

ΚΕΦ. 1 ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

Υπάρχουν 2 τρόποι περιγραφής-μελέτης των αερίων:

1) Μακροσκοπική περιγραφή

Τα πειραματικώς μετρούμενα μεγέθη, τα οποία και συσχετίζονται μεταξύ τους, είναι τα μεγέθη **P**, **V**, **T** καθώς και ο αριθμός των moles **n**.

Μας ενδιαφέρει η συνολική εικόνα του αερίου.

(Μακροσκοπική μελέτη λέγεται η μελέτη στην οποία δεν υπεισέρχονται υποθέσεις, θεωρίες ή και μεγέθη που έχουν σχέση με την ΔΟΜΗ των αντικειμένων που συμμετέχουν στο φαινόμενο. Αλλιώς λέγεται μικροσκοπική).

2) Μικροσκοπική περιγραφή

Εξετάζεται το αέριο ως ένα σύνολο από άτομα ή μόρια, για τα οποία προσπαθώ να υπολογίσω για το κάθε ένα την **ταχύτητα του**, την **ορμή του**, την **ενέργεια του** κλπ και να εξάγω στο τέλος συμπέρασμα για το αέριο συνολικά.

Επειδή το αέριο μπορεί να έχει μεγάλο πλήθος μορίων, χρησιμοποιώ συνήθως τις βασικές αρχές της στατιστικής.

Σχόλιο:

Προφανώς πρέπει στο τέλος και με τις δυο περιγραφές να εξάγονται τα ίδια συμπεράσματα, αφού περιγράφουν το ίδιο αέριο, και πρέπει με κάποιο τρόπο τα μετρούμενα μεγέθη τους, να συσχετίζονται μεταξύ τους.

Μακροσκοπική περιγραφή - Νόμοι των αερίων

➤ **Νόμος του Boyle ή της ΙΣΟΘΕΡΜΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ:** **T = σταθ.**

«Η πίεση **P**, ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου, που έχει σταθερή θερμοκρασία, μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα με τον όγκο **V** που αυτό καταλαμβάνει», δηλαδή :

$$PV = \text{σταθ} \quad , \quad \text{για } T = \text{σταθ}$$

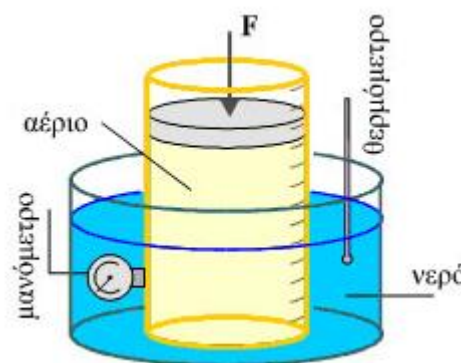
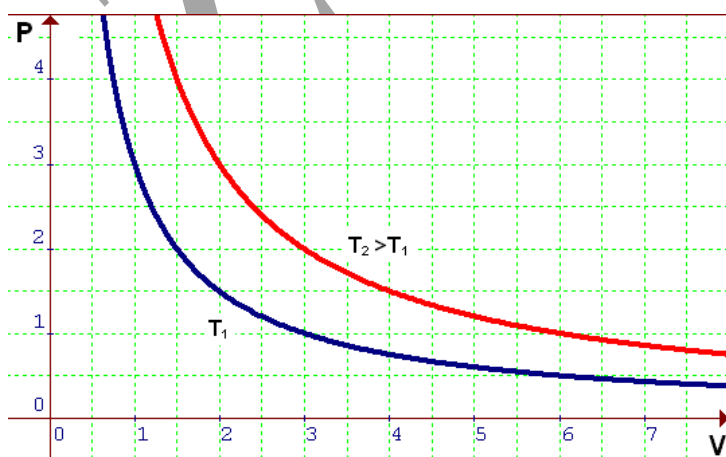
Αφού το γινόμενο είναι σταθερό, τότε για δυο τυχαίες καταστάσεις 1 και 2, θα ισχύει :

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

Επίσης προκύπτει και ότι : $P = \frac{\text{σταθ}}{V}$ (εξίσωση υπερβολής) οπότε σε **P – V** διάγραμμα

έχουμε:

Πειραματική διάταξη :



➤ **Νόμος του Charles ή της ΙΣΟΧΩΡΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ: $V = \text{σταθ.}$**

«Η πίεση P , ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου, που έχει σταθερό όγκο V , μεταβάλλεται ανάλογα με την θερμοκρασία που αυτό έχει», δηλαδή :

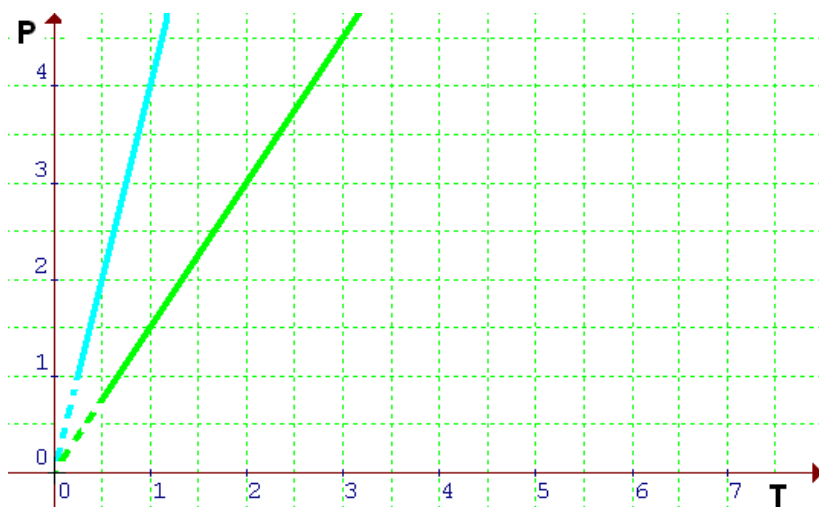
$$\frac{P}{T} = \text{σταθ} \quad , \quad \text{για } V = \text{σταθ}$$

Αφού το πηλίκο είναι σταθερό, τότε για δυο τυχαίες καταστάσεις 1 και 2 θα ισχύει :

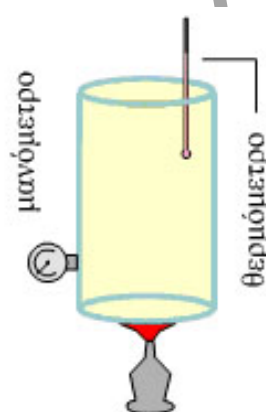
$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Επίσης προκύπτει και ότι : $P = \text{σταθ} \cdot T$ (εξίσωση ευθείας) οπότε σε $P - T$ διάγραμμα έχουμε:

(Τα διακεκομμένα τμήματα αντιστοιχούν σε θερμοκρασίες τέτοιες που δεν ισχύουν οι νόμοι των ιδανικών αερίων, π.χ συνθήκες υγροποίησης των αερίων)



Πειραματική διάταξη :



➤ **Νόμος του Gay-Lussac ή της ΙΣΟΒΑΡΟΥΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ: $P = \text{σταθ.}$**

«Ο όγκος V , ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου, που έχει σταθερή πίεση P , μεταβάλλεται ανάλογα με την θερμοκρασία που αυτό έχει», δηλαδή :

$$\frac{V}{T} = \text{σταθ} \quad , \quad \text{για } P = \text{σταθ}$$

Αφού το πηλίκο είναι σταθερό, τότε για δυο τυχαίες καταστάσεις 1 και 2 θα ισχύει :

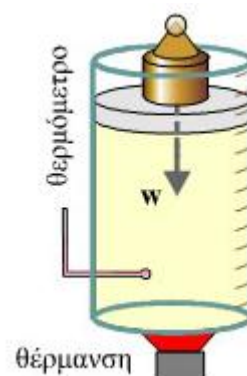
$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Επίσης προκύπτει και ότι : $V = \text{σταθ} \cdot T$ (εξίσωση ευθείας) οπότε σε $V - T$ διάγραμμα έχουμε:



(εξίσωση ευθείας) οπότε σε $V - T$

Πειραματική διάταξη :



Σχόλιο:

Κατά την θέρμανση / ψύξη του αερίου με ισοβαρή διαδικασία, απαραίτητο είναι αυτό να γίνει, με σταθερό και πολύ αργό ρυθμό, ώστε συνεχώς, προσεγγιστικά, να ισούται η πίεση του αερίου με την εξωτερική πίεση του περιβάλλοντος. Το ίδιο πρέπει να συμβαίνει και σε μια ισόθερμη διαδικασία, όπου η μετακίνηση του εμβόλου, πρέπει να γίνεται πολύ αργά.

ΚΑΤΑΣΤΑΤΙΚΗ ΕΞΙΣΩΣΗ

Συνοψίζοντας του 3 νόμους, έχουμε την **ΚΑΤΑΣΤΑΤΙΚΗ ΕΞΙΣΩΣΗ** των ιδανικών αερίων:

$$PV = n R T$$

Η σταθερά R , ονομάζεται παγκόσμια σταθερά των αερίων και η τιμή της εξαρτάται από το σύστημα μονάδων που χρησιμοποιούμε. Συγκεκριμένα:

στο S.I. , όταν:

P : σε Nt/m^2 ,

V : σε m^3 ,

T : σε $^{\circ}\text{K}$

$$R = 8,314 \frac{\text{Joule}}{\text{mole} \cdot ^{\circ}\text{K}}$$

και στο εμπειρικό σύστημα όταν:

P : σε atm ,

V : σε lt ,

T : σε $^{\circ}\text{K}$

$$R = 0,082 \frac{\text{lt} \cdot \text{atm}}{\text{mole} \cdot ^{\circ}\text{K}}$$

Ιδανικό αέριο, χαρακτηρίζεται (μακροσκοπικά) το αέριο που υπακούει στην καταστατική εξίσωση υπό οποιεσδήποτε συνθήκες P , V , T .

Σχόλιο:

Ιδανικό αέριο στην πραγματικότητα, δεν υπάρχει. Όμως τα πραγματικά αέρια όταν είναι αραιά (χαμηλής πυκνότητας) και σε συνθήκες χαμηλής πίεσης και υψηλής θερμοκρασίας, μπορώ με καλή προσέγγιση να τα θεωρήσω ως ιδανικά αέρια.

Απαραίτητες σχέσεις:

Ο αριθμός n των moles ενός αερίου μπορεί να υπολογιστεί με τις σχέσεις:

ή με την:

$$n = \frac{m_{ολ}}{M_r}$$

ή με την:

$$n = \frac{N}{N_A}$$

όπου $m_{ολ}$: η συνολική μάζα του αερίου

N : ο αριθμός των μορίων του αερίου

N_A : η σταθερά του Avogadro ($N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$ μόρια/mole)

M_r : η σχετική γραμμομοριακή μάζα του αερίου(ή αλλιώς MB)

ΧΡΗΣΙΜΗ ΣΧΕΣΗ:

Η πίεση P και η πυκνότητα ρ , μακροσκοπικά συνδέονται με την εξής σχέση:

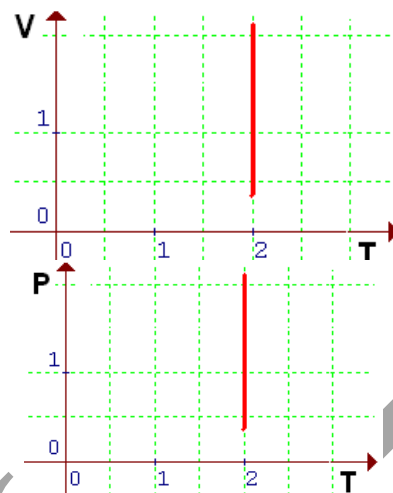
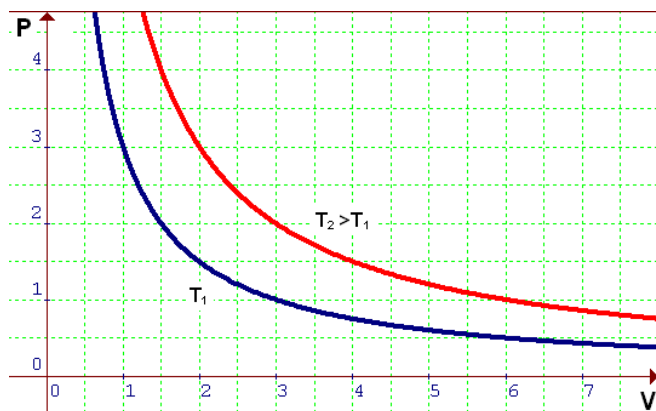
$$P = \rho \frac{RT}{M_r}$$

Απόδειξη: Από την καταστατική εξίσωση έχω:

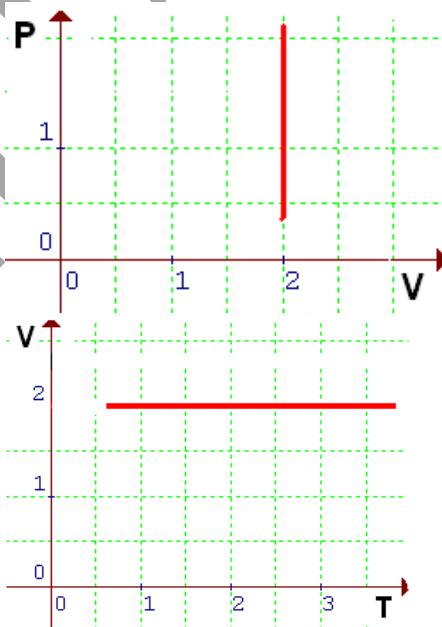
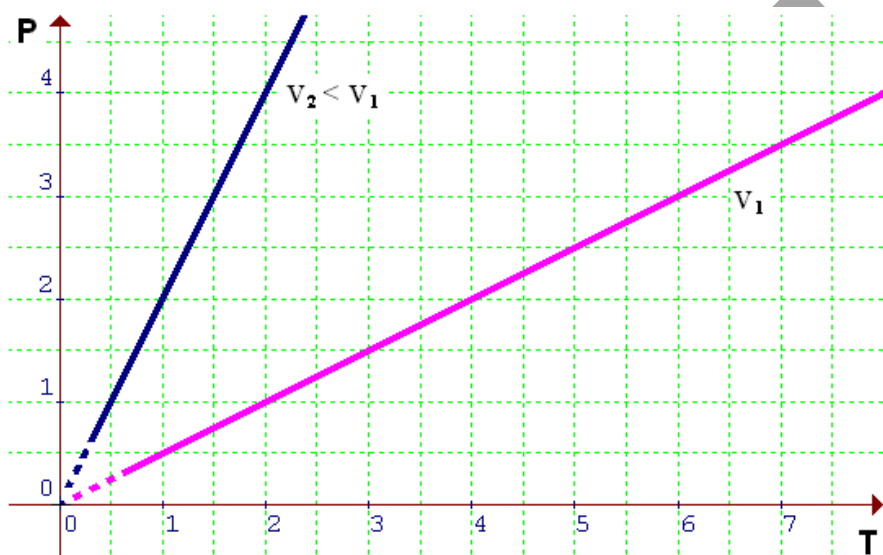
$$PV = n R T \Rightarrow PV = \frac{m_{ολ}}{M_r} RT \Rightarrow P = \frac{m_{ολ}}{V} \frac{RT}{M_r} \Rightarrow P = \rho \frac{RT}{M_r}$$

Γενικό σχόλιο: Σε όποια διαγράμματα έχω γραφική παράσταση της μορφής $y=ax$, δημιουργώ το πηλίκο y/x (κλίση της ευθείας) και ξεκινώντας από την καταστατική το σχηματίζω για να δω με τι ισούται η κλίση της ευθείας. Στην συνέχεια ξέρω ότι όσο μεγαλώνει η κλίση, η ευθεία πλησιάζει προς τον κατακόρυφο άξονα.

➤ **ΙΣΟΘΕΡΜΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ** ($T = \text{σταθ}$ και $PV = \text{σταθ}$)



➤ **ΙΣΟΧΩΡΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ** ($V = \text{σταθ}$ και $P = \text{σταθ} \cdot T$)



➤ **ΙΣΟΒΑΡΟΥΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ** ($P = \text{σταθ}$ και $V = \text{σταθ} \cdot T$)

