

17ο Μάθημα

ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΟΛΗ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ - ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΑ

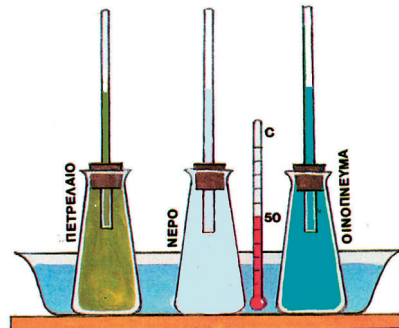
Μια ιδιότητα των υγρών που μας επιτρέπει να μετράμε γρήγορα και με ακρίβεια τη θερμοκρασία των σωμάτων

Στην εποχή μας, τα θερμόμετρα είναι προσιτά σ' όλους και μας πληροφορούν με ακρίβεια για τις θερμοκρασίες. Είναι δύσκολο να φανταστούμε ότι πριν από 200 χρόνια δεν υπήρχε ακριβής τρόπος μετρήσεως της θερμοκρασίας. Κανένας δεν μπορούσε να πει ακριβώς πόσο ζεστότερη ήταν η μια μέρα από την άλλη, παρά μόνο ανάλογα με ό,τι αισθανόταν. Ο γιατρός υπολόγιζε τον πυρετό του αρρώστου ακουμπώντας το χέρι στο μέτωπο, όπως οι καλοί μάγειροι χρησιμοποιούν την πείρα που έχουν στη φωτιά για να κρίνουν αν είναι καλά ζεσταμένος ο φούρνος. Μια τέτοια όμως εμπειρική γνώση δεν ικανοποιεί τις σύγχρονες ανάγκες της καθημερινής ζωής, πολύ δε περισσότερο αυτές της επιστήμης και της τεχνολογίας.

Διαστολή και συστολή διαφόρων υγρών

Πείραμα 1

Πάρτε τρία όμοια γυάλινα δοχεία (ή τρεις ίδιους δοκιμαστικούς σωλήνες) και γεμίστε τα μέχρι το στόμιό τους με πετρέλαιο, νερό και οινόπνευμα αντιστοίχως. Κλείστε τα δοχεία με πλαστικά πώματα στα οποία έχουν προσαρμοστεί πολύ λεπτά γυάλινα σωληνάκια, έτσι ώστε με κατάλληλη προσαρμογή του πώματος τα τρία υγρά να είναι στο ίδιο ύψος. Τοποθετήστε κατόπιν τα τρία δοχεία σ' ένα μεγάλο δοχείο που έχει θερμό νερό. Τι παρατηρείτε;



.....
.....
.....
.....

- Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **διαστολή των υγρών**.

Από το ύψος του υγρού στα τρία σωληνάκια συμπεραίνουμε ότι σε διαφορετικά υγρά που υποβάλλονται στην ίδια μεταβολή, συμβαίνει

Συνέχεια Πειράματος 1

Περιμένετε λίγα λεπτά και παρατηρήστε ξανά τη στάθμη των υγρών στα τρία σωληνάκια. Τι συμπεραίνετε;

.....

.....

.....

Έπειτα από λίγο χρόνο όταν η στάθμη των υγρών στα γυάλινα σωληνάκια σταθεροποιηθεί, ρίξτε μερικά παγάκια μέσα στο μεγάλο δοχείο. Τι κάνει η θερμοκρασία των υγρών μέσα στα τρία δοχεία; Τι συμβαίνει στο ύψος των τριών υγρών;

.....

.....

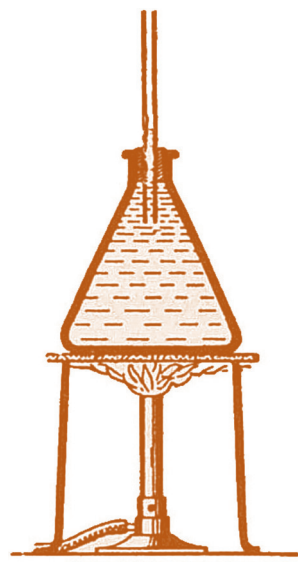
.....

- Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **συστολή των υγρών**.

Διαστολή και συστολή του νερού

Πείραμα 2

Πάρτε μια μεγάλη φιάλη και γεμίστε την με νερό. Ρίξτε μέσα σ' αυτή λίγες σταγόνες μελάνι για να μπορείτε ευκολότερα να παρατηρείτε τη στάθμη του νερού. Προσαρμόστε ένα πλαστικό πώμα μέσα από το οποίο είναι περασμένος ένας γυάλινος σωλήνας, όσο το δυνατό λεπτότερος. Βάλτε τη φιάλη μέσα σε ένα άλλο μεγαλύτερο δοχείο με νερό και ρίξτε μερικά παγάκια. Μετρήστε με ένα θερμόμετρο τη θερμοκρασία του νερού με τα παγάκια και σημειώστε τη στάθμη του νερού στο σωλήνα με ένα μαρκαδόρο. Θερμάνετε το δοχείο με το νερό και τα παγάκια με τη βοήθεια ενός καμινέτου. Κάθε φορά που η θερμοκρασία του νερού στο δοχείο ανεβαίνει κατά ένα βαθμό Κελσίου, σημειώστε με τον μαρκαδόρο τη στάθμη του νερού στο σωλήνα. Συνεχίστε τη διαδικασία αυτή μέχρι τη θερμοκρασία των 12°C (περίπου). Μετρήστε με ένα υποδεκατόμετρο την απόσταση κάθε στάθμης από τη χαμηλότερη σε χιλιοστόμετρα. Το ύψος κάθε στάθμης θα αντιστοιχεί στον όγκο του νερού. Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα. Τι παρατηρείτε;



.....

.....

.....

Θερμοκρασία νερού (°C)	Ύψος στάθμης νερού στον σωλήνα
0	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

- Τι περιμένεις να συμβεί αν ψύξουμε το νερό, ξεκινώντας από θερμοκρασία γύρω στους 12°C μέχρι θερμοκρασία γύρω στους 0°C;

.....

- Για ποιο λόγο στα πειράματα που κάνατε χρησιμοποιήσατε πολύ λεπτούς σωλήνες πάνω από τα δοχεία;

.....

- Τι συμπέρασμα βγάξετε για την αύξηση του όγκου που παθαίνει ορισμένος όγκος υγρού με την αύξηση της θερμοκρασίας;

.....

Να έχεις υπόψη σου: Πόση δύναμη απαιτείται για να εμποδιστεί η διαστολή

Έχει μετρηθεί ότι μια στήλη οινόπνεύματος ύψους 1 m, εμβαδού διατομής 1 cm² αν θερμανθεί στους 60°C, διαστέλλεται κατά 5 εκατοστά (cm). Για να εμποδίσουμε αυτή τη διαστολή, θα πρέπει να ασκήσουμε δύναμη όση είναι η δύναμη έλξης πέντε αλόγων, δύναμη αρκετά μεγάλη.

Θερμόμετρα

Την ιδιότητα των στερεών και υγρών σωμάτων (όπως επίσης και των αερίων) να διαστέλλονται, όταν η θερμοκρασία τους αυξάνεται, και να συστέλλονται όταν η θερμοκρασία τους ελαττώνεται, χρησιμοποιούμε για την κατασκευή των θερμομέτρων. Ποιο είναι το πιο γνωστό σου θερμόμετρο;

Πώς βαθμολογούνται τα θερμόμετρα ώστε να μετρούν σωστά τη θερμοκρασία

Για να δείχνουν τα θερμόμετρα σωστά τη θερμοκρασία, πρέπει να έχουν κατάλληλα βαθμολογηθεί. Γι' αυτό έχουν επιλεγεί δύο σταθερές θερμοκρασίες που παρατηρούνται σε φυσικά φαινόμενα. Να συζητήσετε στην τάξη φαινόμενα που συμβαίνουν σε χαρακτηριστικές θερμοκρασίες, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η βαθμολόγηση ενός θερμομέτρου. Έτσι θα καταλήξετε στην εκατονταβάθμια κλίμακα Κελσίου.

α) Αν βυθίσουμε μέσα σε ένα δοχείο που περιέχει μαζί με νερό και τρίμματα πάγου ένα θερμόμετρο με στήλη υδραργύρου, ο υδράργυρος λόγω συστολής κατεβαίνει και παραμένει σε ορισμένη θέση. Τη θερμοκρασία στην οποία λειώνει ο καθαρός πάγος την ορίζουμε ως θερμοκρασία **μηδέν** της κλίμακας Κελσίου.

β) Αν λίγο πάνω από την επιφάνεια απεσταγμένου νερού που βράζει κρατήσουμε ένα υδραργυρικό θερμόμετρο, ο υδράργυρος θα διασταλεί, θα ανέρχεται και στη συνέχεια η υδραργυρική στήλη θα παραμείνει σε μια θέση. Στη θέση αυτή η στήλη δείχνει τη θερμοκρασία του νερού που βράζει. Τη θερμοκρασία αυτή την ορίζουμε ως το **εκατό** της κλίμακας Κελσίου.

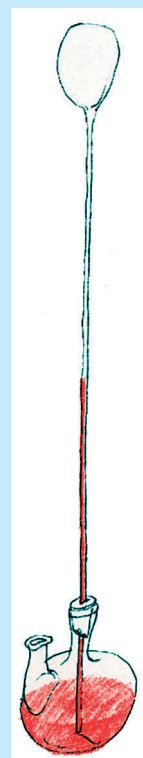
Η ιστορία των θερμομέτρων

Οι πρώτες προσπάθειες για να μετρηθούν οι διαβαθμίσεις του κρύου και του ζεστού άρχισαν στις αρχές του 17ου αιώνα, όταν ο Γαλιλαίος επινόησε το **θερμοσκόπιο**. Αυτό ήταν ένα γυάλινο δοχείο, με προσαρτημένο έναν λεπτό γυάλινο σωλήνα. Ο Γαλιλαίος ζέστανε το δοχείο με τις παλάμες του και ύστερα αναποδογύριζε όλη τη συσκευή, ώστε ο σωλήνας να βυθιστεί σε ένα μεγαλύτερο δοχείο με νερό. Όταν η συσκευή κρύωσε, το νερό ανέβηκε στον σωλήνα. Αυτό το όργανο χρησιμοποιούσε για να ερευνά τις διαβαθμίσεις του κρύου και του ζεστού.

Την ιδέα του Γαλιλαίου ακολούθησαν αρκετοί ερευνητές. Αυτό που έλειπε από τις πρώτες συσκευές ήταν μια κλίμακα μετρήσεων.

Ο D.G. Fahrenheit (Φαρενάιτ) γύρω στα 1724 διάλεξε πρώτος δύο θερμοκρασίες, α) τη θερμοκρασία στην οποία γίνεται στερεό (παγώνει) μίγμα από πάγο, νερό και αλάτι 0°F και β) τη θερμοκρασία ενός υγιούς άνδρα, την οποία καθόρισε αυθαίρετα σε 96°F. Στην κλίμακα Φαρενάιτ, οι 0°C αντιστοιχούν σε 32 βαθμούς, ενώ οι 100°C αντιστοιχούν σε 212 βαθμούς. Η κλίμακα Φαρενάιτ χρησιμοποιείται και σήμερα σε μερικές χώρες, π.χ. Βρετανία και ΗΠΑ.

Το 1730 ο R.A.F. de Reaumur (Ρεωμύρ) πρότεινε μια κλίμακα, που χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα σε μερικές χώρες της Ευρώπης. Η κλίμακα αυτή διαιρεί το διάστημα θερμοκρασιών ανάμεσα στην πήξη και στον βρασμό του νερού σε 80 βαθμούς. Δέκα χρόνια αργότερα, ο A. Celsius (Κέλσιος) υπέδειξε το μηδέν ως θερμοκρασία βρασμού του νερού και το 100 ως θερμοκρασία τήξεως του πάγου, μια κλίμακα που σύντομα αντέστρεψε, με σημείο βρασμού τους 100°C και τήξεως τους 0°C. Αυτή είναι η γνωστή μας εκατονταβάθμια κλίμακα που χρησιμοποιούν οι περισσότεροι άνθρωποι σήμερα.



ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΣΕ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τι ονομάζουμε διαστολή και τι συστολή ενός υγρού;
2. Όλα τα υγρά, όταν υποστούν την ίδια μεταβολή θερμοκρασίας, διαστέλλονται το ίδιο ή διαφορετικά;
3. Ποια σχέση έχει η διαστολή ενός υγρού με την αύξηση της θερμοκρασίας του;
4. Τι ξεχωριστό συμβαίνει με τη διαστολή του νερού;
5. Σε ποια θερμοκρασία ορισμένη ποσότητα νερού έχει τον μικρότερο όγκο; Τι συμβαίνει στην πυκνότητα του νερού σε αυτή τη θερμοκρασία;
6. Πού στηρίζεται η λειτουργία των θερμομέτρων;
7. Με βάση ποιες θερμοκρασίες καθορίζεται το μηδέν και το εκατό της κλίμακας Κελσίου;

Για να γνωρίσεις περισσότερα, να σκεφθείς και να καταλάβεις γιατί

1. Ο όγκος ενός υγρού που περιέχεται σε ένα γυάλινο ή μεταλλικό δοχείο που θερμαίνεται εξωτερικά αρχικά ελαττώνεται. Μπορείς να εξηγήσεις αυτό το παράδοξο; Τελικά ο όγκος του υγρού αυξάνεται σε σχέση με τον αρχικό όγκο του. Να προσπαθήσεις να το εξηγήσεις, λαμβάνοντας υπόψη ότι τα υγρά σώματα διαστέλλονται περισσότερο από τα στερεά με την αύξηση της θερμοκρασίας.
2. Είναι δυνατόν να χρησιμοποιήσουμε θερμομέτρα που στον γυάλινο σωλήνα τους περιέχουν αντί υδραργύρου άλλο υγρό π.χ. οινόπνευμα, γλυκερίνη;
3. Μπορείς να σκεφθεί λόγους για τους οποίους προτιμάται ο υδράργυρος ως υγρό στα θερμομέτρα; Να συζητήσετε στην τάξη τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των υδραργυρικών θερμομέτρων.
4. Μετράς τη θερμοκρασία του σώματός σου με ένα ιατρικό θερμομέτρο και βρίσκεις $35,6^{\circ}\text{C}$. Αφήνεις το θερμομέτρο πάνω στο τραπέζι. Δεδομένου ότι η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι συνήθως πολύ χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του σώματός μας, τι θερμοκρασία θα έπρεπε να δείξει το θερμομέτρο έπειτα από λίγο; Συμβαίνει στην πραγματικότητα αυτό; Θα συνέβαινε το ίδιο με ένα άλλο θερμομέτρο σαν κι αυτά που χρησιμοποιούμε στο εργαστήριο; Για ποιο λόγο νομίζεις ότι συμπεριφέρεται έτσι το ιατρικό θερμομέτρο; (Ο καθηγητής σας μπορεί να σας βοηθήσει να καταλάβετε πώς είναι κατασκευασμένο το ιατρικό θερμομέτρο.)
5. Το νερό γύρω στους 4°C παρουσιάζει τον μικρότερο όγκο του. Τι συνέπεια έχει το γεγονός αυτό για την πυκνότητα του νερού σ' αυτή τη θερμοκρασία;
6. Μεγαλύτερη πυκνότητα έχει μια ποσότητα πάγου ή μια ίση σε όγκο ποσότητα νερού; Γιατί ο πάγος επιπλέει στο νερό;
7. Όταν τον χειμώνα παγώνει η λίμνη της Πρέσπας, οι κτηνοτρόφοι ξέρουν ότι κάτω από το επιφανειακό στρώμα του πάγου, το νερό είναι σε υγρή κατάσταση. Γι' αυτό σπάζουν τον πάγο για να μπορέσουν τα ζώα τους να πιουν νερό. Το φαινόμενο αυτό είναι γενικό, δηλαδή όταν έχουμε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, οι λίμνες παγώνουν στην επιφάνεια, αλλά όχι σε μεγάλο ή όλο τους το βάθος. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι όταν ψύχεται το νερό από τους $+4^{\circ}\text{C}$ μέχρι τους 0°C , αντί να ψύχεται διαστέλλεται. Μάλιστα, στους $+4^{\circ}\text{C}$ έχει τον μικρότερο όγκο, άρα τη μεγαλύτερη πυκνότητα (δες και 7ο Μάθημα, Ερώτηση 11). Να εξηγήσεις γιατί οι λίμνες δεν παγώνουν σε όλο τους το βάθος (δες και τις δύο προηγούμενες Ερωτήσεις 5 και 6). Ποια η συνέπεια αυτού του φαινομένου για τους υδρόβιους οργανισμούς;
8. Συνιστάται από τους κατασκευαστές ψυγείων και καταψυκτών να μην τοποθετούμε στην κατάψυξη δοχεία ή φιάλες γεμάτα μέχρι πάνω με υγρό. Για ποιο λόγο;

