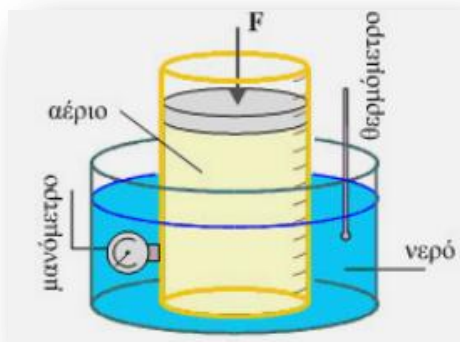


## Οι νόμοι των αερίων - πρόκειται για μακροσκοπικές μελέτες αερίου συστήματος!

### A. Νόμος της ισόθερμης μεταβολής (Boyle)



Στο σχήμα βλέπουμε την **πειραματική διάταξη**. Το νερό λούζει το δοχείο, με αποτέλεσμα η θερμοκρασία του αερίου να είναι σταθερή.

Τα τοιχώματα του δοχείου είναι –προφανώς- θερμοαγώγιμα.

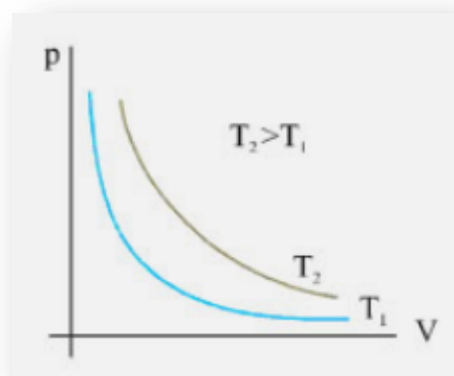
Το δοχείο είναι βαθμονομημένο, επιτρέποντας να διαβάζουμε τον όγκο του αερίου. Με το έμβολο μεταβάλλουμε τον όγκο.

Ένα μανόμετρο μετρά την πίεση  $P$  του αερίου.

Πίνακας μετρήσεων (ποσά αντιστρόφως ανάλογα)

Όγκος $V$	Πίεση $P$
$V$	$P$
$2V$	$P/2$
$3V$	$P/3$
$V/2$	$2P$

Από τον πίνακα προκύπτει το διπλανό διάγραμμα  $P$ - $V$



**Διατύπωση του νόμου :** Η πίεση ορισμένης ποσότητας αερίου του οποίου η θερμοκρασία παραμένει σταθερή είναι αντίστροφα ανάλογη με τον όγκο του.

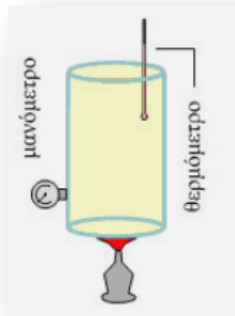
**Μαθηματική διατύπωση :**

$$P \cdot V = \text{σταθερό, ή } P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 \quad \text{όταν } m, T \text{ σταθερά στη διάρκεια της μεταβολής}$$

Εργαζόμαστε –στη διάταξη- με την ίδια ποσότητα αερίου, αλλά σε μια θερμοκρασία μεγαλύτερη. Θα αποδείξουμε –σε επόμενο μάθημα- ότι η ισόθερμη καμπύλη, απομακρύνεται από την αρχή των αξόνων (βλέπε διάγραμμα).

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ:** Όταν σε μια μεταβολή ισόθερμη ο όγκος αυξάνει, λέμε ότι έχουμε **ισόθερμη εκτόνωση**. Αν ο όγκος μειώνεται λέμε ότι έχουμε **ισόθερμη συμπίεση**.

## B. Νόμος της ισόχωρης μεταβολής (Charles)



Δεν υπάρχει έμβολο, αφού η μεταβολή είναι ισόχωρη.

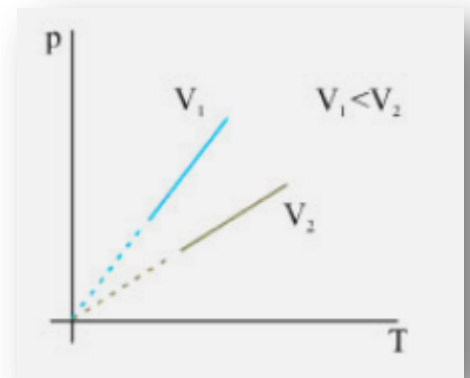
Θερμαίνουμε το αέριο και παρακολουθούμε την θερμοκρασία με ένα θερμόμετρο. Επίσης βλέπουμε την πίεση στο μανόμετρο.

Προφανώς τα τοιχώματα του δοχείου είναι θερμοαγώγιμα.

Πίνακας μετρήσεων (ποσά ανάλογα)

Θερμοκρασία T	Πίεση P
T	P
2T	2P
3T	3P
T/2	P/2

Από τον πίνακα προκύπτει το διπλανό διάγραμμα P-T



**Διατύπωση του νόμου :** Η πίεση ορισμένης ποσότητας αερίου του οποίου ο όγκος διατηρείται σταθερός είναι ανάλογη με την απόλυτη θερμοκρασία του αερίου.

**Μαθηματική διατύπωση :**

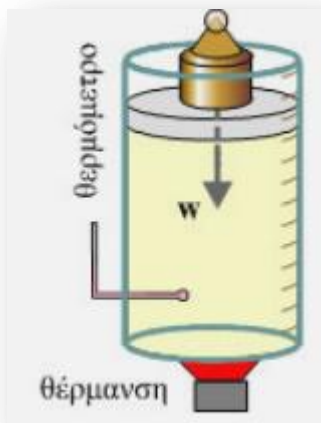
$$\frac{P}{T} = \text{σταθερό}, \quad \text{ή} \quad \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad \text{Όταν } m, V \text{ σταθερά στη διάρκεια της μεταβολής}$$

Εργαζόμαστε -στη διάταξη- με την ίδια ποσότητα αερίου, αλλά σε άλλο όγκο μεγαλύτερο. Θα αποδείξουμε -σε επόμενο μάθημα- ότι η ισόχωρη πλάγια ευθεία στο P-T, εμφανίζει μικρότερη κλίση (βλέπε διάγραμμα).

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ I :** Όταν σε μια μεταβολή ισόχωρη η θερμοκρασία αυξάνει, λέμε ότι έχουμε **ισόχωρη θέρμανση**. Αν ο η θερμοκρασία μειώνεται λέμε ότι έχουμε **ισόχωρη ψύξη**.

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ II :** Στο σχήμα οι διακεκομμένες γραμμές υποδηλώνουν ότι η ευθεία της γραφικής παράστασης προεκτεινόμενη περνάει από την αρχή των αξόνων. Το διακεκομμένο τμήμα της ευθείας αντιστοιχεί σε θερμοκρασίες στις οποίες τα αέρια δεν υπακούουν στο νόμο (υγροποίηση γαρ).

## Ο νόμος ισοβαρούς μεταβολής ( Gay – Lussac )



Το αέριο θερμαίνεται ή ψύχεται. Ο όγκος του αλλάζει και μπορεί να μετρηθεί. Η πίεση του αερίου διατηρείται σταθερή με ένα βάρος τοποθετημένο πάνω στο έμβολο, διατομής  $A$ .

Ισορροπία εμβόλου ...

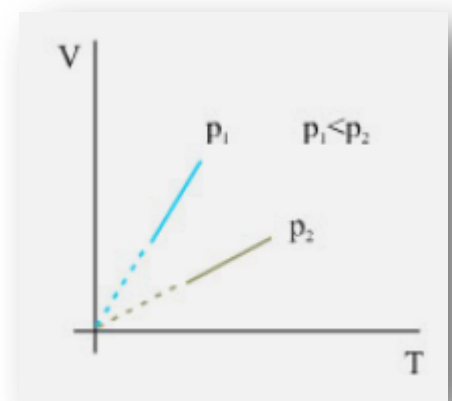
$$F_{\alpha\epsilon\rho} = W + F_{atm} \rightarrow P_{\alpha\epsilon\rho} \cdot A = W + P_{atm} \cdot A \rightarrow P_{\alpha\epsilon\rho} = P_{atm} + \frac{W}{A} \quad (1)$$

Η σχέση (1) δείχνει ότι πίεση του αερίου δεν εξαρτάται από τη θερμοκρασία ή τον όγκο του αερίου.

Πίνακας μετρήσεων (ποσά ανάλογα)

Θερμοκρασία $T$	Όγκος $V$
$T$	$V$
$2T$	$2V$
$3T$	$3V$
$T/2$	$V/2$

Από τον πίνακα προκύπτει το διπλανό διάγραμμα V-T



**Διατύπωση του νόμου :** Η πίεση ορισμένης ποσότητας αερίου του οποίου ο όγκος διατηρείται σταθερός είναι ανάλογη με την απόλυτη θερμοκρασία του αερίου.

**Μαθηματική διατύπωση :**

$$\frac{V}{T} = \text{σταθερό}, \quad \text{ή} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \text{Όταν } m, P \text{ σταθερά στη διάρκεια της μεταβολής.}$$

Εργαζόμαστε -στη διάταξη- με την ίδια ποσότητα αερίου, αλλά σε άλλο όγκο μεγαλύτερο. Θα αποδείξουμε -σε επόμενο μάθημα- ότι η ισοβαρής πλάγια ευθεία στο V-T, εμφανίζει μικρότερη κλίση (βλέπε διάγραμμα).

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ I :** Όταν σε μια μεταβολή ισοβαρή ο όγκος αυξάνει, λέμε ότι έχουμε **ισοβαρή εκτόνωση**. Αν ο όγκος μειώνεται λέμε ότι έχουμε **ισοβαρή συμπίεση**.

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ II :** Στο σχήμα οι διακεκομμένες γραμμές υποδηλώνουν ότι η ευθεία της γραφικής παράστασης προεκτεινόμενη περνάει από την αρχή των αξόνων. Το διακεκομμένο τμήμα της ευθείας αντιστοιχεί σε θερμοκρασίες στις οποίες τα αέρια δεν υπακούουν στο νόμο (υγροποίηση γαρ).

## Μια μικρή αναφορά στην απόλυτη θερμοκρασία $T$

Στη κινητική θεωρία των αερίων και γενικά στη θερμοδυναμική, τη θερμοκρασία τη μετράμε σε βαθμούς Κέλβιν (K). Η θερμοκρασία αυτή ονομάζεται **απόλυτη θερμοκρασία**.

Η θερμοκρασία στην κλίμακα Kelvin προκύπτει αν στη θερμοκρασία  $\theta$ , μετρημένη στην κλίμακα Κελσίου, προσθέσουμε το 273.

$$T=273 + \theta \quad (1)$$

Το μηδέν της κλίμακας Kelvin αντιστοιχεί στους  $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$  και είναι η θερμοκρασία κάτω από την οποία είναι αδύνατο να φτάσουμε. Τη θερμοκρασία αυτή τη λέμε και «**απόλυτο μηδέν**». Προφανώς δεν υπάρχει αρνητική θερμοκρασία Kelvin στο σύμπαν, και θα δούμε γιατί...

**ΣΗΜΕΙΩΜΑ:** Από τη σχέση (1), προκύπτει ότι αν η θερμοκρασία αλλάξει κατά  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , τότε θα αλλάξει και κατά ένα βαθμό της κλίμακας Kelvin. Δηλαδή ο βαθμός της κλίμακας Kelvin, ισούται με τον βαθμό της κλίμακας Κελσίου.

## Ιδανικά αέρια

Οι τρεις προηγούμενοι νόμοι ισχύουν για τα διάφορα αέρια με μικρές ή μεγάλες αποκλίσεις. Συγκεκριμένα για ένα αέριο της φύσης (He, Ne, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, ...) ισχύουν με μεγαλύτερη ακρίβεια:

- Για ένα μονοατομικό παρά για ένα πολυατομικό αέριο που βρίσκεται στις ίδιες συνθήκες.
- Για τα θερμά και αραιά αέρια από ότι για τα πυκνά και ψυχρά.

Στη συνέχεια των μαθημάτων, θα εργαστούμε με το λεγόμενο **ιδανικό αέριο**. Μακροσκοπικά ιδανικό αέριο, είναι αυτό που υπακούει στους τρεις νόμους των αερίων σε οποιεσδήποτε συνθήκες κι αν βρίσκεται. (Σε επόμενα μαθήματα θα δούμε τι είναι και μικροσκοπικά το ιδανικό αέριο)

Σημείωση: Οι γραφικές παραστάσεις  $P-T$  και  $V-T$  αν αναφέρονταν σε ιδανικό αέριο θα ήταν συνεχείς γραμμές, για όλες τις θερμοκρασίες.