

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup> ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

### 6.1 Θερμόμετρα και μέτρηση θερμοκρασίας

#### 1. Τι ονομάζεται θερμοκρασία;

Το φυσικό μέγεθος που εκφράζει πόσο ζεστό ή κρύο είναι ένα σώμα ονομάζεται θερμοκρασία.

#### 2. Πως μετράμε τη θερμοκρασία;

Τη θερμοκρασία τη μετράμε με όργανα τα οποία ονομάζονται θερμόμετρα. Η λειτουργία των θερμομέτρων βασίζεται στη μεταβολή των ιδιοτήτων ορισμένων υλικών, όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία τους.

π.χ. στο υδραργυρικό θερμόμετρο όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία του υδραργύρου, εκείνος διαστέλλεται ή συστέλλεται, με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται το μήκος της στήλης του υδραργύρου στο θερμόμετρο.

#### 3. Τι γνωρίζετε για την κλίμακα Κελσίου;

Η κατασκευή της κλίμακας αυτής στηρίχθηκε σε δύο σταθερές θερμοκρασίες.

Το μηδέν ( $0^{\circ}\text{C}$ ) της κλίμακας αντιστοιχεί στη σταθερή θερμοκρασία που λιώνει ο καθαρός πάγος σε πίεση μιας ατμόσφαιρας.

Το εκατό ( $100^{\circ}\text{C}$ ) της κλίμακας αντιστοιχεί στη σταθερή θερμοκρασία στην οποία βράζει το καθαρό νερό σε πίεση μιας ατμόσφαιρας.

Χωρίζοντας την απόσταση ανάμεσα στις ενδείξεις μηδέν και εκατό στο θερμόμετρο σε εκατό ίσες υποδιαίρεσεις, βαθμονομούμε το θερμόμετρο ώστε κάθε υποδιαίρεση να αντιστοιχεί σε μεταβολή θερμοκρασίας κατά ένα βαθμό Κελσίου.

Θερμοκρασία κάτω από μηδέν βαθμούς Κελσίου χαρακτηρίζονται ως αρνητικές.

#### 4. Τι γνωρίζετε για την κλίμακα Φαρενάιτ;

Ο Φαρενάιτ θέλησε να κατασκευάσει μια νέα κλίμακα με την οποία να μετράει θερμοκρασίες η οποία δεν ήθελε να έχει αρνητικές ενδείξεις. Για το σκοπό αυτό όρισε ως μηδέν στην κλίμακα του, τη χαμηλότερη θερμοκρασία την οποία μπόρεσε να πετύχει στο εργαστήριό του: τη θερμοκρασία ενός μίγματος ίσων ποσοτήτων από πάγο, νερό και θαλασσινό αλάτι. Στη συνέχεια όρισε τη θερμοκρασία του υγιούς σώματος ως 96 βαθμούς στην κλίμακα του. Με βάση τα παραπάνω η σχέση ανάμεσα στη θερμοκρασία Φαρενάιτ  $T_F$  και στη θερμοκρασία της κλίμακας Κελσίου  $T_C$  διαμορφώνεται ως εξής:

$$T_F = 32 + 1,8T_C$$

*Η μεταβολή κατά  $1^{\circ}\text{C}$  ισοδυναμεί με μεταβολή κατά  $1,8^{\circ}\text{F}$*

#### 5. Τι είναι το απόλυτο μηδέν;

Η χαμηλότερη θερμοκρασία που μπορεί να υπάρξει στο σύμπαν ονομάζεται **απόλυτο μηδέν** και ισοδυναμεί με  $-273^{\circ}\text{C}$ .

#### 6. Τι είναι η απόλυτη κλίμακα θερμοκρασιών- Κλίμακα Κέλβιν;

Οι επιστήμονες με βάση την θερμοκρασία του απόλυτου μηδενός δημιούργησαν μια νέα κλίμακα θερμοκρασιών στην οποία έθεσαν ως μηδέν τη θερμοκρασία του απόλυτου μηδενός. Επομένως η απόλυτη κλίμακα θερμοκρασιών ή κλίμακα Κέλβιν όπως ονομάζεται **έχει μόνο θετικές ενδείξεις**. Η σχέση που συνδέει την απόλυτη κλίμακα θερμοκρασιών  $T_K$  με την κλίμακα Κελσίου  $T_C$  είναι:

$$T_K = 273 + T_C$$

*Η μεταβολή κατά  $1^{\circ}\text{C}$  ισοδυναμεί με μεταβολή κατά  $1\text{K}$*

#### 4. Ασκήσεις

1. Να μετατρέψετε τις παρακάτω θερμοκρασίες σε Κέλβιν  
α)  $40^{\circ}\text{C}$ , β)  $60^{\circ}\text{C}$ , γ)  $-88^{\circ}\text{C}$

2. Να μετατρέψετε τις παρακάτω θερμοκρασίες σε Κελσίου  
α)  $27\text{K}$ , β)  $160\text{K}$ , γ)  $243\text{K}$

3. Να συμπληρώσετε τον πίνακα

| $\Theta(^{\circ}\text{C})$ | $T(\text{K})$ | $T(^{\circ}\text{F})$ |
|----------------------------|---------------|-----------------------|
|                            | 310           |                       |
| 27                         |               |                       |
|                            |               | -36                   |

## 6.2 Θερμότητα: Μια μορφή ενέργειας

### 1. Τι ονομάζεται θερμότητα;

*Θερμότητα ονομάζουμε τη μορφή ενέργειας που μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ των δύο σωμάτων.*

*Η θερμότητα μεταφέρεται από το σώμα μεγαλύτερης θερμοκρασίας, στο σώμα μικρότερης θερμοκρασίας και ποτέ αντίστροφα.*

*Η θερμότητα είναι μορφή ενέργειας και άρα μονάδα μέτρησης της είναι το  $1\text{J}$ .*

## **2. Είναι σωστό να λέμε ότι ένα σώμα έχει θερμότητα;**

Η ύλη μπορεί έχει ενέργεια σε διάφορες μορφές (κινητική, δυναμική κτλ.) **δεν μπορεί να έχει όμως θερμότητα**. Η θερμότητα είναι μορφή ενέργειας που **μεταφέρεται** λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας ανάμεσα σε δύο σώματα.

**Η θερμότητα μεταφέρεται δεν αποθηκεύεται.**

### **Παρατήρηση:**

Η ενέργεια μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο ή μετατρέπεται από μια μορφή σε μία άλλη **με δύο τρόπους:**

- με μορφή έργου  $W$  (όταν υπάρχουν δυνάμεις)
- με μορφή θερμότητας  $Q$  (λόγω διαφοράς θερμοκρασίας)

Το έργο  $W$  και η θερμότητα  $Q$  είναι μορφές ενέργειας που **δεν αποθηκεύονται** αλλά μεταφέρονται από ένα σώμα σε ένα άλλο.

## **3.Πότε λέμε ότι δύο σώματα είναι σε θερμική επαφή;**

Δύο σώματα λέμε ότι είναι σε θερμική επαφή όταν είναι δυνατόν να μεταφερθεί θερμότητα από το ένα στο άλλο.

Όταν δύο σώματα είναι σε θερμική επαφή, η θερμότητα μεταφέρεται από το σώμα μεγαλύτερης θερμοκρασίας, στο σώμα μικρότερης θερμοκρασίας. Επομένως η θερμοκρασία του θερμότερου σώματος ελαττώνεται και του ψυχρότερου αυξάνει. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται μέχρις ότου τα σώματα να έρθουν σε **θερμική ισορροπία**.

## **4.Πότε λέμε ότι δύο σώματα είναι σε θερμική ισορροπία;**

Δύο σώματα που είναι σε θερμική επαφή λέμε ότι είναι σε θερμική ισορροπία όταν **δεν υπάρχει ροή θερμότητας** από το ένα στο άλλο οπότε τα σώματα έχουν **την ίδια θερμοκρασία**.

- Το θερμόμετρο δείχνει τη σωστή θερμοκρασία ενός σώματος μόνο όταν βρίσκεται σε θερμική ισορροπία σε αυτό

## **5.Μπορεί να υπάρξει μεταβολή στη θερμοκρασία ενός σώματος χωρίς να υπάρξει μεταφορά θερμότητας;**

Όπως είπαμε μεταφορά θερμότητας έχουμε μόνο όταν ανάμεσα σε δύο σώματα που είναι σε θερμική επαφή υπάρχει και διαφορά θερμοκρασίας. Όταν υπάρχει μεταφορά θερμότητας υπάρχει και μεταβολή στη θερμοκρασία των σωμάτων που είναι σε θερμική επαφή. Πολλές φορές όμως μπορεί να αυξηθεί η θερμοκρασία των σωμάτων, χωρίς να έχουμε μεταφορά θερμότητας, **εξαιτίας της τριβής** ανάμεσα στα σώματα.

Π.χ. όταν τρίβουμε τα χέρια μας μεταξύ τους, όταν τρίβουμε τη γομολάστιχα στο τραπέζι κ.α.

## 6.3 Πως μετράμε τη θερμότητα

### 1. Ποιος είναι ο νόμος της θερμιδομετρίας;

Όταν φέρουμε σε θερμική επαφή δύο σώματα διαφορετικής θερμοκρασίας τότε έχουμε ροή θερμότητας από θερμότερο στο ψυχρότερο σώμα. Η ποσότητα της θερμότητας που μεταφέρεται στο ψυχρότερο σώμα υπολογίζεται με βάση το **νόμο της θερμιδομετρίας** από τη σχέση:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

όπου:

- Q είναι η ποσότητα της θερμότητας που μεταφέρεται από το θερμότερο στο ψυχρότερο σώμα
- m είναι η μάζα του σώματος στο οποίο μεταφέρεται η θερμότητα
- $\Delta\theta$  είναι η μεταβολή της θερμοκρασίας του σώματος που απορροφά τη θερμότητα
- c είναι μια σταθερά που ονομάζεται **ειδική θερμότητα** και εξαρτάται από το υλικό τους σώματος που απορροφά τη θερμότητα

### 2. Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η θερμότητα που απορροφάει ένα σώμα;

Από την παραπάνω σχέση που αποτελεί το νόμο της θερμιδομετρίας προκύπτει ότι **η θερμότητα που απαιτείται για να αυξηθεί η θερμοκρασία ενός σώματος:**

- **είναι ανάλογη με τη μάζα m του σώματος** δηλαδή όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα ενός σώματος τόσες φορές περισσότερη θερμότητα πρέπει να προσφέρουμε για να την ίδια αύξηση της θερμοκρασίας του.
- **είναι ανάλογη με την αύξηση της θερμοκρασίας  $\Delta\theta$  του σώματος** δηλαδή όσο περισσότερο θέλουμε να αυξήσουμε τη θερμοκρασία ενός σώματος συγκεκριμένης μάζας, τόσες φορές περισσότερη θερμότητα πρέπει να του προσφέρουμε.
- **εξαρτάται από το είδος του υλικού του σώματος**, έτσι για παράδειγμα 1kg σιδήρου, 1kg νερού και 1kg λάδι χρειάζονται να απορροφήσουν διαφορετικά ποσά θερμότητας για να αυξηθεί η θερμοκρασία τους το ίδιο.

### 3. Πως ορίζεται η ειδική θερμότητα $c$ ενός υλικού;

Η ποσότητα της θερμότητας που απαιτείται να απορροφηθεί για να μεταβληθεί η θερμοκρασία  $1\text{kg}$  κάποιου υλικού κατά  $1^{\circ}\text{C}$  ονομάζεται ειδική θερμότητα  $c$ .

Η ειδική θερμότητα έχει χαρακτηριστική τιμή για κάθε υλικό. Δηλαδή κάθε υλικό έχει συγκεκριμένη τιμή ειδικής θερμότητας (όπως η πυκνότητα ενός υλικού).

Η μονάδα της ειδικής θερμότητας στο διεθνές σύστημα (S.I.) είναι το  $1 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}$

η μονάδα του  $c$  προκύπτει από τη σχέση του νόμου της θερμιδομετρίας αν την επιλύσουμε ως προς  $c$ :

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta\theta}$$

Η ειδική θερμότητα του νερού είναι  $c = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}$  αυτό σημαίνει ότι για να αυξηθεί η θερμοκρασία  $1\text{kg}$  νερού κατά  $1^{\circ}\text{C}$  απαιτείται θερμότητα  $4200\text{J}$ .

## **6.4 Θερμοκρασία, θερμότητα και μικρόκοσμος**

### **1. Τι είναι οι δομικοί λίθοι ενός σώματος;**

Οι **δομικοί λίθοι** ενός σώματος είναι τα μικροσκοπικά σωματίδια από τα οποία αποτελείται το σώμα. Οι δομικοί λίθοι είναι συνήθως τα μόρια, τα άτομα ή τα ιόντα από τα οποία αποτελείται ένα σώμα.

### **2. Πως σχετίζεται η κινητικότητα των δομικών λίθων με τη θερμοκρασία τους;**

Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία ενός σώματος τόσο πιο κινητικά, δηλαδή τόσο μεγαλύτερη κινητική ενέργεια έχουν οι δομικοί λίθοι λόγω της άτακτης κίνησης τους.

Η **θερμοκρασία** ενός σώματος συνδέεται με τη **μέση κινητική ενέργεια** των δομικών του λίθων.

### 3. Πως γίνεται η μεταφορά ενέργειας ανάμεσα σε δύο σώματα που βρίσκονται σε θερμική επαφή;

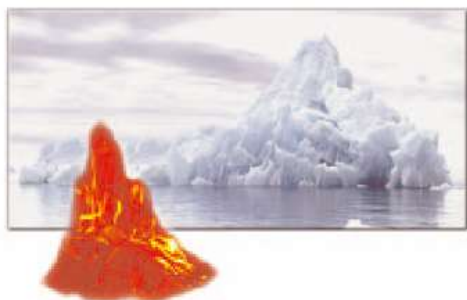
Η μεταφορά ενέργειας μεταξύ των δομικών λίθων μέσω των συγκρούσεων αντιστοιχεί στη μεταφορά θερμότητας μεταξύ των σωμάτων.

### 4. Τι ονομάζουμε θερμική ενέργεια ενός σώματος;

Θερμική ενέργεια ενός σώματος ονομάζουμε τη συνολική κινητική ενέργεια που έχουν οι δομικοί λίθοι του σώματος λόγω της άτακτης κίνησής τους.

### 5. Από τι εξαρτάται η θερμική ενέργεια ενός σώματος;

Η θερμική ενέργεια ενός σώματος εξαρτάται από τη **θερμοκρασία** και τη **μάζα** του σώματος.



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.

### 6. Τι ονομάζεται εσωτερική ενέργεια ενός σώματος;

Εσωτερική ενέργεια ενός σώματος ονομάζουμε το άθροισμα της **κινητικής** και της **δυναμικής** ενέργειας που έχουν συνολικά οι δομικοί λίθοι του σώματος, επειδή κινούνται άτακτα και επειδή ασκούν δυνάμεις μεταξύ τους.

Η εσωτερική ενέργεια ενός σώματος είναι ανάλογη της **θερμοκρασίας** και τη **μάζας** του σώματος.

### 7. Ποιες είναι οι διαφορές ανάμεσα στα στερεά, υγρά και τα αέρια σε σχέση με το σχήμα και τον όγκο τους καθώς και ανάμεσα στον τρόπο σύνδεσης των δομικών τους λίθων;

| Στερεά                                                                                              | Υγρά                                                                                                            | Αέρια                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- Σταθερό σχήμα και όγκο</li><li>- οι δομικοί λίθοι</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Δεν έχουν σταθερό σχήμα (παίρνουν το σχήμα του δοχείου που τα</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- ούτε σταθερό σχήμα, ούτε σταθερό όγκο (καταλαμβάνουν</li></ul> |

|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>είναι σε καθορισμένες θέσεις και το μόνο που μπορούν να κάνουν είναι να ταλαντώνονται γύρω από τη θέση ισορροπίας τους</p> | <p>τοποθετούμε) έχουν μόνο σταθερό όγκο</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Οι δομικοί λίθοι γλιστρούν μεταξύ τους αλλά διατηρούν τις μεταξύ τους αποστάσεις</li> </ul> | <p>όλο τον διαθέσιμο όγκο)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Οι δομικοί λίθοι έλκονται χαλαρά μεταξύ τους και κινούνται σχεδόν ελεύθερα, και εξαπλώνονται χωρίς να διατηρούν τις αποστάσεις μεταξύ τους</li> </ul> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|