

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 στον άλλο, ενώ (γ) των στερεών κατέχουν συγκεκριμένες θέσεις γύρω από τις οποίες κινούνται άτακτα.

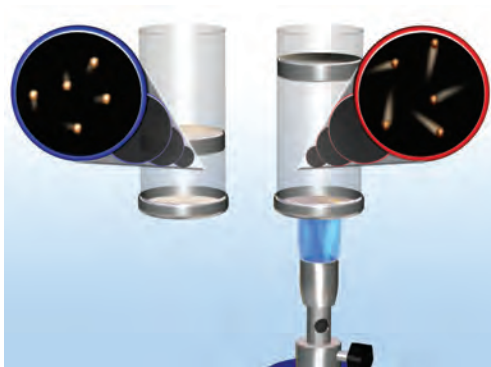
Φυσική και Ιστορία



Εικόνα 6.19.

Λουδοβίκος Μπόλτσμαν (1844-1906)

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



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.

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 τον 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 τον 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).

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;

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.

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).

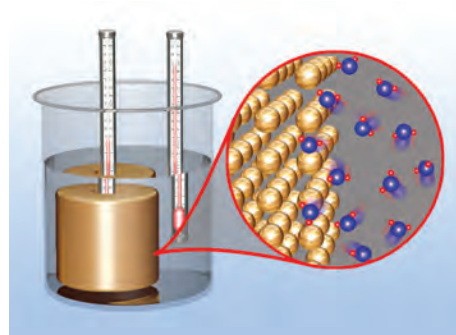
Τι συμβαίνει στους δομικούς λίθους του μετάλλου και του νερού; Αρχικά επειδή η θερμοκρασία του νερού είναι υψηλότερη από του μετάλλου, οι δομικοί λίθοι του νερού έχουν μεγαλύτερη κινητική ενέργεια από τους δομικούς λίθους του μετάλλου (κινούνται εντονότερα). Όταν ο κύλινδρος βυθιστεί στο νερό, δομικοί 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.

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 τον 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



Εικόνα 6.21.

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

Δραστηριότητα Ακόνισε το μυαλό σου

- ▶ 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;



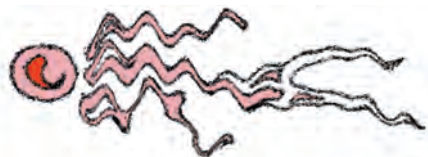
Εικόνα 6.22.

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 0Κ. Σ' αυτή τη θερμοκρασία οι δομικοί λίθοι του σώματος δεν είναι ακίνητοι. Καθένας από αυτούς έχει τη μικρότερη κινητική ενέργεια.



Εικόνα 6.25.

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

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.

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 ενός αερίου δεν ασκούνται δυνάμεις. 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 (εικόνα 6.25).

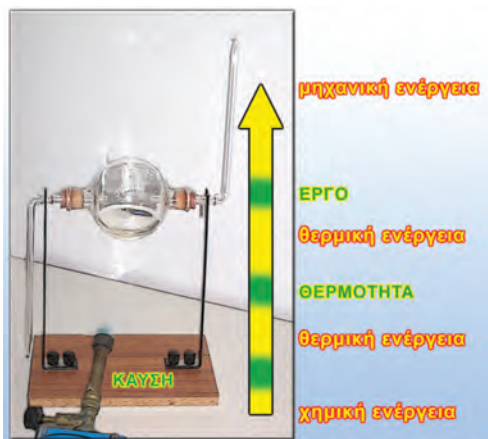
Θερμότητα μεταφέρεται από τη φλόγα στον αέρα του δοχείου. Ένα μέρος αυτής της ενέργειας παραμένει στον αέρα και μετασχηματίζεται σε εσωτερική ενέργεια του αέρα. Το υπόλοιπο μεταφέρεται από τον αέρα προς το έμβολο. Ο αέρας ασκεί δύναμη στο έμβολο. Το έμβολο κινείται και η δύναμη που ασκεί ο αέρας μετατοπίζει 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.

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

Φυσική και Ιστορία



Εικόνα 6.26.

Η εκδοχή της μηχανής του Ήρωα, 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.

νόμος και διατυπώθηκε πρώτη φορά από τον Γερμανό φυσικό και γιατρό Μάγιορ, 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 Βιολογία

ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ: ΜΙΑ ΖΩΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ

Στο ζωικό βασίλειο συχνά συμβαίνουν ενεργειακές μετατροπές ανάλογες με αυτές που συμβαίνουν σε μια μηχανή. Οι τροφές καίγονται. Υδαάνθρακες 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

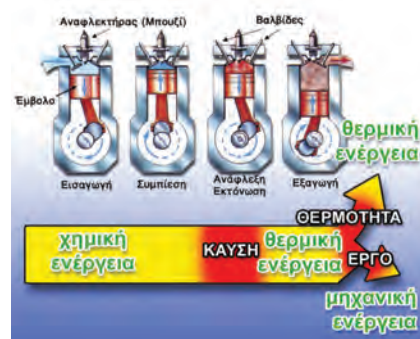
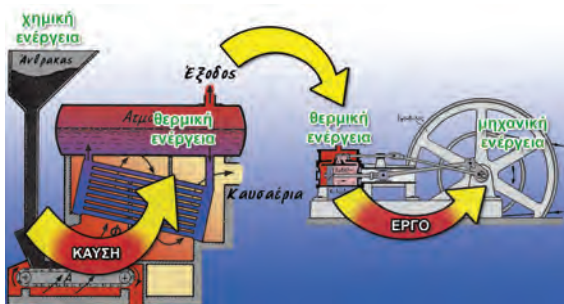
Από τη γραφική ατμομηχανή στον σύγχρονο βενζινοκινητήρα

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.



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.

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 καυσάερια.

