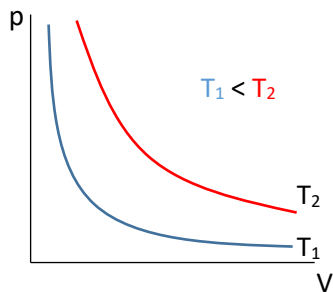


3.2 Νόμοι των αερίων.

Μακροσκοπικά μελετάμε ένα αέριο όταν η κατάσταση στην οποία βρίσκεται περιγράφεται από την Πίεση, τον Όγκο και τη θερμοκρασία του

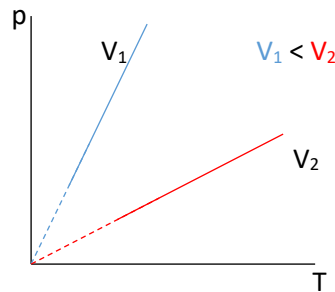
Ο νόμος του Boyle : Η πίεση ορισμένης ποσότητας αερίου, του οποίου η θερμοκρασία παραμένει σταθερή είναι αντίστροφα ανάλογη με τον όγκο του.

$$P \cdot V = \text{σταθ για } T = \text{σταθ}$$



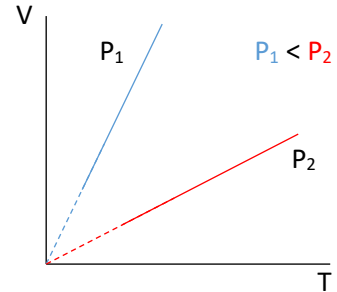
Ο νόμος του Charles : Η πίεση ορισμένης ποσότητας αερίου, του οποίου ο όγκος διατηρείται σταθερός είναι ανάλογη με την απόλυτη θερμοκρασία του αερίου.

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



Ο νόμος του Gay-Lussac : Ο όγκος ορισμένης ποσότητας αερίου, όταν η πίεση του διατηρείται σταθερή είναι ανάλογος με την απόλυτη θερμοκρασία του αερίου.

$$\frac{V}{T} = \text{σταθ για } p = \text{σταθ}$$



Ισόθερμη ονομάζεται η μεταβολή στην οποία η θερμοκρασία παραμένει σταθερή

Ισόχωρη ονομάζεται η μεταβολή στην οποία ο όγκος παραμένει σταθερός

Ισοβαρής ονομάζεται η μεταβολή στην οποία η πίεση παραμένει σταθερή

Σημείωση: Όλα τα παραπάνω ισχύουν για διάφορα αέρια, με κάποιες μικρές αποκλίσεις. Ακριβή αποτελέσματα δίνουν για το ιδανικό αέριο το οποίο όμως δεν υπάρχει. Μακροσκοπικά ιδανικό αέριο, είναι αυτό που υπακούει στους τρεις νόμους των αερίων σε οποιεσδήποτε συνθήκες κι αν βρίσκεται. Από δω και πέρα όμως για τους σκοπούς του μαθήματος όποτε αναφερόμαστε σε κάποιο αέριο, θα εννοείτε ότι είναι ιδανικό.

Ιδανικό αέριο, μακροσκοπικά, είναι αυτό που υπακούει στους τρεις νόμους των αερίων σε οποιαδήποτε συνθήκες κι αν βρίσκεται.

Όταν ο όγκος του αερίου αυξάνεται, έχουμε εκτόνωση, ισόθερμη, ισόχωρη, ισοβαρή αντίστοιχα.

Όταν ο όγκος του αερίου μειώνεται έχουμε συμπίεση, ισόθερμη, ισόχωρη, ισοβαρή αντίστοιχα.

Απαραίτητες γνώσεις:

$$n = \frac{m_{ολ}}{M} = \frac{\text{ολική μάζα του αερίου}}{\text{γραμμομοριακή του μάζα}} \quad (2)$$

$$\text{πυκνότητα } d \text{ ή } \rho = \frac{m_{ολ}}{V} \quad (3)$$

$$m_{ολ} = N \cdot m \quad (5) \quad \text{όπου } N: \text{αριθμός μορίων του αερίου.} \\ m: \text{μάζα κάθε μορίου.}$$

$$n = \frac{N}{N_A} \quad (7) \quad \text{όπου } N: \text{αριθμός μορίων του αερίου.} \\ N_A: 6,023 \cdot 10^{23} \text{ σταθερά Avogadro.}$$

Νέες απαραίτητες γνώσεις:

$$k = \frac{R}{N_A} \quad (8) \quad \text{σταθερά Boltzmann.}$$

$$v_{εν} = \sqrt{v^2} \quad (9) \quad \text{ενεργός ταχύτητα}$$

$$\text{και θα αποδείξουμε } v_{εν} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} \quad (11)$$

3.3 Καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων.

Από τον συνδυασμό των νόμων των αερίων προκύπτει η καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων:

Σύστημα μονάδων μέτρησης			
	S.I.		Περιγραφή μεγέθους
$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$ ή $\frac{p \cdot V}{T} = n \cdot R$ ①	P :	N/m^2	atm (ατμόσφαιρες)
	V :	m^3	L (λίτρα)
	T :	K (kelvin)	K (kelvin)
	n :	moles	moles
	R :	$8,314 \cdot J/mol \cdot K$	$0,082 \frac{L \cdot atm}{mol \cdot K}$
			Πίεση
			Όγκος
			Απόλυτη Θερμοκρασία: T=273+°C
			Αριθμός mole
			Σταθερά Avogadro

Άρα από

$$\left. \begin{array}{l} \textcircled{1} p \cdot V = n \cdot R \cdot T \\ \text{και} \\ \textcircled{2} n = \frac{m_{ολ}}{M} \\ \text{και} \\ \textcircled{3} \rho = \frac{m_{ολ}}{V} \end{array} \right\} \Rightarrow p \cdot V = \frac{m_{ολ}}{M} \cdot R \cdot T \Rightarrow p = \frac{m_{ολ}}{V \cdot M} \cdot R \cdot T \Rightarrow \boxed{p = \frac{\rho}{M} \cdot R \cdot T}$$

3.4 Κινητική θεωρία.

3.5 Τα πρώτα σημαντικά αποτελέσματα.

Η πρώτη σχέση που προκύπτει από την εφαρμογή των νόμων της μηχανικής και των παραδοχών της κινητικής θεωρίας, είναι αυτή που συνδέει την πίεση (p) του αερίου με τις ταχύτητες των μορίων του αερίου.

$$\boxed{p = \frac{1}{3} \frac{N \cdot m \cdot \overline{v^2}}{V}} \quad \textcircled{4} \quad \begin{array}{ll} N & \text{ο αριθμός των μορίων του αερίου} \\ m & \text{η μάζα κάθε μορίου} \\ V & \text{ο όγκος του δοχείου} \\ \overline{v^2} & \text{η μέση τιμή των τετραγώνων των ταχυτήτων των μορίων του αερίου.} \end{array}$$

$$\Xi\acute{\epsilon}\rho\omicron\upsilon\mu\epsilon \quad \textcircled{5} N \cdot m = m_{ολ}, \quad \textcircled{3} \rho = m/V \Rightarrow \boxed{p = \frac{1}{3} \rho \cdot \overline{v^2}} \quad \textcircled{6}$$

Είδαμε ότι:

$$\left. \begin{array}{l} \textcircled{4} p = \frac{1}{3} \frac{N \cdot m \cdot \overline{v^2}}{V} \Rightarrow p = \frac{1}{3} \frac{N}{V} (m \cdot \overline{v^2}) \Rightarrow p \cdot V = \frac{2}{3} \cdot N \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot m \cdot \overline{v^2}\right) \\ \text{και} \\ \left. \begin{array}{l} \textcircled{1} p \cdot V = n \cdot R \cdot T \\ \text{και} \\ \textcircled{7} n = \frac{N}{N_A} \\ \textcircled{8} k = \frac{R}{N_A} \end{array} \right\} \Rightarrow p \cdot V = \frac{N}{N_A} \cdot R \cdot T \Rightarrow p \cdot V = N \cdot k \cdot T \end{array} \right\} \Rightarrow T = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{k} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot m \cdot \overline{v^2}\right) = \frac{m \cdot \overline{v^2}}{3 \cdot k} \quad \textcircled{10}$$

Η $\textcircled{10}$ είναι πολύ σημαντική γιατί συνδέει τη θερμοκρασία με τη μέση μεταφορική κινητική ενέργεια των μορίων του αερίου.

Έτσι για τη μέση κινητική ενέργεια των μορίων βρίσκουμε:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{1}{2} \cdot m \cdot \overline{v^2} = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T \quad \textcircled{10} \\ \text{και με την εμπλοκή της ενεργούς ταχύτητας} \quad \textcircled{9} u_{εV} \\ \textcircled{9} u_{εV} = \sqrt{\overline{v^2}} \end{array} \right\} \Rightarrow u_{εV} = \sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3 \cdot k \cdot T}{m}} \quad \textcircled{11}$$

Θυμίζω m είναι η μάζα κάθε μορίου.

Άλλες μορφές $u_{εV}$

$$\left. \begin{array}{l} \textcircled{11} u_{εV} = \sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3 \cdot k \cdot T}{m}} = \sqrt{\frac{3 \cdot N_A \cdot k \cdot T}{N_A \cdot m}} \\ \textcircled{8} N_A \cdot k = R \\ \textcircled{5} N_A \cdot m = M \end{array} \right\} \Rightarrow u_{εV} = \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot T}{M}} \quad \textcircled{12}$$

3.6 Μεταβολές των ιδανικών αερίων.

Ισόθερμη

$T = \text{σταθερή}$
 $p \cdot V = \text{σταθ.}$

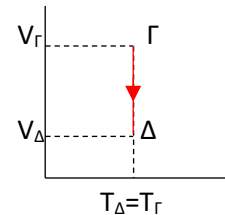
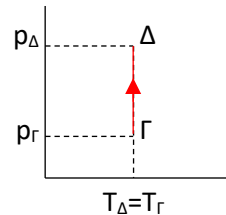
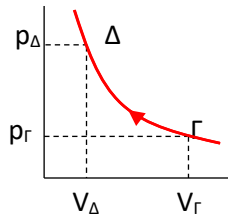
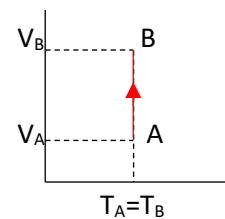
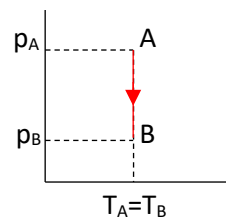
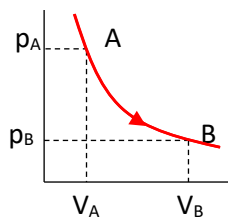
Νόμος Boyle

Ισόθερμη εκτόνωση

$p_A \cdot V_A = p_B \cdot V_B$
 $V_{\text{τελ}} > V_{\text{αρχ}}$
 άρα
 $p_{\text{τελ}} < p_{\text{αρχ}}$

Ισόθερμη συμπίεση

$p_{\Gamma} \cdot V_{\Gamma} = p_{\Delta} \cdot V_{\Delta}$
 $V_{\text{τελ}} < V_{\text{αρχ}}$
 άρα
 $p_{\text{τελ}} > p_{\text{αρχ}}$



Ισόχωρη

$V = \text{σταθερός}$
 $\frac{p}{T} = \text{σταθ.}$

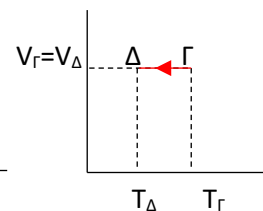
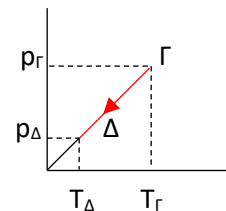
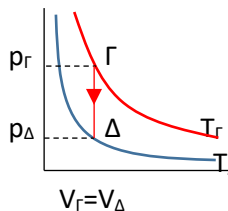
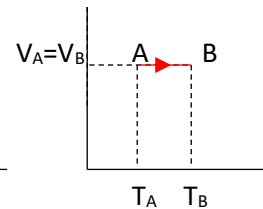
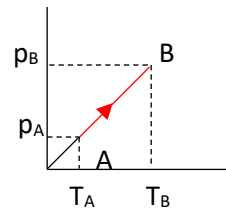
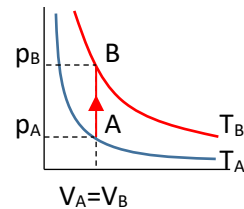
Νόμος Charles

Ισόχωρη θέρμανση

$\frac{p_A}{T_A} = \frac{p_B}{T_B}$
 $T_{\text{τελ}} > T_{\text{αρχ}}$
 άρα
 $p_{\text{τελ}} > p_{\text{αρχ}}$

Ισόχωρη ψύξη

$\frac{p_{\Gamma}}{T_{\Gamma}} = \frac{p_{\Delta}}{T_{\Delta}}$
 $T_{\text{τελ}} < T_{\text{αρχ}}$
 άρα
 $p_{\text{τελ}} < p_{\text{αρχ}}$



Ισοβαρής

$p = \text{σταθερή}$
 $\frac{V}{T} = \text{σταθ.}$

Νόμος
Gay-Lussac

Ισοβαρής εκτόνωση ή ισοβαρής θέρμανση

$\frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B}$
 $V_{\text{τελ}} > V_{\text{αρχ}}$
 άρα
 $T_{\text{τελ}} > T_{\text{αρχ}}$

Ισοβαρής συμπίεση ή ισοβαρής ψύξη

$\frac{V_{\Gamma}}{T_{\Gamma}} = \frac{V_{\Delta}}{T_{\Delta}}$
 $V_{\text{τελ}} < V_{\text{αρχ}}$
 άρα
 $T_{\text{τελ}} < T_{\text{αρχ}}$

