική ενέργεια του καθενός δομικού λίθου, αν θεωρήσουμε ότι όλοι έχουν την ίδια. Επομένως, η θερμοκρασία του σώματος δεν εξαρτάται από τον αριθμό των δομικών του λίθων, δηλαδή από τη μάζα του σώματος.

Έτσι εξηγείται γιατί η θερμοκρασία είναι ίδια σε όλα τα σημεία ενός σώματος, που βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του. Για παράδειγμα, ένα παγάκι στην πορτοκαλάδα μας και ένα παγόβουνο έχουν την ίδια θερμοκρασία (εικόνα 6.23). Πράγματι, κάθε δομικός λίθος στο παγόβουνο και στο παγάκι έχει την ίδια μέση κινητική ενέργεια. Ωστόσο, η συνολική κινητική ενέργεια των δομικών λίθων είναι διαφορετική για το παγάκι και το παγόβουνο: η θερμική ενέργεια του παγόβουνου είναι ασύγκριτα μεγαλύτερη.

Δραστηριότητα. Ακόνισε το μυαλό σου

Ο αέρας ασκεί δυνάμεις

- ▶ Βάλε νερό από τη βρύση σε ένα ποτήρι και μέτρησε τη θερμοκρασία του.
- ▶ Μοίρασε το νερό σε δύο άλλα ποτήρια και μέτρησε τη θερμοκρασία του σε κάθε ένα από αυτά.
- ▶ Άλλαξε η θερμοκρασία του νερού;
- ▶ Μπορείς να ερμηνεύσεις την παρατήρησή σου;



Εικόνα 6.22.

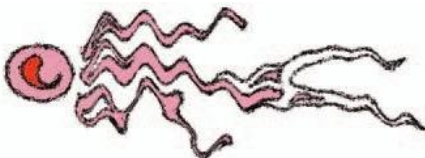
Ένα παγόβουνο έχει περισσότερη θερμική ενέργεια από ένα ερυθροπυρωμένο κομμάτι κάρβουνο. Το παγόβουνο έχει χαμηλή

θερμοκρασία, αλλά τεράστια μάζα σε σχέση με την υψηλή θερμοκρασία και τη μικρή μάζα του κάρβουνου. Όταν όμως το θερμό κάρβουνο τοποθετηθεί στο παγόβουνο, θερμότητα μεταφέρεται πάντοτε από το θερμό κάρβουνο στο ψυχρό παγόβουνο και ποτέ αντίστροφα.



Εικόνα 6.23.

Το παγάκι και το παγόβουνο έχουν την ίδια θερμοκρασία. Το παγάκι έχει μάζα πολύ μικρότερη από τη μάζα του παγόβουνου.



Εικόνα 6.24.

Απόλυτο μηδέν και κίνηση

Κανένα σώμα δεν μπορεί να ψυχθεί σε θερμοκρασία μικρότερη από 0°K .

Σ' αυτή τη θερμοκρασία οι δομικοί λίθοι του σώματος δεν είναι ακίνητοι. Καθένας από αυτούς έχει τη μικρότερη κινητική ενέργεια.

Δυνάμεις μεταξύ μορίων και εσωτερική ενέργεια σώματος

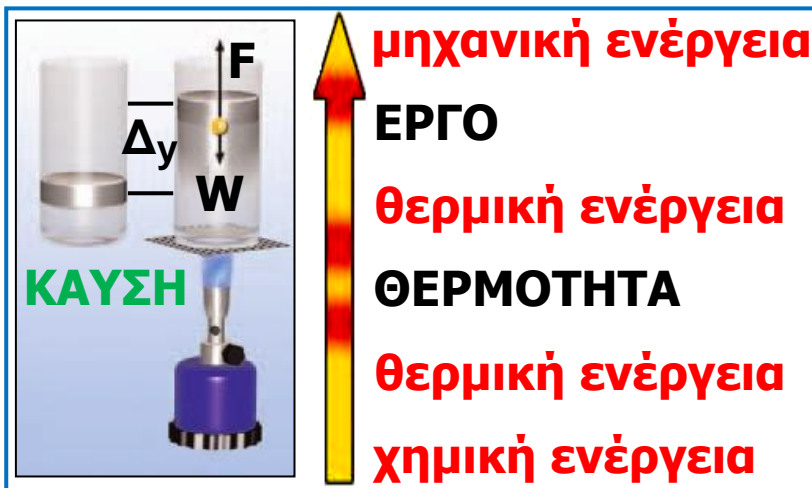
Οι δομικοί λίθοι (μόρια) κάθε αερίου κινούνται ελεύθερα μακριά ο ένας από τον άλλο. Μεταξύ των δομικών λίθων μορίων ενός αερίου δεν ασκούνται δυνάμεις. Οι δομικοί λίθοι ενός αερίου δεν

αλληλεπιδρούν. Οι δομικοί λίθοι ενός υγρού αλληλεπιδρούν, με αποτέλεσμα να συγκρατούνται μεταξύ τους και να δημιουργούν σταγόνες. Οι δομικοί λίθοι ενός στερεού σώματος επίσης αλληλεπιδρούν, αλλά ισχυρότερα από ό,τι στα υγρά. Έτσι, στα στερεά συγκρατούνται σε καθορισμένες θέσεις, με αποτέλεσμα να συνθέτουν ένα σώμα με σταθερό όγκο και συγκεκριμένο σχήμα. Επομένως στα υγρά και στα στερεά κάθε δομικός λίθος εκτός από κινητική ενέργεια έχει επίσης και δυναμική ενέργεια λόγω της αλληλεπίδρασής του με τους άλλους δομικούς λίθους. Η κινητική και δυναμική ενέργεια που έχουν συνολικά οι δομικοί λίθοι, επειδή κινούνται άτακτα και επειδή ασκούνται δυνάμεις μεταξύ τους, ονομάζεται εσωτερική ενέργεια του σώματος.

Η θερμότητα και η αρχή διατήρησης της ενέργειας

Μάθαμε στο δεύτερο κεφάλαιο ότι η ενέργεια μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο ή μετασχηματίζεται από μια μορφή σε άλλη, σε όλες όμως τις περιπτώσεις διατηρείται. Ας δούμε ποιες ενεργειακές μεταβολές συμβαίνουν στο πείραμα με το δοχείο που κλείνεται με έμβολο και περιέχει αέρα το οποίο θερμαίνεται (6.25).

Θερμότητα μεταφέρεται από τη φλόγα στον αέρα του δοχείου. Ένα μέρος αυτής της ενέργειας παραμένει στον αέρα και μετασχηματίζεται σε εσωτερική ενέργεια του αέρα. Το υπόλοιπο μεταφέρεται από τον αέρα προς το έμβολο. Ο αέρας ασκεί δύναμη στο έμβολο. Το έμβολο κινείται και η δύναμη που ασκεί ο αέρας μετατοπίζει το σημείο εφαρμογής της, δηλαδή παράγει έργο (εικόνα 6.25). Το έργο αυτό εκφράζει την ποσότητα της ενέργειας που μεταφέρεται από τον αέρα του δοχείου προς το έμβολο.



Εικόνα 6.25.
 Ο αέρας ασκεί δύναμη στο έμβολο. Η δύναμη παράγει έργο. Ενέργεια μεταφέρεται από τον αέρα στο έμβολο.

Έτσι, εφαρμόζοντας την αρχή διατήρησης της ενέργειας, μπορούμε να γράψουμε:

**Θερμότητα που μεταφέρεται στον αέρα =
 Αύξηση της εσωτερικής ενέργειας του αέρα + το έργο
 της δύναμης που ασκεί ο αέρας στο έμβολο.**

Η παραπάνω σχέση ονομάζεται και πρώτος θερμοδυναμικός νόμος και διατυπώθηκε πρώτη φορά από τον Γερμανό φυσικό και γιατρό Μάγιερ, το 1844. Λίγα χρόνια αργότερα, ο Γερμανός φυσικός Κλαούζιους τον διατύπωσε με μεγαλύτερη σαφήνεια. Ο πρώτος θερμοδυναμικός νόμος, που εκφράζει βέβαια την αρχή διατήρησης της ενέργειας, αποτέλεσε τη βάση για την ανάπτυξη των θερμικών μηχανών γνωστών ήδη από την αρχαιότητα (εικόνα 6.26). Οι θερμικές μηχανές μετατρέπουν τη θερμότητα σε μηχανική ενέργεια ή έργο. Παραδείγματα τέτοιων μηχανών είναι: οι μηχανές των αυτοκινήτων, οι ατμολέβητες των εργοστασίων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κτλ.

Φυσική και Ιστορία



ΚΑΥΣΗ



μηχανική ενέργεια

ΕΡΓΟ

θερμική ενέργεια

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

θερμική ενέργεια

χημική ενέργεια

Εικόνα 6.26.

Η εκδοχή της μηχανής του Ήρωνα, στο σχολικό εργαστήριο. Είναι η πρώτη συσκευή μετατροπής θερμικής ενέργειας σε μηχανική.

Ο Ήρωνας γεννήθηκε και έδρασε στην Αλεξάνδρεια τον 1ο αιώνα π.Χ. Υπήρξε σπουδαίος μαθηματικός, φυσικός και μηχανικός.

Φυσική και Βιολογία

ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ: ΜΙΑ ΖΩΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ

Στο ζωικό βασίλειο συχνά συμβαίνουν ενεργειακές μετατροπές ανάλογες με αυτές που συμβαίνουν σε μια μηχανή. Οι τροφές καίγονται. Υδατάνθρακες αντιδρούν με οξυγόνο, οπότε παράγεται διοξείδιο του άνθρακα και νερό, ενώ χημική ενέργεια μετατρέπεται κατά ένα μέρος σε μηχανική ενέργεια του μυϊκού συστήματος.

Φυσική και Επιστήμη, Τεχνολογία, Ιστορία και Κοινωνία

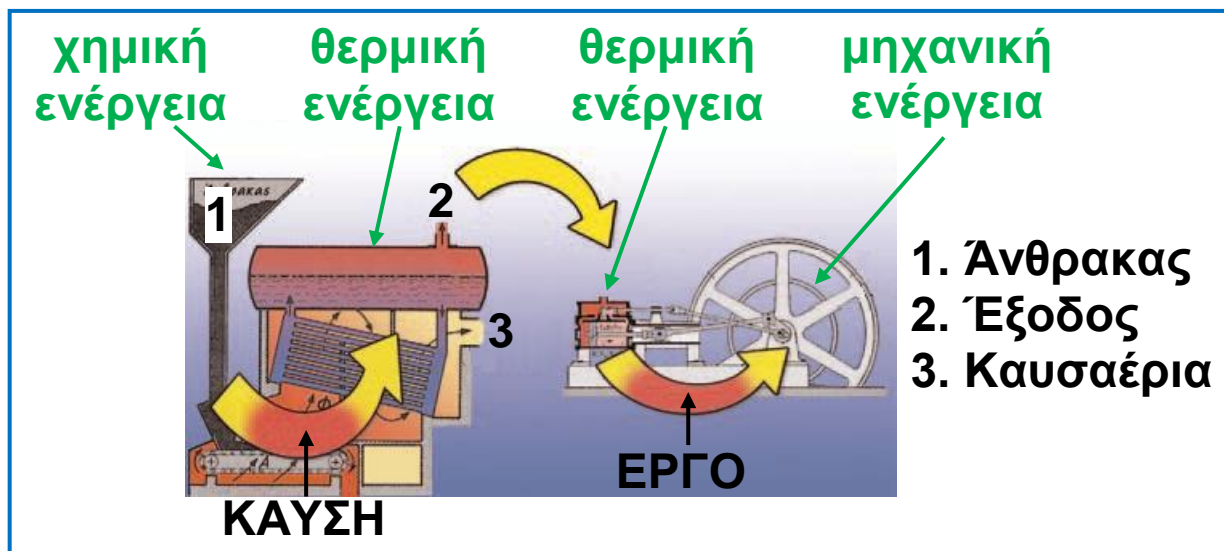
Από τη γραφική ατμομηχανή στο σύγχρονο βενζινοκινητήρα

Η ατμομηχανή η οποία υπήρχε παλαιότερα στους σιδηροδρόμους και τώρα στους ατμοηλεκτρικούς σταθμούς και ο κινητήρας του αυτοκινήτου είναι θερμικές μηχανές. Ποιο είναι το κοινό χαρακτηριστικό τους;

Η ανάγκη για ανανεώσιμες πηγές

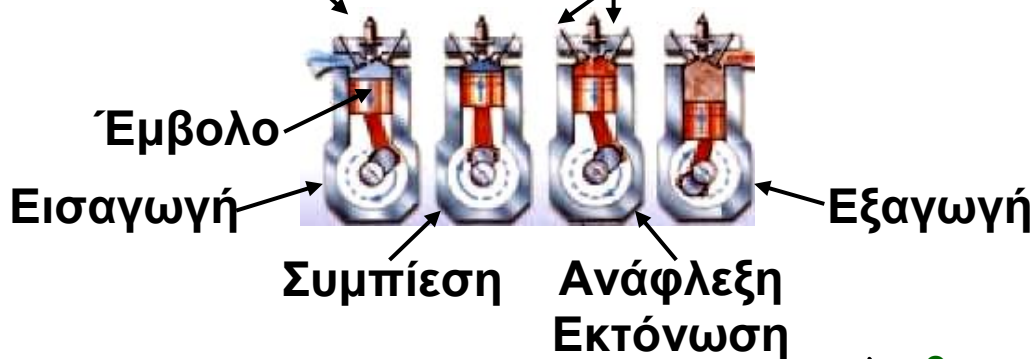
Σε αυτές τις μηχανές η χημική ενέργεια του καυσίμου μετασχηματίζεται σε θερμική ενός αερίου. Μέρος της θερμικής ενέργειας του αερίου μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια (εικόνα 6.25).

Πώς γίνεται αυτή η μετατροπή; Σε κάθε θερμική μηχανή υπάρχει ένας χώρος μέσα στον οποίο διοχετεύεται αέριο σε πολύ υψηλή θερμοκρασία, δηλαδή αέριο με μεγάλη θερμική ενέργεια. Στις ατμομηχανές το αέριο αυτό είναι ατμός ο οποίος παράγεται από νερό που βράζει. Στον κινητήρα του αυτοκινήτου το αέριο προκύπτει από την καύση της βενζίνης. Σε κάθε περίπτωση αυτό το αέριο ωθεί ένα έμβολο. Μέρος της θερμικής ενέργειας του αερίου μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια του εμβόλου. Με κατάλληλο μηχανικό σύστημα η κινητική ενέργεια του εμβόλου μεταφέρεται στους τροχούς του ατμοστροβίλου.



Αναφλεκτήρας (Μπουζί)

Βαλβίδες



χημική
ενέργεια

ΚΑΥΣΗ

θερμική
ενέργεια

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

θερμική
ενέργεια

ΕΡΓΟ

μηχανική
ενέργεια

Η αταξία των μορίων και η υποβάθμιση της ενέργειας.

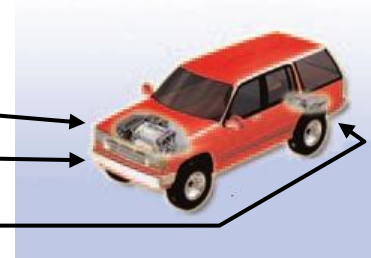
Φανταστείτε ότι μια ζεστή καλοκαιριάτικη μέρα δε φυσά καθόλου, οπότε τα φύλλα των δένδρων μένουν ακίνητα. Όμως μόρια του αέρα βομβαρδίζουν συνεχώς τα φύλλα. Γιατί τα φύλλα δεν κινούνται; Επειδή τα μόρια κινούνται άτακτα προς κάθε κατεύθυνση, χτυπούν τα φύλλα ομοιόμορφα από κάθε πλευρά, οπότε τα φύλλα μένουν ακίνητα. Όταν φυσά, τα περισσότερα μόρια κινούνται προς ορισμένη κατεύθυνση και χτυπούν τα φύλλα περισσότερο από τη μια πλευρά παρά από την άλλη, οπότε τα φύλλα κινούνται.

Ενέργεια καυσίμου 100%

ενέργεια κινητήρα 26 %

απώλεια στο σύστημα ψύξης 36 %

απώλεια στην εξάτμιση 38 %



Και στις δύο περιπτώσεις τα μόρια έχουν κινητική ενέργεια. Στην πρώτη όμως περίπτωση, δεν μπορούν να προκαλέσουν την κίνηση του φύλλου. Λέμε ότι η κινητική ενέργεια των μορίων λόγω της άτακτης

κίνησής τους είναι κατώτερης ποιότητας από αυτή λόγω της προσανατολισμένης κίνησής τους. Δηλαδή, η θερμική ενέργεια είναι κατώτερης ποιότητας από την κινητική ενέργεια, που συνδέεται με προσανατολισμένη κίνηση.

Όσο μεγαλύτερη είναι η αταξία των μορίων του, τόσο περισσότερη «εντροπία» λέμε ότι έχει το σώμα.

Όταν ένα αυτοκίνητο φρενάρει, η κινητική ενέργειά του μετατρέπεται (λόγω της τριβής των ελαστικών με το οδόστρωμα) σε θερμική ενέργεια. Η ενέργεια υποβαθμίζεται και η εντροπία του αέρα αυξάνεται.

Θερμική ενέργεια και θερμική μόλυνση

Επίσης, κατά την κίνηση του αυτοκινήτου μέρος της ενέργειας των καυσίμων του μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια της ατμόσφαιρας καθώς θερμότητα μεταφέρεται προς αυτήν από το σύστημα ψύξης του αυτοκινήτου και από τα καυσαέρια.

6.5 Θερμική διαστολή και συστολή

Μπορείς πολύ εύκολα να ξεβιδώσεις το μεταλλικό καπάκι ενός γυάλινου βάζου όταν αυτό βρίσκεται στο ράφι της κουζίνας. Αν όμως το τοποθετήσεις στο ψυγείο, οπότε η θερμοκρασία του μειώνεται, διαπιστώνεις ότι το καπάκι σφηνώνει στο στόμιο του βάζου και δυσκολεύεσαι να το ξεβιδώσεις. Ένας τρόπος για να το ανοίξεις, είναι να ρίξεις ζεστό νερό στο καπάκι.

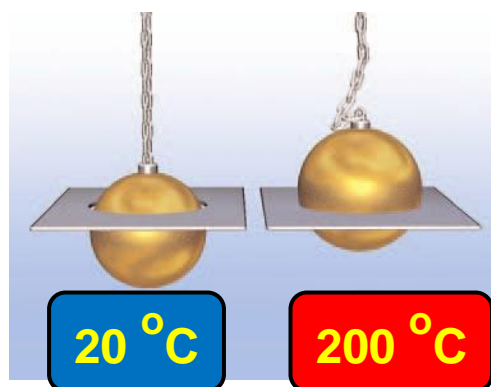
Πώς μπορούμε να περιγράψουμε τις παραπάνω διαδικασίες χρησιμοποιώντας έννοιες της φυσικής;

Όταν θερμάνουμε τη σιδερένια σφαίρα που παριστάνεται στην εικόνα 6.27, η θερμοκρασία της αυξάνεται και δε χωράει πλέον στο μεταλλικό δαχτυλίδι.

Συμπεραίνουμε ότι η αύξηση της θερμοκρασίας της σφαίρας είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου της και άρα της διαμέτρου της. Όλα σχεδόν τα σώματα στερεά, υγρά και αέρια, όταν αυξάνεται η θερμοκρασία τους (θερμαίνονται), διαστέλλονται, αυξάνεται δηλαδή ο όγκος τους, ενώ όταν μειώνεται η θερμοκρασία τους (ψύχονται), συστέλλονται. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **θερμική διαστολή** και το αντίθετο της φαινόμενο, **συστολή**. Όμως, όλα τα σώματα δε διαστέλλονται ή συστέλλονται με τον ίδιο τρόπο. Το καπάκι, που είναι συνήθως φτιαγμένο από σίδηρο ή αλουμίνιο, συστέλλεται περισσότερο από το γυάλινο βάζο γι' αυτό και σφηνώνεται στο στόμιο του βάζου, όταν μπει στο ψυγείο όπου και ψύχεται.

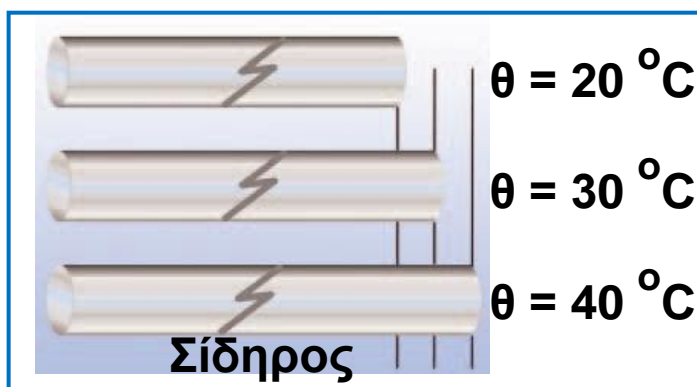
Εικόνα 6.27.

Η σιδερένια σφαίρα στη θερμοκρασία δωματίου μόλις περνά μέσα από το μεταλλικό δακτυλίδι. Όμως η σφαίρα σφηνώνεται στο δακτυλίδι όταν η θερμοκρασία της αυξηθεί στους 200°C περίπου.



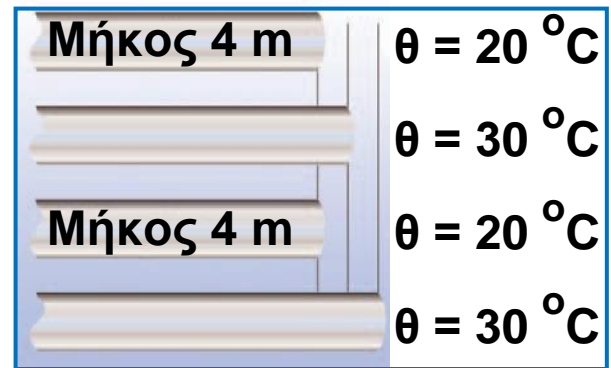
Εικόνα 6.28.

Η αύξηση του μήκους είναι ανάλογη της μεταβολής της θερμοκρασίας.



Εικόνα 6.29.

Η αύξηση του μήκους είναι ανάλογη του αρχικού μήκους.



Γραμμική διαστολή στερεών

Στην περίπτωση της διαστολής που περιγράφεται στην εικόνα 6.27, μεταβάλλεται ο όγκος της σφαίρας. Υπάρχουν όμως σώματα, όπως οι ράβδοι ή τα σύρματα, που η μια τους διάσταση είναι πολύ μεγαλύτερη από τις άλλες. Όταν θερμάνουμε μια μεταλλική ράβδο ή ένα σύρμα, το μήκος τους αυξάνεται πολύ περισσότερο συγκριτικά με τις άλλες διαστάσεις τους. Η διαστολή αυτή ονομάζεται **γραμμική διαστολή** ή **διαστολή κατά μήκος**. Αν θερμάνουμε ράβδους από διαφορετικά υλικά και μετρήσουμε τη μεταβολή της θερμοκρασίας τους ($\Delta\theta$) καθώς και την αντίστοιχη μεταβολή του μήκους τους (Δl), διαπιστώνουμε ότι η μεταβολή του μήκους είναι ανάλογη:

- Με τη μεταβολή της θερμοκρασίας ($\Delta\theta$) π.χ. σε διπλάσια μεταβολή θερμοκρασίας αντιστοιχεί διπλάσια μεταβολή μήκους (εικόνα 6.28).
- Με το αρχικό μήκος του σώματος (l_0): Σε δύο ράβδους από το ίδιο υλικό, που η μία έχει διπλάσιο μήκος από την άλλη, όταν η θερμοκρασία μεταβάλλεται εξίσου, η μεταβολή του μήκους της πρώτης είναι διπλάσια από τη μεταβολή του μήκους της δεύτερης (εικόνα 6.29).
- Επίσης, η μεταβολή του μήκους (Δl) εξαρτάται από το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένη η ράβδος. Όταν η θερμοκρασία μεταβληθεί εξίσου σε μια σιδερένια ράβδο και σε μια ράβδο αλουμινίου ίδιου αρχικού μήκους, η μεταβολή του μήκους της ράβδου αλουμινίου είναι μεγαλύτερη από τη μεταβολή του μήκους της σιδερένιας ράβδου (εικόνα 6.30).

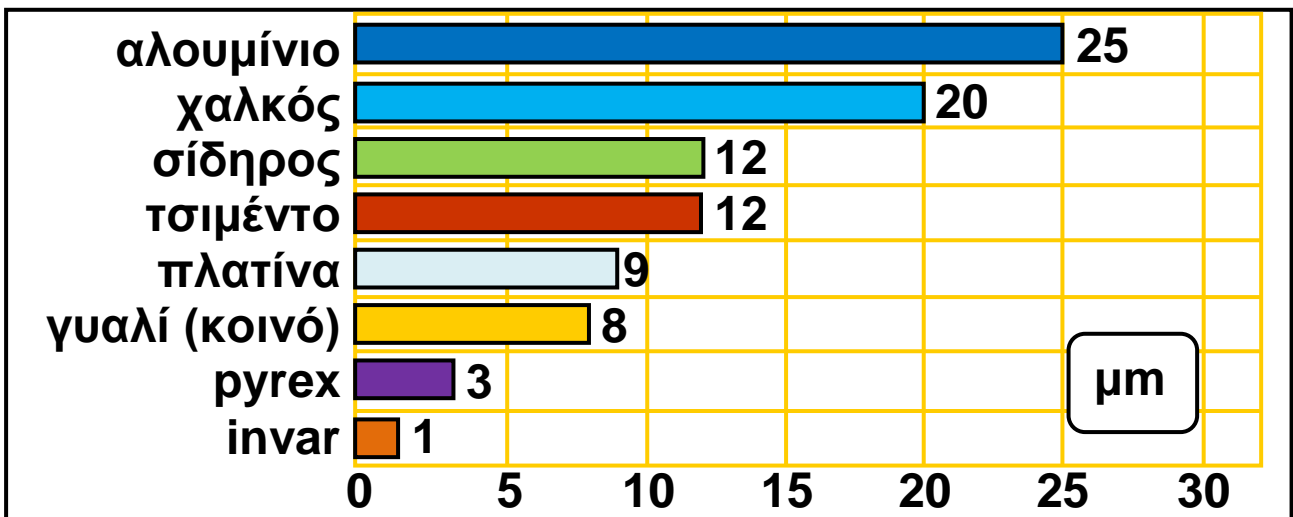
Οι παραπάνω παρατηρήσεις μπορούν να διατυπωθούν και με τη γλώσσα των μαθηματικών:

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha_l \cdot \Delta \theta$$

όπου Δl η μεταβολή του μήκους, $\Delta \theta$ η μεταβολή της θερμοκρασίας, l_0 το αρχικό μήκος της ράβδου και α_l ο συντελεστής της γραμμικής διαστολής του υλικού της ράβδου.

Το α_l δείχνει πόσο μεταβάλλεται το μήκος μιας ράβδου 1 m, όταν η θερμοκρασία της μεταβληθεί κατά 1 °C (Διάγραμμα 6.2). Από το διάγραμμα προκύπτει ότι μία ράβδος αλουμινίου επιμηκύνεται 25 φορές περισσότερο από μία ράβδο από κράμα Invar για την ίδια μεταβολή στη θερμοκρασία τους.

Εικόνα 6.30.
Το αλουμίνιο διαστέλλεται περισσότερο από το σίδηρο.



Διάγραμμα 6.2.

Η διαστολή ράβδων από ποικίλα υλικά, με αρχικό μήκος 1 m, όταν η θερμοκρασία τους μεταβληθεί κατά 1 °C. Η διαστολή μετράται σε μm.

Επιφανειακή διαστολή

Στους δρόμους και στα δάπεδα, όταν τοποθετούν μεταλλικές πλάκες, αφήνουν διάκενα. Γιατί;

Όταν αυξάνεται η θερμοκρασία μιας πλάκας ή ενός μεταλλικού δίσκου, τότε αυξάνονται οι διαστάσεις τους, δηλαδή διαστέλλονται. Στα σώματα αυτά, οι δυο διαστάσεις τους (μήκος και πλάτος) είναι πολύ μεγαλύτερες από την τρίτη, το πάχος. Έτσι, η θερμική διαστολή του πάχους είναι πολύ μικρότερη από τη θερμική διαστολή του πλάτους και του μήκους. Δηλαδή, οι δυο διαστάσεις αυξάνονται πολύ περισσότερο από την τρίτη. Η διαστολή αυτή ονομάζεται **επιφανειακή διαστολή** (εικόνα 6.31).



Εικόνα 6.31.

Για την αποφυγή των ζημιών που μπορεί να προκληθούν από τις δυνάμεις διαστολής, στις γέφυρες υπάρχουν οι οδοντωτοί σύνδεσμοι διαστολής ώστε να υπάρχει ο απαραίτητος χώρος σε περίπτωση που αυξάνεται η επιφάνεια του οδοστρώματος.

Διαστολή όγκου σε στερεά και υγρά

Αν γεμίσουμε ένα γυάλινο βάζο μέχρι το χείλος του με λάδι και το θερμάνουμε, το λάδι ξεχειλίζει. Ο όγκος του λαδιού αυξήθηκε περισσότερο από τον όγκο του γυάλινου βάζου. Το λάδι λοιπόν διαστέλλεται περισσότερο από το γυάλινο βάζο. Γενικά, η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί αύξηση, **διαστολή όγκου** (ή κυβική διαστολή), τόσο των στερεών όσο και των υγρών. Όμως τα υγρά διαστέλλονται περισσότερο από τα στερεά.

Αν πειραματιστούμε με ποικίλα υγρά ή στερεά και μετρήσουμε τη μεταβολή του όγκου που προκαλείται από την αντίστοιχη μεταβολή της θερμοκρασίας τους, μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι η θερμική διαστολή του όγκου ενός στερεού ή υγρού:

- α. είναι ανάλογη με τη μεταβολή της θερμοκρασίας του (εικόνα 6.32),
- β. είναι ανάλογη με τον αρχικό όγκο του (εικόνα 6.33) και
- γ. εξαρτάται από είδος του υλικού του σώματος (εικόνα 6.34 και διάγραμμα 6.3).

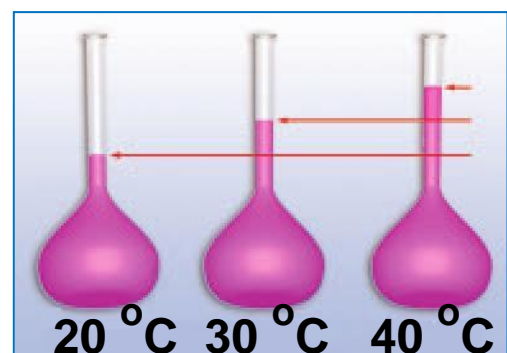
Τα παραπάνω συμπεράσματα ισχύουν τόσο για τα υγρά όσο και για τα στερεά σώματα και μπορούν να διατυπωθούν με μαθηματικά σύμβολα:

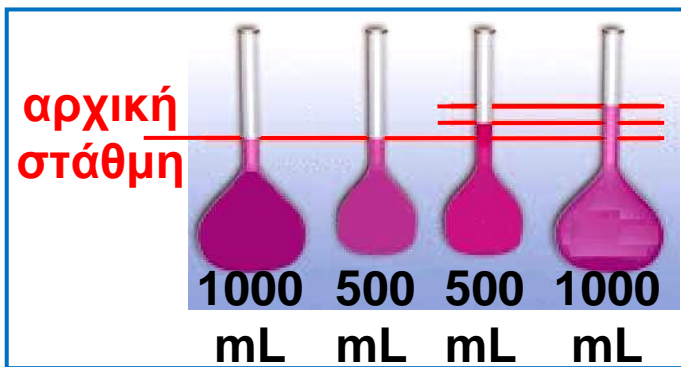
$$\Delta V = V_0 \cdot \alpha_v \cdot \Delta \theta$$

Όπου ΔV είναι η μεταβολή του όγκου, V_0 είναι ο αρχικός όγκος και $\Delta \theta$ η μεταβολή της θερμοκρασίας του σώματος. Το α_v είναι ο συντελεστής διαστολής όγκου (κυβικής διαστολής) του υλικού. Ο α_v εξαρτάται από το υλικό και εκφράζει τη μεταβολή του όγκου ενός σώματος με αρχικό όγκο 1 m^3 όταν η θερμοκρασία του μεταβληθεί κατά 1°C .

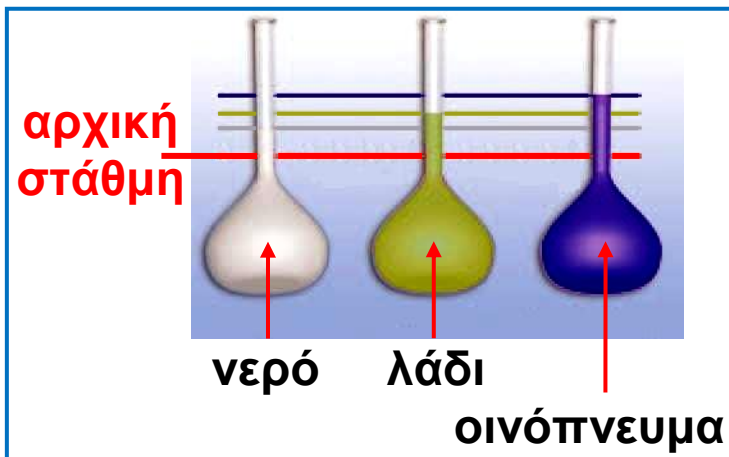
Εικόνα 6.32.

Η αύξηση του όγκου είναι ανάλογη της μεταβολής της θερμοκρασίας.





Εικόνα 6.33.
Η αύξηση του όγκου είναι ανάλογη με τον αρχικό όγκο.



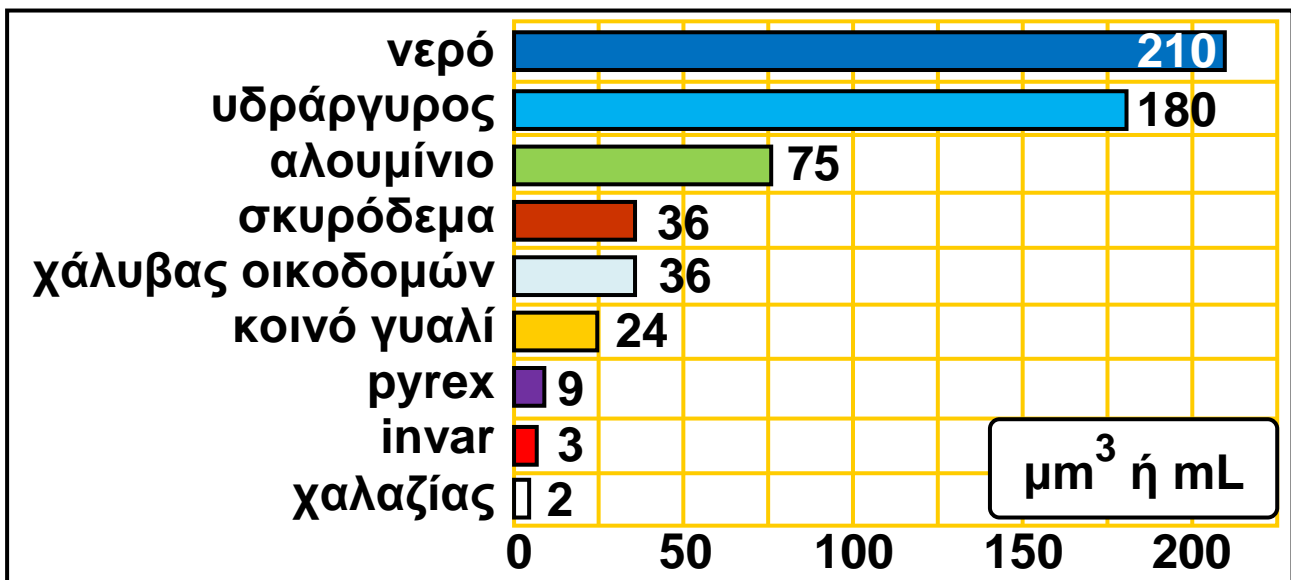
Εικόνα 6.34.
Η αύξηση του όγκου εξαρτάται από το είδος του υγρού.

Από το διάγραμμα 6.3 φαίνεται ότι η διαστολή του όγκου του (υγρού) υδραργύρου είναι σχεδόν 8 φορές μεγαλύτερη από αυτή του γυαλιού. Στο θερμόμετρο υδραργύρου όταν αυξάνεται η θερμοκρασία, αυξάνεται τόσο ο όγκος του γυάλινου δοχείου, όπου βρίσκεται ο υδράργυρος, όσο και ο όγκος του υδραργύρου. Όμως καθώς ο υδράργυρος διαστέλλεται πολύ περισσότερο, «ξεχειλίζει» από το γυάλινο δοχείο και ανεβαίνει στο λεπτό σωλήνα.

Δραστηριότητα. Ακόνισε το μυαλό σου

Ο αέρας ασκεί δυνάμεις

- ▶ Από το διάγραμμα 6.3 σύγκρινε το συντελεστή κυβικής διαστολής του σκυροδέματος και του οικοδομικού χάλυβα.
- ▶ Ποιο από τα υλικά διαστέλλεται περισσότερο;
- ▶ Μπορείς να σκεφτείς μια εφαρμογή της παραπάνω ιδιότητας των δυο υλικών;



Διάγραμμα 6.3.

Μεταβολή του όγκου 1 m³ διάφορων υλικών όταν η θερμοκρασία τους μεταβληθεί κατά 1 °C. Η μεταβολή εκφράζεται σε μm³ (cm³ ή ml).

Διαστολή των αερίων

Μισοφουσκώνουμε ένα μπαλόνι και το τοποθετούμε πάνω από ένα ζεστό σώμα κεντρικής θέρμανσης. Παρατηρούμε ότι ο όγκος του μπαλονιού αυξάνεται, ενώ δεν προστίθεται αέρας στο εσωτερικό του. Στη συσκευή που παριστάνεται στην εικόνα 6.35, όταν θερμάνουμε τον αέρα που περιέχεται στο κυλινδρικό δοχείο της βάσης, το έμβολο της σύριγγας ανυψώνεται. Η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί αύξηση του όγκου δηλαδή διαστολή των αερίων όταν περιέχονται σε δοχείο με κινητά τοιχώματα.

Πειραματιζόμενοι με τη συσκευή που παριστάνεται στην εικόνα 6.35, καταλήγουμε στο παρακάτω συμπέρασμα: Όταν η θερμοκρασία ενός αερίου μεταβάλλεται ενώ η πίεση του διατηρείται σταθερή, η αύξηση ή ελάττωση του όγκου του είναι ανάλογη με τον όγκο που έχει το αέριο στους 0 °C και με τη μεταβολή της θερμοκρασίας του.

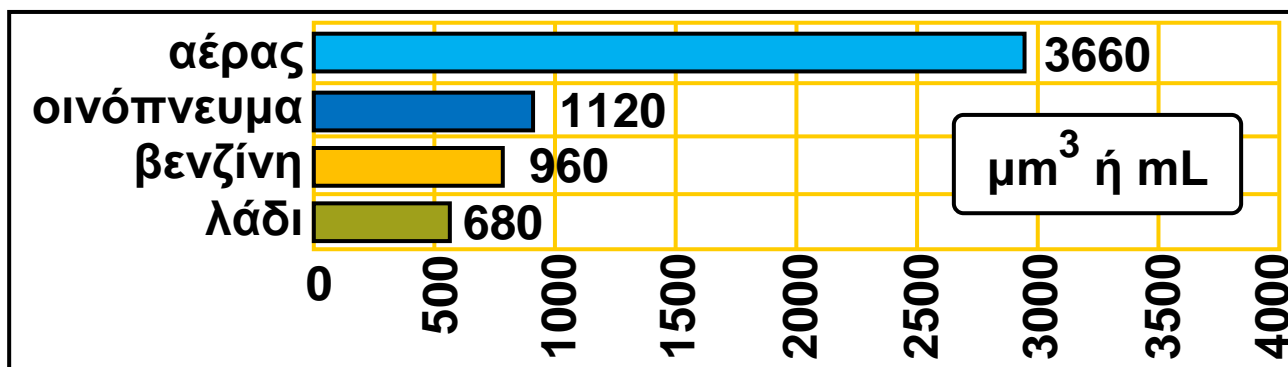
Σε αντίθεση όμως με τα στερεά και τα υγρά, η μεταβολή του όγκου δεν εξαρτάται από το είδος του αερίου. Σε όλα τα αέρια, όταν η θερμοκρασία μεταβληθεί κατά 1°C , χωρίς να αλλάξει η πίεσή τους, ο όγκος μεταβάλλεται κατά το $1/273$ του όγκου που είχαν στους 0°C .



Εικόνα 6.35.

Συσκευή μελέτης της διαστολής των αερίων

Αποτελείται από: (α) ένα μεταλλικό κυλινδρικό δοχείο που περιέχει το αέριο, (β) θερμόμετρο που μετρά τη θερμοκρασία του αερίου στο δοχείο, (γ) μανόμετρο, (δ) έμβολο για τη μέτρηση της διαστολής του όγκου.



Διάγραμμα 6.4.

Ο αέρας, όπως και τα υπόλοιπα αέρια, διαστέλλεται περισσότερο από τα υγρά.

Δραστηριότητα. Ακόνισε το μυαλό σου

Ο αέρας ασκεί δυνάμεις

Κατά τη διαστολή αυξάνεται ο κενός χώρος μεταξύ των δομικών λίθων. Έτσι αυξάνεται ο όγκος των σωμάτων.

Η μάζα τους μεταβάλλεται;

Πώς αλλάζει η πυκνότητά τους;

Γιατί ο θερμός αέρας ανεβαίνει;

Ερμηνεία της διαστολής

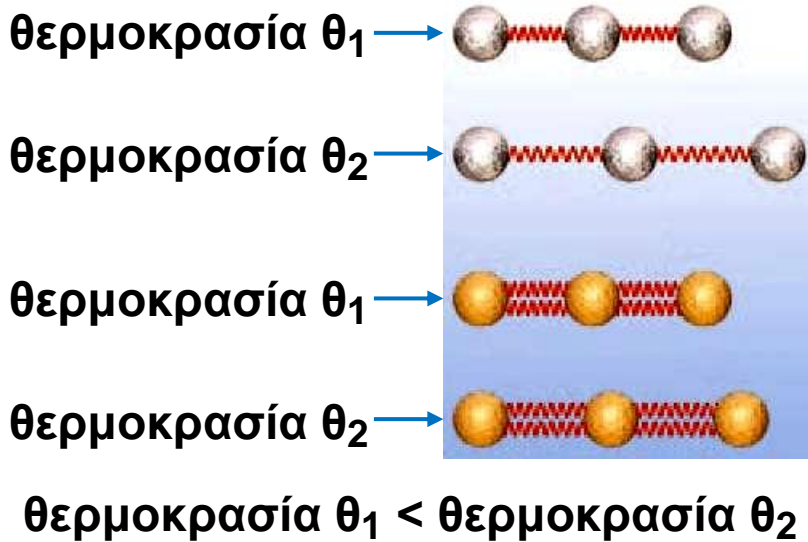
Η θερμική διαστολή και συστολή ερμηνεύεται με τη βοήθεια της θερμικής κίνησης των δομικών λίθων. Για να ερμηνεύσουμε τη διαστολή των στερεών, θεωρούμε ότι οι δομικοί λίθοι από τους οποίους αποτελούνται αλληλεπιδρούν σαν να συνδέονται μεταξύ τους με μικροσκοπικά ελατήρια. Υποθέτουμε επίσης ότι αυτά τα ελατήρια ευκολότερα επιμηκύνονται παρά συμπιέζονται.

Όταν αυξάνεται η θερμοκρασία, οι δομικοί λίθοι ταλαντώνονται εντονότερα και τα ελατήρια συμπιέζονται και επιμηκύνονται περισσότερο από προηγουμένως. Ωστόσο, η επιμήκυνσή τους είναι μεγαλύτερη από τη συμπίεση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι δομικοί λίθοι τελικά να απομακρύνονται μεταξύ τους: το σώμα να διαστέλλεται (εικόνα 6.36). Άρα, κατά τη διαστολή δεν αυξάνονται οι διαστάσεις των δομικών λίθων, αλλά οι μεταξύ τους αποστάσεις. Δε διαστέλλονται οι δομικοί λίθοι, αλλά τα σώματα.

Στο σίδηρο κάθε δομικός λίθος αλληλεπιδρά ισχυρότερα με τους γειτονικούς του από όσο οι δομικοί λίθοι του αλουμινίου. Επομένως, οι δομικοί λίθοι του σιδήρου απομακρύνονται δυσκολότερα μεταξύ τους απ' ό,τι εκείνοι του αλουμινίου (εικόνα 6.36). Συνεπώς, η μεταβολή των διαστάσεων κατά τη διαστολή και τη συστολή εξαρτάται από το πόσο ισχυρά αλληλεπιδρούν μεταξύ τους οι δομικοί λίθοι του σώματος. Δηλαδή, από το είδος του υλικού. Στα αέρια, επειδή οι δομικοί λίθοι δεν αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, η μεταβολή του όγκου δεν εξαρτάται από το είδος του αερίου. Όσο το μήκος μιας ράβδου είναι μεγαλύτερο, τόσο περισσότεροι δομικοί λίθοι παρεμβάλλονται μεταξύ των άκρων της. Επομένως, κατά τη διαστολή η συνολική απομάκρυνση των δομικών λίθων είναι

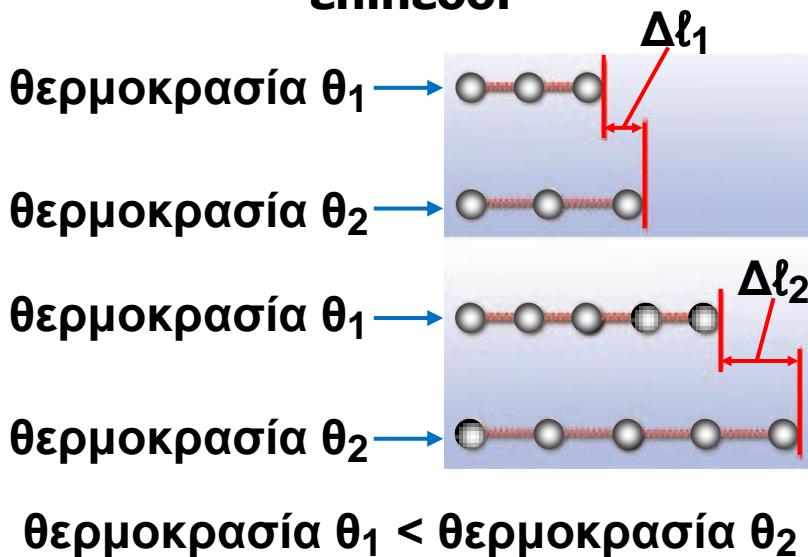
μεγαλύτερη. Άρα και η αύξηση του μήκους της ράβδου είναι, επίσης, μεγαλύτερη (εικόνα 6.37).

Πρότυπο διαστολής σε μοριακό επίπεδο.



Εικόνα 6.36.
Η αύξηση του μήκους εξαρτάται και από τις δυνάμεις μεταξύ των δομικών λίθων.

Πρότυπο διαστολής σε μοριακό επίπεδο.



Εικόνα 6.37.
Η αύξηση του μήκους μιας ράβδου είναι ανάλογη με τον αριθμό των δομικών λίθων που παρεμβάλλονται μεταξύ των άκρων.

Δυνάμεις κατά τη διαστολή και συστολή

Γυάλινα ή κεραμικά σκεύη όπως κρυστάλλινα ποτήρια ή φλιτζάνια κινδυνεύουν να σπάσουν, αν μεταβληθεί απότομα η θερμοκρασία τους, για παράδειγμα όταν πλυθούν με καυτό νερό.

Πώς θα μπορούσαμε να ερμηνεύσουμε τα παραπάνω φαινόμενα;

Κατά τη διαστολή η μεταβολή του μήκους ή του όγκου των σωμάτων είναι σχετικά μικρή, όταν όμως αυτή εμποδίζεται, εμφανίζονται έντονα μηχανικά φαινόμενα όπως το λύγισμα, το σπάσιμο κ.ά. Κατά τη διαστολή οι δομικοί λίθοι επεκτείνονται στο χώρο κι η επέκταση αυτή εκδηλώνεται ως τεράστια δύναμη διαστολής. Έτσι, όταν απότομα γεμίσουμε ένα ποτήρι με καυτό νερό, το εσωτερικό τοίχωμα του ποτηριού θερμαίνεται αμέσως και η θερμοκρασία του γίνεται πολύ μεγαλύτερη από εκείνη του εξωτερικού τοιχώματος. Το εσωτερικό τοίχωμα λοιπόν διαστέλλεται πιο έντονα από το εξωτερικό. Μία δύναμη από μέσα προς τα έξω προκαλεί ρωγμές στο ποτήρι. Γι' αυτό το λόγο, τα γυάλινα σκεύη που χρησιμοποιούνται για το ψήσιμο των φαγητών κατασκευάζονται από ειδικό πυρίμαχο γυαλί (pyrex). Η διαστολή αυτού του είδους του γυαλιού είναι πολύ μικρότερη συγκριτικά με εκείνη του κοινού γυαλιού (διάγραμμα 6.3) και έτσι το σκεύος δεν κινδυνεύει με θραύση.

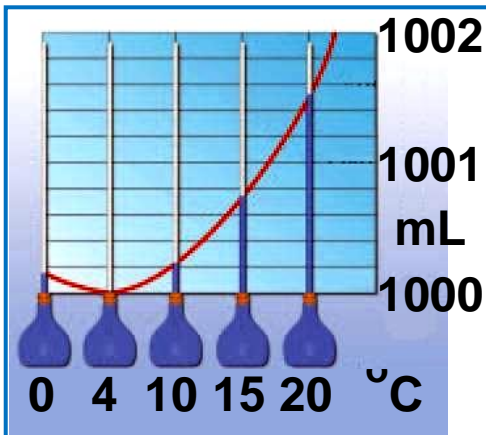
Οι δυνάμεις διαστολής είναι δυνατόν να προκαλέσουν παραμόρφωση στις σιδηροτροχιές κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (εικόνα 6.38). Αρχικά το ενδεχόμενο αυτό αντιμετώπιστηκε με την ύπαρξη διάκενων μεταξύ των σιδηροτροχιών. Αυτά τα διάκενα προκαλούσαν ταλαντώσεις (σκαμπανεβάσματα) του τρένου και δημιουργούσαν δυσάρεστο αίσθημα στους επιβάτες. Σήμερα στα διάκενα τοποθετούν κατάλληλο υλικό που διαστέλλεται ελάχιστα.

Εικόνα 6.38.



Παραμόρφωση των σιδηροτροχιών λόγω της θερμικής διαστολής τους μια πολύ ζεστή καλοκαιρινή ημέρα.

Σήμερα η σύνδεση των σιδηροτροχιών γίνεται με κατάλληλο τρόπο, ώστε να μην παρατηρούνται πλέον τέτοια φαινόμενα.



Εικόνα 6.39.

Το διάγραμμα μεταβολής του όγκου ενός λίτρου νερού καθώς μεταβάλλεται η θερμοκρασία του.

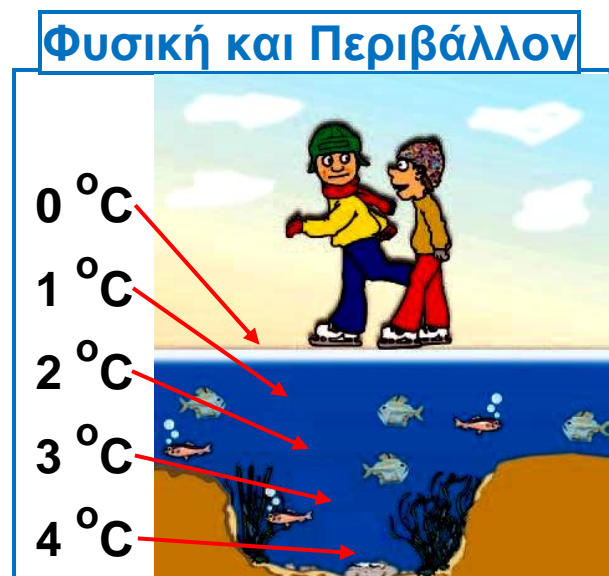
Η διαστολή του νερού

Στα περισσότερα υγρά αύξηση της θερμοκρασίας τους οδηγεί στη διαστολή τους, δηλαδή στην αύξηση του όγκου τους. Το νερό όμως παρουσιάζει μια ιδιόμορφη συμπεριφορά. Όταν θερμαίνεται από τους 0 °C έως 4 °C, ο όγκος του ελαττώνεται (ανώμαλη συστολή), ενώ αν ψύχεται από τους 4 °C έως τους 0 °C, ο όγκος του αυξάνεται (ανώμαλη διαστολή) (εικόνα 6.39). Πάνω από τους 4°C και μέχρι τη θερμοκρασία βρασμού το νερό διαστέλλεται κανονικά. Εξαιτίας αυτής της ανώμαλης διαστολής, ορισμένη μάζα νερού στους 4 °C έχει το μικρότερο δυνατό όγκο και άρα τη μεγαλύτερη δυνατή πυκνότητα.

Το φαινόμενο της ανώμαλης διαστολής του νερού έχει τεράστια οικολογική σημασία. Μεταξύ δυο στρωμάτων νερού αυτό που έχει τη μεγαλύτερη πυκνότητα βυθίζεται. Ας δούμε τι συμβαίνει, όταν κατά

τη διάρκεια του χειμώνα η θερμοκρασία της επιφάνειας του νερού ελαττώνεται. Όταν η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη των 4°C , το νερό της επιφάνειας έχει μικρότερη πυκνότητα και η θερμοκρασία μειώνεται από την επιφάνεια προς τον πυθμένα. Όταν όμως η θερμοκρασία του επιφανειακού στρώματος φθάσει στους 4°C , αυτό το στρώμα ως πυκνότερο βυθίζεται προς τον πυθμένα. Το νερό μικρότερης θερμοκρασίας έχει μικρότερη πυκνότητα και επιπλέει. Η μεταβολή της θερμοκρασίας τώρα αντιστρέφεται. Τελικά μπορεί να σχηματισθεί πάγος στην επιφάνεια της λίμνης ή της θάλασσας, ενώ στο εσωτερικό η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη και μάλιστα 4°C στον πυθμένα και το νερό διατηρείται στην υγρή μορφή (εικόνα. 6.40).

Εικόνα 6.40.
Στο βυθό των λιμνών και ποταμών η ζωή διατηρείται ολόκληρο το χειμώνα.



Παράδειγμα 6.2

Μια χάλκινη ράβδος έχει μήκος 1,5 m σε θερμοκρασία 20 °C. Πόσο μεταβάλλεται το μήκος της ράβδου όταν η θερμοκρασία της γίνει 250 °C; (Αξιοποίησε το διάγραμμα 6.2).

Δεδομένα

$$\theta_{\text{αρχικό}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_{\text{τελικό}} = 250 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$l_0 = 1,5 \text{ m}$$

Ζητούμενα

$$\Delta l$$

Βασική εξίσωση

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha_l \cdot \Delta \theta$$

Λύση

$$\Delta \theta = \theta_{\text{τελικό}} - \theta_{\text{αρχικό}} \text{ ή } \Delta \theta = 250 \text{ }^{\circ}\text{C} - 20 \text{ }^{\circ}\text{C} = 230 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta l = 1,5 \text{ m} \cdot 20 \frac{\mu\text{m}}{\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot 230 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta l = 6.900 \text{ } \mu\text{m} \text{ ή } \Delta l = 6,9 \text{ mm}$$

Ερωτήσεις

ερωτήσεις

► Χρησιμοποίησε και εφάρμοσε τις έννοιες που έμαθες:

Θερμόμετρα και μέτρηση θερμοκρασίας

1. Να σχηματίσεις προτάσεις χρησιμοποιώντας τις επόμενες έννοιες:

Θερμοκρασία, βαθμονόμηση, κλίμακα Κελσίου, απόλυτο μηδέν, θερμόμετρο.

2. Να συμπληρώσεις τις λέξεις που λείπουν από το παρακάτω κείμενο έτσι ώστε οι προτάσεις που προκύπτουν να είναι επιστημονικά ορθές: 9 (στην επόμενη σελίδα)

Τα θερμοόμετρα είναι τα κατάλληλα
για τη μέτρηση της Τα θερμοόμετρα
είναι δηλαδή έχουν κλίμακα
..... Η πιο συνηθισμένη είναι η κλίμακα
..... υπάρχει και η κλίμακα
καθώς και κλίμακα, που χρησιμοποιείται
από τους επιστήμονες.

3. Να χαρακτηρίσεις με Σ τις προτάσεις το περιεχόμενο των οποίων είναι επιστημονικά ορθό και με Λ αυτές των οποίων είναι επιστημονικά λανθασμένο.

(α) Όλα τα θερμοόμετρα πρέπει να έχουν μια κλίμακα μέτρησης. (β) Όλα τα θερμοόμετρα μπορούν να μετρήσουν μια οποιαδήποτε θερμοκρασία. (γ) Στην κλίμακα Κέλβιν δεν υπάρχουν αρνητικές θερμοκρασίες. (δ) Κάθε μεταβολή θερμοκρασίας στην κλίμακα Κελσίου αντιστοιχεί στην ίδια μεταβολή στην κλίμακα Κέλβιν.

Θερμότητα: Μια μορφή ενέργειας - Πως μετράμε τη θερμότητα

4. Να σχηματίσεις προτάσεις χρησιμοποιώντας τις επόμενες έννοιες:

θερμότητα, ενέργεια, θερμοκρασία, θερμική ισορροπία, θερμική επαφή.

5. Να συμπληρώσεις τις λέξεις που λείπουν από το παρακάτω κείμενο έτσι ώστε οι προτάσεις που προκύπτουν να είναι επιστημονικά ορθές:

(α) Θερμότητα ονομάζεται η που μεταφέρεται από σώμα θερμοκρασίας σε σώμα Όταν οι θερμοκρασίες των δυο σωμάτων τότε η ενέργειας Οι θερμοκρασίες των σωμάτων είναι Τότε λέμε ότι τα σώματα βρίσκονται σε ισορροπία.

(β) Η ποσότητα της που χρειάζεται για να μεταβληθεί η θερμοκρασία 1 kg κάποιου υλικού κατά 1 °C ονομάζεται θερμότητα.

6. Ποια από τα παρακάτω φαινόμενα είναι δυνατόν να περιγραφούν με μεταφορά θερμότητας: α. ένα ποτήρι ζεστό γάλα κρυώνει πάνω στο τραπέζι. β. παγάκια λιώνουν μέσα σε ένα ποτήρι με νερό. γ. ζεσταίνουμε τα χέρια μας τρίβοντάς τα μεταξύ τους. δ. αναμειγνύουμε ζεστό με κρύο νερό. ε. σβήνουμε με τη γομολάστιχα και η γομολάστιχα ζεσταίνεται. Να δικαιολογήσεις την απάντησή σου.

Θερμοκρασία, θερμότητα και μικρόκοσμος

7. Να σχηματίσεις προτάσεις χρησιμοποιώντας τις επόμενες έννοιες: δομικός λίθος, μόριο, κίνηση μορίων αερίου και όγκος αερίου, κίνηση δομικών λίθων υγρού και σχήμα υγρού, εσωτερική ενέργεια, κίνηση δομικών λίθων στερεού

8. Να συμπληρώσεις τις λέξεις που λείπουν από το παρακάτω κείμενο έτσι ώστε οι προτάσεις που προκύπτουν να είναι επιστημονικά ορθές:

α. Δυο σώματα βρίσκονται σε θερμική όταν έχουν ίσες Τότε οι δομικοί λίθοι του ενός έχουν ίδια ενέργεια με τους δομικούς λίθους του άλλου και η μεταφορά σταματά.

β. Η συνολική κινητική ενέργεια που έχουν οι δομικοί λίθοι ενός σώματος λόγω της άτακτης κίνησής τους ονομάζεται ενέργεια. Η θερμοκρασία ενός σώματος εξαρτάται μόνο από την ενέργεια των δομικών του λίθων.

γ. Η κινητική και η δυναμική που έχουν συνολικά οι δομικοί λίθοι επειδή κινούνται και επειδή ασκούνται

μεταξύ τους ονομάζεται ενέργεια του σώματος.

9. Στις προτάσεις που ακολουθούν να κυκλώσεις το γράμμα / γράμματα που αντιστοιχούν στη σωστή / σωστές απαντήσεις. Τεκμηρίωσε τις επιλογές σου.

Η θερμική ενέργεια ενός σώματος:

- α. εξαρτάται μόνο από τη μάζα του σώματος.
- β. εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία του σώματος.
- γ. εξαρτάται τόσο από τη μάζα όσο και από τη θερμοκρασία του σώματος.
- δ. δεν εξαρτάται ούτε από τη μάζα, ούτε από τη θερμοκρασία του σώματος.

10. Να χαρακτηρίσεις με Σ τις προτάσεις το περιεχόμενο των οποίων είναι επιστημονικά σωστό και με Λ αυτές των οποίων είναι επιστημονικά λανθασμένο:

- α. Η θερμοκρασία ενός σώματος δεν εξαρτάται από τη μάζα του.
- β. Η θερμική ενέργεια ενός σώματος δεν εξαρτάται από τη μάζα του.
- γ. Ένα σώμα χαμηλής θερμοκρασίας είναι δυνατόν να περικλείει περισσότερη θερμική ενέργεια από ένα άλλο υψηλότερης.
- δ. Η θερμότητα μεταφέρεται πάντοτε από ένα σώμα μεγαλύτερης θερμικής ενέργειας προς ένα σώμα μικρότερης.
- ε. Ο πρώτος θερμοδυναμικός νόμος εκφράζει την αρχή διατήρησης της ενέργειας.
- στ. Μια θερμική μηχανή μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε θερμότητα.
- ζ. Μεταξύ δυο σωμάτων αυτό που έχει τη μεγαλύτερη θερμοκρασία έχει και τη μεγαλύτερη θερμική ενέργεια.
- η. Η μεταφορά θερμότητας σ' ένα σώμα προκαλεί γενικά αύξηση της εσωτερικής του ενέργειας.

Θερμική διαστολή και συστολή

11. Να σχηματίσεις προτάσεις χρησιμοποιώντας τις επόμενες έννοιες:

θερμική διαστολή, θερμική συστολή, γραμμική διαστολή, διαστολή όγκου.

12. Να συμπληρώσεις τις λέξεις που λείπουν από το παρακάτω κείμενο έτσι ώστε οι προτάσεις που προκύπτουν να είναι επιστημονικά ορθές:

Όλα σχεδόν τα σώματα όταν θερμαίνονται, δηλαδή ο όγκος τους ενώ όταν ψύχονται δηλαδή ο όγκος τους. Τα υγρά διαστέλλονται από τα στερεά. Το νερό όταν θερμαίνεται μεταξύ των 0°C και των 4°C

► Εφάρμοσε τις γνώσεις σου και γράψε τεκμηριωμένες απαντήσεις στις ερωτήσεις που ακολουθούν:

Θερμόμετρα και μέτρηση θερμοκρασίας

1. Με δεδομένο ότι οι θερμοκρασίες ψύξης του οινόπνεύματος είναι -114°C και του υδραργύρου -39°C και ότι υπάρχουν ηλεκτρικά θερμόμετρα που μετρούν θερμοκρασίες από -260°C μέχρι 1.600°C , τι είδους θερμόμετρο θα χρησιμοποιήσεις για να μετρήσεις:

- α. τη θερμοκρασία του εσωτερικού του ψυγείου
- β. τη θερμοκρασία του σώματος σου
- γ. τη θερμοκρασία της φλόγας ενός σπέρτου
- δ. τη θερμοκρασία στο Β. Πόλο
- ε. τη θερμοκρασία σ' έναν κλίβανο

2. Ο / Η καθηγητής / τρια ανέφερε στην τάξη ότι η θερμοκρασία στο εσωτερικό του Ήλιου είναι 20.000.000 βαθμοί.

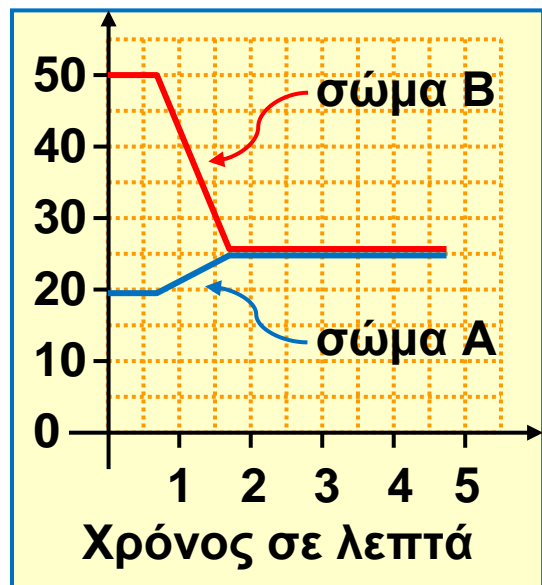
- α. Ο Σάββας ρωτάει αν η τιμή αυτή αντιστοιχεί σε κλίμακα Κελσίου ή Κέλβιν. Ποια είναι η απάντηση του καθηγητή;
- β. Θα είχε σημασία αν η τιμή αντιστοιχούσε σε κλίμακα Κελσίου ή Φαρενάιτ;
3. Μια ημέρα, στις 12 το μεσημέρι, η θερμοκρασία στην Πάτρα ήταν 310 K, στο Βόλο 35 °C και στην Ερμούπολη της Σύρου -10 F. Σε ποια πόλη η θερμοκρασία ήταν υψηλότερη και σε ποια χαμηλότερη; Να δικαιολογήσεις την απάντησή σου.
4. Γιατί στην κλίμακα Κέλβιν δεν υπάρχουν αρνητικές τιμές θερμοκρασιών;
5. Ποια είναι η μικρότερη τιμή της κλίμακας Κελσίου, ποια της Φαρενάιτ και ποια της κλίμακας Κέλβιν;

Θερμότητα: Μια μορφή ενέργειας - Πως μετράμε τη θερμότητα

6. Να χαρακτηρίσεις με Σ τις προτάσεις το περιεχόμενο των οποίων είναι επιστημονικά σωστό και με Λ αυτές των οποίων είναι επιστημονικά λανθασμένο:

Η θερμότητα που απαιτείται για τη μεταβολή της θερμοκρασίας ενός σώματος εξαρτάται από: (α) την αρχική θερμοκρασία του σώματος, (β) τη μεταβολή της θερμοκρασίας του σώματος, (γ) το είδος του υλικού του σώματος, (δ) τον τρόπο θέρμανσης.

7. Από τις μετρήσεις της θερμοκρασίας δυο σωμάτων, τα οποία φέραμε σε θερμική επαφή, κατασκευάσαμε το διάγραμμα στην επόμενη σελίδα, που δείχνει την εξέλιξη της θερμοκρασίας κάθε σώματος. Σε ποιο χρονικό διάστημα έχουμε μεταφορά θερμότητας; Από ποιο σώμα μεταφέρεται θερμότητα σε ποιο;



Θερμοκρασία, θερμότητα και μικρόκοσμος

8. Ποιες διαφορές παρουσιάζουν τα στερεά, υγρά και αέρια σε σχέση με το σχήμα και τον όγκο τους σε ορισμένη θερμοκρασία; Πώς συνδέονται αυτές οι διαφορές με τον τρόπο κίνησης των δομικών λίθων σε κάθε κατάσταση της ύλης;

9. Είναι δυνατόν η θερμική ενέργεια μιας ποσότητας ζεστού νερού να είναι μικρότερη από τη θερμική ενέργεια μιας άλλης ποσότητας κρύου νερού; Να αιτιολογήσεις την άποψή σου.

10. Σε ποια κατάσταση βρίσκεται ένα σώμα όταν οι δομικοί λίθοι του κινούνται:

α. Ελεύθερα.

β. Γλιστρούν ο ένας πάνω στον άλλο.

γ. Ταλαντώνονται γύρω από συγκεκριμένη θέση.

Θερμική διαστολή και συστολή

11. Να χαρακτηρίσεις με Σ τις προτάσεις το περιεχόμενο των οποίων είναι επιστημονικά ορθό και με Λ αυτές των οποίων είναι επιστημονικά λανθασμένο.

i. Κατά τη θερμική διαστολή ενός σώματος οι δομικοί λίθοι του:

α. Κινούνται όλο και πιο έντονα.

β. Απομακρύνονται μεταξύ τους.

- γ. Διαστέλλονται.
- δ. Πλησιάζουν μεταξύ τους.
- ii. Κατά τη θερμική διαστολή ενός στερεού ή υγρού σώματος η μεταβολή του όγκου του:
 - α. Εξαρτάται μόνο από τη μεταβολή της θερμοκρασίας.
 - β. Είναι ανάλογη με τον αρχικό όγκο του σώματος.
 - γ. Εξαρτάται από το υλικό του σώματος.
- iii. α. Όλα τα σώματα όταν θερμανθούν διαστέλλονται.
- β. Δύο μεταλλικές ράβδοι που έχουν ίσα μήκη σε κάποια θερμοκρασία θ , θα εξακολουθούν να έχουν ίσα μήκη και σε οποιαδήποτε άλλη θερμοκρασία.
- γ. Οι κοιλότητες ή οι οπές ενός σώματος δε διαστέλλονται όταν αυτό θερμαίνεται.
- δ. Γενικά, ένα υγρό διαστέλλεται περισσότερο από το δοχείο που το περιέχει.
- ε. Δύο υγρά που έχουν ίσους όγκους σε κάποια θερμοκρασία θ , θα έχουν ίσους όγκους και σε οποιαδήποτε άλλη θερμοκρασία.
- στ. Η μάζα ενός υγρού αυξάνεται όταν το υγρό διαστέλλεται.

12. Μια μεταλλική μετροταινία βαθμονομήθηκε όταν η θερμοκρασία της ήταν 20°C . Αν χρησιμοποιηθεί για μέτρηση μήκους σε άλλη θερμοκρασία, το αποτέλεσμα της μέτρησης δεν είναι ακριβές. Γιατί;

13. Τοποθετούμε διαδοχικά σε μια ζυγαριά 2 λίτρα νερού θερμοκρασίας 4°C και 2 λίτρα νερού 0°C . Σε ποια περίπτωση η ένδειξη της ζυγαριάς είναι μεγαλύτερη και γιατί;

14. Πώς μεταβάλλεται ο όγκος μιας ορισμένης μάζας νερού, όταν η θερμοκρασία του αυξάνεται από τους 0°C έως τους 4°C ; Ποια είναι η συνέπεια του φαινομένου αυτού στη μεταβολή της πυκνότητας του νερού; Τεκμηρίωσε την άποψή σου.

15. Μια μεταλλική σφαίρα μόλις που μπορεί να διέρχεται μέσα από ένα μεταλλικό δακτύλιο. Τι θα συμβεί αν: (α) θερμάνουμε τη σφαίρα, (β) θερμάνουμε το δακτύλιο, (γ) θερμάνουμε εξίσου και τα δύο;

Ασκήσεις

ασκήσεις

Θερμοκρασία και μέτρηση θερμότητας

1. Να μετατρέψεις τις παρακάτω θερμοκρασίες από την κλίμακα Κελσίου στις κλίμακες Φαρενάιτ και Κέλβιν:

α. θερμοκρασία δωματίου 20°C

β. θερμοκρασία καταψύκτη -20°C

γ. ζεστή μέρα του καλοκαιριού 35°C

δ. κρύα μέρα του χειμώνα -3°C

2. Από το δίκτυο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών καταγράφηκαν κατά την 18η Δεκεμβρίου και την 7η Αυγούστου 1995, οι παρακάτω θερμοκρασίες (σε $^{\circ}\text{C}$): Να υπολογίσεις τη διαφορά μεταξύ θερινής και χειμερινής θερμοκρασίας για κάθε πόλη.

	ΔΕΚ	ΑΥΓ		ΔΕΚ	ΑΥΓ
Αθήνα	7	36	Θεσσαλονίκη	3	30
Καλαμάτα	9	34	Νευροκόπι	-2	26
Ηράκλειο	10	34	Κομοτηνή	2	29
Ρόδος	9	31	Φλώρινα	-1	28
Αγρίνιο	8	29	Αλμυρός	4	31
Ιωάννινα	4	29	Λαμία	7	35

Θερμότητα: Μια μορφή ενέργειας - Πως μετράμε τη θερμότητα

3. Ένας μεταλλικός κύλινδρος μάζας 0.5 kg απορροφά θερμότητα 500 J και η θερμοκρασία αυξάνεται από τους 20 °C στους 30 °C. Να υπολογίσεις την ειδική θερμότητα του μετάλλου.

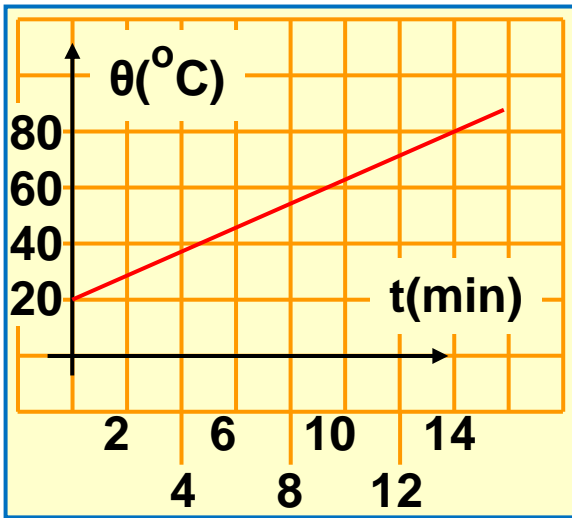
4. Ένας σιδερένιος κύβος μάζας 0.2 kg βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με νερό που βράζει. Στη συνέχεια:
α. Τον τοποθετούμε στο περιβάλλον ενός δωματίου θερμοκρασίας 20 °C μέχρις ότου να σταθεροποιηθεί η θερμοκρασία του κύβου. Πόση θερμότητα μεταφέρεται από τον κύβο προς το περιβάλλον; Για την τιμή της ειδικής θερμότητας του σιδήρου θα χρησιμοποιήσεις το διάγραμμα 6.1 του βιβλίου σου.

β. Τον βυθίζουμε σε μονωμένο δοχείο με νερό αρχικής θερμοκρασίας 0 °C. Παρατηρούμε ότι τελικά η θερμοκρασία και των δυο σωμάτων (νερού και κύβου) σταθεροποιείται στους 20 °C. Από τα παραπάνω δεδομένα, μπορείς να υπολογίσεις τη μάζα του νερού που περιέχεται στο δοχείο;

5. Στο εργαστήριο της φυσικής πραγματοποιήσαμε την παρακάτω δραστηριότητα: Σε ένα δοχείο Pyrex βάλαμε 1 kg νερό και το τοποθετήσαμε πάνω από την εστία θέρμανσης. Κάθε 2 λεπτά λαμβάναμε τη θερμοκρασία του νερού την οποία καταχωρήσαμε σε πίνακα μετρήσεων. Με βάση τις τιμές του πίνακα, κατασκευάσαμε το παρακάτω διάγραμμα. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα από το διάγραμμα, απάντησε στις παρακάτω ερωτήσεις:

α. Ποια είναι η αρχική θερμοκρασία του υγρού;

β. Ποια είναι η θερμοκρασία του υγρού μετά από 4 min θέρμανσης;



γ. Πόσο μεταβλήθηκε η θερμοκρασία του υγρού μετά από 6 min θέρμανσης;

δ. Πόση θερμότητα μεταφέρθηκε στο νερό μετά από 6 min θέρμανσης;

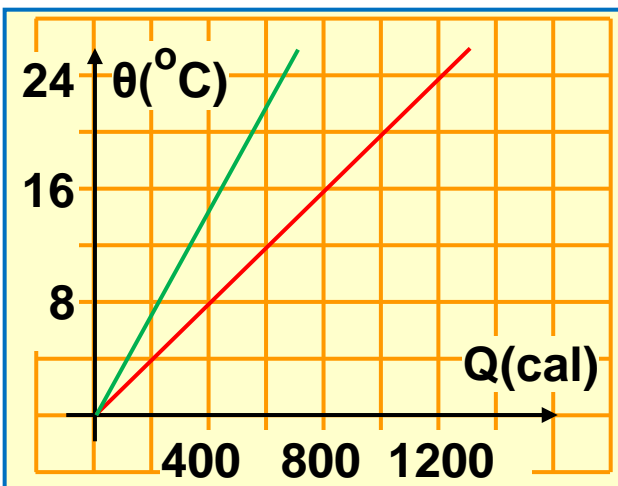
6. Σε εστία θέρμανσης τοποθετούμε δοχείο που περιέχει 2.000 gr νερό αρχικής θερμοκρασίας 20 °C. Αν γνωρίζουμε ότι κατά τη θέρμανση στο νερό μεταφέρθηκε θερμότητα 42.000 J, να υπολογίσεις:

α. Την αύξηση της θερμοκρασίας του νερού.

β. Τη θερμοκρασία του νερού μετά τη θέρμανση. Για την τιμή της ειδικής θερμότητας του νερού, θα χρησιμοποιήσεις το διάγραμμα 6.1 του βιβλίου σου.

7. Σε ένα μονωμένο ποτήρι που περιέχει 100 gr νερό θερμοκρασίας 30 °C προσθέτουμε 200 gr νερό

θερμοκρασίας 90 °C. Να υπολογίσεις την τιμή της θερμοκρασίας στην οποία θα σταθεροποιηθεί η ένδειξη του θερμομέτρου που είναι βυθισμένο στο ποτήρι.



8. Στην ίδια εστία θέρμανσης θερμαίνουμε ταυτόχρονα δυο υγρά A και B. Τα δυο υγρά έχουν την ίδια μάζα. Στο διάγραμμα παριστάνεται η μεταβολή της θερμοκρασίας των δυο υγρών σε συνάρτηση με την προσφερόμενη θερμότητα. Βάλε σε κύκλο

το γράμμα που κατά την άποψή σου αντιστοιχεί στη σωστή έκφραση για τις ειδικές θερμότητες των δυο υγρών A και B.

(α) $c_A > c_B$ (β) $c_A < c_B$ (γ) $c_A = c_B$

Θερμική διαστολή και συστολή

9. Μια μεταλλική ράβδος, όταν η θερμοκρασία της είναι 0°C , έχει μήκος 10 m. Αυξάνουμε τη θερμοκρασία της ράβδου από τους 0°C στους 200°C , οπότε επιμηκύνεται κατά 1,8 mm. Από τι υλικό είναι δυνατό να είναι κατασκευασμένη αυτή η ράβδος; Χρησιμοποίησε το διάγραμμα 6.2.

10. Μια σιδερένια ράβδος έχει μήκος 11,5 m στους 22°C . Πόσο θα είναι το μήκος της, αν τη θερμάνουμε στους 1221°C , κοντά στη θερμοκρασία που λιώνει;

11. Ένα ανοικτό αλουμινένιο κουτί έχει όγκο 354 mL και είναι τελείως γεμάτο με νερό, όταν βρίσκεται στη θερμοκρασία του ψυγείου (4°C). Το βγάζουμε από το ψυγείο και το τοποθετούμε πάνω σε ένα τραπέζι. Όταν επιστρέφουμε ύστερα από μεγάλο χρονικό διάστημα, παρατηρούμε μια ποσότητα υγρού πάνω στο τραπέζι. Πώς θα μπορούσες να ερμηνεύσεις αυτή την παρατήρηση; Αν η θερμοκρασία που επικρατεί στο δωμάτιο είναι 34°C , να υπολογίσεις: (α) τον όγκο του κουτιού, (β) τον όγκο του νερού, (γ) την ποσότητα του νερού που χύθηκε.

12. Μια δεξαμενή περιέχει 15.000 λίτρα βενζίνης. Ποια είναι η αύξηση του όγκου της βενζίνης, αν η θερμοκρασία της ανέβει κατά 15°C ; (Χρησιμοποίησε το διάγραμμα 6.4).

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

- Η αντικειμενική μέτρηση της θερμοκρασίας ενός σώματος γίνεται με τα κατάλληλα όργανα: τα θερμόμετρα.
- Θερμότητα είναι η ενέργεια που μεταφέρεται λόγω διαφοράς θερμοκρασίας. Μεταφέρεται από το σώμα μεγαλύτερης θερμοκρασίας προς το σώμα μικρότερης θερμοκρασίας. Η μεταφορά θερμότητας σταματά όταν εξισώνονται οι θερμοκρασίες των δυο σωμάτων (θερμική ισορροπία). Η θερμότητα που μεταφέρεται σε ένα σώμα εξαρτάται από τη μάζα του, το είδος του υλικού και τη μεταβολή της θερμοκρασίας.
- Η ύλη αποτελείται από τυχαία κινούμενους δομικούς λίθους. Η θερμοκρασία ενός σώματος εξαρτάται από την κινητική ενέργεια των δομικών του λίθων. Η θερμική ενέργεια ενός σώματος είναι το άθροισμα των κινητικών ενεργειών των δομικών λίθων. Οι δομικοί λίθοι έχουν και δυναμική ενέργεια. Εσωτερική ενέργεια είναι η συνολική κινητική και δυναμική ενέργεια των δομικών λίθων.
- Μεταβολή της θερμοκρασίας προκαλεί μεταβολή των διαστάσεων των σωμάτων. Η μεταβολή του μήκους ή του όγκου είναι ανάλογη με τη μεταβολή της θερμοκρασίας και με το αρχικό μήκος ή με τον αρχικό όγκο και εξαρτάται από το υλικό.
- Κατά τη θερμική διαστολή αυξάνεται η απόσταση μεταξύ των δομικών λίθων.

ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΟΙ

Θερμοκρασία	Θερμότητα	Θερμική διαστολή
Θερμομετρικές κλίμακες	Θερμική ισορροπία	Δομικοί λίθοι
Θερμική ενέργεια		

μια μικρή ιστορία...

Ο κύριος Κώστας είναι αγρότης στο Πήλιο, έχει ένα πολύ μεγάλο κτήμα με μηλιές. Κάθε βράδυ ακούει το δελτίο καιρού προκειμένου να προγραμματίσει τις εργασίες της επόμενης ημέρας. Μια ανοιξιιάτικη μέρα η πρόβλεψη της μετεωρολογικής υπηρεσίας ήταν ότι το επόμενο βράδυ η θερμοκρασία στην περιοχή θα έπεφτε μερικούς βαθμούς κάτω από το μηδέν (0°C).

Αυτό τον καιρό οι περισσότερες από τις μηλιές του κυρίου Κώστα ήταν γεμάτες από μπουμπούκια, τα οποία βρίσκονταν σε κίνδυνο εξαιτίας του προβλεπόμενου παγετού. Ο κύριος Κώστας για να προστατέψει τα μπουμπούκια από την καταστροφή και επομένως και την παραγωγή του από μήλα, ράντισε τα δένδρα του με νερό.

Με ποιο τρόπο το ράντισμα των δένδρων προστατεύει τα μπουμπούκια από τον παγετό;



Στο κεφάλαιο αυτό:

Θα γνωρίσεις τις τρεις καταστάσεις της ύλης στερεή, υγρή και αέρια καθώς και πώς η μια μπορεί να μετατραπεί στην άλλη. Θα συνδέσεις τις αλλαγές κατάστασης της ύλης με τη θερμότητα και τη θερμοκρασία, θα μάθεις πώς προκαλούνται αυτές οι μεταβολές και πώς ερμηνεύονται μικροσκοπικά.

ΑΛΛΑΓΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Η ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΠΡΟΚΑΛΕΙ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ

Το χειμώνα χιονίζει κυρίως στις ορεινές περιοχές της χώρας μας (εικόνα 7.1). Αν η θερμοκρασία είναι «κάτω από το μηδέν», το χιόνι παγώνει. Την άνοιξη τα χιόνια λιώνουν και τα ποτάμια τροφοδοτούνται με μεγάλες ποσότητες νερού. Γεμίζουμε με νερό τις παγοθήκες και τις τοποθετούμε στο ψυγείο, οπότε παίρνουμε παγάκια. Ο πάγος είναι νερό σε στερεά κατάσταση.

Όταν κάνουμε μπάνιο με ζεστό νερό σ' ένα λουτρό, ο καθρέφτης του θολώνει. Από το νερό παράγονται ατμοί, οι υδρατμοί. Ο καθρέφτης έχει μικρότερη θερμοκρασία από τους υδρατμούς που μετατρέπονται σε σταγονίδια στην επιφάνεια του. Οι υδρατμοί είναι νερό σε αέρια κατάσταση. Με παρόμοιο τρόπο από τους υδρατμούς που υπάρχουν στον αέρα, δημιουργείται η δροσιά, η ομίχλη και τα σύννεφα.

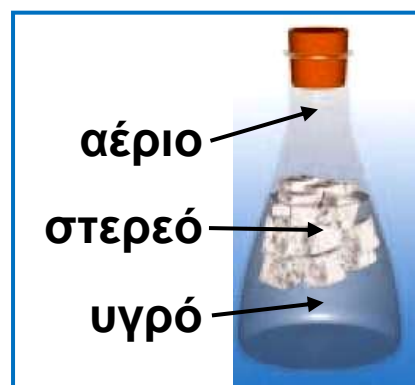
Οι τρεις συνηθισμένες καταστάσεις της ύλης είναι η στερεή, η υγρή και η αέρια (εικόνα 7.2). Η κατάσταση της ύλης ενός σώματος είναι δυνατόν να αλλάξει. Ένα στερεό σώμα μπορεί να μετατραπεί σε υγρό και αντίστροφα ή ένα υγρό σώμα σε αέριο και αντίστροφα. Πώς προκαλούνται αυτές οι αλλαγές και πώς ερμηνεύονται μικροσκοπικά; Σ αυτό το κεφάλαιο θα δούμε ότι οι αλλαγές κατάστασης της ύλης σχετίζονται με τη θερμοκρασία και τη θερμότητα.

Εικόνα 7.1.
Το χιόνι είναι νερό σε στερεά κατάσταση.



Εικόνα 7.2.

Σ' αυτή τη φωτογραφία αναπαριστώνται α τρεις καταστάσεις του νερού. Στην αέρια κατάσταση, οι υδρατμοί είναι διασπαρμένοι στον αέρα και είναι αόρατοι, μέχρι να συμπυκνωθούν.



7.1 Αλλαγές κατάστασης και θερμότητα

Τήξη-Πήξη

Τοποθετούμε τριμμένα παγάκια σ' ένα δοχείο και μέσα σε αυτά βυθίζουμε ένα θερμόμετρο και το τοποθετούμε σε εστία θέρμανσης (εικόνα 7.3). Η θερμοκρασία του πάγου αρχίζει να αυξάνεται. Όταν φθάσει στους 0°C , τότε ο πάγος αρχίζει να λιώνει, οπότε εμφανίζεται και νερό μέσα στο ποτήρι. Παρατηρούμε ότι μέχρι να λιώσει όλος ο πάγος, η θερμοκρασία του μείγματος νερού-πάγου διατηρείται σταθερή στους 0°C . Η θερμοκρασία αυτή ονομάζεται θερμοκρασία τήξης του πάγου. Μόλις λιώσει όλος ο πάγος, η θερμοκρασία του νερού αρχίζει να αυξάνεται.

Τοποθετούμε ένα δοχείο με νερό μέσα σε μια λεκάνη με πάγο θερμοκρασίας -10°C (εικόνα 7.4). Παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία του νερού μειώνεται. Όταν φθάσει στους 0°C , το νερό αρχίζει να γίνεται στερεό, δηλαδή πάγος. Αυτή η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή μέχρι να γίνει πάγος όλο το νερό. Την ονομάζουμε θερμοκρασία πήξης του νερού.

Γενικά, ονομάζουμε τήξη το φαινόμενο της μετατροπής ενός στερεού σε υγρό, ενώ της μετατροπής του υγρού σε στερεό, πήξη. Κατά τη διάρκεια της τήξης ή της πήξης συνυπάρχουν και οι δυο καταστάσεις

(φάσεις) της ύλης: η στερεά και η υγρή. Από τα πειράματα που περιγράψαμε, προκύπτει ότι η θερμοκρασία τήξης του νερού συμπίπτει με τη θερμοκρασία πήξης. Το ίδιο συμβαίνει και με τα άλλα σώματα. Κάθε καθαρό σώμα έχει τη δική του θερμοκρασία τήξης / πήξης, που χαρακτηρίζει το υλικό του σώματος. Είναι, όπως λέμε, μια φυσική σταθερά του υλικού του σώματος.

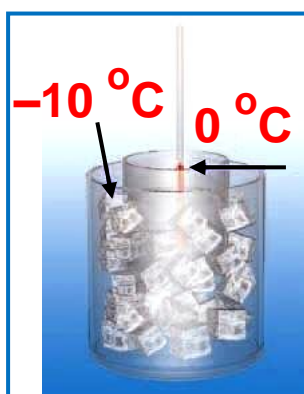
Χρόνος σε min	0	-5	Θερμοκρασία σε °C
	1	-3	
	2	-1	
	3	0	
	4	0	
	5	0	
	6	0	
	7	0	
	8	1	
	9	2	
	10	3	



Εικόνα 7.3.

Καθ' όλη τη διάρκεια της τήξης η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή.

Χρόνος σε min	0	15	Θερμοκρασία σε °C
	1	9	
	2	3	
	3	0	
	4	0	
	5	0	
	6	0	
	7	0	
	8	-1	
	9	-2	
	10	-3	



Εικόνα 7.4.

Σε όλη τη διάρκεια της πήξης η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή. Η θερμοκρασία πήξης συμπίπτει με τη θερμοκρασία τήξης.

Βρασμός-Υγροποίηση

Γεμίζουμε ένα γυάλινο δοχείο νερό, το τοποθετούμε πάνω από μια εστία θέρμανσης και καταγράφουμε τη θερμοκρασία του (εικόνα 7.5). Συγχρόνως παρατηρούμε τι συμβαίνει μέσα στο δοχείο. Αρχικά η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται και παράγονται υδρατμοί με αργό ρυθμό από την επιφάνεια του νερού. Όταν η θερμοκρασία φθάσει τους $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, εκδηλώνεται στο νερό μία έντονη αναταραχή. Οι υδρατμοί παράγονται γρήγορα και σχηματίζουν μεγάλες φυσαλίδες σε όλο τον όγκο του νερού. Το νερό βράζει. Κατά τη διάρκεια του βρασμού συνυπάρχουν η υγρή και η αέρια κατάσταση. Σε όλη τη διάρκεια του βρασμού η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή και την ονομάζουμε θερμοκρασία βρασμού. Κάθε υγρό βράζει, αλλά σε διαφορετική θερμοκρασία. Η θερμοκρασία βρασμού είναι μια φυσική σταθερά των καθαρών σωμάτων.

Το αντίστροφο φαινόμενο του βρασμού λέγεται υγροποίηση. Οι υδρατμοί υγροποιούνται στους $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, δηλαδή σε θερμοκρασία ίση με τη θερμοκρασία βρασμού.

Κατά την τήξη, την πήξη, το βρασμό και την υγροποίηση η κατάσταση των σωμάτων αλλάζει. Αυτές οι αλλαγές ονομάζονται αλλαγές κατάστασης.

Χρόνος σε min	0	25
	1	43
	2	61
	3	79
	4	94
	5	100
	6	100
	7	100

Θερμοκρασία σε $^{\circ}\text{C}$



Εικόνα 7.5.
Σε όλη τη διάρκεια του βρασμού η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή.

Θερμότητα τήξης και βρασμού

Ένα κομμάτι πάγου λιώνει, όταν εκτεθεί σε περιβάλλον υψηλότερης θερμοκρασίας, για παράδειγμα στον αέρα. Τότε, θερμότητα μεταφέρεται από τον αέρα στον πάγο. Αντίθετα, κατά την πήξη μεταφέρεται θερμότητα από το νερό προς το περιβάλλον του.

Γενικά, όταν θερμότητα μεταφέρεται σε ένα στερεό σώμα (για παράδειγμα όταν το θερμαίνουμε με ένα λύχνο), η θερμοκρασία του σώματος αυξάνεται μέχρι να φτάσει στη θερμοκρασία τήξης. Τότε το σώμα τήκεται (λιώνει), ενώ η θερμοκρασία του παραμένει σταθερή, μέχρι να μετατραπεί εξολοκλήρου σε υγρό. Όταν θερμότητα μεταφέρεται από ένα υγρό προς το περιβάλλον του (για παράδειγμα, όταν αυτό βρίσκεται μέσα σε έναν καταψύκτη), η θερμοκρασία του υγρού ελαττώνεται μέχρι να φτάσει στη θερμοκρασία πήξης. Τότε το υγρό στερεοποιείται (πήζει), ενώ η θερμοκρασία του διατηρείται σταθερή μέχρι να μετατραπεί εξ ολοκλήρου σε στερεό.

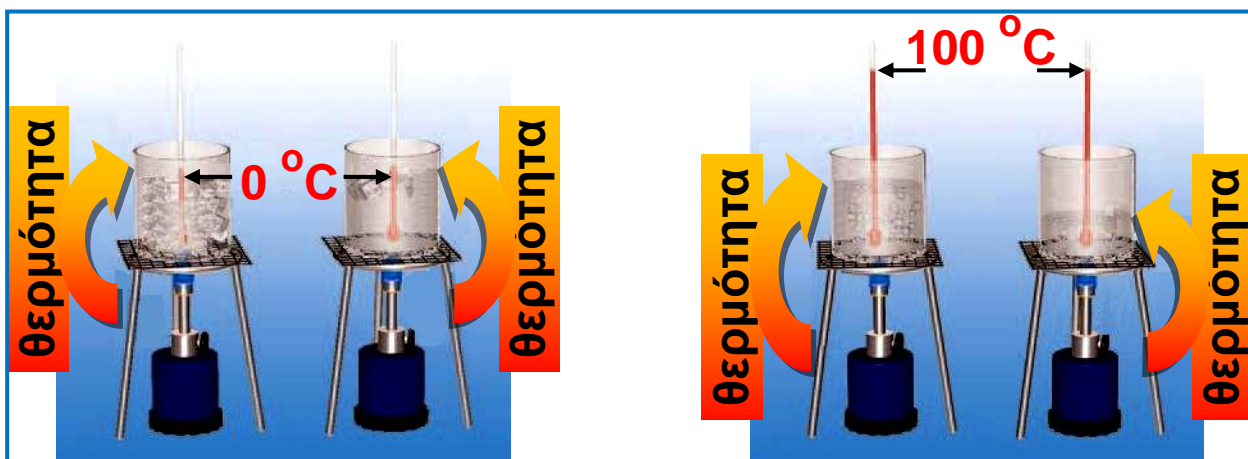
Όταν σε ένα υγρό μεταφέρεται θερμότητα (για παράδειγμα, όταν το θερμαίνουμε με ένα λύχνο), η θερμοκρασία του υγρού αυξάνεται μέχρι να φτάσει στη θερμοκρασία βρασμού. Τότε, το υγρό μετατρέπεται σε αέριο, ενώ η θερμοκρασία του καθ' όλη τη διάρκεια της μετατροπής παραμένει σταθερή. Αντιθέτως, όταν από ένα αέριο μεταφέρεται θερμότητα προς το περιβάλλον, η θερμοκρασία του αερίου αρχικά μειώνεται. Όταν γίνει ίση με τη θερμοκρασία βρασμού, αρχίζει να υγροποιείται, η θερμοκρασία του παραμένει σταθερή, ενώ θερμότητα εξακολουθεί να μεταφέρεται προς το περιβάλλον.

Γενικά, όταν θερμότητα μεταφέρεται σε ένα στερεό ή υγρό σώμα, χωρίς να αλλάζει η κατάσταση του, τότε η θερμοκρασία του σώματος αυξάνεται. Κατά τη διάρκεια

όμως της τήξης ή του βρασμού η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή αν και στο σώμα μεταφέρεται θερμότητα (εικόνα 7.6). Η θερμότητα που μεταφέρεται σε ένα στερεό σώμα κατά την τήξη του, είναι ανάλογη της μάζας του σώματος και εξαρτάται από το υλικό από το οποίο αποτελείται το σώμα:

$$Q = L_T \cdot m$$

όπου Q είναι η συνολική ποσότητα θερμότητας που μεταφέρεται στο σώμα για να μετατραπεί όλη η μάζα του m σε υγρό ίδιας θερμοκρασίας. Το L_T ονομάζεται **λανθάνουσα θερμότητα τήξης** και εξαρτάται από το υλικό. Το L_T εκφράζει την ποσότητα θερμότητας που απαιτείται για την πλήρη τήξη 1 kg από το υλικό.



Εικόνα 7.6.

- (α) Κατά τη διάρκεια της τήξης του πάγου, μεταφέρεται θερμότητα από τη φλόγα στον πάγο. Όμως η θερμοκρασία του πάγου παραμένει σταθερή,
(β) Κατά τη διάρκεια του βρασμού του νερού, μεταφέρεται θερμότητα από τη φλόγα στο νερό. Όμως η θερμοκρασία του νερού παραμένει σταθερή.

Αντίστοιχα, η ποσότητα της θερμότητας που μεταφέρεται σε ένα υγρό σώμα κατά το βρασμό, είναι ανάλογη της μάζας του σώματος και εξαρτάται από το υλικό από το οποίο αποτελείται το σώμα:

$$Q = L_B \cdot m$$

όπου Q είναι η συνολική ποσότητα θερμότητας που μεταφέρεται στο σώμα για να μετατραπεί όλη η μάζα του m σε αέριο ίδιας θερμοκρασίας. Το L_B ονομάζεται **λανθάνουσα θερμότητα βρασμού** και εξαρτάται από το υλικό. Το L_B εκφράζει την ποσότητα θερμότητας που απαιτείται για την πλήρη εξαέρωση 1 kg από το υλικό.

Στον πίνακα 7.1 αναφέρονται οι θερμοκρασίες και οι λανθάνουσες θερμότητες τήξης και βρασμού διάφορων υλικών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.1.		
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΛΑΝΘΑΝΟΥΣΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΕΣ ΤΗΞΗΣ-ΒΡΑΣΜΟΥ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΥΛΙΚΩΝ		
Υλικό	Θερμοκρασία τήξης °C	Θερμότητα τήξης (L_T) 10^3 J/kg ή J/gr
Ήλιο	-270	5,23
Άζωτο	-210	25,5
Οξυγόνο	-219	13,8
Οινόπνευμα	-114	104
Υδράργυρος	-39	11,8
Νερό	0	334
Μόλυβδος	327	24,5
Αλουμίνιο	660	90
Χρυσός	1063	64,5
Χαλκός	1083	134
Βολφράμιο	3370	

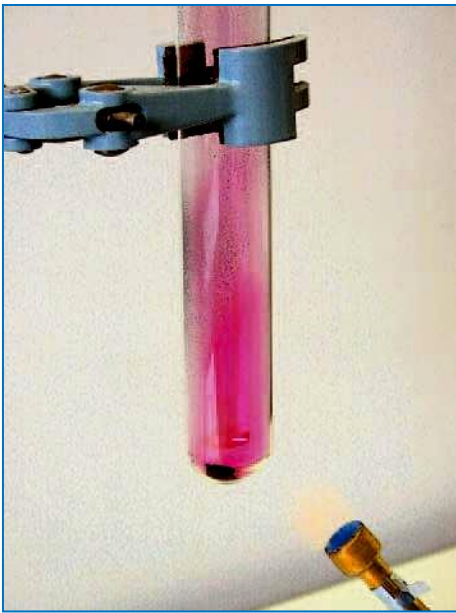
συνεχίζεται στην επόμενη σελίδα →

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.1.		
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΛΑΝΘΑΝΟΥΣΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΕΣ ΤΗΞΗΣ-ΒΡΑΣΜΟΥ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΥΛΙΚΩΝ		
Υλικό	Θερμοκρασία βρασμού °C	Θερμότητα βρασμού (L _B) 10 ³ J/kg ή J/gr
Ήλιο	-269	21
Άζωτο	-196	201
Οξυγόνο	-183	213
Οινόπνευμα	78	854
Υδράργυρος	357	272
Νερό	100	2256
Μόλυβδος	1750	871
Αλουμίνιο	2450	11400
Χρυσός	2660	1578
Χαλκός	1187	5070
Βολφράμιο	5900	

Εξαχνωση

Μέσα σ' ένα δοχείο από πορσελάνη θερμαίνουμε ήπια κρυστάλλους ιωδίου. Παρατηρούμε ότι το στερεό ιώδιο μετατρέπεται απευθείας σε αέριο χωρίς να περάσει από την υγρή κατάσταση.

Μερικά στερεά, όπως το στερεό διοξείδιο του άνθρακα (ξηρός πάγος) και οι κρύσταλλοι της ναφθαλίνης, μεταβαίνουν απευθείας από τη στερεά στην αέρια κατάσταση. Αυτή η μεταβολή ονομάζεται εξαχνωση. Σε ξηρό περιβάλλον και με έντονη ηλιακή ακτινοβολία το χιόνι και ο πάγος επίσης εξαχνώνονται. Το αντίθετο συμβαίνει όταν υδρατμοί βρεθούν σε ψυχρό αέρα, οπότε σχηματίζεται στερεό χιόνι.



Εικόνα 7.7.
Το ιώδιο μεταβαίνει από τη στερεά στην αέρια κατάσταση. Το ιώδιο εξαχνώνεται.

Τα «σκαλοπάτια» των μεταβολών κατάστασης

Στην εικόνα 7.9 παριστάνεται γραφικά η θερμοκρασία 1 Kg H₂O (νερού) αρχικής θερμοκρασίας -10 °C σε συνάρτηση με τη θερμότητα που μεταφέρεται από το περιβάλλον σε αυτό. Το διάγραμμα αποτελείται από 5 διαφορετικές περιοχές.

α. Αύξηση της θερμοκρασίας του πάγου από την αρχική $\theta_{\pi} = -10^{\circ}\text{C}$ στη θερμοκρασία τήξης $\theta_{\tau} = 0^{\circ}\text{C}$. Η θερμότητα που απορροφάται από τον πάγο είναι:

$$Q_{\pi} = c_{\pi} \cdot m \cdot (\theta_{\tau} - \theta_{\pi})$$

β. Η θερμοκρασία του μείγματος του υγρού νερού και του πάγου διατηρείται σταθερή ίση με θ_{τ} . Είναι το σκαλοπάτι της τήξης. Η θερμότητα είναι ίση με τη θερμότητα τήξης:

$$Q_{\tau} = m \cdot L_{\tau}$$

γ. Η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται από μέχρι τη θερμοκρασία βρασμού θ_{β} . Η θερμότητα που απορροφάται από το νερό είναι:

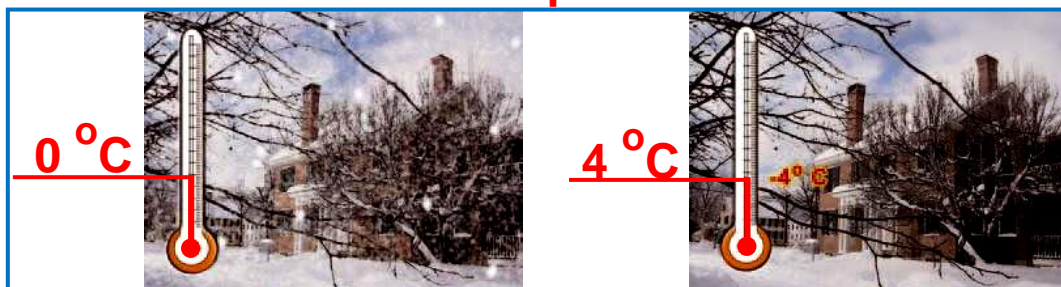
$$Q_{\nu} = c_{\nu} \cdot m \cdot (\theta_{\beta} - \theta_{\tau})$$

δ. Η θερμοκρασία του μείγματος του νερού και των υδρατμών διατηρείται σταθερή και ίση με θ_{β} . Είναι το σκαλοπάτι του βρασμού. Η θερμότητα που απορροφά το νερό είναι ίση με τη θερμότητα βρασμού:

$$Q_{\beta} = m \cdot L_{\beta}$$

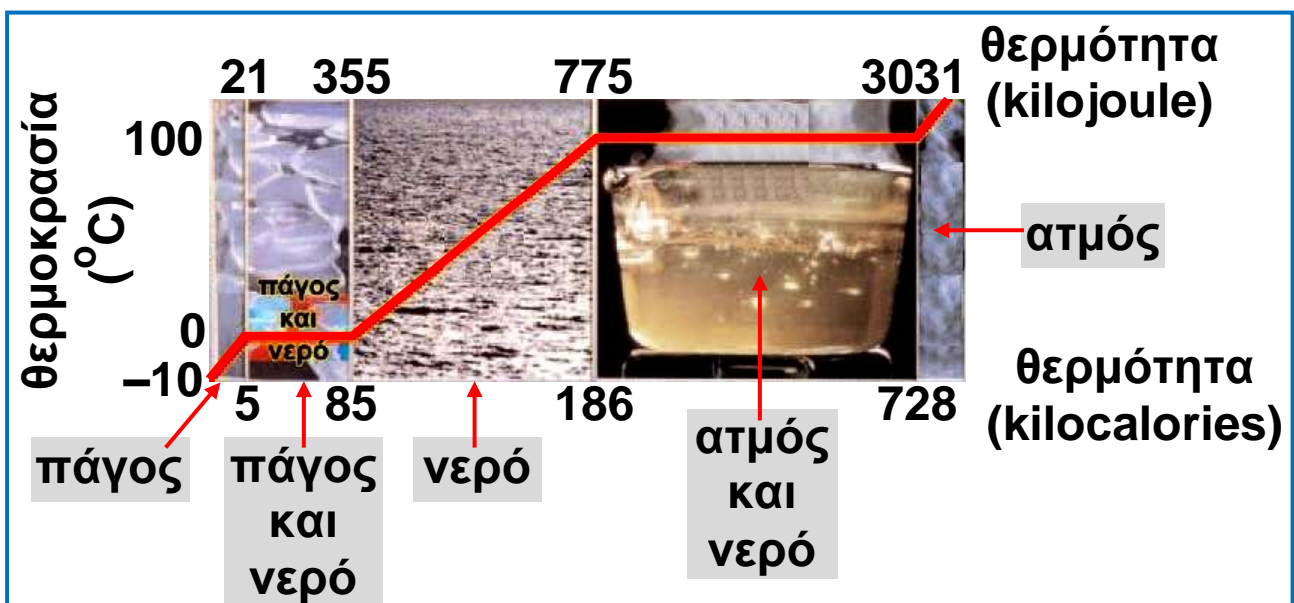
ε. Η θερμοκρασία των υδρατμών αυξάνεται.

Ακόνισε το μυαλό σου



Εικόνα 7.8.

Πολλές φορές η θερμοκρασία του αέρα είναι μεγαλύτερη όταν χιονίζει παρά όταν λιώνουν τα χιονιά. Μπορείς να εξηγήσεις γιατί;



Εικόνα 7.9.

Τα σκαλοπάτια των μεταβολών κατάστασης τον νερού

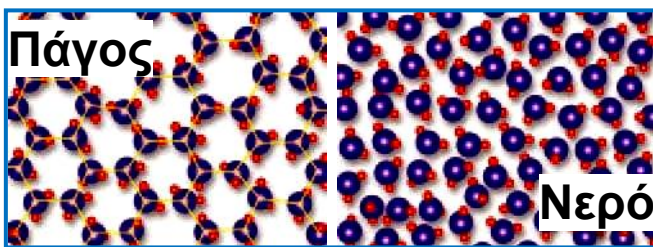
7.2 Μικροσκοπική μελέτη των αλλαγών κατάστασης

Μεταβολή του τρόπου κίνησης των δομικών λίθων

Πώς συμπεριφέρονται οι δομικοί λίθοι ενός στερεού σώματος όταν μεταφέρεται σε αυτό θερμότητα;

Αρχικά η μεταφερόμενη θερμότητα προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας, δηλαδή της κινητικής ενέργειας των δομικών λίθων του σώματος. Επομένως, οι ταλαντώσεις των δομικών λίθων γίνονται όλο και πιο έντονες. Σε ορισμένη θερμοκρασία, ωστόσο, οι ταλαντώσεις είναι τόσο έντονες, ώστε οι δυνάμεις μεταξύ των δομικών λίθων δεν μπορούν να τα συγκρατήσουν πλέον στις θέσεις τους (εικόνα 7.10). Οι δομικοί λίθοι αρχίζουν να «γλιστρούν» ο ένας επάνω στον άλλο και οι μεταξύ τους δυνάμεις μειώνονται: το στερεό γίνεται υγρό. Η αντίστροφη διαδικασία συμβαίνει κατά την πήξη.

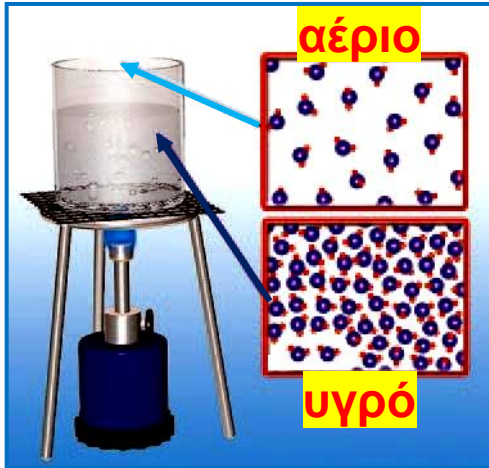
Εικόνα 7.10. : Στη θερμοκρασία τήξης



του πάγου οι δυνάμεις μεταξύ των μορίων του νερού εξασθενούν. Ο τρόπος που κινούνται τα μόρια αλλάζει

Όταν θερμότητα μεταφέρεται σε ένα υγρό, αρχικά αυξάνεται η κινητική ενέργεια των δομικών του λίθων, οπότε οι κινήσεις τους γίνονται όλο και πιο έντονες, η θερμοκρασία του υγρού αυξάνεται. Σε ορισμένη θερμοκρασία οι δυνάμεις μεταξύ των δομικών λίθων δεν μπορούν να τους συγκρατήσουν κοντά τον ένα στον άλλο, οπότε αρχίζουν να κινούνται ελεύθερα: το υγρό γίνεται αέριο (εικόνα 7.11). Τότε, η αλληλεπίδραση μεταξύ των δομικών λίθων έχει σχεδόν μηδενιστεί. Η αντίστροφη διαδικασία συμβαίνει κατά την υγροποίηση.

Κατά τη διάρκεια της τήξης ή του βρασμού, οι δομικοί λίθοι του σώματος διατηρούνται αναλλοίωτοι. Δε λιώνουν και δεν εξαερώνονται. Απλώς μεταβάλλεται ο τρόπος που κινούνται και αλληλεπιδρούν.



Εικόνα 7.11.

Στη θερμοκρασία βρασμού οι δυνάμεις μεταξύ των δομικών λίθων του σώματος μηδενίζονται με αποτέλεσμα να κινούνται ελεύθερα

Μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας

Γιατί κατά τη διάρκεια των αλλαγών κατάστασης η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή αν και στο σώμα μεταφέρεται θερμότητα;

Κατά τη διάρκεια των αλλαγών κατάστασης, η κινητική ενέργεια των δομικών λίθων του σώματος διατηρείται σταθερή. Αλλάζει όμως η δυναμική τους ενέργεια. Στις αλλαγές φάσης, επομένως, η εσωτερική ενέργεια του σώματος μεταβάλλεται, επειδή μεταβάλλεται η συνολική δυναμική ενέργεια των δομικών λίθων αν και η θερμική ενέργεια του σώματος μένει σταθερή. Το νερό θερμοκρασίας 0°C έχει μεγαλύτερη εσωτερική ενέργεια από ίση ποσότητα πάγου ίδιας θερμοκρασίας. Η διαφορά στην εσωτερική ενέργεια τους ισούται με τη θερμότητα τήξης. Επίσης, υδρατμοί στους 100°C έχουν μεγαλύτερη εσωτερική ενέργεια από ίση ποσότητα νερού ίδιας θερμοκρασίας.

Κάθε μόριο πρέπει να απορροφήσει ορισμένη ενέργεια για να αλλάξει ο τρόπος σύνδεσης του με τα υπόλοιπα. Άρα, η θερμότητα τήξης ή βρασμού είναι

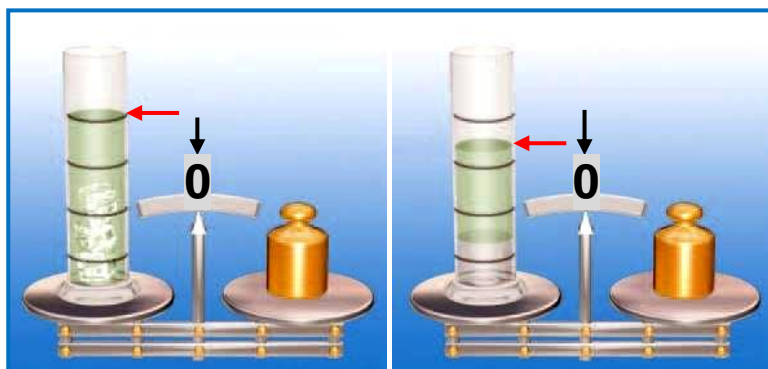
ανάλογη με τη μάζα του σώματος: διπλάσια μάζα πάγου χρειάζεται διπλάσια θερμότητα για να λιώσει.

Εξάλλου, επειδή οι δυνάμεις μεταξύ των δομικών λίθων δεν είναι εξίσου ισχυρές στα διάφορα υλικά, η θερμότητα τήξης και βρασμού (για την ίδια μάζα) διαφέρει από υλικό σε υλικό. Η λανθάνουσα θερμότητα τήξης, για παράδειγμα, του χαλκού είναι διπλάσια από του χρυσού.

Για το ίδιο υλικό η λανθάνουσα θερμότητα βρασμού είναι πάντοτε μεγαλύτερη από τη θερμότητας τήξης.



Εικόνα 7.12
Η αλλαγή κατάστασης συνοδεύεται και από μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας.



Εικόνα 7.13.
Κατά την τήξη του πάγου η μάζα διατηρείται σταθερή, όγκος μειώνεται.

Μεταβολή της μάζας και του όγκου

Μεταβάλλεται η μάζα και όγκος κατά την τήξη;

Μέσα σ' έναν ογκομετρικό σωλήνα που περιέχει πετρέλαιο ρίχνουμε παγάκια και τον τοποθετούμε στον ένα δίσκο ζυγαριάς (εικόνα 7.13). Βάζοντας κατάλληλα σταθμά στον άλλο δίσκο, η ζυγαριά ισορροπεί. Καθώς ο πάγος λιώνει, παρατηρούμε ότι η ισορροπία διατηρείται, αλλά η στάθμη του πετρελαίου κατεβαίνει.

Συμπεραίνουμε ότι το νερό που προέκυψε από την τήξη του πάγου έχει ίδια μάζα, αλλά μικρότερο όγκο. Όταν ο πάγος τήκεται, ο όγκος του ελαττώνεται. Αντίθετα, όταν το νερό γίνεται πάγος στους $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, ο όγκος του αυξάνεται. Επομένως:

Κατά την τήξη ενός στερεού ή την πήξη ενός υγρού, η μάζα του διατηρείται σταθερή, ενώ ο όγκος του μεταβάλλεται.

Η παραπάνω διαπίστωση μας βοηθάει να ερμηνεύσουμε για ποιο λόγο ένα γυάλινο μπουκάλι γεμάτο με νερό, όταν παγώσει στην κατάψυξη του ψυγείου μας, σπάει. Ο πάγος έχει μεγαλύτερο όγκο από ίση μάζα νερού ίδιας θερμοκρασίας, οπότε έχει μικρότερη πυκνότητα από το νερό και συνεπώς θα επιπλέει στο νερό. Τα παγόβουνα λοιπόν επιπλέουν στη θάλασσα και τα παγάκια στην πορτοκαλάδα μας.

Πώς μπορούμε να ερμηνεύσουμε μικροσκοπικά την αύξηση του όγκου του νερού κατά την πήξη:

Στο νερό τα μόρια "γλιστρούν" το ένα πάνω στο άλλο ενώ βρίσκονται σχεδόν σε επαφή μεταξύ τους. Όταν το νερό γίνεται πάγος, τα μόρια σχηματίζουν εξάγωνα, οπότε ο χώρος που καταλαμβάνουν αυξάνεται (εικόνα 7.10). Όλα τα υλικά δε συμπεριφέρονται όπως το νερό σε σχέση με τη μεταβολή του όγκου κατά την πήξη ή την τήξη (εικόνα 7.14). Στα περισσότερα ο όγκος αυξάνεται κατά την τήξη και ελαττώνεται κατά την πήξη. Για παράδειγμα, όταν το λάδι ή ο υγρός μόλυβδος στερεοποιείται, ο όγκος του ελαττώνεται.

**Εικόνα 7.14.**

Το μέταλλο γάλλιο λιώνει στη γαντοφορεμένη χούφτα, όπως φαίνεται και στην εικόνα. Αυτό συμβαίνει, γιατί η θερμοκρασία τήξης του είναι μόλις $29,8^{\circ}\text{C}$

Είναι από τα λίγα μέταλλα που, όπως και το νερό, όταν στερεοποιείται, διαστέλλεται. Χρησιμοποιείται σε ειδικά θερμόμετρα ως θερμομετρικό υγρό για τη μέτρηση υψηλών θερμοκρασιών, επειδή βράζει στους 2.400°C περίπου.

Ανώμαλη διαστολή του νερού και μικρόκοσμος

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την ερμηνεία για τη μείωση του όγκου του νερού κατά την τήξη του πάγου για να ερμηνεύσουμε την ανώμαλη διαστολή του νερού που είδαμε στο κεφάλαιο 6;

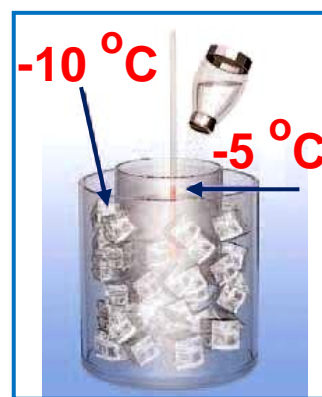
Στο νερό των 0°C παραμένουν ακόμη «μικροσκοπικοί κρύσταλλοι» πάγου. Από 0°C μέχρι 4°C , αυτοί οι «μικροσκοπικοί κρύσταλλοι» πάγου λιώνουν σιγά-σιγά. Έτσι, ο όγκος του νερού που προκύπτει από το λιώσιμο αυτών είναι μικρότερος. Στους 4°C όλοι σχεδόν οι μικροκρύσταλλοι πάγου έχουν λιώσει. Άρα, από 0°C μέχρι 4°C ο όγκος του νερού ελαττώνεται (εικόνα 6.38). Αντίθετα κατά την ψύξη από 4°C μέχρι 0°C , ο όγκος του υγρού νερού αυξάνεται.

Μεταβολή των θερμοκρασιών τήξης και βρασμού

Όταν σε πάγο ρίξουμε αλάτι, μεταξύ των μορίων του πάγου παρεμβάλλονται κρυσταλλάκια αλατιού. Οι δυνάμεις μεταξύ των μορίων του πάγου λοιπόν

εξασθενούν και ο πάγος λιώνει σε χαμηλότερη θερμοκρασία από $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (εικόνα 7.15). Πράγματι, το θαλασσινό νερό, που είναι μείγμα νερού και αλατιού, πήζει σε χαμηλότερη θερμοκρασία από $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, η οποία εξαρτάται από την περιεκτικότητα του σε αλάτι. Παρόμοια, αν στο νερό του ψυγείου του αυτοκινήτου προσθέσουμε κατάλληλο υγρό, το μείγμα πήζει στους $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Με αυτόν τον τρόπο, το σύστημα ψύξης του κινητήρα προστατεύεται από την αύξηση του όγκου του νερού που θα συνέβαινε κατά την πήξη του.

Εικόνα 7.15,
Η θερμοκρασία πήξης του αλατόνευρου είναι μικρότερη από $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Όταν ο πάγος γίνεται νερό, τα μόρια πλησιάζουν μεταξύ τους. Αν συμπιέσουμε τον πάγο, βοηθάμε, επομένως, τα μόρια να πλησιάσουν μεταξύ τους και ο πάγος λιώνει σε χαμηλότερη θερμοκρασία από $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Τα παγοπέδιλα που φορούν οι παγοδρόμοι καταλήγουν σε καμπύλες μεταλλικές λάμες, των οποίων η επιφάνεια είναι αρκετά μικρότερη από την επιφάνεια των επίπεδων πελμάτων (εικόνα 7.16). Συνεπώς, στον πάγο που βρίσκεται κάτω από τα παγοπέδιλα ασκείται μεγάλη πίεση με αποτέλεσμα να λιώνει. Έτσι, μεταξύ των παγοπέδλων και του πάγου σχηματίζεται ένα λεπτό στρώμα νερού. Η δύναμη της τριβής που ασκείται τώρα στα παγοπέδιλα είναι μικρότερη συγκριτικά με τη δύναμη τριβής που ασκεί ο στερεός και τραχύς πάγος και έτσι διευκολύνεται η κίνηση των αθλητών.

Φυσική και Αθλητισμός και Τεχνολογία



Εικόνα 7.16.

Τα παγοπέδιλα που φορούν οι παγοδρόμοι

Όσο η πίεση που ασκεί ο αέρας στο νερό είναι υψηλότερη, τόσο δυσκολότερα τα μόρια του νερού απομακρύνονται μεταξύ τους. Έτσι, το νερό βράζει σε υψηλότερη θερμοκρασία (εικόνα 7.17). Στη χύτρα ταχύτητας το νερό βράζει στους 120°C , γιατί ο ατμός που εγκλωβίζεται ασκεί επιπλέον πίεση στην επιφάνεια του νερού.



Εικόνα 7.17.

Στην κορυφή των βουνών η πίεση του αέρα είναι **μικρότερη από την πίεσή του** στην επιφάνεια της θάλασσας. Όσο αυξάνεται το ύψος, το νερό βράζει σε χαμηλότερη θερμοκρασία.

Πόση είναι η πίεση του ατμοσφαιρικού αέρα στην κορυφή του Λευκού όρους και πόση στην κορυφή του Έβερεστ;

συνέχεια στην επόμενη σελίδα →

Ποιες είναι οι επιδράσεις των μεταβολών της ατμοσφαιρικής πίεσης στους ορειβάτες;

Φυσική και καθημερινή ζωή και Ιατρική

Μαγειρεύοντας με πίεση: Η χύτρα ταχύτητας

Στη χύτρα ταχύτητας η οποία ανακαλύφθηκε το 1679 από τον Γάλλο φυσικό Ντενί Παπέν (Denis Papin), ο παραγόμενος ατμός αυξάνει την πίεση που ασκείται στην ελεύθερη επιφάνεια του υγρού, ενώ στην ανοικτή χύτρα, η πίεση που επικρατεί στην ελεύθερη επιφάνεια ισούται με την ατμοσφαιρική. Στις περισσότερες χύτρες ταχύτητας, η επιπλέον πίεση που ασκεί ο ατμός είναι περίπου 1 atm και το νερό βράζει στους 120 °C περίπου. Κατά τη διάρκεια του βρασμού ενός φαγητού, η σύσταση των μορίων του μεταβάλλεται, δηλαδή συμβαίνουν **χημικές μεταβολές**. Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία που βράζει το φαγητό, τόσο γρηγορότερα συμβαίνουν και οι χημικές μεταβολές. Έτσι, λοιπόν, σε μια χύτρα ταχύτητας ο χρόνος μαγειρέματος ενός φαγητού είναι μικρότερος απ' ό,τι στη συνηθισμένη κατσαρόλα.

Οι κλίβανοι που χρησιμοποιούνται στα νοσοκομεία για την αποστείρωση εργαλείων είναι τεράστιες χύτρες ταχύτητας.

Ποια είναι η σύσταση του κρέατος και ποιες μεταβολές συμβαίνουν στα μόρια του καθώς αυτό ψήνεται;

7.3 Εξάτμιση και συμπύκνωση

Ο βρασμός είναι ο μοναδικός τρόπος με τον οποίο ένα υγρό γίνεται αέριο; Γύρω μας παρατηρούμε φαινόμενα κατά τα οποία το νερό μετατρέπεται σιγά-σιγά σε αέριο, σε θερμοκρασία μικρότερη από τη θερμοκρασία βρασμού. Το φαινόμενο αυτό ονομάζουμε **εξάτμιση**. Για παράδειγμα, ο βρεγμένος δρόμος και τα απλωμένα ρούχα στεγνώνουν.

Όταν εκπνέουμε μπροστά από ένα ψυχρό τζάμι, από τους αόρατους υδρατμούς της θερμής ανάσας μας σχηματίζονται σταγονίδια νερού (εικόνα 7.18). Το αέριο νερό μετατρέπεται σε υγρό σε θερμοκρασία μικρότερη της θερμοκρασίας υγροποίησης. Το φαινόμενο αυτό, που είναι το αντίστροφο της εξάτμισης, το ονομάζουμε **συμπύκνωση**. Στη συνέχεια θα γνωρίσουμε καλύτερα τα δυο αυτά φαινόμενα καθώς και τις εφαρμογές τους.



Εικόνα 7.78.

Όταν οι θερμοί υδρατμοί της ανάσας μας συναντούν το ψυχρό τζάμι, σχηματίζονται σταγονίδια νερού.

Εξάτμιση και μικρόκοσμος

Πώς προκαλείται η εξάτμιση;

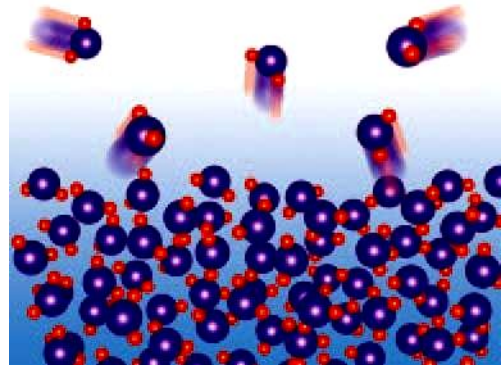
Ορισμένα μόρια, όταν βρεθούν στην επιφάνεια του υγρού και κινούνται με μεγάλη ταχύτητα, καταφέρνουν να υπερνικήσουν την ελκτική δύναμη των υπόλοιπων και να διαφύγουν στο περιβάλλον (για παράδειγμα στον αέρα) (εικόνα 7.19).

Η εξάτμιση γίνεται μόνο από την επιφάνεια του υγρού και σε οποιαδήποτε θερμοκρασία. Ακόμη και

στη διάρκεια του χειμώνα και στις πολικές περιοχές το νερό των λιμνών και των ωκεανών εξατμίζεται και έτσι δημιουργούνται τα σύννεφα και συντηρείται ο κύκλος του νερού. Δεν αντιλαμβανόμαστε άμεσα αυτή τη διαδικασία γιατί οι υδρατμοί, δηλαδή το νερό σε αέρια κατάσταση, είναι αόρατοι.

Εικόνα 7.19.

Κατά την εξάτμιση ορισμένα μόρια δραπετεύουν από την επιφάνεια του υγρού.



Ταχύτητα εξάτμισης

Αν και όλα τα υγρά εξατμίζονται σε οποιαδήποτε θερμοκρασία, μας ενδιαφέρει να μελετήσουμε επιπλέον πόσο γρήγορα εξατμίζονται. Θυμηθείτε ότι το μέγεθος που εκφράζει πόσο γρήγορα κινείται ένα σώμα είναι η ταχύτητα. Αντίστοιχα, το μέγεθος που εκφράζει πόσο γρήγορα εξατμίζεται ένα υγρό είναι η ταχύτητα της εξάτμισης.

Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η ταχύτητα εξάτμισης:

- A. Από την επιφάνεια του υγρού.** Πράγματι, όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια ενός υγρού, τόσο πιο γρήγορα εξατμίζεται. Γι' αυτό απλώνουμε τα ρούχα για να στεγνώσουν.
- B. Από τη θερμοκρασία του υγρού.** Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία ενός υγρού, τόσο εντονότερα κινούνται τα μόρια του και τόσο ευκολότερα διαφεύγουν από το υγρό. Η εξάτμιση λοιπόν γίνεται πιο γρήγορα. Γι' αυτό το καλοκαίρι, που η θερμοκρασία είναι υψηλότερη, η ταχύτητα εξάτμισης του νερού μιας λίμνης είναι μεγαλύτερη.

Γ. Από την ύπαρξη ρευμάτων και την υγρασία του αέρα. Τα μόρια που διαφεύγουν, δεν εγκαταλείπουν οριστικά το υγρό.

Συχνά, συγκρούονται με άλλα ίδια μόρια και επιστρέφουν στο υγρό. Με αυτό τον τρόπο η εξάτμιση γίνεται πιο αργά. Όταν λοιπόν ρεύμα αέρα παρασύρει μακριά από την επιφάνεια τα μόρια του υγρού που διαφεύγουν, η εξάτμιση γίνεται πιο γρήγορα. Γι' αυτό, όταν φυσά άνεμος, τα ρούχα στεγνώνουν γρηγορότερα. Για τον ίδιο λόγο, η ταχύτητα εξάτμισης είναι μικρότερη, όταν στον αέρα υπάρχει μεγάλη ποσότητα υδρατμών (μεγάλη υγρασία), δηλαδή τότε η εξάτμιση γίνεται πιο αργά.

Δ. Από το είδος του υγρού. Σε κάποια υγρά, όπως το οινόπνευμα, η βενζίνη και ο αιθέρας, οι δυνάμεις μεταξύ των μορίων είναι ασθενείς. Έτσι, τα μόρια τους εύκολα διαφεύγουν από την επιφάνεια του υγρού. Τέτοια υγρά που εξατμίζονται γρήγορα ονομάζονται πτητικά.

Ακόνισε το μυαλό σου



Εικόνα 7.20.

Αμέσως μετά από ένα ζεστό μπάνιο, ο ατμοσφαιρικός αέρας πάνω από το λουτήρα περιέχει πολύ περισσότερους υδρατμούς απ' ό,τι ο αέρας στον υπόλοιπο χώρο του δωματίου.

Λαμβάνοντας υπόψη την παραπάνω πρόταση, μπορείς να εξηγήσεις γιατί κρυώνεις, όταν μετά το μπάνιο απομακρύνεσαι από το χώρο του λουτήρα;

Δραστηριότητα

- ▶ Τύλιξε γύρω από το δοχείο υδραργύρου ενός θερμομέτρου λίγο βαμβάκι.
- ▶ Βρέξε το βαμβάκι με το οινόπνευμα.
- ▶ Παρατήρησε την ένδειξη του θερμομέτρου.
- ▶ Πώς εξηγείς την παρατήρησή σου;

Εξάτμιση, θερμότητα και μικρόκοσμος

Επειδή κατά την εξάτμιση διαφεύγουν μόρια τα οποία έχουν μεγαλύτερη κινητική ενέργεια από τα υπόλοιπα, η θερμοκρασία του υγρού ελαττώνεται. Η εξάτμιση είναι μια διαδικασία ψύξης. Προκειμένου να διατηρηθεί σταθερή η θερμοκρασία του υγρού που απομένει, θα πρέπει θερμότητα να μεταφερθεί από το περιβάλλον σ' αυτό, όπως συμβαίνει και στο βρασμό. Μάλιστα η θερμότητα που απαιτείται για την εξάτμιση είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη θερμότητα βρασμού. Για την εξάτμιση του νερού από τα ρούχα, τις λίμνες ή τους ωκεανούς, η απαιτούμενη θερμότητα προέρχεται από τον ήλιο.

Όταν ρίξουμε λίγο οινόπνευμα στο χέρι μας, αισθανόμαστε ψύχος. Πώς ερμηνεύεται αυτό το φαινόμενο; Καθώς το οινόπνευμα εξατμίζεται, η θερμοκρασία του ελαττώνεται και από το χέρι μας μεταφέρεται θερμότητα στο ψυχρότερο οινόπνευμα (εικόνα 7.21).



Εικόνα 7.21.

Όταν υπάρχει πλεόνασμα θερμικής ενέργειας στον ανθρώπινο οργανισμό, η θερμοκρασία του ρυθμίζεται με την εξάτμιση του ιδρώτα.

Στον ξηρό αέρα της ερήμου ένας άνθρωπος μπορεί να εργαστεί ακόμα και όταν η θερμοκρασία του αέρα προσεγγίζει τους 50 °C. Όταν ο αέρας είναι ξηρός, ο ιδρώτας εξατμίζεται πολύ γρήγορα.

Συμπύκνωση

Όταν το νερό βράζει, παρατηρούμε συνήθως ένα «λευκό σύννεφο» που δημιουργείται από μικροσκοπικά σταγονίδια νερού. Τα σταγονίδια του νερού σχηματίζονται, όταν οι αόρατοι υδρατμοί που παράγονται κατά το βρασμό, ψύχονται από τον αέρα. Τότε, λέμε ότι ο ατμός συμπυκνώνεται (εικόνα 7.22). Με συμπύκνωση των υδρατμών της ατμόσφαιρας σχηματίζονται η ομίχλη και τα σύννεφα.

Ενώ κατά την εξάτμιση θερμότητα μεταφέρεται από το περιβάλλον στο υγρό, κατά τη συμπύκνωση θερμότητα μεταφέρεται από τους ατμούς στο περιβάλλον. Γι' αυτό και είναι πάντα λίγο πιο υψηλή η θερμοκρασία όταν βρέχει ή χιονίζει παρά όταν δε συμβαίνει κάτι τέτοιο.



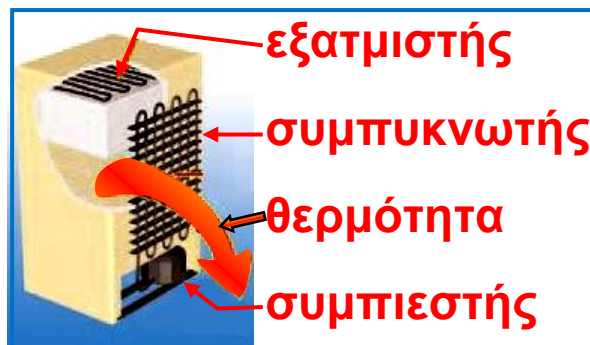
Εικόνα 7.22.

Το «λευκό σύννεφο» πάνω από τους πύργους ψύξης ενός θερμοηλεκτρικού σταθμού οφείλεται στη συμπύκνωση μέρους του ατμού.

Ηλεκτρικό ψυγείο

Στο εσωτερικό του ηλεκτρικού ψυγείου η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή κοντά στο μηδέν. Η λειτουργία του ψυγείου βασίζεται στη διαδικασία της εξάτμισης και συμπύκνωσης ενός **κατάλληλου ψυκτικού υγρού**. Όταν το ψυγείο λειτουργεί, θερμότητα μεταφέρεται από το εσωτερικό του στο συμπυκνωτή κι από αυτόν στο περιβάλλον (συνήθως στο χώρο της κουζίνας).

- Πώς ονομάζονται τα κυριότερα ψυκτικά υγρά;
- Γνωρίζεις ποιες είναι οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από την κακή λειτουργία των ψυκτικών μηχανημάτων, που έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση στην ατμόσφαιρα των ψυκτικών υγρών;



Η κυκλοφορία του υγρού στους σωλήνες του εξατμιστή και του συμπυκνωτή γίνεται με τη βοήθεια του συμπιεστή (κομπρεσέρ) που λειτουργεί με ηλεκτρικό κινητήρα. Η ψύξη στο χώρο της κατάψυξης δημιουργείται με την εξάτμιση του ψυκτικού υγρού στους σωλήνες του εξατμιστή. Στη συνέχεια, το ψυκτικό αέριο επιστρέφει και υγροποιείται στο συμπυκνωτή (η εξωτερική λεπτή σωλήνωση που υπάρχει στο πίσω μέρος του ψυγείου).

συνεχίζεται στην επόμενη σελίδα →

Η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται κυκλικά. Με τη βοήθεια ενός θερμοστάτη που σταματά ή θέτει σε λειτουργία τον ηλεκτροκινητήρα, η θερμοκρασία στην κατάψυξη και στους διάφορους χώρους του θαλάμου του ψυγείου διατηρείται σχεδόν σταθερή στα επιθυμητά όρια. Το πρώτο ηλεκτρικό ψυγείο οικιακής χρήσης κατασκευάστηκε από την εταιρεία Κελβινέιτορ (Kelvinator) το 1925.



Συσκευή κλιματισμού

Η συσκευή κλιματισμού λειτουργεί περίπου όπως και το ηλεκτρικό ψυγείο. Ο εξατμιστής βρίσκεται στο εσωτερικό του δωματίου και ο συμπυκνωτής έξω απ' αυτόν. Ο αέρας κυκλοφορεί μεταξύ τους με τη βοήθεια ανεμιστήρα. Όταν αντιστραφούν οι θέσεις εξατμιστή και συμπιεστή, η συσκευή θερμαίνει.

► Χρησιμοποίησε και εφάρμοσε τις έννοιες που έμαθες:

1. Συμπλήρωσε τις λέξεις που λείπουν από το παρακάτω κείμενο έτσι ώστε οι προτάσεις που θα προκύψουν να είναι επιστημονικά ορθές:

α. Η μετατροπή ενός στερεού σε υγρό ονομάζεται ενώ η μετατροπή του υγρού σε στερεό Κατά τη διάρκεια της τήξης ή της πήξης του νερού, η διατηρείται σταθερή. Η που μεταφέρεται σ' ένα στερεό κατά τη διάρκεια της τήξης ονομάζεται τήξης.

β. Κατά τη διάρκεια του βρασμού συνυπάρχουν η και η κατάσταση. Σε όλη τη διάρκεια του βρασμού η διατηρείται σταθερή. Κάθε καθαρό σώμα έχει τη δική του θερμοκρασία Η που μεταφέρεται κατά το βρασμό ονομάζεται βρασμού.

γ. Το φαινόμενο κατά το οποίο ένα στερεό μετατρέπεται απευθείας σε αέριο λέγεται

δ. Κατά τις αλλαγές κατάστασης, η ενέργεια διατηρείται σταθερή. Αλλάζει όμως η ενέργεια των μορίων και επομένως η ενέργεια του σώματος.

ε. Εξάτμιση ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο ένα μετατρέπεται σε σε θερμοκρασία από τη θερμοκρασία βρασμού. Το φαινόμενο που είναι αντίστροφο της εξάτμισης ονομάζεται

2. Να χαρακτηρίσεις με Σ τις προτάσεις το περιεχόμενο των οποίων είναι επιστημονικά ορθό και με Λ αυτές των οποίων είναι επιστημονικά λανθασμένο.

Καθώς τα παγάκια λιώνουν στην πορτοκαλάδα μου:

- α. Μεταφέρεται θερμότητα από τα παγάκια στην πορτοκαλάδα.
- β. Μεταφέρεται θερμότητα από την πορτοκαλάδα στα παγάκια.
- γ. Μεταφέρεται θερμότητα από τον αέρα στα παγάκια και την πορτοκαλάδα.
- δ. Η θερμοκρασία της πορτοκαλάδας ελαττώνεται.

3. Διάλεξε τη σωστή ή τις σωστές από τις απαντήσεις που προτείνονται.

Αν κατά τη διάρκεια του βρασμού μιας ποσότητας νερού αυξήσουμε το ρυθμό με τον οποίο προσφέρουμε θερμότητα, η θερμοκρασία του νερού: (α) θα αυξηθεί, (β) θα μειωθεί, (γ) θα παραμείνει ίδια.

► **Εφάρμοσε τις γνώσεις σου και γράψε τεκμηριωμένες απαντήσεις στις ερωτήσεις που ακολουθούν:**

1. Μπορείς να εξηγήσεις γιατί:

- α. Το χειμώνα στους χιονισμένους δρόμους σκορπίζουμε αλάτι;
- β. Το νερό της θάλασσας παγώνει σε χαμηλότερη θερμοκρασία από το νερό της λίμνης;
- γ. Οι Κινέζοι σερβίρουν το καυτό τσάι σε πιατάκι και όχι σε φλιτζάνι ώστε να κρυώνει πιο γρήγορα;
- δ. Πώς μπορείς να βρεις την κατεύθυνση από την οποία φυσά ο άνεμος υγραίνοντας το δάκτυλο σου;
- ε. Όταν φυσάμε την καυτή σούπα, αυτή κρυώνει συντομότερα;

στ. Το καλοκαίρι στις παραθαλάσσιες περιοχές υπάρχει περισσότερη υγρασία στην ατμόσφαιρα απ' ό,τι το χειμώνα;

ζ. Το χειμώνα τα τζάμια των παραθύρων του αυτοκινήτου θολώνουν(υγραίνονται) από την εσωτερική τους πλευρά;

2. Μπορείς να εξηγήσεις τι ακριβώς πετυχαίνουμε στο μαγείρεμα των φαγητών με τη χρήση της χύτρας ταχύτητας και με ποια διαδικασία; Αν είχες να επιλέξεις τη χρήση χύτρας ταχύτητας στην κορυφή ενός πολύ ψηλού βουνού ή σ' ένα παραθαλάσσιο μέρος, σε ποιο από τα δυο θα επέλεγες να τη χρησιμοποιήσεις; Δικαιολόγησε την επιλογή σου.

3. Για ποιο λόγο κατά τη διάρκεια του χειμώνα προσθέτουμε στο νερό του ψυγείου του αυτοκινήτου ένα υγρό που ονομάζεται αντιπηκτικό; Αιτιολόγησε την άποψη σου.

4. Όταν το υγρό νερό μετατρέπεται σε πάγο, ο όγκος του μεταβάλλεται. Ερμήνευσε τη μεταβολή αυτή με βάση το μικρόκοσμο. Μπορείς τώρα να εξηγήσεις γιατί όταν ο πάγος έχει θερμοκρασία κοντά στο σημείο τήξης του επιπλέει σε νερό παραπλήσιας θερμοκρασίας;

5. Τις κρύες νύχτες του χειμώνα ορισμένοι πορτοκαλο-παραγωγοί ραντίζουν με νερό τις πορτοκαλιές για να μην παγώσουν. Νομίζεις ότι αυτή η αντίληψη βασίζεται σε κάποιο φυσικό φαινόμενο; Αν ναι, εξήγησε.

6. Η μάζα ενός σώματος μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της αλλαγής της κατάστασης του; Περίγραψε ένα πείραμα για να υποστηρίξεις την άποψη σου.

7. Ανάφερε τις συνθήκες κάτω από τις οποίες τα βρεγμένα ρούχα στεγνώνουν πιο γρήγορα. Σύνδεσε κάθε μια από τις παραπάνω συνθήκες με τον αντίστοιχο παράγοντα από τον οποίο εξαρτάται η ταχύτητα εξάτμισης.

- 8.** Σε κάποιες βόρειες χώρες, στα συστήματα κεντρικής θέρμανσης αντί θερμού νερού κυκλοφορούν οι υδρατμοί από νερό που βράζει. Οι υδρατμοί αυτοί συμπυκνώνονται στα σώματα που υπάρχουν στους θερμαινόμενους χώρους. Εξήγησε γιατί με τον τρόπο αυτό μεταφέρεται μεγαλύτερο ποσό θερμότητας στους θερμαινόμενους χώρους.
- 9.** Όταν φτιάχνουμε μια χιονόμπαλα, πιέζουμε το χιόνι με τα χέρια μας, οπότε προκαλείται μερική τήξη των κρυστάλλων του. Σταματώντας να πιέζουμε, το χιόνι ξαναπήζει. Το φαινόμενο της τήξης υπό πίεση και της εκ νέου πήξης, όταν σταματήσει η πίεση, ονομάζεται ανάπηξη. Μπορείς να το ερμηνεύσεις;
- 10.** Μια ζεστή καλοκαιρινή μέρα, ο Σάββας επισκέπτεται με τη μητέρα του το κτήμα του παππού του. Βλέπει τις καρπουζιές κάτω από το ζεστό ήλιο και επιθυμεί να γευτεί ένα δροσερό καρπούζι. Ο παππούς αντιλαμβάνεται την επιθυμία του και του επιτρέπει να κόψει ένα. Η μητέρα συμβουλεύει τον Σάββα να βάλει το καρπούζι σ' έναν κουβά με δροσερό νερό για να κρυώσει. Ο παππούς όμως έχει αντίθετη γνώμη. Ισχυρίζεται ότι είναι προτιμότερο να το τυλίξει με μια βρεγμένη πετσέτα και το αφήσει για λίγο κάτω από τον καυτό ήλιο. Ποιος από τους δύο έχει δίκιο; Μπορείς να εξηγήσεις γιατί;
- 11.** Περίγραψε τη διαδικασία με την οποία το ανθρώπινο σώμα διατηρεί σταθερή τη θερμοκρασία των 37°C περίπου ακόμη και όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος ξεπερνά τους 40°C .
- 12.** Το υπερωκεάνιο Τιτανικός προσέκρουσε σ' ένα παγόβουνο που περιβάλλονταν από ομίχλη, όπως συμβαίνει πολύ συχνά. Περίγραψε πώς σχηματίζεται ομίχλη πάνω από ένα παγόβουνο.

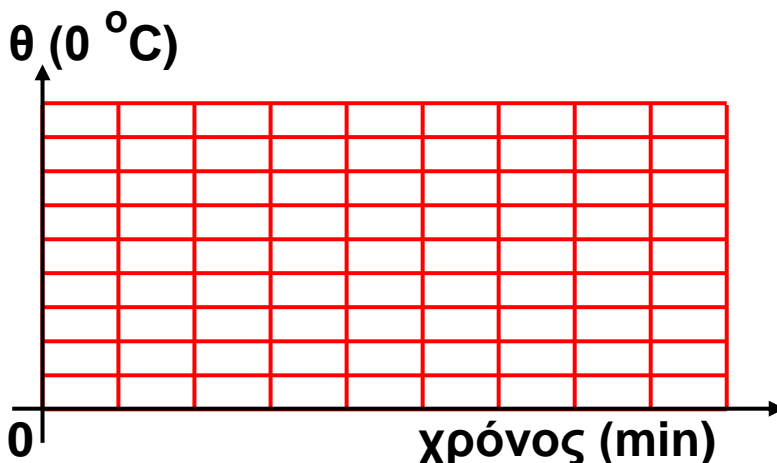
13. Πολλές φορές στη διάρκεια του καλοκαιριού και όταν οι μονάδες κλιματισμού βρίσκονται σε λειτουργία, βλέπουμε στο εξωτερικό τους μέρος να στάζει νερό. Ποια είναι η προέλευση του νερού που στάζει, αν γνωρίζουμε ότι στο εσωτερικό αυτών των μονάδων δεν κυκλοφορεί νερό;

14. Στον ένα δίσκο ζυγού τοποθετούμε ανοιχτό δοχείο με οινόπνευμα και τον ισορροπούμε με σταθμά. Μετά από λίγο ο ζυγός δεν ισορροπεί πλέον. Πρόβλεψε προς ποιο μέρος έχει γείρει η ζυγαριά. Μπορείς να εξηγήσεις γιατί συμβαίνει αυτό; Με ποιο τρόπο θα μπορούσαμε να επιταχύνουμε το φαινόμενο χωρίς να αγγίξουμε το ζυγό;

Ασκήσεις

ασκήσεις

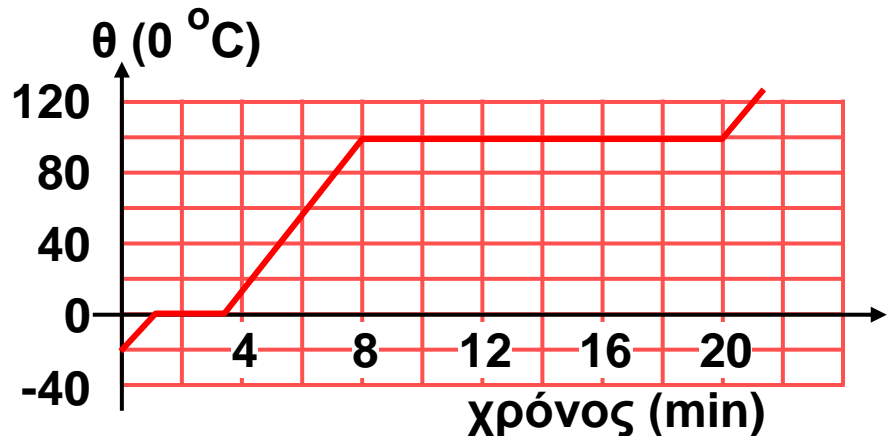
1. Ο πίνακας δείχνει τη μεταβολή της θερμοκρασίας ενός υγρού σώματος σε συνάρτηση με το χρόνο



Θερμοκρασία σε °C	Χρόνος σε min
83	0
70	1
60	2
53	3
53	4
53	5
53	6
48	7
43	8

- Να σχεδιάσεις τη γραφική παράσταση της θερμοκρασίας ως προς το χρόνο.
- Σε ποια θερμοκρασία αλλάζει η κατάσταση του σώματος; Για ποιου είδους μεταβολή πρόκειται;

2. Στην εικόνα έχουμε σχεδιάσει τη γραφική παράσταση της θερμοκρασίας μιας ποσότητας νερού σε συνάρτηση με το χρόνο κατά τη διάρκεια της θέρμανσής της. Η θέρμανση γίνεται με σταθερό ρυθμό, δηλαδή η ποσότητα της θερμότητας που προσφέρουμε σε κάθε λεπτό, είναι σταθερή.



- Σε ποια χρονικά διαστήματα το νερό βρίσκεται σε στερεή, υγρή και σε αέρια κατάσταση;
- Σε ποια χρονικά διαστήματα συνυπάρχουν: στερεό και υγρό, υγρό και αέριο;
- Πόσο χρόνο διήρκεσε η τήξη του πάγου και πόσο ο βρασμός του νερού;
- Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του πίνακα 7.1, αιτιολόγησε γιατί τα δύο παραπάνω χρονικά διαστήματα δεν είναι ίσα.

3. Με τη βοήθεια της εικόνας 7.9 (τα σκαλοπάτια των μεταβολών κατάστασης), κατάταξε κατά σειρά μεγέθους τις ποσότητες θερμότητας που απαιτούνται: (α) για την αύξηση της θερμοκρασίας 1 kg υγρού νερού από 0 °C σε 100 °C (β) για τη μετατροπή 1 kg πάγου 0 °C σε νερό της ίδιας θερμοκρασίας (γ) για το βρασμό 1 kg νερού θερμοκρασίας 100 °C.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

- Η θερμότητα μπορεί να προκαλέσει αλλαγή της κατάστασης των σωμάτων.
- Τήξη ονομάζεται η μετατροπή ενός στερεού σε υγρό, ενώ η μετατροπή ενός υγρού σε στερεό ονομάζεται πήξη.
- Κατά τη διάρκεια της τήξης ή της πήξης, η θερμοκρασία παραμένει σταθερή αν και το σώμα ανταλλάσσει θερμότητα με το περιβάλλον, ενώ συνυπάρχουν στην ίδια θερμοκρασία οι δυο καταστάσεις (στερεή και υγρή).
- Βρασμός ονομάζεται η παραγωγή ατμών από όλη τη μάζα του υγρού, ενώ υγροποίηση είναι η μετατροπή του ατμού σε υγρό ίδια θερμοκρασίας.
- Κατά τη διάρκεια του βρασμού, συνυπάρχουν στην ίδια θερμοκρασία οι δυο καταστάσεις (υγρή και αέρια) και η θερμοκρασία παραμένει σταθερή αν και ανταλλάσσεται θερμότητα με το περιβάλλον.
- Για κάθε υλικό θερμοκρασίες τήξης-πήξης και βρασμού-υγροποίησης αντίστοιχα συμπίπτουν. Κάτω από τις ίδιες συνθήκες οι θερμοκρασίες αυτές είναι σταθερές για κάθε υλικό.
- Κατά τη διάρκεια των αλλαγών κατάστασης, η μεταφερόμενη θερμότητα από ή προς το σώμα δεν προκαλεί μεταβολή της θερμοκρασίας. Η θερμική ενέργεια του σώματος διατηρείται σταθερή. Η θερμότητα προκαλεί μεταβολή της δυναμικής ενέργειας των δομικών λίθων του σώματος και επομένως αύξηση ή μείωση της εσωτερικής του ενέργειας.
- Εξάχνωση είναι η απευθείας μετάβαση ενός σώματος από τη στερεά στην αέρια κατάσταση.

□ Εξάτμιση ονομάζουμε τη διαδικασία παραγωγής ατμών από την επιφάνεια του υγρού σε οποιαδήποτε θερμοκρασία. Συμπύκνωση είναι ο σχηματισμός σταγονιδίων υγρού από τους ατμούς σε οποιαδήποτε θερμοκρασία.

ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΟΙ

Τήξη - πήξη

Θερμότητα τήξης - βρασμού

Βρασμός - υγροποίηση

Εξάτμιση - Συμπύκνωση

Θερμοκρασία τήξης – βρασμού

μια μικρή ιστορία...

Το έτος 2002 μια αποστολή της μη κυβερνητικής οργάνωσης GREENPEACE στα αρκτικά νησιά Svalbard της περιοχής Kongfjorden της Νορβηγίας αποτύπωσε με το φωτογραφικό φακό τον παγετώνα blomstradbreen, ο οποίος είχε αποτυπωθεί και το 1922.

Η φωτογραφική μαρτυρία είναι αδιαμφισβήτητη. Δεν είναι μόνον ο χρόνος που χωρίζει τις δυο εικόνες. Είναι η μείωση του όγκου των παγετώνων στα τελευταία 80 χρόνια. Έρευνες έχουν δείξει ότι το φαινόμενο αυτό δε συμβαίνει μόνο σε αυτή την περιοχή, αλλά παρατηρείται σε ολόκληρο τον πλανήτη. Τα τελευταία επτά χρόνια οι παγετώνες της Παταγωνίας στη Νότιο Αμερική έχουν χάσει 42 κυβικά χιλιόμετρα όγκου. Το ψηλότερο βουνό της Αφρικής, το όρος Κιλιμάντζαρο ύψους 5.895 m από το 1912 έως σήμερα έχει χάσει το 80% των πάγων του και μέχρι το έτος 2020 προβλέπεται να λιώσει και ο παγετώνας ηλικίας 11.700 ετών που βρίσκεται στην κορυφή του.

Το λιώσιμο των πάγων σημαίνει συναγερμό: Η θερμοκρασία τα γης φαίνεται να αυξάνει. Είναι υπεύθυνο για αυτό το φαινόμενο του θερμοκηπίου;



Στο κεφάλαιο αυτό:

Θα γνωρίσεις τους τρόπους με τους οποίους διαδίδεται η θερμότητα και θα προσπαθήσεις να τους ερμηνεύσεις μικροσκοπικά, θα εξοικειωθείς με τις έννοιες θερμική αγωγιμότητα, αγωγοί και μονωτές, ακτινοβολία, θα μάθεις πότε ένα σώμα απορροφά ή εκπέμπει θερμότητα και από ποιους παράγοντες εξαρτάται η ποσότητα της εκπεμπόμενης θερμότητας.

ΔΙΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

ΠΩΣ ΔΙΑΔΙΔΕΤΑΙ Η ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

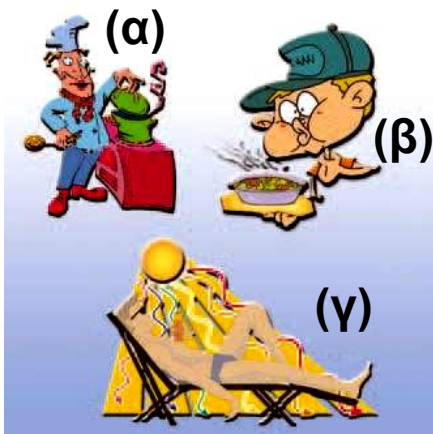
Η θερμότητα διαδίδεται πάντοτε από περιοχές υψηλότερης προς περιοχές χαμηλότερης θερμοκρασίας. Συχνά ακούς την έκφραση «κλείσε το παράθυρο για να μην μπαίνει κρύο». Σωστότερα θα έπρεπε να λέμε, για να εμποδιστεί η μεταφορά θερμότητας από το θερμότερο εσωτερικό του σπιτιού προς το ψυχρότερο περιβάλλον. Μέσα σ' ένα ζεστό σπίτι δεν μπαίνει «κρύο». Το εσωτερικό του σπιτιού κρυώνει, επειδή ένα μέρος από τη θερμική ενέργεια που περιέχει διαφεύγει προς το περιβάλλον. Η θερμική μόνωση των σπιτιών εμποδίζει τη διάδοση της θερμότητας και όχι την είσοδο του ψύχους-κρύου. Η ψυχρότητα δεν υπάρχει ως φυσική έννοια.

Η χύτρα στην οποία η μητέρα σου μαγειρεύει τη σούπα είναι κατασκευασμένη από αλουμίνιο, για να διαδίδεται γρηγορότερα η θερμότητα από την εστία σ' αυτήν. Οι λαβές, όμως, της χύτρας είναι πλαστικές, για να μην καίγονται τα χέρια μας όταν την πιάνουμε.

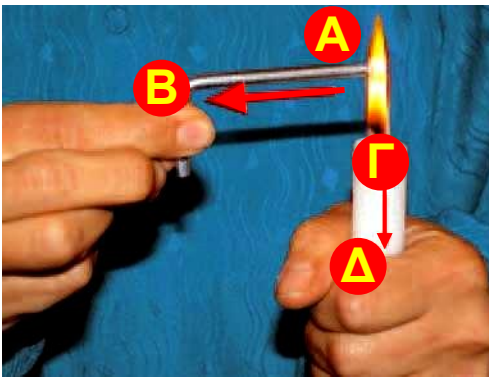
Όταν πρόκειται να φας τη ζεστή σούπα, τη φυσάς για να μεταφερθεί πιο γρήγορα θερμότητα προς το περιβάλλον και να κρυώσει.

Το καλοκαίρι, όταν βρίσκεσαι κάτω από τον ήλιο και όχι σε σκιερό μέρος, ζεσταίνεσαι, γιατί θερμότητα διαδίδεται από τον ήλιο στο σώμα σου.

Η θερμότητα διαδίδεται με τρεις τρόπους: με αγωγή, με μεταφορά και με ακτινοβολία (εικόνα 8.1).



Εικόνα 8.1.
Η θερμότητα διαδίδεται με:
(α) αγωγή (β) μεταφορά,
(γ) ακτινοβολία.



Εικόνα 8.2.
Θερμικοί αγωγοί και μονωτές
Από τη φλόγα του αερίου μεταφέρεται θερμότητα προς το άκρο Β της βελόνας πολύ γρήγορα, ενώ προς το άκρο Δ του κεριού πολύ αργά.

Δραστηριότητα

- ▶ Σε μια μεταλλική βελόνα στάξε τρεις σταγόνες λιωμένο κερί.
- ▶ Κράτησε τη μια άκρη της βελόνας πάνω από τη φλόγα ενός κεριού.
- ▶ Τι παρατηρείς; Πώς μεταφέρεται η θερμότητα από τη φλόγα σε ολόκληρη τη βελόνα;

8.1 Διάδοση θερμότητας με αγωγή

Έχεις αναρωτηθεί γιατί αισθάνεσαι πιο κρύο το μεταλλικό σκελετό του θρανίου σου από την ξύλινη επιφάνεια, παρόλο που γνωρίζεις ότι και τα δύο σώματα έχουν την ίδια θερμοκρασία;

Κράτησε με το αριστερό σου χέρι ένα αναμμένο κερί και με το δεξί το ένα άκρο μιας μεταλλικής βελόνας. Τοποθέτησε το άλλο άκρο της βελόνας πάνω από τη φλόγα του κεριού (εικόνα 8.2). Πολύ γρήγορα

αισθάνεσαι το δεξί σου χέρι να θερμαίνεται, ενώ το αριστερό όχι. Πώς ερμηνεύεται το φαινόμενο αυτό στη γλώσσα της φυσικής;

Γνωρίζουμε ότι η θερμότητα μεταφέρεται πάντοτε από περιοχές υψηλής προς περιοχές χαμηλότερης θερμοκρασίας. Θερμότητα μεταφέρεται από τη φλόγα στα άκρα: του κεριού (Α) της βελόνας (Γ) τα οποία βρίσκονται σε επαφή με αυτή (εικόνα 8.2). Η θερμοκρασία του άκρου Α της βελόνας αυξάνεται. Στη συνέχεια, θερμότητα μεταφέρεται γρήγορα από το άκρο Α της μεταλλικής βελόνας στο άκρο Β. Η θερμοκρασία του άκρου Β αυξάνεται, οπότε τα δάχτυλα μας που το πιάνουν, ζεσταίνονται.

Αντίθετα, στο κερί η θερμότητα μεταφέρεται πολύ αργά το Γ στο άλλο άκρο Δ, οπότε η θερμοκρασία του μεταβάλλεται ελάχιστα, με αποτέλεσμα η μεταβολή αυτή να μη γίνεται αντιληπτή από τα δάχτυλα μας. Λέμε ότι στο εσωτερικό ενός στερεού ή όταν δύο σώματα βρίσκονται σε επαφή, η θερμότητα διαδίδεται με αγωγή. Στο παραπάνω παράδειγμα, η θερμότητα στη μεταλλική βελόνα διαδίδεται πολύ γρήγορα, ενώ στο κερί πολύ αργά. Λέμε ότι η μεταλλική βελόνα έχει μεγάλη θερμική αγωγιμότητα, ενώ το κερί πολύ μικρή.

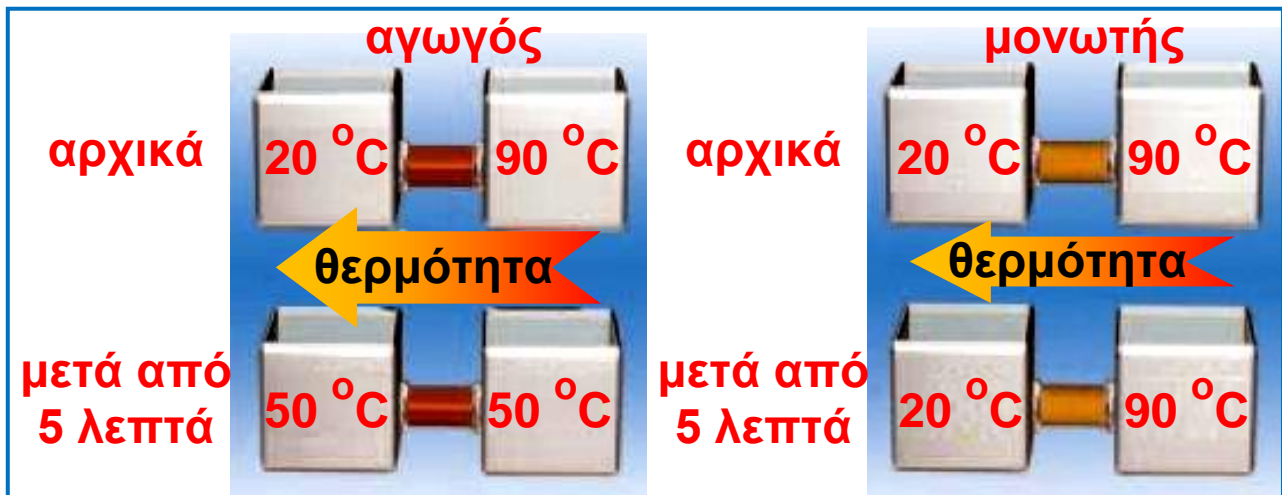
Στερεά και θερμική αγωγιμότητα

Γενικότερα, τα μέταλλα έχουν μεγάλη θερμική αγωγιμότητα, δηλαδή, η θερμότητα σ' αυτά διαδίδεται πολύ γρήγορα. Τα μέταλλα χαρακτηρίζονται ως «καλοί αγωγοί της θερμότητας» ή **θερμικοί αγωγοί**. Ενώ άλλα στερεά σώματα όπως το ξύλο, το γυαλί, τα πλαστικά, το χαρτί, ο φελλός, η πολυστερίνη ή το λίπος στο σώμα μας, έχουν μικρή ή πολύ μικρή θερμική αγωγιμότητα (πίνακας 8.1).

Αυτό σημαίνει ότι η θερμότητα διαδίδεται μέσα από αυτά πολύ αργά. Τα χαρακτηρίζουμε λοιπόν ως «κακούς» αγωγούς της θερμότητας ή αλλιώς λέμε ότι είναι **θερμικοί μονωτές** (εικόνα 8.3). Γι' αυτό το λόγο, τα μαγειρικά σκεύη κατασκευάζονται από μέταλλο με μεγάλη θερμική αγωγιμότητα, ενώ οι λαβές τους από υλικό που είναι μονωτής (εικόνα 8.4).

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.1.			
ΥΛΙΚΟ	ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ	ΥΛΙΚΟ	ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ
ΑΓΩΓΟΙ			
Άργυρος	40.000	Αλουμίνιο	20.000
Χαλκός	36.000	Σίδηρος	5.000
ΜΟΝΩΤΕΣ			
Πάγος	200	Στεγνό χώμα	14
Γυαλί	100	Ξύλο	12
Μπετόν	80	Μετάξι	4
Τούβλο	60	Υαλοβάμβακας	4
Νερό	50	Αέρας	2
Χιόνι	17	Πολυστερίνη	1
Λίπος	15		

Στο πίνακα φαίνεται πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η θερμική αγωγιμότητα ενός υλικού από κάποιο άλλο.



Εικόνα 8.3.

Η ποσότητα της θερμότητας που μεταφέρεται στο ίδιο χρονικό διάστημα μέσω ενός αγωγού είναι πολύ μεγαλύτερο από αυτό που μεταφέρεται μέσω ενός μονωτή

Φυσική και Τεχνολογία

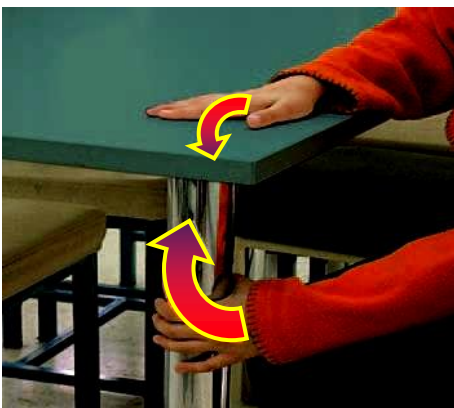


Εικόνα 8.4.

Ο κύβος από κεραμικό, που φαίνεται στην εικόνα, μόλις έχει βγει από τον κλίβανο. Το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένος αποτελείται κυρίως από αέρα και είναι άριστος μονωτής, γι' αυτό, παρόλο που η θερμοκρασία στο εσωτερικό του προσεγγίζει τους $1.200\text{ }^{\circ}\text{C}$, μπορεί κάποιος να το κρατάει με ασφάλεια από τις ακμές του.

Τα κεραμικά πλακάκια με τα οποία επενδύονται εξωτερικά τα αμερικανικά διαστημικά λεωφορεία είναι κατασκευασμένα με αυτό το υλικό.

Από την καθημερινή εμπειρία μας γνωρίζουμε ότι αν τοποθετήσουμε σε νερό που βράζει ένα μεταλλικό κουτάλι, μετά από λίγο, το μεταλλικό κουτάλι είναι τόσο θερμό, που δεν μπορούμε να το πιάσουμε με το χέρι μας. Σε αντίθεση, τέτοιο πρόβλημα δεν έχουμε με μία ξύλινη κουτάλα. Ο μεταλλικός σκελετός του θρανίου σου και η ξύλινη επιφάνεια του έχουν την ίδια θερμοκρασία. Τα μέταλλα, ωστόσο, είναι καλύτεροι αγωγοί της θερμότητας από το ξύλο. Όταν πιάνουμε το μεταλλικό σκελετό, μεταφέρεται γρήγορα θερμότητα από το χέρι μας προς αυτό. Αντίθετα, όταν πιάνουμε την ξύλινη επιφάνεια, η μεταφορά της θερμότητας γίνεται πολύ πιο αργά και η θερμοκρασία του χεριού μας παραμένει σχεδόν σταθερή. Έτσι, λόγω της διαφορετικής αγωγιμότητας και όχι λόγω διαφορετικής θερμοκρασίας, ξεγελιόμαστε νομίζοντας ότι ο μεταλλικός σκελετός έχει μικρότερη θερμοκρασία από την ξύλινη επιφάνεια (εικόνα 8.5).



Εικόνα 8.5.

Ο μεταλλικός σκελετός φαίνεται να έχει μικρότερη θερμοκρασία από τη ξύλινη επιφάνεια, ενώ έχουν την ίδια θερμοκρασία. Θερμότητα μεταφέρεται πολύ γρήγορα από το χέρι μας στο μεταλλικό σκελετό (η αγωγιμότητα του μετάλλου είναι πολύ μεγάλη), ενώ από το χέρι μας στο ξύλο η μεταφορά γίνεται πολύ αργά.

Ρευστά και θερμική αγωγιμότητα

Τα αέρια και τα υγρά μπορούν άραγε να χαρακτηριστούν αγωγοί ή μονωτές: Παρατηρούμε ότι αν πλησιάσουμε ένα σπίρτο πολύ κοντά στη βάση της φλόγας ενός κεριού, δεν ανάβει!! Συμπεραίνουμε ότι η θερμότητα δε μεταφέρεται με αγωγή δια μέσου του αέρα. Ο αέρας είναι μονωτής (εικόνα 8.6). Πορώδη υλικά που παγιδεύουν τον αέρα και είναι πολύ καλοί μονωτές είναι το μαλλί, η γούνα, τα πούπουλα, ο υαλοβάμβακας, η διογκωμένη πολυστερίνη κ.ά. Τα δύο τελευταία υλικά χρησιμοποιούνται ως θερμομονωτικά για τη θερμική μόνωση των κτιρίων.

Το νερό, ο πάγος και το χιόνι σε σύγκριση με τα μέταλλα συμπεριφέρονται σαν μονωτές. Το χιόνι από το οποίο κατασκευάζουν τα σπίτια τους οι Εσκιμώοι λειτουργεί σαν θερμομονωτικό υλικό εμποδίζοντας τη μεταφορά θερμότητας από το εσωτερικό του σπιτιού προς τα έξω. Το χιόνι, όπως και κάθε μάλλινο, πουλόβερ ή κουβέρτα δεν είναι πηγή θερμότητας. Απλώς εμποδίζει τη θερμική ενέργεια να διαφύγει πολύ γρήγορα προς το περιβάλλον.

Εικόνα 8.6.

Το σπίρτο δεν ανάβει. Επομένως, δε μεταφέρεται θερμότητα από τη φλόγα στο σπίρτο. Ο αέρας που παρεμβάλλεται είναι μονωτής.



Διάδοση με αγωγή και μικρόκοσμος

Πώς ερμηνεύεται η διάδοση της θερμότητας με αγωγή: Η αναζήτηση της ερμηνείας μας οδηγεί στο μικρόκοσμο των υλικών. Οι δομικοί λίθοι ενός σώματος στην περιοχή που επικρατεί υψηλή θερμοκρασία, έχουν μεγαλύτερη κινητική ενέργεια. Συγκρούονται με τους

γειτονικούς (της γύρω περιοχής που έχει μικρότερη θερμοκρασία) και μεταφέρουν σε αυτούς ένα μέρος της κινητικής τους ενέργειας. Αυτοί με τη σειρά τους μεταφέρουν ενέργεια στους γειτονικούς τους κτλ. Με τον τρόπο αυτό, μεταφέρεται ενέργεια δια μέσου του σώματος από περιοχές με υψηλότερη θερμοκρασία προς άλλες με χαμηλότερη (εικόνα 8.7). Αυτή η διαδικασία συνεχίζεται, μέχρι όλες οι περιοχές να αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία. Οι δομικοί λίθοι δε μετακινούνται από περιοχή σε περιοχή, όμως ένα μέρος της ενέργειας τους μεταφέρεται. Αυτός ο τρόπος διάδοσης της θερμότητας είτε μέσα σε ένα σώμα είτε μεταξύ δύο σωμάτων που βρίσκονται σε επαφή, ονομάζεται **διάδοση με αγωγή**.

Γιατί τα μέταλλα εμφανίζουν μεγαλύτερη θερμική αγωγιμότητα από άλλα στερεά υλικά: **Διάδοση θερμότητας με αγωγή γίνεται σε όλα τα υλικά μέσω των συγκρούσεων των δομικών τους λίθων**. Η διαφορά προέρχεται από το είδος των δομικών λίθων. Ενώ οι θερμικοί μονωτές αποτελούνται μόνο από μόρια, στους δομικούς λίθους των μετάλλων περιλαμβάνονται και ηλεκτρόνια που έχουν αποσπαστεί από τα άτομα, τα οποία ονομάζονται ελεύθερα. Τα ηλεκτρόνια έχουν πολύ μικρότερη μάζα από τα μόρια ή τα άτομα και άρα είναι περισσότερο ευκίνητα. Με τις συγκρούσεις λοιπόν των ελεύθερων ηλεκτρονίων μεταξύ τους και με τα άτομα του μετάλλου, μεταφέρεται πιο γρήγορα η κινητική ενέργεια απ' ό,τι με τις συγκρούσεις μεταξύ ατόμων ή μορίων. Επομένως, η ύπαρξη των ελεύθερων ηλεκτρονίων είναι ο σημαντικότερος παράγοντας διάδοσης της θερμότητας με αγωγή στα μέταλλα.

Εικόνα 8.7.
Μέσω των συγκρούσεων των δομικών λίθων κινητική ενέργεια μεταφέρεται από αυτούς που κινούνται γρήγορα σε αυτούς που κινούνται αργά.



Φυσική και καθημερινή ζωή, Τεχνολογία και Βιολογία



Τα τριχωτά πέλματα των μεγάλων ποδιών της πολικής αρκούδας είναι θερμομονωτικά, οπότε την προστατεύουν από το πολικό ψύχος και έτσι μπορεί να βαδίζει με ασφάλεια πάνω στα παγόβουνα. Η πλούσια γούνα της μονώνει θερμικά το σώμα της από τον πολύ ψυχρό αέρα.

Επιπλέον, το παχύ στρώμα λίπους, πάχους περίπου 11 εκατοστών, κάτω από το δέρμα της αφενός εξασφαλίζει τη θερμική μόνωση του σώματος της από το παγωμένο νερό των πολικών θαλασσών, αφετέρου τη βοηθάει να επιπλέει ευκολότερα. Με τον ίδιο τρόπο προστατεύονται από το πολικό ψύχος οι φώκιες και οι πιγκουίνοι της Ανταρκτικής.

8.2 Διάδοση θερμότητας με ρεύματα

Είδαμε ότι τα αέρια είναι μονωτές. Ωστόσο, αν τοποθετήσουμε πάνω από τη φλόγα ενός κεριού ένα σπίρτο, το σπίρτο ανάβει. Με ποιο τρόπο μεταφέρεται θερμότητα από τη φλόγα στο σπίρτο;

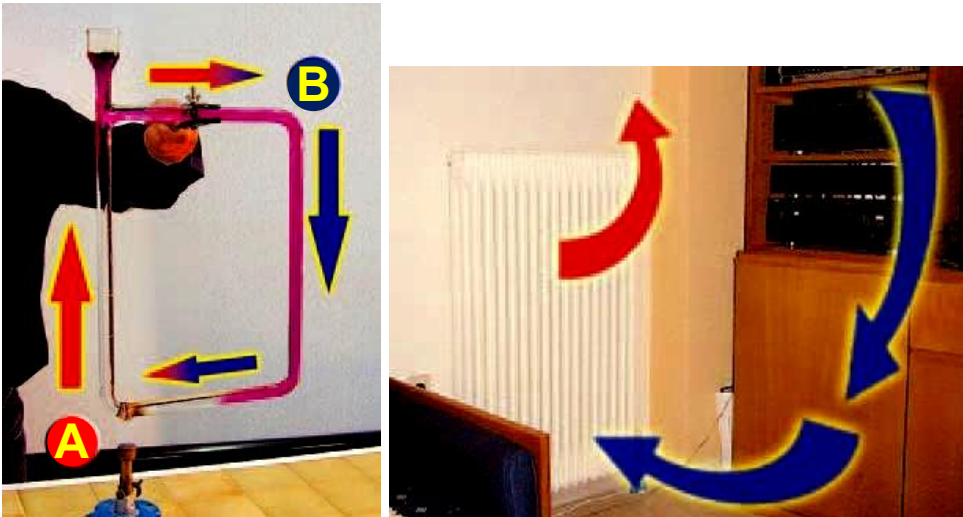
Όταν μια ποσότητα υγρού ή αερίου θερμαίνεται, τότε διαστέλλεται, οπότε η πυκνότητα της μειώνεται. Έτσι, κινείται προς τα πάνω (θυμήσου τη συνθήκη πλεύσης) και αντικαθίσταται από άλλη πυκνότερη και ψυχρότερη. Δημιουργούνται, λοιπόν, ρεύματα μεταφοράς θερμότητας.

Με τέτοια ρεύματα μεταφοράς νερού, θερμότητα μεταφέρεται από το λέβητα της κεντρικής θέρμανσης στα θερμαντικά σώματα. Στη συνέχεια, με ρεύματα μεταφοράς αέρα η θερμότητα διαδίδεται από το σώμα στο χώρο του δωματίου. Το φαγητό ψήνεται στην κατσαρόλα μας λόγω των ρευμάτων μεταφοράς του νερού, που δημιουργούνται καθώς αυτό συνεχώς θερμαίνεται (εικόνα 8.8). Αλλά και με αυτό τον τρόπο ζεσταίνεται το δωμάτιο μας το χειμώνα (εικόνα 8.9). Στα υγρά και στα αέρια η θερμότητα διαδίδεται κυρίως με ρεύματα μεταφοράς.



Εικόνα 8.8.

Θερμότητα μεταφέρεται από τον πυθμένα της κατσαρόλας στο νερό. Η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται και το νερό ανεβαίνει προς την επιφάνεια.



Εικόνα 8.9.

Στο άκρο A του σωλήνα μεταφέρεται θερμότητα από τη φλόγα (καυστήρας) στο νερό. Η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται και το νερό ανεβάζει προς το σημείο B (θερμαντικό σώμα). Καθώς το νερό ρέει, θερμότητα μεταφέρεται προς το περιβάλλον και η θερμοκρασία του μειώνεται. Κινείται ξανά προς το σημείο A όπου και αναθερμαίνεται. Η θέρμανση από εστία θερμότητας που βρίσκεται εκτός του χώρου που πρόκειται να θερμανθεί, αυτό που σήμερα αποκαλούμε κεντρική θέρμανση, είναι εφεύρεση των αρχαίων Ελλήνων, που χρησιμοποίησαν πρώτοι τα θερμαινόμενα δάπεδα. Την τεχνογνωσία των αρχαίων Ελλήνων παρέλαβαν και βελτίωσαν οι Ρωμαίοι.

Γνωρίζουμε ότι όταν η θερμότητα διαδίδεται με αγωγή, τα μόρια του υλικού δε μετακινούνται από τη μια περιοχή στην άλλη. Αντιθέτως, όταν δημιουργούνται ρεύματα μεταφοράς, ύλη, δηλαδή μόρια, μετακινούνται από μία περιοχή που έχει υψηλή θερμοκρασία προς μια ψυχρότερη. Αυτό συνεχίζεται μέχρι όλο το υγρό ή το αέριο να αποκτήσει την ίδια θερμοκρασία.

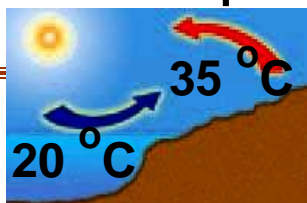
Η διάδοση της θερμότητας με μεταφορά είναι μια συνηθισμένη διαδικασία στη φύση τόσο σε φαινόμενα μικρής κλίμακας, όπως κατά το βρασμό του νερού, τη θέρμανση του δωματίου από το καλοριφέρ, την ψύξη των τροφίμων στο θάλαμο του ψυγείου ή τη θέρμανση του σώματος μας με τη ροή του αίματος, όσο και σε φαινόμενα μεγάλης κλίμακας. Τέτοια είναι η κυκλοφορία του αέρα στην ατμόσφαιρα, που προκαλεί τους ανέμους και η μετακίνηση τεράστιων ποσοτήτων νερού στους ωκεανούς με τα θαλάσσια ρεύματα που ξεκινούν από τις θερμές τροπικές περιοχές (εικόνα 8.10). Αν εμποδίσουμε την κυκλοφορία του αέρα γύρω από ένα ζεστό αντικείμενο, τότε σχεδόν μηδενίζεται η μεταφορά θερμότητας από αυτό, μέσω ρευμάτων μεταφοράς. Αυτό επιτυγχάνεται με την επένδυση, λόγω χάρη, των σωλήνων μεταφοράς ζεστού νερού με θερμομονωτικά υλικά, με τα μάλλινα ρούχα στο σώμα μας, με τα φτερά και τα πούπουλα στα πουλιά κτλ. (εικόνα 8.11) Αυτά τα υλικά παγιδεύουν μέσα σε μικρές κοιλότητες (πόρους), αέρα, αποτρέποντας τη δημιουργία ρευμάτων μεταφοράς. Για αυτό και τα μάλλινα ρούχα μας «ζεσταίνουν» το χειμώνα.



Εικόνα 8.10.

Τα θαλάσσια ρεύματα στους ωκεανούς επηρεάζουν το κλίμα των παραθαλάσσιων περιοχών.

Εικόνα 8.11. : Όταν κάνει κρύο, τα πουλιά σηκώνουν το φτέρωμά τους έτσι ώστε ο αέρας που παγιδεύεται να λειτουργεί ως θερμομονωτικό και να μην επιτρέπει τη μεταφορά θερμότητας από το σώμα τους προς το περιβάλλον.



Φυσική και Γεωλογία, καθημερινή ζωή, Τεχνολογία και Περιβάλλον

Ρεύματα μεταφοράς και τοπικοί άνεμοι



Συχνά οι άνεμοι προκαλούνται από τοπικές διαφορές θερμοκρασίας σε συνδυασμό και με το ανάγλυφο του εδάφους. Όπως για παράδειγμα, οι τοπικοί άνεμοι που φυσούν κατά μήκος των ακτών ιδιαίτερα το καλοκαίρι. Κατά τη διάρκεια της ημέρας, **η θερμοκρασία της ακτής είναι υψηλότερη από της θάλασσας.**

Έτσι, πάνω από τη στεριά ο αέρας θερμαίνεται και ανυψώνεται, ενώ **ο ψυχρός αέρας κινείται** από τη

θάλασσα προς την ακτή. Με αυτό τον τρόπο δημιουργείται ένα ρεύμα αέρα που κινείται από τη θάλασσα προς την ακτή: η δροσερή θαλάσσια αύρα (μπάτης). Τη νύχτα, επειδή η θερμοκρασία της ξηράς είναι μικρότερη από της θάλασσας, η κατεύθυνση του ανέμου αντιστρέφεται. Ψυχρός αέρας από την ξηρά κινείται προς τη θάλασσα: φυσά η απόγεια αύρα.

Μπορείς να αποδείξεις την αλήθεια της πρότασης χρησιμοποιώντας το διάγραμμα 6.1;

Ο αέρας πάνω από τη θάλασσα αρχικά ήταν ακίνητος, τελικά απέκτησε μια ταχύτητα προς την ακτή. Μπορείς να σκεφθείς την προέλευση της κινητικής ενέργειας του αέρα; Συγκέντρωσε πληροφορίες και κατασκεύασε ένα διάγραμμα με τις μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν.

Ρεύματα μεταφοράς και πτήσεις

Στην πτήση με ανεμόπτερο, δηλαδή με αεροπλάνο χωρίς κινητήρα, ο πιλότος φροντίζει να βρίσκεται μέσα σε περιοχές θερμών ανοδικών ρευμάτων αέρα.

Τα πουλιά, όπως ο αετός της εικόνας μας, έχουν ανακαλύψει τα μυστικά των θερμών ανοδικών ρευμάτων χιλιάδες χρόνια πριν από τον άνθρωπο και τα εκμεταλλεύονται για την ανοδική τους πορεία. Πολλές φορές οι έμπειροι πιλότοι υποβοηθούνται στην αναζήτηση των ανοδικών ρευμάτων παρατηρώντας τις κινήσεις των πουλιών.



Ρεύματα μεταφοράς και ενέργεια

- 1 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ
- 2 ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ
- 3 στο έδαφος
- 4 στον αέρα
- 5 ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ
- 6 ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ
- 7 ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΝΕΜΟΥ (αιολική ενέργεια)



Πώς μετασχηματίζεται η ηλιακή ενέργεια σε αιολική; Το ερώτημα αυτό σχετίζεται με ένα από τα πιο δύσκολα προβλήματα της γεωφυσικής. Μιλώντας πολύ απλά μπορούμε να πούμε ότι:

1 2 3 4 Η ενέργεια ακτινοβολίας που έρχεται από τον ήλιο απορροφάται από τα μόρια του αέρα, είτε απευθείας είτε έμμεσα, μέσω του εδάφους.

5 Η ηλιακή ενέργεια μετασχηματίζεται σε κινητική ενέργεια των μορίων του αέρα (θερμική ενέργεια).

6 Ο θερμός αέρας ανεβαίνει και η κινητική ενέργεια των μορίων του μετατρέπεται σε δυναμική (Η θερμική ενέργεια μετατρέπεται σε δυναμική).

7 Ο ψυχρός αέρας κινείται για να καταλάβει τη θέση του ανερχόμενου θερμού και έτσι η δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική (αιολική) ενέργεια.

8.3 Διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία

Έχεις αναρωτηθεί πώς διαδίδεται η θερμότητα από το αναμμένο τζάκι σε σώματα που βρίσκονται απέναντι του;

Σίγουρα δε διαδίδεται με αγωγή, διότι ο αέρας του δωματίου είναι μονωτής. Ούτε όμως με ρεύματα μεταφοράς, διότι το ζεστό ρεύμα αέρα δημιουργείται πάνω και όχι απέναντι από τα θερμαντικά σώματα (εικόνα 8.12). Λέμε ότι στην περίπτωση αυτή η θερμότητα διαδίδεται με **ακτινοβολία**. Με αυτό τον τρόπο, θερμότητα διαδίδεται από τον ήλιο στη γη μέσω του κενού διαστήματος. Επομένως, η διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία μπορεί να πραγματοποιείται ακόμα και όταν δε μεσολαβεί ύλη μεταξύ των σωμάτων.

Εικόνα 8.12.

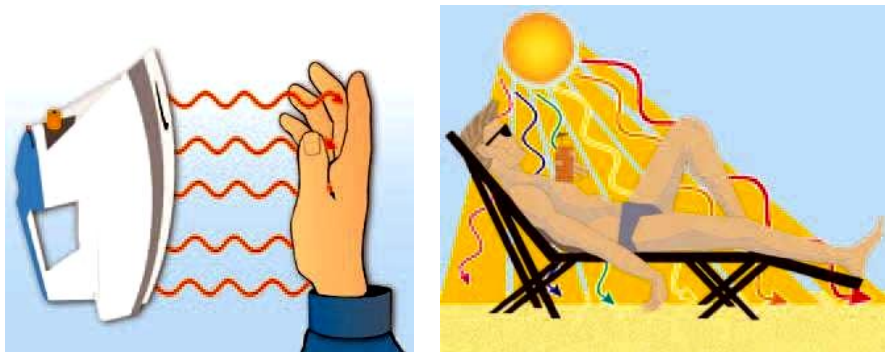
Το μεγαλύτερο ποσό θερμότητας από το τζάκι διαδίδεται με ρεύματα μέσα από την καμινάδα προς το περιβάλλον. Η θερμότητα που μας ζεσταθεί διαδίδεται με ακτινοβολία.



Όλα τα σώματα ακτινοβολούν: Ο ήλιος, η φλόγα και ο λαμπτήρας εκπέμπουν διαρκώς ακτινοβολία, ένα μέρος της οποίας όταν φθάσει στο μάτι μας προκαλεί

το αίσθημα της όρασης, δηλαδή είναι ορατό και ένα άλλο μέρος δεν προκαλεί το αίσθημα της όρασης, δηλαδή είναι αόρατο. Αλλά και η σόμπα, η πλάκα του αναμμένου σίδερου σιδερώματος, το σώμα του καλοριφέρ, ακόμα και το ανθρώπινο σώμα ακτινοβολούν (εικόνα 8.13) Από τα σώματα αυτά η διάδοση της θερμότητας γίνεται με ακτινοβολία, η οποία όμως δεν είναι ορατή. Γενικά, μια ακτινοβολία μπορεί να είναι ορατή ή αόρατη.

Κάθε μορφή ενέργειας που διαδίδεται με ακτινοβολία, ονομάζεται ενέργεια ακτινοβολίας. Σώματα που φωτοβολούν εκπέμπουν ενέργεια ακτινοβολίας που περιλαμβάνει τόσο φωτεινή ενέργεια όσο και θερμότητα.



Εικόνα 8.13.

Η ήλιος έχει υψηλή θερμοκρασία. Εκπέμπει ενέργεια με ακτινοβολία. Ένα μέρος της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τον ήλιο είναι ορατή και ένα μέρος αόρατη. Η πυρωμένη πλάκα του σίδερου έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από τον ήλιο. Εκπέμπει μόνο αόρατη ακτινοβολία.

Εκπομπή και απορρόφηση ακτινοβολίας

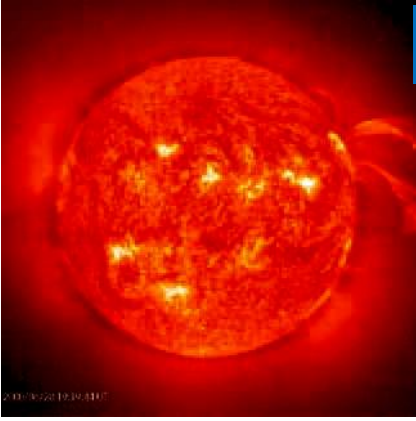
Όλα τα σώματα εκπέμπουν διαρκώς προς το περιβάλλον τους θερμότητα με τη μορφή ακτινοβολίας. Συγχρόνως απορροφούν διαρκώς θερμότητα με τη μορφή ακτινοβολίας από το περιβάλλον τους.

Όταν η θερμοκρασία του σώματος είναι ίση με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τότε η ενέργεια (θερμότητα) που ακτινοβολεί προς το περιβάλλον του κάθε δευτερόλεπτο, είναι ίση με την ενέργεια που απορροφά με ακτινοβολία από αυτό στον ίδιο χρόνο. Έτσι, η θερμική ενέργεια του σώματος, άρα και η θερμοκρασία του, διατηρείται σταθερή.

Όταν η θερμοκρασία του σώματος είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τότε ακτινοβολεί περισσότερη ενέργεια από όση απορροφά. Επομένως, η θερμική του ενέργεια, άρα και η θερμοκρασία του, ελαττώνεται. Η διαδικασία συνεχίζεται μέχρις ότου η θερμοκρασία του σώματος εξισωθεί με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

Ένας λαμπτήρας πυράκτωσης που φωτοβολεί, έχει σταθερή θερμοκρασία, μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του αέρα που τον περιβάλλει. Πώς συμβαίνει αυτό;

Για να διατηρείται η θερμοκρασία του λαμπτήρα σταθερή, στην περίπτωση αυτή, θα πρέπει κάποια άλλη μορφή ενέργειας να μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια του λαμπτήρα. Η θερμική του ενέργεια διατηρείται σταθερή λόγω της συνεχούς μετατροπής της ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμική. Παρόμοια, ο πολύ θερμός ήλιος ακτινοβολεί διαρκώς ενέργεια προς το ψυχρό διάστημα και η θερμοκρασία του διατηρείται σταθερή. Αυτό συμβαίνει, διότι στο εσωτερικό του πυρηνική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική (εικόνα 8.14).



Εικόνα 8.14.

Γιατί τα αστέρια λάμπουν.

Στο εσωτερικό του ήλιου πυρηνική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική που μεταφέρεται στην επιφάνεια. Στην επιφάνεια, η θερμική ενέργεια μετατρέπεται σε ενέργεια ακτινοβολίας και εκπέμπεται προς τα διάστημα. Ένα μέρος της φθάνει στη γη με αποτέλεσμα να τη φωτίζει και να τη θερμαίνει. Με τον ίδιο τρόπο εκπέμπεται ενέργεια ακτινοβολίας από όλα τα αστέρια του ουρανού.

Είδος και ισχύς εκπεμπόμενης / απορροφούμενης ακτινοβολίας

Γιατί φοράμε ανοιχτόχρωμα ρούχα το καλοκαίρι και σκούρα το χειμώνα;

Όλα τα σώματα, ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία τους, εκπέμπουν και απορροφούν ακτινοβολία.

Υπάρχουν όμως διαφορές στο είδος και στην ισχύ της ακτινοβολούμενης ενέργειας. Σε θερμοκρασίες του γήινου περιβάλλοντος, τα σώματα εκπέμπουν ενέργεια ακτινοβολίας που περιλαμβάνει κυρίως θερμότητα. Σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από περίπου 500°C η ενέργεια ακτινοβολίας που εκπέμπουν τα σώματα συμπεριλαμβάνει και φωτεινή ενέργεια.

Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η ποσότητα της ενέργειας που ακτινοβολεί ένα σώμα κάθε δευτερόλεπτο;

Μπορούμε να διαπιστώσουμε πειραματικά ότι το ποσό της ενέργειας που ένα σώμα ακτινοβολεί ανά δευτερόλεπτο, δηλαδή η ισχύς της ακτινοβολούμενης ενέργειας, εξαρτάται από:

- α. Τη **θερμοκρασία** του σώματος. Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία ενός σώματος, τόσο μεγαλύτερη είναι η ισχύς της ακτινοβολούμενης ενέργειας (Εικόνα 8.15).
- β. Το **εμβαδόν** της επιφάνειας του σώματος. Όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια του σώματος, τόσο μεγαλύτερη είναι και η ισχύς της ακτινοβολούμενης ενέργειας.
- γ. Την **υφή** της επιφάνειας. Οι τραχιές επιφάνειες εκπέμπουν θερμότητα με ακτινοβολία εντονότερα από τις λείες (εικόνα 8.16).
- δ. Το **χρώμα** της επιφάνειας του σώματος. Οι σκουρόχρωμες επιφάνειες εκπέμπουν θερμότητα με ακτινοβολία εντονότερα από τις ανοιχτόχρωμες (εικόνα 8.16).

Εικόνα 8.15.

Τα δυο σώματα είναι πανομοιότυπα. Στα ίδιο χρονικό διάστημα το θερμότερο ακτινοβολεί μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας.



Εικόνα 8.16.

Στο ίδιο χρονικό διάστημα το τραχύ και σκουρόχρωμο σώμα ακτινοβολεί μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας από το ανοιχτό και λείο.



Από τους ίδιους παράγοντες και ακριβώς με τον ίδιο τρόπο εξαρτάται και η ισχύς της ενέργειας που απορροφάται από ένα σώμα. Γι' αυτό τις καλοκαιρινές ημέρες φοράμε συνήθως ανοιχτόχρωμα ρούχα, τα οποία απορροφούν μικρότερη ποσότητα θερμότητας που διαδίδεται από τον ήλιο.

Ακτινοβολία και μικρόκοσμος

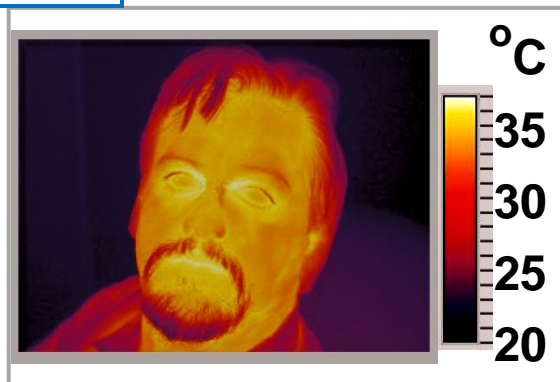
Σύμφωνα με τις σύγχρονες απόψεις της φυσικής, η ενέργεια ακτινοβολίας μεταφέρεται από ιδιόμορφα σωμάτια τα οποία ονομάζονται **φωτόνια**. Κάθε φωτόνιο μεταφέρει ορισμένη ποσότητα ενέργειας. Η ενέργεια των φωτονίων μιας ακτινοβολίας καθορίζει και το είδος της. Για παράδειγμα, κάθε φωτόνιο της φωτεινής ενέργειας έχει μεγαλύτερη ενέργεια από κάθε φωτόνιο της ενέργειας ακτινοβολίας με την οποία διαδίδεται η θερμότητα.

Τα σώματα εκπέμπουν διάφορα είδη ακτινοβολίας, δηλαδή εκπέμπουν μείγμα φωτονίων διαφορετικής ενέργειας. Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία ενός σώματος, τόσο μεγαλύτερη και η ενέργεια των φωτονίων που εκπέμπει. Τα φωτόνια τα οποία, όταν απορροφώνται από το δέρμα μας, προκαλούν το αίσθημα της ζέστης, λέμε ότι ανήκουν στην υπέρυθη ακτινοβολία. Η θερμότητα διαδίδεται κυρίως με την υπέρυθη ακτινοβολία (εικόνα 8.17). Είναι δυνατόν, όμως, η θερμοκρασία ορισμένων σωμάτων (όπως των φαγητών στο φούρνο μικροκυμάτων) να αυξηθεί και με απορρόφηση φωτονίων μικρότερης ενέργειας.

Εικόνα 8.17.

Ειδική φωτογράφιση με υπέρυθρο φιλμ. Οι κόκκινες περιοχές αντιστοιχούν σε σημεία του σώματος που έχουν υψηλότερη θερμοκρασία και συνεπώς ακτινοβολούν πια έντονα. Φωτογραφίες σαν αυτή

χρησιμοποιούνται για να ανιχνευθούν πιθανές ανωμαλίες στην κυκλοφορία του αίματος ή όγκοι στους πνεύμονες και τον εγκέφαλο.



Φυσική και Κοινωνία, Τεχνολογία, Ιατρική και καθημερινή ζωή

Μαγειρεύοντας με φωτόνια: ο φούρνος μικροκυμάτων

Μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο οι κατασκευαστές των ραντάρ, που είχαν χρησιμοποιηθεί στη διάρκεια του, διέθεταν πολλές συσκευές παραγωγής μικροκυμάτων. Αναζήτησαν λοιπόν μια ειρηνική εφαρμογή τους και τη βρήκαν στο φούρνο μικροκυμάτων. Τα μικροκύματα είναι ακτινοβολία που αποτελείται από φωτόνια μικρότερης ενέργειας από εκείνης των φωτονίων της υπέρυθρης ακτινοβολίας.



Τα φωτόνια των μικροκυμάτων απορροφώνται από τα μόρια ορισμένων ουσιών, όπως το νερό, και προκαλούν αύξηση της κινητικής τους ενέργειας. Τα μόρια του νερού συγκρούονται με τα γειτονικά τους μόρια και μέσω των συγκρούσεων μεταφέρεται ένα μέρος της κινητικής τους ενέργειας σ' αυτά. Με αυτή τη διαδικασία, η ενέργεια της ακτινοβολίας μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια του υλικού και επομένως αυξάνεται

η θερμοκρασία του. Με αυτό τον τρόπο λειτουργεί ο φούρνος μικροκυμάτων. Με αντίστοιχο τρόπο λειτουργούν και οι συσκευές διαθερμίας που χρησιμοποιούνται στα νοσοκομεία για τη θέρμανση των μυών και των αρθρώσεων προκειμένου να ανακουφιστούν οι ασθενείς από τον πόνο.

Φυσική και Χημεία, Περιβάλλον και Κοινωνία

Θερμοκήπιο και ακτινοβολίες

Λόγω της υψηλής θερμοκρασίας του, ο ήλιος εκπέμπει και φωτόνια μεγάλης ενέργειας που διαπερνούν το γυάλινο περίβλημα ενός θερμοκηπίου. Αντίθετα, το έδαφος λόγω της πολύ χαμηλής θερμοκρασίας του σε σχέση με τον ήλιο εκπέμπει φωτόνια πολύ μικρότερης ενέργειας, τα οποία δε διαπερνούν το γυαλί. Αυτά τα φωτόνια απορροφώνται από τον αέρα στο εσωτερικό του θερμοκηπίου, με αποτέλεσμα η θερμοκρασία του αέρα να αυξάνεται.



- Ποια από τα αέρια που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα δημιουργούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου;
- Τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται αύξηση της περιεκτικότητας της ατμόσφαιρας σε κάποια από τα αέρια του θερμοκηπίου. Ποια είναι αυτά και ποια είναι η αιτία της αύξησης τους;

Παρόμοιο «φαινόμενο θερμοκηπίου» συμβαίνει και στον πλανήτη μας. Αέρια της ατμόσφαιρας (αέρια θερμοκηπίου) λειτουργούν όπως το γυάλινο περίβλημα του θερμοκηπίου, δηλαδή δεν επιτρέπουν στο μεγαλύτερο μέρος των φωτονίων που εκπέμπεται από τη γη ως υπέρυθρη ακτινοβολία, να διαφύγουν στο διάστημα. Με αυτό τον τρόπο η υπέρυθρη ακτινοβολία που δε διαφεύγει στο διάστημα θερμαίνει τη γη. Τελικά υπάρχει ένα θερμικό ισοζύγιο μεταξύ της εισερχόμενης ηλιακής και της εξερχόμενης γήινης ακτινοβολίας, οπότε η μέση θερμοκρασία της γης διατηρείται σταθερή.

- Πώς επηρεάζουν τα αέρια του θερμοκηπίου το κλίμα της γης;
- Ποια είναι η πιθανή αλλαγή του κλίματος εξαιτίας της αύξησης της περιεκτικότητας της ατμόσφαιρας στα αέρια του θερμοκηπίου;

Χωρίς το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η γη θα ήταν ένα παγωμένο σώμα με θερμοκρασία περίπου -18°C . Τα τελευταία 500.000 χρόνια η μέση θερμοκρασία της γης κυμαίνεται μεταξύ 19°C και 27°C .

- Να συγκρίνεις τις θερμοκρασίες που επικρατούν στη γη, τη σελήνη και την Αφροδίτη και να τις συνδέσεις με την ύπαρξη της ατμόσφαιρας και τη σύσταση της.

συνέχεια στην επόμενη σελίδα →

Λαμβάνοντας τις τιμές της ενέργειας, που δίνονται σε αυθαίρετες μονάδες, από την αντίστοιχη εικόνα συμπλήρωσε τον πίνακα:

Ενέργεια που φθάνει από τον Ήλιο στη γη 100	Ενέργεια που ανακλάται 30		Ενέργεια που απορροφάται 70	
	Από την ατμόσφαιρα 25	Από το έδαφος 5	Από την ατμόσφαιρα 25	Από το έδαφος 45
Ενέργεια που ακτινοβολείται από το έδαφος 104	Ενέργεια που επιστρέφει στο έδαφος και την ατμόσφαιρα λόγω του θερμοκηπίου 88		Συνολική ενέργεια που εκπέμπεται με τη μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας από την ατμόσφαιρα 70	
Ενέργεια που ακτινοβολείται λόγω ατμοσφαιρικών διαδικασιών 29				

Φυσική και Χημεία, Περιβάλλον και Κοινωνία

Θερμικά φαινόμενα και μετεωρολογία

Το νερό στο ποτήρι σου έρχεται από το υδραγωγείο μέσα από το δίκτυο ύδρευσης, ενώ το νερό της μπανιέρας διοχετεύεται στο δίκτυο αποχέτευσης και καταλήγει στη θάλασσα για να ανακυκλωθεί στους ωκεανούς και στην ατμόσφαιρα και ίσως κάποτε να

ξαναγεμίσει πάλι το ποτήρι μας! Μέσα από ποιες διαδικασίες όμως; Το νερό υπάρχει στη φύση ως υγρό στους ωκεανούς, τις θάλασσες, τις λίμνες, τα ποτάμια και τη βροχή, ως στερεό στον πάγο και το χιόνι και ως αέριο, που είναι οι υδρατμοί στην ατμόσφαιρα. Ο ατμοσφαιρικός αέρας περιέχει πάντοτε υδρατμούς που προέρχονται από την εξάτμιση του νερού των ποταμών, των λιμνών και κυρίως της θάλασσας. Η υγρασία είναι ένα φυσικό μέγεθος που προσδιορίζει την ποσότητα των υδρατμών που περιέχονται στον αέρα. Η τιμή της υγρασίας συνδέεται με τη θερμοκρασία του αέρα. Σε υψηλότερη θερμοκρασία ο αέρας μπορεί να συγκρατήσει μεγαλύτερη ποσότητα υδρατμών, δηλαδή η υγρασία έχει μεγαλύτερη τιμή. Αν η υγρασία μειωθεί, ένα μέρος των υδρατμών μετατρέπεται σε μικρά σταγονίδια ή παγοκρυστάλλους, δηλαδή σε υγρό ή στερεό νερό.

Διαδικασίες ψύξης του αέρα

- Στη διάρκεια της ημέρας η γη, επειδή απορροφά περισσότερη ενέργεια ακτινοβολίας από τον ήλιο απ' όση εκπέμπει προς το διάστημα, θερμαίνεται. Αντίθετα, τη νύχτα η εκπομπή της γήινης ακτινοβολίας έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας της. Ειδικά αν δεν υπάρχουν σύννεφα στον ουρανό, η ενέργεια ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τη γη στο διάστημα είναι μεγαλύτερη και επομένως η πτώση της θερμοκρασίας εντονότερη. Γι' αυτό στα βουνά και στις έρημους, που η υγρασία είναι πολύ μικρή, οι νύχτες με αστροφεγγιά είναι πολύ κρύες.
- Ο αέρας μιας περιοχής ψύχεται από ανέμους που προέρχονται από πιο ψυχρές περιοχές, όπως για παράδειγμα από τη Σιβηρία.
- Ο ζεστός αέρας κινείται προς τα πάνω και καθώς ανεβαίνει σε μεγαλύτερα ύψη ψύχεται.

Αλλαγές κατάστασης και καιρικά φαινόμενα

Η ύπαρξη σκόνης ή άλλων σωματιδίων ευνοεί τη συμπύκνωση ή τη στερεοποίηση των υδρατμών.

Συμπύκνωση

Αν ο αέρας κοντά στην επιφάνεια της γης ψυχθεί, τότε οι υδρατμοί ενώνονται σε υδροσταγονίδια που όλα μαζί σχηματίζουν ομίχλη. Συχνά στη διάρκεια της ημέρας τα υδροσταγονίδια απορροφούν θερμότητα από την ηλιακή ακτινοβολία. Έτσι, μετατρέπονται σε υδρατμούς και η ομίχλη εξαφανίζεται.

Σε μεγάλο ύψος τα σταγονίδια σχηματίζουν τα σύννεφα. Τα σταγονίδια των σύννεφων, όταν ψύχονται ακόμα περισσότερο από παγωμένες ποσότητες αέρα, συνενώνονται και σχηματίζουν μεγαλύτερες σταγόνες. Όταν το βάρος της σταγόνας γίνει αρκετά μεγάλο, αυτές δεν μπορούν πλέον να συγκρατηθούν στον αέρα και πέφτουν. Είναι η βροχή.

Το καλοκαίρι ο αέρας που βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος κατά τη διάρκεια της ημέρας θερμαίνεται, ενώ κατά τη διάρκεια της νύχτας ψύχεται. Λόγω της υψηλής θερμοκρασίας που έχει ο αέρας κατά τη διάρκεια της ημέρας, είναι δυνατόν να περιέχει μεγάλη ποσότητα υδρατμών που συμπυκνώνονται κατά τη διάρκεια της νύχτας και σχηματίζουν σταγονίδια, που τα βλέπουμε ως σταγόνες δροσιάς τις πρώτες πρωινές ώρες.

Στερεοποίηση

Όταν η θερμοκρασία του αέρα κατά τη διάρκεια της νύχτας κατέβει κάτω από 0°C και εφόσον αυτός περιέχει μεγάλη ποσότητα υδρατμών, τότε ένα μέρος των ατμών μετατρέπεται σε παγοκρυστάλλους, που τους αντιλαμβανόμαστε τα χειμωνιάτικα πρωινά ως πάχνη στο έδαφος.

Στα νέφη οι υδρατμοί μετατρέπονται σε παγοκρυστάλλους που πέφτουν στο έδαφος ως χιόνι. Όταν οι σταγόνες ενός νέφους κατά την πτώση προς το έδαφος συναντήσουν πολύ ψυχρά στρώματα αέρα, ψύχονται απότομα και μετατρέπονται σε κομμάτια πάγου που πέφτουν στο έδαφος ως χαλάζι. Τα κομμάτια του πάγου που δεν προλαβαίνουν να λιώσουν κατά τη διάρκεια της πτώσης προς το έδαφος μπορεί να έχουν και μέγεθος αυγού και είναι δυνατόν να προκαλέσουν καταστροφές στις καλλιέργειες και αρκετά σπάνια να τραυματίσουν και ανθρώπους. Το φαινόμενο της χαλαζόπτωσης παρατηρείται πιο συχνά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Εξαχνωση

Όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι μικρότερη από 0°C και η ηλιακή ακτινοβολία πολύ έντονη, το χιόνι εξαχνώνεται σε υδρατμούς.

Ερωτήσεις

ερωτήσεις

► Χρησιμοποίησε και εφάρμοσε τις έννοιες που έμαθες:

1. Συμπλήρωσε τις λέξεις που λείπουν από το παρακάτω κείμενο έτσι ώστε οι προτάσεις που θα προκύψουν να είναι επιστημονικά ορθές:

α. Ο τρόπος διάδοσης της θερμότητας μέσω των συγκρούσεων των δομικών λίθων των σωμάτων ονομάζεται διάδοση θερμότητας με Υλικά στα οποία η διάδοση της θερμότητας γίνεται πολύ γρήγορα ονομάζονται θερμικοί Αντίθετα, υλικά στα οποία η θερμότητα διαδίδεται με πολύ αργό ρυθμό ονομάζονται θερμικοί

β. Όταν δομικοί λίθοι μετακινούνται από περιοχή
..... θερμοκρασίας σε περιοχή μικρότερης
..... λέμε ότι η θερμότητα διαδίδεται με
..... Με αυτόν τον τρόπο η θερμότητα
μπορεί να διαδοθεί στα και στα
..... σώματα αλλά όχι στα
σώματα.

γ. Η διάδοση της θερμότητας με φωτόνια ακόμη και στο
..... λέγεται διάδοση με

2. Να χαρακτηρίσεις με Σ τις προτάσεις το περιεχόμενο των οποίων είναι επιστημονικά ορθό και με Λ αυτές των οποίων είναι επιστημονικά λανθασμένο.

α. Μια καλοκαιρινή μέρα, που η θερμοκρασία του αέρα είναι πολύ υψηλή, αγγίζουμε συγχρόνως το μεταλλικό πόμολο του παραθύρου και το μαρμάρινο περβάζι. Αισθανόμαστε το πόμολο πολύ ζεστό και το μάρμαρο δροσερό. Αυτό συμβαίνει, διότι:

- Η θερμοκρασία του μεταλλικού πόμολου είναι υψηλότερη από του μαρμάρινου περβαζιού, επειδή το μάρμαρο είναι θερμικός μονωτής, ενώ το μέταλλο θερμικός αγωγός.
- Οι θερμοκρασίες του πόμολου και του περβαζιού είναι ίσες. Το χέρι μας έχει χαμηλότερη θερμοκρασία και από τα δυο. Θερμότητα μεταφέρεται και από τα δυο προς το χέρι μας, όμως στο ίδιο χρονικό διάστημα μεταφέρεται μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας από το μεταλλικό πόμολο και πολύ λιγότερο από το μαρμάρινο περβάζι, γιατί το πρώτο είναι θερμικός αγωγός και το δεύτερο θερμικός μονωτής.

β. Όταν βυθίσουμε σε νερό που βράζει το άκρο ενός σύρματος, μετά από λίγο, αισθανόμαστε το άλλο άκρο του σύρματος να θερμαίνεται. Αυτό συμβαίνει διότι:

- Από το νερό θερμότητα μεταφέρεται στο χέρι μας.
- Από το χέρι μας ψύχος μεταφέρεται στο νερό.
- Από το χέρι μας θερμότητα μεταφέρεται στο νερό.

► **Εφάρμοσε τις γνώσεις σου και γράψε τεκμηριωμένες απαντήσεις στις ερωτήσεις που ακολουθούν:**

1. Παρατήρησε τον πίνακα 8.1. Πού νομίζεις ότι οφείλεται η μεγάλη διαφορά που παρουσιάζουν τα μέταλλα στη θερμική αγωγιμότητα;

2. Αν γνωρίζεις ότι στις έρημους υπάρχει μεγάλη διαφορά στη θερμοκρασία μεταξύ ημέρας και νύχτας, συμβουλεύσου τον πίνακα 8.1 και εξήγησε γιατί οι κάτοικοι της συνήθως κατασκευάζουν τα σπίτια τους από χώμα και νερό. Γιατί οι τοίχοι πρέπει να έχουν μεγάλο πάχος;

3. Μπορείς να εξηγήσεις γιατί:

α. Τα διπλά τζάμια στα παράθυρα κρατούν πιο ζεστό το σπίτι το χειμώνα και πιο δροσερό το καλοκαίρι σε σχέση με το περιβάλλον;

β. Το χιόνι που σκεπάζει τα σπαρμένα χωράφια τις πολύ κρύες ημέρες του χειμώνα πολλές φορές σώζει τη σοδειά από την καταστροφή;

γ. Τις κρύες μέρες του χειμώνα φοράμε μάλλινα ρούχα;

δ. Οι συλλέκτες στους ηλιακούς θερμοσίφωνες είναι βαμμένοι με μαύρο χρώμα;

4. Πατώντας με το ένα γυμνό πόδι στα πλακάκια και με το άλλο σ' ένα μικρό χαλί στο μπάνιο αισθάνεσαι τα πλακάκια πιο κρύα. Αυτό σημαίνει ότι τα πλακάκια έχουν μικρότερη θερμοκρασία από το χαλί; Αιτιολόγησε την απάντησή σου.

5. Μέσα από διαδοχικές μετατροπές όλες οι μορφές ενέργειας καταλήγουν σε θερμική ενέργεια που διασκορπίζεται στον αέρα. Αυτό σημαίνει ότι η συνεχής αύξηση της «κατανάλωσης» ενέργειας στη γη θα προκαλέσει απεριόριστη αύξηση της θερμοκρασίας της; Υπάρχει διαδικασία που να εμποδίσει τη συνεχή αύξηση; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

6. Πάνω σε μια εστία θέρμανσης υπάρχει μια χύτρα με νερό που βράζει. Με ποιους τρόπους μεταφέρεται η θερμότητα:

α. από την εστία στον πυθμένα της χύτρας

β. από τον πυθμένα της χύτρας στο νερό

γ. από το νερό του πυθμένα στην επιφάνεια

δ. από την επιφάνεια του νερού στον αέρα του περιβάλλοντος

ε. από τα θερμά τοιχώματα της χύτρας στο περιβάλλον.

7. Να αναλύσεις τους μηχανισμούς με τους οποίους θερμαίνεται ο αέρας κοντά στο έδαφος μια ηλιόλουστη ημέρα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

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

Στη διάδοση της θερμότητας με αγωγή μεταφέρεται ενέργεια δια μέσου του σώματος από περιοχές με υψηλότερη θερμοκρασία προς άλλες με χαμηλότερη μέχρι όλες οι περιοχές να αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία.

Στη διάδοση με αγωγή η θερμότητα μεταφέρεται μέσω των συγκρούσεων των δομικών λίθων.

- ❑ Υλικά στα οποία η θερμότητα διαδίδεται με αγωγή πολύ γρήγορα έχουν μεγάλη θερμική αγωγιμότητα, είναι θερμικοί αγωγοί. Ενώ αυτά στα οποία διαδίδεται πολύ αργά είναι θερμικοί μονωτές.
- ❑ Στα υγρά και στα αέρια η θερμότητα διαδίδεται κυρίως με ρεύματα μεταφοράς.
- ❑ Η διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία μπορεί να πραγματοποιείται ακόμα και όταν δε μεσολαβεί ύλη μεταξύ των σωμάτων.
- ❑ Σύμφωνα με τις σύγχρονες απόψεις της φυσικής, η ενέργεια ακτινοβολίας μεταφέρεται από ιδιόμορφα σωμάτια που ονομάζονται φωτόνια.
- ❑ Τα φωτόνια που, όταν απορροφηθούν από το δέρμα μας, προκαλούν το αίσθημα της ζέστης, λέμε ότι ανήκουν στην υπέρυθη ακτινοβολία. Γι' αυτό λέμε ότι η θερμότητα διαδίδεται κυρίως με την υπέρυθη ακτινοβολία.
- ❑ Η ισχύς της ακτινοβολουμένης ενέργειας εξαρτάται: από τη θερμοκρασία του σώματος, το εμβαδόν της επιφάνειας του, την υφή και το χρώμα της επιφάνειας.

ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΟΙ

Αγωγή	Ακτινοβολία	Θερμικοί μονωτές
Ρεύματα μεταφοράς θερμότητας		
Φωτόνια	Θερμικοί αγωγοί	

Περιεχόμενα 3ου τόμου

Ενότητα 2 Θερμότητα

Κεφάλαιο 6. Θερμότητα (συνέχεια από το 2ο τόμο)

6.4. Θερμοκρασία, θερμότητα και μικρόκοσμος	5
6.5. Θερμική διαστολή και συστολή	16

Κεφάλαιο 7. Αλλαγές κατάστασης

Η ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΠΡΟΚΑΛΕΙ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ	44
7.1. Αλλαγές κατάστασης και θερμότητα	45
7.2. Μικροσκοπική μελέτη των αλλαγών κατάστασης	54
7.3. Εξάτμιση και συμπύκνωση	62

Κεφάλαιο 8. Διάδοση θερμότητας

ΠΩΣ ΔΙΑΔΙΔΕΤΑΙ Η ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ	79
8.1. Διάδοση θερμότητας με αγωγή	80
8.2. Διάδοση θερμότητας με ρεύματα	88
8.3. Διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία	93

Βάσει του ν. 3966/2011 τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου, του Λυκείου, των ΕΠΑ.Λ. και των ΕΠΑ.Σ. τυπώνονται από το ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν στη δεξιά κάτω γωνία του εμπροσθόφυλλου ένδειξη «ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ ΜΕ ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ». Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δεν φέρει την παραπάνω ένδειξη θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7 του νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946,108, Α').

Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Υπουργείου Παιδείας, Θρησκευμάτων και Αθλητισμού / ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.