ΦΥΛΛΟ 4ο - Μετρήσεις θερμοκρασίας – Η βαθμονόμηση

Φαντάσου ότι πάνω στο τραπέζι της κουζίνας είναι δύο ποτήρια με χυμό. Το ένα έχει “μείνει” στο ποτήρι για πάνω από μισή ώρα ενώ το άλλο μόλις το βγάλαμε από το ψυγείο.

**Ποιο από τα δύο θα είναι πιο κρύο;**

Η απάντηση είναι προφανής, το ποτήρι που μόλις βγήκε από το ψυγείο. Εάν πιάσεις ταυτόχρονα τα δύο ποτήρια θα δεις ότι η διαφορά είναι μεγάλη.

Για να περιγράψουμε όμως με ακρίβεια αν ένα αντικείμενο είναι κρύο, δροσερό, χλιαρό, ζεστό ή καυτό χρειαζόμαστε ένα ακόμα φυσικό μέγεθος: τη **θερμοκρασία**.

Έτσι στο προηγούμενο παράδειγμα το δεύτερο ποτήρι έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από το πρώτο.

Εάν ένας συμμαθητής σου πει πως νιώθει ότι έχει πυρετό, θα ακουμπούσες το χέρι σου στο μέτωπο του ώστε να κάνεις μια εκτίμηση της θερμοκρασίας του, αν δηλαδή είναι πιο ζεστός από το κανονικό.

**Σου δίνει όμως αυτός ο τρόπος μια ακριβή μέτρηση της θερμοκρασίας;**

Φαντάσου ότι είναι χειμώνας, και πριν κάνεις εκτίμηση της θερμοκρασίας του συμμαθητή σου, στέκεσαι έξω και τα χέρια σου έχουν παγώσει. Το μέτωπό του τότε, θα σου φανεί πολύ πιο ζεστό απ' ότι να ήσουν μέσα πριν τη μέτρηση. Αν πάλι ο συμμαθητής σου ήταν έξω στο κρύο, τότε θα σου φανεί πολύ πιο κρύο το πρόσωπο του απ' ότι να ήταν μέσα εξ' αρχής.

Βλέπεις λοιπόν ότι με τις αισθήσεις μας δεν μπορούμε να κάνουμε μετρήσεις με ακρίβεια, παρά μόνο να μετράμε κατά προσέγγιση.

**Πώς όμως θα μετρήσεις σωστά τη θερμοκρασία; Ποια είναι η μονάδα μέτρησής της;**

Όπως όλα τα φυσικά μεγέθη, έτσι και η θερμοκρασία χρειάζεται ειδικά **όργανα**για να την μετρήσεις που λέγονται **θερμόμετρα**.

Τα περισσότερα θερμόμετρα που θα χρησιμοποιήσεις στην καθημερινή σου ζωή **μετράνε σε Βαθμούς Κελσίου (⁰C), μια κλίμακα που είναι** **βασισμένη**στο**πότε παγώνει (0 οC) και πότε βράζει (100 οC) το καθαρό νερό. Στηρίζεται δε, στην συστολή και την διαστολή του υδραργύρου, σε σχέση με τη μεταβολή της θερμοκρασίας**

**Μια άλλη μονάδα μέτρησης θερμοκρασίας είναι οι βαθμοί Φαρενάιτ (oF). Στην περίπτωση αυτή , σαν μηδέν επιλέχθηκε η θερμοκρασία ενός μείγματος ίσων ποσοτήτων από πάγο, νερό και θαλασσινό αλάτι. Η θερμοκρασία ενός υγιή ανθρώπου , ορίστηκε ως το 96 της κλίμακας αυτής. Έτσι η θερμοκρασία στην οποία λιώνει ο πάγος είναι 32 βαθμοί Φαρενάιτ (oF) και αυτή στην οποία βράζει το καθαρό νερό οι 212 βαθμοί Φαρενάιτ (oF).**

**Για να μετατρέψουμε τους βαθμούς της κλίμακας Κελσίου σε βαθμούς κλίμακας Φαρενάιτ , χρησιμοποιούμε την σχέση :**

**TF = 32 + 1.8 ∙ Tc**

Όμως οι επιστήμονες μετρούν την θερμοκρασία χρησιμοποιώντας μια νέα κλίμακα, την **κλίμακα Κέλβιν**. Δηλαδή αντιστοίχησαν το μηδέν αυτής της κλίμακας , με την ελάχιστη [θερμοκρασία](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%98%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BA%CF%81%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1) που μπορεί θεωρητικά να επιτευχθεί στο σύμπαν, δηλαδή τους -273 οC . Η θερμοκρασία-όριο αυτή ονομάζεται και απόλυτο μηδεν. Αποτέλεσμα αυτού είναι , η κλίμακα Κέλβιν να έχει μόνο θετικές τιμές.

Μεταβολή θερμοκρασίας κατά ένα Κέλβιν είναι ίση με μεταβολή θερμοκρασίας κατά ένα βαθμό Κελσίου .

**Για να μετατρέψουμε τους βαθμούς Κελσίου οC σε βαθμούς Κέλβιν οΚ** χρησιμοποιούμε την σχέση :

**ΤΚ = 273 + ΤC**

Έτσι η θερμοκρασία που λιώνει ο πάγος είναι 273 οΚ και η θερμοκρασία που βράζει το νερό,οι 373 οΚ.

Το **Κέλβιν** (σύμβολο: ο**Κ**) είναι η [μονάδα μέτρησης](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%BF%CE%BD%CE%AC%CE%B4%CE%B1_%CE%BC%CE%AD%CF%84%CF%81%CE%B7%CF%83%CE%B7%CF%82) της [θερμοκρασίας](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%98%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BA%CF%81%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1) στο [Διεθνές Σύστημα Μονάδων](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B5%CE%B8%CE%BD%CE%AD%CF%82_%CE%A3%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1_%CE%9C%CE%BF%CE%BD%CE%AC%CE%B4%CF%89%CE%BD) (S.I.).

Για να δεις εάν έχεις πυρετό, χρησιμοποιείς ένα θερμόμετρο που έχει μέσα ένα ασημένιο υγρό, τον υδράργυρο.  Επιπλέον, σε τοίχους θα έχεις δει παρόμοια θερμόμετρα με κόκκινο ή μπλε.

Άλλα, έχουν ψηφιακή οθόνη και καλώδια, ενώ υπάρχουν και κάποια μοιάζουν με στρογγυλό ρολόι με ένα μόνο δείκτη.

 ** **

**Ποια είναι τα κυριότερα θερμόμετρα που χρησιμοποιούμε;**

Υπάρχουν:

* **Θερμόμετρα**
που λειτουργούν **με βάση τη διαστολή ή τη συστολή των υγρών** όταν ψύχονται ή θερμαίνονται, όπως:
**- Τα θερμόμετρα οινοπνεύματος**,
που χρησιμοποιούμε για να μετρήσουμε μεγάλες αλλαγές της θερμοκρασίας. Έχουν κλίμακα από -30⁰C έως 50⁰C και κάποια φτάνουν και τους 110⁰C.
**- Τα θερμόμετρα υδραργύρου**,
που έχουν μεγαλύτερη ακρίβεια και μετράμε πιο μικρές αλλαγές θερμοκρασίας, όπως τον πυρετό. Αυτά έχουν κλίμακα συνήθως από 35⁰C έως 42⁰C.

Πολύ διαδεδομένα επίσης είναι:

* Τα **ψηφιακά θερμόμετρα** που **βασίζονται**στην **ηλεκτρική αγωγιμότητα ενός μετάλλου** και με αυτά μπορούμε και μετράμε από πολύ χαμηλές έως πολύ υψηλές θερμοκρασίες.

Τα θερμόμετρα αυτά, αντικαθιστούν τώρα πια τα θερμόμετρα υδραργύρου καθώς είναι πολύ πιο εύχρηστα και πιο ασφαλή.
* Από τα πρώτα θερμόμετρα που κατασκευάστηκαν ποτέ είναι **το θερμόμετρο του Γαλιλαίου** που βασίζεται σε μετρήσεις της πυκνότητας ενός υγρού και της άνωσης του Αρχιμήδη. Ο Γαλιλαίος το κατασκεύασε το 1621 και άνοιξε τον δρόμο για πιο εξελιγμένες μεθόδους μέτρησης.

Από τα πιο σύγχρονα όμως συστήματα μέτρησης της θερμοκρασίας είναι:

* Οι **υπέρυθροι αισθητήρες** που ανιχνεύουν την υπέρυθρη ακτινοβολία που εκπέμπουν τα σώματα λόγω της θερμοκρασίας τους.
Σε αυτούς τους αισθητήρες **στηρίζεται η λειτουργία της θερμοκάμερας.**

Ενώ λοιπόν οι συνηθισμένες κάμερες χρησιμοποιούν το φως που μπορούν και βλέπουν τα μάτια μας, η θερμοκάμερα "βλέπει" την υπέρυθρη ακτινοβολία που οι άνθρωποι δεν μπορούμε να δούμε. Έτσι, ανάλογα με τη θερμοκρασία που έχουν οι διάφορες περιοχές ενός αντικειμένου, μπορούμε όχι μόνο να μετρήσουμε την θερμοκρασία εκείνης της περιοχής αλλά και να απεικονίσουμε το αντικείμενο στην οθόνη ακόμα και αν είναι στο σκοτάδι!

Επιπλέον, ενώ τα άλλα θερμόμετρα πρέπει να έρχονται σε επαφή με το σώμα του οποίου μετράμε την θερμοκρασία, με τη θερμοκάμερα μπορούμε να είμαστε πιο μακριά, και να πάρουμε μετρήσεις πολύ γρήγορα.

Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να ελέγχουμε τη θερμοκρασία των εξαρτημάτων μιας μηχανής ενώ λειτουργεί, να εκτιμήσουμε τη θερμική μόνωση ενός κτιρίου και να ανιχνεύσουμε την υγρασία σε τοίχους που είναι αόρατοι στο ανθρώπινο μάτι.

Στο εργαστήριο, χρησιμοποιούμε τη θερμοκάμερα για να μελετήσουμε πειράματα τριβής, χημικές αντιδράσεις και φαινόμενα κατά τα οποία εκλύεται, δηλαδή "βγαίνει" θερμότητα.

**Πόσο σίγουρος μπορείς να είσαι ότι μετράς με ακρίβεια τη θερμοκρασία σωστά με ένα θερμόμετρο;**

Όπως είπαμε και στις προηγούμενες ενότητες, οι μετρήσεις μας δεν είναι πάντα ακριβείς. Αν πάρουμε μια λανθασμένη μέτρηση, μπορεί για παράδειγμα να οφείλεται στο ίδιο το θερμόμετρο, μπορεί δηλαδή:

1. η κατασκευή του να είναι κακή
2. να έχει κακή βαθμονόμηση

**Πώς μπορείς να βαθμονομήσεις όμως ένα θερμόμετρο και θα ελέγξεις εάν είναι σωστή η κλίμακά του;**

Σε ένα θερμόμετρο οινοπνεύματος με κλίμακα που ξεκινά κάτω από τους 0⁰C και καταλήγει πάνω από τους 100⁰C, κάλυψε τις ενδείξεις που ήδη έχει, κολλώντας μια λωρίδα χαρτί. Βάλε το θερμόμετρο σε ένα δοχείο με νερό και παγάκια και φρόντισε να μην βραχεί το χαρτί. Αυτό σύντομα θα αποκτήσει την ίδια θερμοκρασία με το νερό και στο σημείο όπου έχει σταθεροποιηθεί η στάθμη του οινοπνεύματος, αντιστοίχισε τους 0°C, τραβώντας με τον χάρακα μια γραμμή.



Έπειτα τοποθέτησε το δοχείο σε μια εστία θερμότητας και μόλις το νερό βράσει, και η στάθμη του θερμομέτρου σταθεροποιηθεί, αντιστοίχισε τους 100°C τραβώντας μια γραμμή και εκεί με τη βοήθεια του χάρακα.

Έχοντας οδηγό αυτά τα δύο σημεία, ζωγράφισε συνολικά 10 γραμμές, που κάθε μια αντιστοιχεί σε 10°C. Εάν είσαι πολύ προσεκτικός στη διαδικασία, έχεις πλέον βαθμονομήσει το θερμόμετρο σου με ικανοποιητική ακρίβεια στην κλίμακα των βαθμών Κελσίου!

**Οι λανθασμένες όμως μετρήσεις οφείλονται πάντα μόνο στο όργανο;**

Όχι. Δεν φταίει μόνο το θερμόμετρο αλλά ο τρόπος που χρησιμοποιούμε ή διαβάζουμε την ένδειξη του.

Στα πειράματά σου, αυτή θα είναι και η πιο συχνή αιτία “κακών” μετρήσεων.

Για παράδειγμα, μπορείς να επηρεάσεις την ένδειξη του υδραργυρικού και οινοπνευματικού θερμομέτρου σου, ακουμπώντας το ή αναπνέοντας πάνω του κατά την διάρκεια του πειράματος, οπότε δεν πρέπει να είσαι υπερβολικά κοντά όταν διαβάζεις την τιμή.

Αντίθετα, για να μην επηρεάσεις τις μετρήσεις που κάνεις με ένα ψηφιακό θερμόμετρο, αρκεί να μην ακουμπάς την ακίδα που έχει συνήθως στην άκρη του.

Τέλος για να διαβάσεις σωστά την τιμή **σε ένα θερμόμετρο υδραργύρου ή οινοπνεύματος**, πρέπει να κοιτάς όσο πιο κάθετα μπορείς. Αν δηλαδή ενώ εσύ μετράς, οι συμμαθητές σου προσπαθήσουν να μετρήσουν μαζί με σένα, αλλά κοιτώντας διαγώνια, οι μετρήσεις τους θα είναι λάθος αφού το γυαλί θα τους ξεγελάσει. Αυτό **το λάθος στην μέτρηση λέγεται σφάλμα παράλλαξης**.

Αντίστοιχα σε ένα **ψηφιακό θερμόμετρο**δεν υπάρχει το ίδιο σφάλμα παράλλαξης αλλά **η ακρίβεια εξαρτάται από την ποιότητα κατασκευής**. Κάτι που αυξάνει πολύ το κόστος σε σχέση με τα συμβατικά θερμόμετρα.