

# NΟΜΟΙ ΑΕΡΙΩΝ

Κατά την διάρκεια των ετών που μελετάμε τα αέρια ανακαλύφθηκαν 3 νόμοι που καθορίζουν την συμπεριφορά των αερίων και καθένας τους έχει το όνομα του επιστήμονα που τον ανακάλυψε.

Οι παρακάτω νόμοι ισχύουν για τα πραγματικά αέρια σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και χαμηλής πίεσης, δηλ σε συνθήκες που δεν ευνοούν την υγροποίηση του αερίου.

## 1. Νόμος του Boyle. (1662)

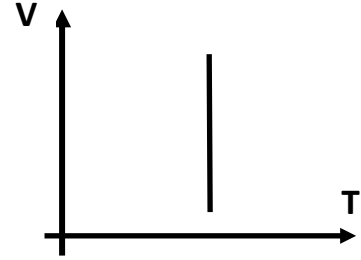
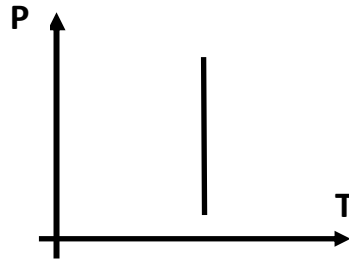
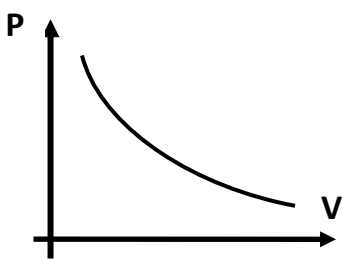
Διατύπωση: Για ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου (  $n$ :σταθερό) που βρίσκεται σε σταθερή θερμοκρασία (  $T$ :σταθερή ), η πίεση  $P$  και ο όγκος  $V$  του αερίου μεταβάλλονται με αντιστρόφως ανάλογο τρόπο.

$$P = \alpha \cdot \frac{1}{V} \quad (\alpha: \text{σταθερά αναλογίας}) \quad , \quad \text{όταν } T \text{ σταθερή και } n \text{ σταθερό}$$

Επειδή η θερμοκρασία παραμένει σταθερή, την μεταβολή που υπακούει στον νόμο του Boyle την λέμε ισόθερμη.

### ΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ

$n$ : σταθερό,  $T$ : σταθερή



Παρατηρήσεις:

- i) Το διάγραμμα P-V είναι μια υπερβολή από την στιγμή που πίεση και όγκος είναι μεγέθη αντιστρόφως ανάλογα.
- ii) Τα διαγράμματα P-T και V-T είναι ευθείες κάθετες στον άξονα της θερμοκρασίας αφού η θερμοκρασία είναι σταθερή.
- iii) Αν κατά την διάρκεια μιας ισόθερμης μεταβολής αυξάνεται ο όγκος του αερίου τότε την χαρακτηρίζουμε ισόθερμη εκτόνωση ενώ αν μειώνεται ο όγκος την χαρακτηρίζουμε ισόθερμη συμπίεση.

## 2. Νόμος του Charles. (1787)

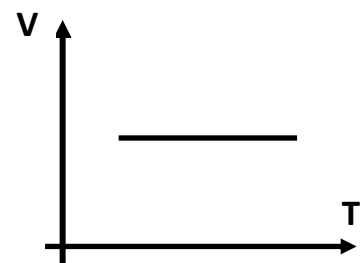
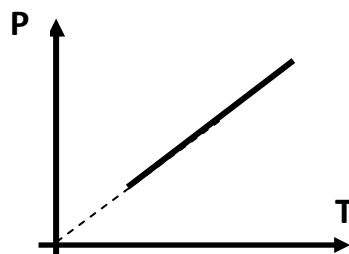
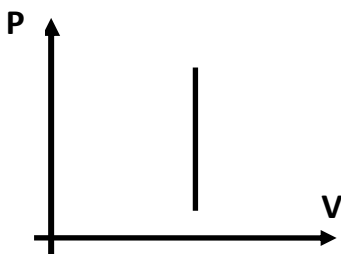
Διατύπωση: Για ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου (  $n$ :σταθερό) που βρίσκεται σε σταθερό όγκο (  $V$ : σταθερός ), η πίεση  $P$  και η θερμοκρασία  $T$  του αερίου μεταβάλλονται με ανάλογο τρόπο.

$$P = \beta \cdot T \quad (\beta: \text{σταθερά αναλογίας}) \quad , \quad \text{όταν } V \text{ σταθερός και } n \text{ σταθερό}$$

Επειδή ο όγκος παραμένει σταθερός, την μεταβολή που υπακούει στον νόμο του Charles την λέμε ισόχωρη.

### ΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ

$n$ : σταθερό,  $V$ : σταθερός



Παρατηρήσεις:

- i) Το διάγραμμα P-T είναι μια ευθεία διαγώνια που διέρχεται από την αρχή των αξόνων από την στιγμή που πίεση και θερμοκρασία είναι μεγέθη ανάλογα.
- ii) Τα διαγράμματα P-V και V-T είναι ευθείες κάθετες στον άξονα του όγκου αφού ο όγκος είναι σταθερός.
- iii) Αν κατά την διάρκεια μιας ισόχωρης μεταβολής αυξάνεται η θερμοκρασία του αερίου τότε την χαρακτηρίζουμε ισόχωρη θέρμανση ενώ αν μειώνεται η θερμοκρασία την χαρακτηρίζουμε ισόχωρη ψύξη.

### 3. Νόμος του Gay-Lussac. (1800)

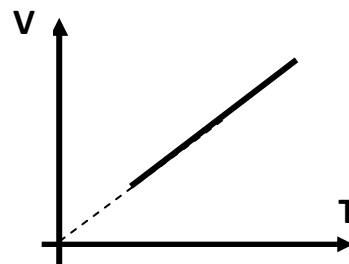
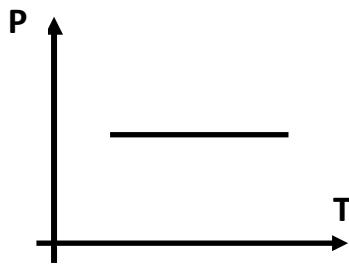
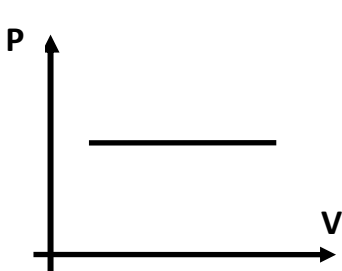
Διατύπωση: Για ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου ( n:σταθερό ) που βρίσκεται σε σταθερή πίεση ( P: σταθερή ) , ο όγκος V και η θερμοκρασία T του αερίου μεταβάλλονται με ανάλογο τρόπο.

$$V = \gamma \cdot T \quad (\gamma: \text{σταθερά αναλογίας}) \quad , \quad \text{όταν } P \text{ σταθερή και } n \text{ σταθερό}$$

Επειδή η πίεση παραμένει σταθερή , την μεταβολή που υπακούει στον νόμο του Gay - Lussac την λέμε ισόβαρη.

#### ΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ

n: σταθερό , P: σταθερή



Παρατηρήσεις:

- i) Το διάγραμμα V-T είναι μια ευθεία διαγώνια που διέρχεται από την αρχή των αξόνων από την στιγμή που όγκος και θερμοκρασία είναι μεγέθη ανάλογα.
- ii) Τα διαγράμματα P-V και P-T είναι ευθείες κάθετες στον άξονα της πίεσης αφού η πίεση είναι σταθερή.
- iii) Αν κατά την διάρκεια μιας ισοβαρούς μεταβολής αυξάνεται η θερμοκρασία του αερίου τότε αυξάνεται και ο όγκος του οπότε την μεταβολή την χαρακτηρίζουμε ισόβαρη θέρμανση-εκτόνωση , ενώ αν μειώνεται η θερμοκρασία του αερίου τότε μειώνεται ο όγκος του οπότε την μεταβολή την χαρακτηρίζουμε ισόβαρη ψύξη-συμπύεση .

### 4. ΚΑΤΑΣΤΑΤΙΚΗ ΕΞΙΣΩΣΗ ΙΔΑΝΙΚΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

Οι παραπάνω νόμοι για ένα ιδανικό αέριο συνδυάζονται σε μια σχέση η οποία περιγράφει την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας του ιδανικού αερίου σε συνάρτηση με την θερμοκρασία T , την πίεση P, τον όγκο V και το πλήθος των mol. Ισχύει:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Η παραπάνω σχέση ονομάζεται καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων.

Η σταθερά R ονομάζεται παγκόσμια σταθερά των ιδανικών αερίων.

Στο S.I η τιμή της είναι  $R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$  .

Στην περίπτωση που χρησιμοποιούμε ως μονάδα μέτρησης για την πίεση την 1atm , για τον όγκο το 1L και για την θερμοκρασία το 1K η σταθερά R έχει τιμή :  $R = 0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

## ΑΛΛΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΤΙΚΗΣ ΕΞΙΣΩΣΗΣ

α) Ισχύει:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \xrightarrow{n = \frac{m}{M_r}} P \cdot V = \frac{m}{M_r} \cdot R \cdot T \longrightarrow P = \frac{m}{V} \cdot \frac{R \cdot T}{M_r} \xrightarrow{\rho = \frac{m}{V}} P = \rho \cdot \frac{R \cdot T}{M_r}$$

β) Ισχύει:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \xrightarrow{n = \frac{N}{N_A}} P \cdot V = \frac{N}{N_A} \cdot R \cdot T \xrightarrow[k : \text{σταθερά Boltzman } k = \frac{R}{N_A}]{} P \cdot V = N \cdot k \cdot T$$

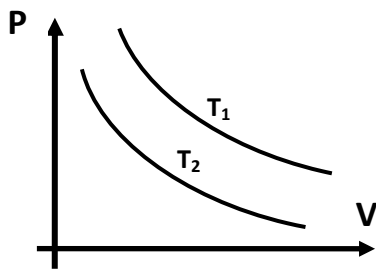
### ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

ι) Μέσω της καταστατικής προκύπτει ότι η σταθερά αναλογίας  $\alpha$  στον νόμο Boyle ισούται με :

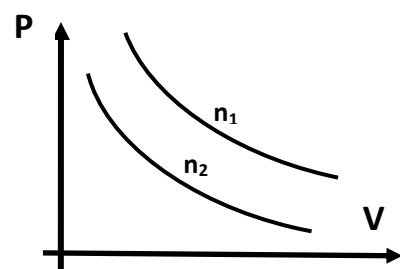
$$P = n \cdot R \cdot T \cdot \frac{1}{V}$$
$$P = \alpha \cdot \frac{1}{V} \quad \Rightarrow \quad \alpha = n \cdot R \cdot T$$

Αυτό σημαίνει ότι όσο περισσότερα mol έχουμε ή όσο μεγαλύτερη θερμοκρασία υπό την οποία γίνεται η ισοθερμη μεταβολή τόσο πιο απομακρυσμένη είναι η γραφική παράσταση από τους άξονες P-V.

$n$ : σταθερό,  $T_1 > T_2$



$T$ : σταθερή,  $n_1 > n_2$

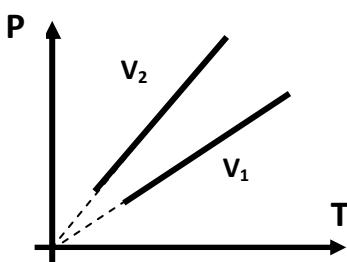


ii) Μέσω της καταστατικής προκύπτει ότι η σταθερά αναλογίας  $\beta$  στον νόμο Charles ισούται με :

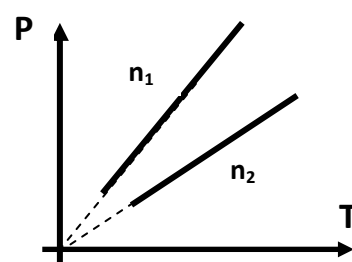
$$P = \frac{n \cdot R}{V} \cdot T \Rightarrow \beta = \frac{n \cdot R}{V}$$
$$P = \beta \cdot T$$

Η σταθερά  $\beta$  εκφράζει την κλίση της ευθείας στο διάγραμμα P-T. Αυτό σημαίνει ότι στο διάγραμμα P-T όσο μεγαλύτερος είναι ο όγκος του αερίου τόσο πιο μικρή κλίση έχει η γραφική παράσταση ενώ όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα του αερίου τόσο πιο μεγάλη κλίση έχει η γραφική παράσταση.

$n$ : σταθερό,  $V_1 > V_2$



$V$ : σταθερό,  $n_1 > n_2$

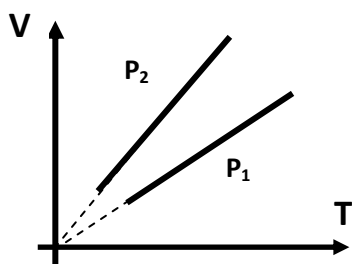


iii) Μέσω της καταστατικής προκύπτει ότι η σταθερά αναλογίας  $\gamma$  στον νόμο Gay - Lussac ισούται με :

$$V = \frac{n \cdot R}{P} \cdot T$$
$$V = \gamma \cdot T \Rightarrow \gamma = \frac{n \cdot R}{P}$$

Η σταθερά  $\gamma$  εκφράζει την κλίση της ευθείας στο διάγραμμα V-T .Αυτό σημαίνει ότι στο διάγραμμα V-T όσο μεγαλύτερη είναι η πίεση του αερίου τόσο πιο μικρή κλίση έχει η γραφική παράσταση ενώ όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα του αερίου τόσο πιο μεγάλη κλίση έχει η γραφική παράσταση.

**n: σταθερό ,  $P_1 > P_2$**



**P: σταθερό ,  $n_1 > n_2$**

