

## Φύλλο Εργασίας 5

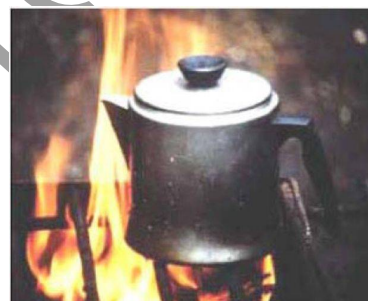
### Από τη Θερμότητα στη θερμοκρασία - Η θερμική Ισορροπία

#### α. Παρατηρώ, Πληροφορούμαι, Ενδιαφέρομαι

Στο βιβλίο των φυσικών του δημοτικού σχολείου της Ε' τάξης υπάρχει η παρακάτω αναφορά στη θερμοκρασία και τη θερμότητα. Στο δημοτικό σχολείο τις αντιμετωπίσαμε ως "έννοιες", στο γυμνάσιο τις μετράμε ως "φυσικά μεγέθη".

#### Θερμοκρασία - Θερμότητα: Δύο έννοιες διαφορετικές

Η **θερμοκρασία** είναι μια έννοια που μας βοηθά να περιγράψουμε πόσο θερμό ή ψυχρό είναι ένα σώμα. Όταν ένα σώμα είναι θερμό, λέμε ότι έχει υψηλή θερμοκρασία, όταν είναι ψυχρό, λέμε ότι έχει χαμηλή θερμοκρασία. Τη θερμοκρασία τη μετράμε με ειδικά όργανα, τα θερμόμετρα.



Όπως όλες οι αλλαγές γύρω μας, έτσι και η αλλαγή της θερμοκρασίας οφείλεται στην ενέργεια. Μία από τις μορφές ενέργειας είναι η **θερμική ενέργεια**.

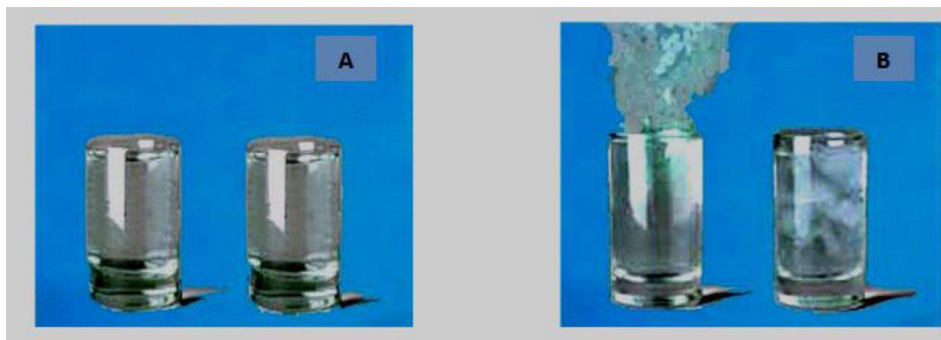
Θερμική ενέργεια ονομάζουμε την κινητική ενέργεια των μορίων λόγω των συνεχών και τυχαίων κινήσεών τους. Τη θερμική ενέργεια την αντιλαμβανόμαστε από τη θερμοκρασία του σώματος. Όσο περισσότερη θερμική ενέργεια έχει ένα σώμα, τόσο μεγαλύτερη είναι και η θερμοκρασία του.

Η αύξηση ή η μείωση της θερμικής ενέργειας του σώματος, άρα και η αύξηση ή η μείωση της θερμοκρασίας του γίνεται με τη ροή ενέργειας. Όταν στο σώμα προσφέρεται ενέργεια, η θερμική ενέργειά του, άρα και η θερμοκρασία του, αυξάνεται. Αντίθετα, όταν το σώμα χάνει ενέργεια, η θερμική του ενέργεια, άρα και η θερμοκρασία του, μειώνεται.

Την ενέργεια, όταν ρέει από ένα σώμα προς ένα άλλο λόγω διαφορετικής θερμοκρασίας, την ονομάζουμε **θερμότητα**.

Η θερμότητα ρέει πάντοτε από τα σώματα με υψηλότερη θερμοκρασία προς τα σώματα με χαμηλότερη θερμοκρασία.

Με βάση τα παραπάνω, παρατήρησε τις εικόνες που ακολουθούν και είναι τοποθετημένες τυχαία και όχι κατά χρονολογική σειρά.



Βρες ποια εικόνα προηγείται χρονολογικά, η Α ή η Β;

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ:**

Στην εικόνα Α υπάρχουν δύο ποτήρια γεμάτα με νερό σε υγρή μορφή. Στην εικόνα Β υπάρχουν δύο ποτήρια, στο ένα «φαίνεται» να έχει προσφερθεί θερμότητα και το νερό να βράζει. Στο άλλο ποτήρι «φαίνεται» να έχει αφαιρεθεί θερμότητα και το νερό να έχει αρχίσει να μετατρέπεται σε πάγο.

Χρονολογικά προηγείται η εικόνα Α διότι και τα δύο ποτήρια είναι γεμάτα με νερό. Στη δεύτερη εικόνα με το βρασμό η ποσότητα του νερού θα ελαττωθεί. Επομένως μετά το βρασμό η στάθμη του νερού θα έχει κατέβει.

**β. Συζητώ, Αναρωτιέμαι, Υποθέτω**

Συζήτησε με τους συμμαθητές σου τα παραπάνω φαινόμενα και τη σχέση θερμοκρασίας - θερμότητας. Γράψε τις υποθέσεις σου για αυτά τα φαινόμενα, τις αιτίες τους, την εξέλιξή τους και τα αποτελέσματά τους.

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ:**

Όταν σε μια ποσότητα νερού προσφέρεται θερμότητα, η θερμοκρασία του ανεβαίνει. Υπάρχει περίπτωση η άνοδος της θερμοκρασίας να είναι τόσο μεγάλη ώστε να αρχίσει να βράζει. Κατά τη διάρκεια του βρασμού το νερό μετατρέπεται από υγρό σε αέριο.

Αντίθετα όταν σε μια ποσότητα νερού αφαιρεθεί θερμότητα, η θερμοκρασία του κατεβαίνει. Υπάρχει περίπτωση η θερμοκρασία του να κατέβει τόσο πολύ ώστε να αρχίσει να μετατρέπεται σε πάγο. Όταν το νερό αρχίσει να παγώνει μετατρέπεται από υγρό σε στερεό. Αντίστοιχα φαινόμενα εμφανίζονται και σε άλλα σώματα όταν τους προσφέρουμε ή τους αφαιρούμε θερμότητα.

## γ. Ενεργώ, Πειραματίζομαι

Συγκέντρωσε τα παρακάτω υλικά και όργανα για την εκτέλεση σχετικού πειράματος.

**Υλικά / Όργανα:** δύο θερμομέτρα οινόπνευματος (με περιοχή τιμών από  $-10^{\circ}\text{C}$  έως  $120^{\circ}\text{C}$ , πυρίμαχο δοχείο (πυρέξ), νερό, ηλεκτρικό μάτι θέρμανσης, λεκάνη (μεγαλύτερη από το δοχείο).



### Πείραμα

Τοποθέτησε το πυρίμαχο δοχείο το οποίο περιέχει μικρή ποσότητα νερού επάνω στο ηλεκτρικό μάτι.

Άναψε το μάτι, ώστε να αρχίσει να θερμαίνεται το νερό.

Θέρμανε το νερό έως ότου η θερμοκρασία του φθάσει στους  $70^{\circ}\text{C}$  περίπου.

Στη συνέχεια, τοποθέτησε το δοχείο με το ζεστό νερό μέσα στη λεκάνη η οποία περιέχει νερό της βρύσης.



Άρχισε να μετράς συγχρόνως ανά ένα λεπτό τις τιμές της θερμοκρασίας του θερμότερου νερού του δοχείου και του ψυχρότερου νερού της λεκάνης.

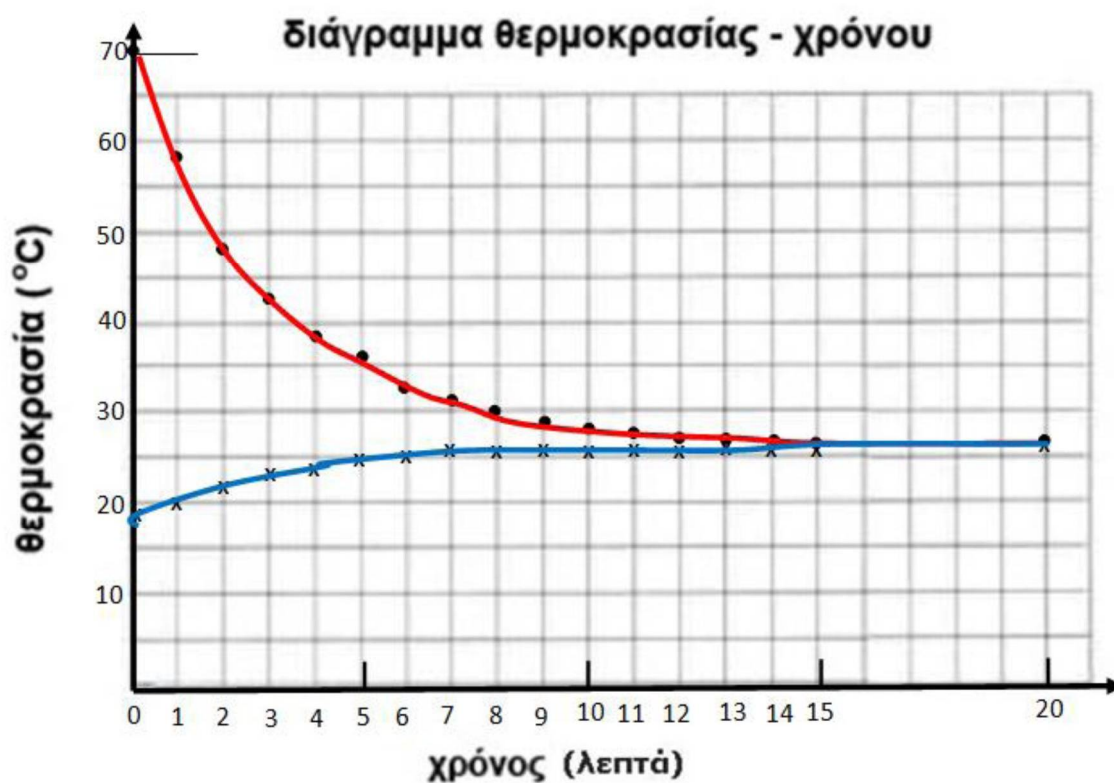
Γράφε τις τιμές αυτές στις αντίστοιχες στήλες του παρακάτω πίνακα, ονομάζοντας  $\theta_1$  τη θερμοκρασία του νερού του δοχείου και  $\theta_2$  τη θερμοκρασία του νερού της λεκάνης.

Συνέχισε να μετράς και να γράφεις, έως ότου οι δυο θερμοκρασίες σταθεροποιηθούν.

Χρόνος (λεπτά)	$\theta_1$ $^{\circ}\text{C}$	$\theta_2$ $^{\circ}\text{C}$
0	70	18,5
1	58	19
2	49	20
3	43	22
4	39	23
5	36	24
6	33	25
7	31	25,5
8	30	26

Χρόνος (λεπτά)	$\theta_1$ $^{\circ}\text{C}$	$\theta_2$ $^{\circ}\text{C}$
9	29	26
10	28	26
11	27,5	26,1
12	27	26,1
13	26,8	26,1
14	26,5	26,2
15	26,2	26,2
20	26,2	26,2

Σημείωσε τις τιμές των μετρήσεών σου στο διάγραμμα «θερμοκρασίας - χρόνου», χρησιμοποιώντας διαφορετικά σύμβολα, πχ. ο για τις τιμές των θερμοκρασιών του νερού του δοχείου και x για τις τιμές των θερμοκρασιών του νερού της λεκάνης. Σχεδίασε με τη βοήθεια του/της καθηγητή/τριας σου μια καμπύλη για το καθένα.



Ποια είναι η εξέλιξη των θερμοκρασιών; Σύγκρινε μεταξύ τους τις δύο καμπύλες. Τι παρατηρείς;

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ:**

Η θερμοκρασία του νερού που βρίσκεται στο δοχείο που έχουμε ζεστάνει έχει αρχική θερμοκρασία 70 °C.

Στη συνέχεια η θερμοκρασία του μειώνεται αρχικά γρήγορα και στη συνέχεια όλο και πιο αργά.

Τα τελευταία 5 λεπτά η θερμοκρασία του παραμένει σχεδόν σταθερή **26,2 °C**

Η θερμοκρασία του νερού που βρίσκεται στη λεκάνη έχει αρχική θερμοκρασία 18,5 °C.

Στη συνέχεια η θερμοκρασία του αυξάνεται αρχικά γρήγορα και στη συνέχεια όλο και πιο αργά.

Τα τελευταία 6 λεπτά η θερμοκρασία του παραμένει σχεδόν σταθερή **26,2 °C**.

## δ. Συμπεραίνω, Καταγράφω

Γράψε τα συμπεράσματά σου με βάση τις παρατηρήσεις σου.  
Τι ορίζεις ως "θερμική ισορροπία";

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

Όταν δύο σώματα με αρχικές διαφορετικές θερμοκρασίες έρχονται σε **θερμική επαφή**, τότε μεταφέρεται θερμότητα από το σώμα που έχει μεγαλύτερη θερμοκρασία στο σώμα που έχει μικρότερη θερμοκρασία.

Η μεταφορά θερμότητας διαρκεί μέχρι τα δύο σώματα αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία.

Λέμε τότε ότι τα δύο σώματα βρίσκονται σε **θερμική ισορροπία**. Η τελική θερμοκρασία των δύο σωμάτων έχει σχέση με τις ποσότητες των δύο υγρών.

## ε. Εφαρμόζω, Εξηγώ, Γενικεύω

Εφάρμοσε τα συμπεράσματά σου και σε άλλες περιπτώσεις επανάληψης των παραπάνω φαινομένων στην καθημερινή ζωή. Συζήτησε με τους συμμαθητές σου.

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

Όταν κάποιος είναι άρρωστος, βάζει το θερμόμετρο για να μετρήσει τη θερμοκρασία του σώματός του. Ανάλογα με το είδος θερμομέτρου το αφήνει 2-5 λεπτά και στη συνέχεια βλέπει τη θερμοκρασία του. Εκείνα τα 2-5 λεπτά είναι ο χρόνος που χρειάζεται για να φτάσουν το θερμόμετρο και το σώμα του ασθενή σε κατάσταση θερμικής ισορροπίας.

Όταν ανάβουμε το καλοριφέρ το χειμώνα, φεύγει θερμότητα από το σώμα του καλοριφέρ και πηγαίνει στον αέρα και στα υπόλοιπα αντικείμενα του δωματίου. Η μεταφορά θερμότητας συνεχίζεται όσο το σώμα του καλοριφέρ είναι πιο ζεστό από το περιβάλλον του.

Όταν βάζουμε ένα πιάτο με ζεστό φαγητό στο ψυγείο, φεύγει θερμότητα από το φαγητό και πηγαίνει σε όλα τα υπόλοιπα τρόφιμα που βρίσκονται στο ψυγείο. Η μεταφορά θερμότητας σταματάει όταν το πιάτο και το υπόλοιπο περιβάλλον μέσα στο ψυγείο φτάσουν σε κατάσταση θερμικής ισορροπίας, δηλαδή αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία.

**Προσομοίωση για την θερμική ισορροπία:** στη διεύθυνση που ακολουθεί μπορείτε να δείτε μια προσομοίωση που αφορά στην θερμική ισορροπία:

<http://www.seilias.gr/images/stories/myvideos/thermalEquilibrium.swf>

Με τη βοήθεια του/της καθηγητή/τριας σου και μελετώντας το παράρτημα, συζήτησε με τους συμμαθητές σου και εξήγησε την αύξηση ή μείωση της θερμοκρασίας των σωμάτων του μακρόκοσμου με τις κινήσεις των μορίων του μικρόκοσμου.

### **ΑΠΑΝΤΗΣΗ:**

Η συνεχής, άτακτη κίνηση των δομικών λίθων ενός σώματος συνδέεται στενά με τη θερμοκρασία του. Πράγματι, αν θερμάνουμε ένα δοχείο που κλείνει αεροστεγώς με έμβολο, παρατηρούμε ότι το έμβολο κινείται προς τα έξω. Πώς θα εξηγήσουμε το φαινόμενο αυτό με τη βοήθεια των δομικών λίθων του;

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. 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. 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 πάρουμε για το παράδειγμα ένα κρύο μεταλλικό κύλινδρο ο οποίος τοποθετείται σε δοχείο με καυτό νερό. Παρατηρούμε ότι ύστερα από ορισμένο χρονικό διάστημα οι θερμοκρασίες των δυο σωμάτων γίνονται ίσες.

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. 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.