

## Η ισοβαρής μεταβολή με ένα απλό πείραμα

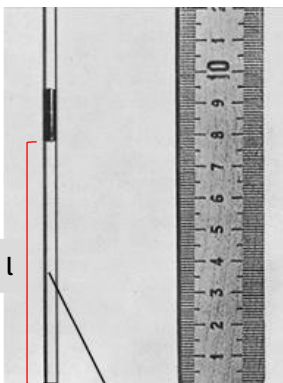
### Στόχοι της δραστηριότητας

- ✓ Να διαπιστώσεις ότι οι νόμοι των ιδανικών αερίων ισχύουν (κατά προσέγγιση) για τον ατμοσφαιρικό αέρα.
- ✓ Να σχεδιάσεις με αξιοσημείωτη ακρίβεια ένα πείραμα με καθημερινά υλικά.
- ✓ Να κατασκευάσεις διάγραμμα για να διερευνήσεις την ακρίβεια του πειράματός σου.

### Εισαγωγή

Έχει τύχει να παρατηρήσεις ότι μία φουσκωμένη μπάλα ποδοσφαίρου που φυλάς μέσα στο σπίτι, γίνεται μικρότερη αν την βγάλεις έξω μία κρύα μέρα; Ή τι θα συμβεί σε ένα μέτρια φουσκωμένο μπαλόνι αν το θερμάνεις;

Για πολλά χρόνια οι φυσικοί μελετούσαν τα φαινόμενα της διαστολής των αερίων, αλλά οι μετρήσεις τους ήταν πολύ διαφορετικές. Το 1802 ο Γάλλος Χημικός και Φυσικός *J. Gay-Lussac* κατόρθωσε να καταλήξει σε ξεκάθαρα αποτελέσματα, επειδή χρησιμοποίησε στα πειράματά του αφενός καθαρό υδράργυρο, αφετέρου «ξηρά» αέρια, χωρίς προσμίξεις με υδρατμούς. Έτσι οδηγήθηκε στο τελικό συμπέρασμα ότι **«όλα τα αέρια διαστέλλονται με την ίδια αναλογία όγκου σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία, όταν η πίεσή τους είναι η ίδια»**. Ήταν η πρώτη από τις εξαιρετικές επιτυχίες του νεαρού επιστήμονα που το όνομά του είναι σήμερα ένα από τα 72 που αναγράφονται στον πύργο του Άιφελ! Βέβαια, όταν διατύπωσε τον περίφημο ακόμη και σήμερα **«Νόμο του Gay-Lussac»**, δεν γνώριζε ότι πριν 15 χρόνια, στο ίδιο συμπέρασμα είχε καταλήξει και ο συμπατριώτης του *J. Charles*! Άλλωστε και ο ίδιος ο *J. Gay-Lussac* ανεξάρτητα κατέληξε και στο «Νόμο της ισόχωρης μεταβολής»!



Κλειστή άκρη  
Μία ποσότητα αέρα έχει παγιδευτεί στον γυάλινο σωλήνα από μία σταγόνα Hg.

Ένα ανάλογο πείραμα ισοβαρούς μεταβολής θα πραγματοποιήσεις κι εσύ με απλά υλικά. Αντί για υδράργυρο, θα χρησιμοποιήσεις λίγο νερό για να μπορέσεις να μετρήσεις το ύψος της στήλης του αέρα ( $l$ ) μέσα σε ένα πλαστικό καλαμάκι σε διαφορετικές θερμοκρασίες.

**Υλικά και όργανα:** ένα λεπτό καλαμάκι πορτοκαλάδας (κατά προτίμηση διαφανές), πλαστελίνη ή αδιάβροχη κόλλα, νερό, ένα θερμόμετρο τοίχου ή ζαχαροπλαστικής, ένας λεπτός μαρκαδόρος (κατά προτίμηση υαλογραφικός), χαρακάκι, ένα μεγάλο μπρίκι και ένα μανταλάκι, ψαλίδι

### Πειραματική διαδικασία

1. Αν το καλαμάκι είναι σπαστό, να κόψεις τη μικρή άκρη από το σημείο που διπλώνει για να γίνει μονοκόμματο και να έχει παντού την ίδια διατομή.

2. Σημείωσε σε ποιο ύψος θα πρέπει να βρίσκεται η σταγόνα του νερού, ώστε η στήλη του αερίου να έχει ύψος λίγο μεγαλύτερο (~1 cm) από το ύψος του μπρικιού. Έτσι θα μπορέσεις να σημειώσεις τη «στάθμη» της στήλης του αέρα, όταν τη βυθίσεις μέσα στο μεγάλο μπρίκι γεμάτο με νερό και παγάκια.

3. Κλείσε τη μία άκρη με το δάχτυλό σου και βάλε προσεκτικά νερό στο καλαμάκι. Τότε κλείσε την άκρη με πλαστελίνη ή αδιάβροχη κόλλα που θα την αφήσεις να στερεοποιηθεί πλήρως\*.

4. Να τοποθετήσεις το καλαμάκι μέσα στο νερό με το κλειστό άκρο του προς τα κάτω. Για να μην ανεβαίνει προς τα πάνω το καλαμάκι, μπορείς να το περάσεις σε ένα μανταλάκι, μέσα από τη μεγάλη τρύπα. Επιπλέον, πρόσεξε ώστε να μην ακουμπάει το καλαμάκι στον πάτο του σκεύους.

5. Προτείνεται να στερεώσεις το θερμομότρο ζαχαροπλαστικής στην μικρή τρύπα που έχει το μανταλάκι, ώστε να βρίσκεται δίπλα στη στήλη αέρα. Η άκρη του θερμομέτρου συνιστάται να βρίσκεται στη μέση του μήκους της στήλης του αέρα.

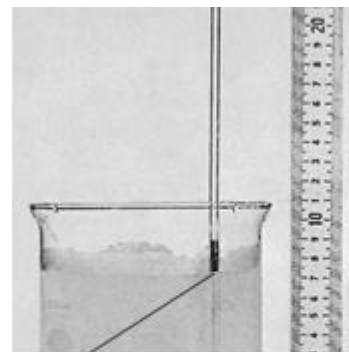
6. Προτού αρχίσεις να θερμαίνεις, να σημειώσεις με τον μαρκαδόρο το ύψος της στήλης του αέρα (l) και να καταγράψεις τη θερμοκρασία (θ) του νερού με τα παγάκια στον Πίνακα μετρήσεων.

7. Άναψε το μάτι για να θερμάνεις το νερό με αργό ρυθμό. Προτείνεται να καταγράψεις το ύψος της στήλης του αέρα, για κάθε άνοδο της θερμοκρασίας ανά 5°C. Πρόσεξε να μην θερμάνεις υπερβολικά το καλαμάκι, γιατί τότε η στήλη του νερού θα «ανοίξει» ή μπορεί να λιώσει το καλαμάκι.

8. Αν διαθέτεις θερμομότρο τοίχου, θα μετρήσεις τις μεταβολές του όγκου του αέρα, τοποθετώντας το καλαμάκι και το θερμομότρο σε διαφορετικά σημεία του σπιτιού: σε σκιερό σημείο του μπαλκονιού, στον ήλιο, μέσα στο σπίτι, δίπλα στο καλοριφέρ και στην συντήρηση του ψυγείου σου. Αν δεν υπάρχουν ιδιαίτερες μεταβολές στη θερμοκρασία, μπορείς να μετρήσεις σε διαφορετικές ώρες της ημέρας.

9. Όταν ολοκληρώσεις τις μετρήσεις σου, θα χύσεις το νερό από το καλαμάκι και θα μετρήσεις με το χαρακάκι το ύψος της στήλης του αέρα για τις διαφορετικές τιμές της θερμοκρασίας. Στη συνέχεια θα μετατρέψεις τις θερμοκρασιακές τιμές στην κλίμακα Κέλβιν για να υπολογίσεις το πηλίκο l/T.

\* Σημείωση: Μπορείς, αν θέλεις, να κλείσεις το καλαμάκι με το έμβολο μίας σύριγγας του 1 ml (από το φαρμακείο). Ταιριάζει απολύτως με τα στενά καλαμάκια και μπορείς να κόψεις το έμβολο για να μην προεξέχει. Επιπλέον, μπορείς να χρησιμοποιήσεις τη σύριγγα για να μετράς απ' ευθείας τις μεταβολές του όγκου, αντί για το καλαμάκι. Στην περίπτωση αυτή θα χρησιμοποιήσεις μικρό μπρίκι.



«στάθμη» στήλης του αερίου, όπως διαγράφεται από το ύψος της σταγόνας του υδραργύρου

Πίνακας μετρήσεων ισοβαρούς μεταβολής

$\theta$ (°C)	$T$ (K) = $\theta$ (°C) + 273	$l$ (cm)	$l/T$ (cm/K)

### Κατασκευή διαγράμματος

Να τοποθετήσεις τα ζεύγη τιμών στο σύστημα αξόνων και να σχεδιάσεις το διάγραμμα της μεταβολής του ύψους της στήλης αέρα (ως μέτρο του όγκου του αερίου) σε συνάρτηση με την απόλυτη θερμοκρασία για συγκεκριμένη ποσότητα αερίου και σταθερή πίεση.



### Ερωτήσεις

1. Γιατί αρκεί να συσχετίσουμε τη θερμοκρασία με το ύψος της στήλης του αέρα αντί για τον όγκο του;

.....  
.....

2. Ποια μορφή έχει η γραφική παράσταση  $V/T$ ; Τι συμπεραίνεις για τα μεγέθη όγκος - θερμοκρασία των αερίων υπό σταθερή πίεση;.....

.....

3. Γιατί θεωρείται ισοβαρής η μεταβολή του όγκου του αέρα στο πείραμα που εκτέλεσες;

.....  
.....

4. Πώς μπορείς να υπολογίσεις την πίεση του αέρα στη στήλη; .....

.....

5. Αν προεκτείνεις την γραφική παράσταση, περνά από την αρχή των αξόνων;.....

Αν όχι, ποιος πιστεύεις ότι είναι ο κυριότερος παράγοντας «σφάλματος» στο σχεδιασμό του πειράματος που εκτέλεσες;.....

.....

6. Η θερμοκρασία «0» της κλίμακας Κέλβιν δεν μπορεί να επιτευχθεί στην πραγματικότητα! Αν μπορούσε η στήλη του αέρα να ψυχθεί μέχρι τη θερμοκρασία αυτή, τότε ποιος θα ήταν ο όγκος της;

.....

#### Πηγή

«ΧΗΜΕΙΑ», F. Albert Cotton, C. LeRoy Darlington, Lawrence D. Lynch – Έκδοση Ιδρύματος Ευγενίδου, 1997