Καταστατική Εξίσωση

Φροντιστήρια ΦΥΣΙΚΗΣ

Δρ. Δήμητρα Παπαδάκη

National and Kapodistrian University of Athens

Department of Agricultural Development, Agrofood and Management of Natural Resources

ΙΣΟΘΕΡΜΗ

Όταν T = σταθ, τότε : $$P.V = \sigma\tau\alpha\theta.$$

ΙΣΟΧΩΡΗ

Όταν V = σταθ, τότε : $$\frac{P}{T} = \sigma\tau\alpha\theta.$$

ΙΣΟΒΑΡΗΣ

Όταν P = σταθ, τότε : $$\frac{V}{T} = \sigma\tau\alpha\theta.$$

Το ιδανικό αέριο είναι ένα μοντέλο που φτιάξαμε για να μελετήσουμε (κατά προσέγγιση) τις ιδιότητες και την συμπεριφορά των αερίων

- Τα μόρια του αερίου είναι σημειακά, πεπερασμένης μάζας, που βρίσκονται σε μια διαρκή άτακτη κίνηση.
- Ο όγκος των μορίων είναι πολύ μικρός, σε σχέση με τον όγκο που καταλαμβάνει το αέριο στο χώρο που βρίσκεται.
- Μεταξύ των μορίων δεν ασκούνται σημαντικές δυνάμεις, παρά μόνο στη διάρκεια μιας κρούσης. Έτσι, μεταξύ δύο διαδοχικών κρούσεων το μόριο κινείται με σταθερή ταχύτητα.
- Οι κρούσεις είναι μετωπικές, όπου μεταβάλλονται μόνο το μέτρο και η φορά της ταχύτητας των μορίων (όχι η διεύθυνση).
- Οι κρούσεις είναι ελαστικές με αμελητέα διάρκεια (διατηρείται το σύνολο της κινητικής ενέργειας των μορίων).
- Τα μόρια δεν αλληλεπιδρούν με κανέναν άλλο τρόπο μεταξύ τους (π.χ. δεν εμφανίζονται ηλεκτρικές δυνάμεις).

Ένα μονοατομικό αέριο, αραιό και θερμό πλησιάζει περισσότερο στην συμπεριφορά του ιδανικού αερίου.

Η συμπεριφορά ενός πραγματικού αερίου διαφέρει από εκείνη του ιδανικού αερίου. Όσο πιο πολύπλοκη είναι η δομή του μορίου ενός πραγματικού αερίου, τόσο περισσότερο αποκλίνει από το ιδανικό αέριο. Σε όσα θα εξετάσουμε θα δεχόμαστε ότι τα αέρια συμπεριφέρονται σαν ιδανικά.

Μακροσκοπικά, ιδανικό αέριο είναι αυτό που υπακούει στους τρεις νόμους των αερίων, σε οποιεσδήποτε συνθήκες κι αν βρίσκεται.

Καταστατική εξίσωση των αερίων

Συνδυάζοντας τους νόμους των Boyle, Charles και του Avogadro καταλήγουμε στη σχέση:

$$V \propto \frac{nT}{P}$$

που μετατρέπεται στη σχέση: $V = R\frac{nT}{P} \Leftrightarrow PV = nRT$

που λέγεται καταστατική εξίσωση των αερίων.

Με το γράμμα R συμβολίζεται μία σταθερά που λέγεται παγκόσμια σταθερά των αερίων, και η τιμή της μπορεί να υπολογιστεί ως εξής:

Θεωρούμε n mol αερίου σε stp συνθήκες που καταλαμβάνουν όγκο n·22,4 L.

Από την καταστατική εξίσωση έχουμε:

$$PV = nRT \Leftrightarrow R = \frac{PV}{nT} \Rightarrow R = \frac{1\text{atm}\cdot n22,4\text{L}}{n\text{mol}\cdot 273\text{K}} \Rightarrow R = 0,082\frac{\text{atm}\cdot\text{L}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$$

Καταστατική Εξίσωση Ιδανικών Αερίων

Ο συνδυασμός των τριών νόμων των αερίων,

μας δίνει την καταστατική εξίσωση

$$p.V = n.R.T$$

R = παγκόσμια σταθερά αερίων

n = αριθμός γραμμομορίων (mol)

$R = 8{,}314 \ \dfrac{\text{J}}{\text{mol.K}}$ στο SI ή $R = 0{,}082 \ \dfrac{\text{atm.L}}{\text{mol.K}}$

$$n = \frac{m}{M}$$

m: μάζα αερίου

M: γραμμομοριακή μάζα

$$n = \frac{V}{V_{mol}}$$

V: όγκος αερίου

V_{mol}: γραμμομοριακός όγκος

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

N: αριθμός μορίων αερίου

N_A: αριθμός Avogadro

Reference:
www.merkopanas.blogspot.gr

21-5. Ποια πραγματικά αέρια προσεγγίζουν τη συμπεριφορά των ιδανικών ή τέλειων αερίων;

Τα περισσότερα αέρια, κάτω **από συνθήκες χαμηλής πίεσης και υψηλής θερμοκρασίας προσεγγίζουν την ιδανική συμπεριφορά** και συνεπώς υπακούουν στους νόμους των αερίων. Αποκλίσεις παρατηρούνται σε χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλές πιέσεις (= *συνθήκες υγροποίησης*).

Ιδανικά συμπεριφέρονται και τα περισσότερα μίγματα αερίων, κάτω από ορισμένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας. Έτσι, μπορούμε να γράφουμε την καταστατική εξίσωση και για αέρια μίγματα.

$P\,V = n_{ολ} R\,T$

όπου,

$n_{ολ}$: ο συνολικός αριθμός mol του αερίου μίγματος

V: ο όγκος που καταλαμβάνει το αέριο μίγμα και

P: η ολική πίεση των αερίων του μίγματος.

T: Η απόλυτη θερμοκρασία του αερίου (η θερμοκρασία του σε βαθμούς Kelvin).

Από το συνδυασμό των μαθηματικών εκφράσεων των τριών νόμων των ιδανικών αερίων καταλήγουμε στην παρακάτω εξίσωση

- 1η Μορφή:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \qquad (\varepsilon\xi\iota\sigma .1)$$

όπου P: η πίεση του αερίου σε N/m^2
V: ο όγκος σε m^3
n: ο αριθμός των moles
R=8,314J/mol·K
και T: η απόλυτη θερμοκρασία σε K

Από το συνδυασμό της εξίσωσης (1) και του ορισμού της πυκνότητας του αερίου

$$\left.\begin{aligned} d &= \frac{m}{V} \\ n &= \frac{m}{M} \end{aligned}\right\} \Rightarrow n = \frac{d \cdot V}{M}$$

προκύπτει:

- 2η Μορφή:

$$P \cdot M = d \cdot R \cdot T \qquad (\varepsilon\xi\iota\sigma .2)$$

όπου M: η γραμμομοριακή μάζα του αερίου

Αν συνδυάσουμε τους τρεις νόμους των αερίων, καταλήγουμε σε μια εξίσωση η οποία ισχύει για οποιαδήποτε μεταβολή στην οποία μπορεί ν' αλλάζουν ταυτόχρονα η πίεση, ο όγκος και η θερμοκρασία του αερίου.

Η εξίσωση αυτή καλείται **καταστατική εξίσωση** των αερίων και γράφεται:

$$PV=nRT$$

$$R = 8{,}314 \frac{J}{mol \cdot K}$$

όπου n: ο αριθμός των mol του αερίου

R: η σταθερά των αερίων

Έτσι για μια τυχαία μεταβολή **ορισμένης** ποσότητας αερίου ισχύει:

$$\frac{PV}{T} = \sigma\tau\alpha\theta$$

ή αλλιώς

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

Άλλοι τρόποι γραφής της καταστατικής εξίσωσης

α. Επειδή $n = \dfrac{m_{\alpha\varepsilon\rho}}{M}$ όπου $m_{\alpha\varepsilon\rho}$: μάζα του αερίου (σε kg)

και Μ : γραμμομοριακή μάζα (σε kg/mol) έχουμε:

$$\left.\begin{array}{l} PV = \dfrac{m_{\alpha\varepsilon\rho}}{M} RT \Rightarrow PM = \dfrac{m_{\alpha\varepsilon\rho}}{V} RT \\ \dfrac{m_{\alpha\varepsilon\rho}}{V} = \rho(\pi\upsilon\kappa\nu\acute{o}\tau\eta\tau\alpha) \end{array}\right\} \Rightarrow$$

PM=ρRT

Επειδή $n = \frac{N}{N_A}$ όπου N : αριθμός μορίων του αερίου

N_A : αριθμός Avogadro ($6{,}023 \cdot 10^{23}$ μόρια/mol) προκύπτει

$$\left.\begin{aligned} PV &= \frac{N}{N_A} RT \\ \frac{R}{N_A} &= k \ \ (\text{σταθερα Boltzmann}) \end{aligned}\right\} \Rightarrow$$

PV=NkT

Ορισμένη ποσότητα n mol αερίου βρίσκεται αρχικά

σε κατάσταση ισορροπίας Α(p_1, V_1, T_1)

$$\Downarrow$$

Με κάποιο τρόπο το αέριο οδηγείται σε νέα

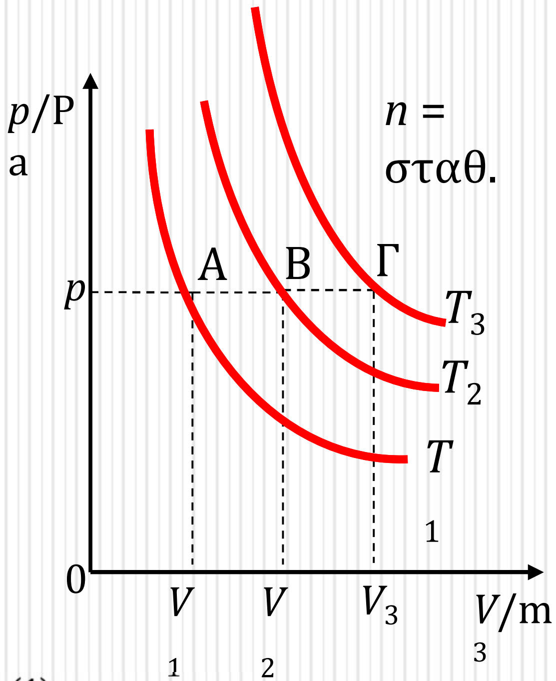
κατάσταση ισορροπίας Β(p_2, V_2, T_2)

$$\left.\begin{array}{lll} p_1.V_1 = n.R.T_1 & \Rightarrow \dfrac{\boldsymbol{p_1.V_1}}{\boldsymbol{T_1}} = \boldsymbol{n.R} & (1) \\ p_2.V_2 = n.R.T_2 & \Rightarrow \dfrac{\boldsymbol{p_2.V_2}}{\boldsymbol{T_2}} = \boldsymbol{n.R} & (2) \end{array}\right\} \xrightarrow{(\mathbf{1}),(\mathbf{2})} \dfrac{\boldsymbol{p_1.V_1}}{\boldsymbol{T_1}} = \dfrac{\boldsymbol{p_2.V_2}}{\boldsymbol{T_2}}$$

Α. Παρατηρήσεις στην ισόθερμη μεταβολή.

➢ Ίδια ποσότητα αερίου σε διαφορετικές θερμοκρασίες

Δύο ισόθερμες καμπύλες δεν είναι δυνατόν να τέμνονται.



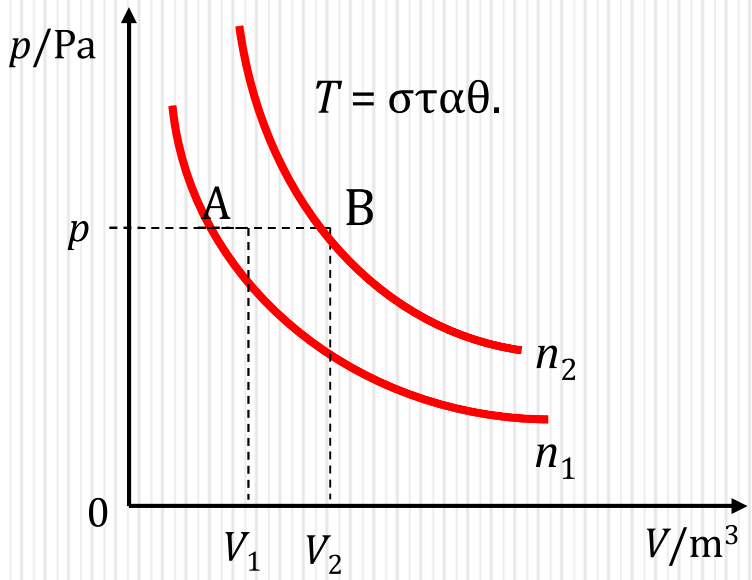
Όσο μεγαλύτερη η θερμοκρασία, τόσο η υπερβολή απομακρύνεται από την αρχή των αξόνων.

$$\left.\begin{array}{ll} p.V_1 = n.R.T_1 & (1) \\ p.V_2 = n.R.T_2 & (2) \end{array}\right\} \xrightarrow{\frac{(1)}{(2)}} \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} < 1$$

$$T_2 > T_1$$

Reference:
www.merkopanas.blogspot.gr

➢ Διαφορετικές ποσότητες αερίου στην ίδια θερμοκρασία



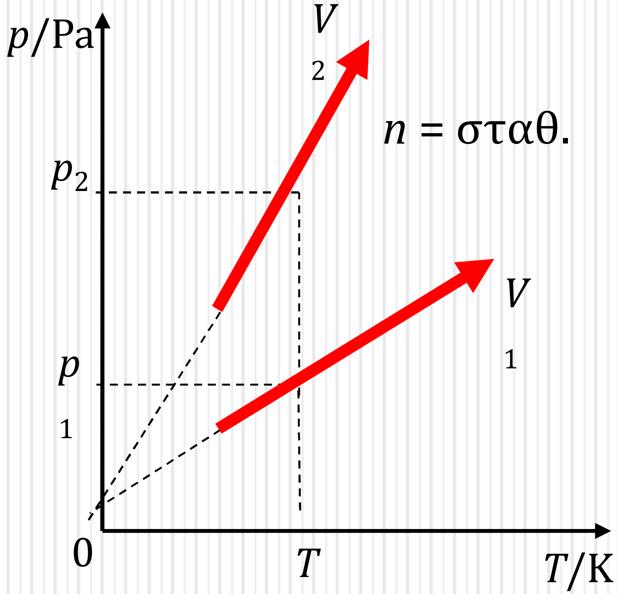
$$\left.\begin{aligned} p.V_1 &= n_1.R.T \quad (1) \\ p.V_2 &= n_2.R.T \quad (2) \end{aligned}\right] \xrightarrow{\frac{(1)}{(2)}} \frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} < 1$$

$$n_2 > n_1$$

Όσο μεγαλύτερη η ποσότητα αερίου, τόσο η υπερβολή απομακρύνεται από την αρχή των αξόνων.

Β. Παρατηρήσεις στην ισόχωρη μεταβολή.

- Ίδια ποσότητα αερίου σε διαφορετικούς όγκους

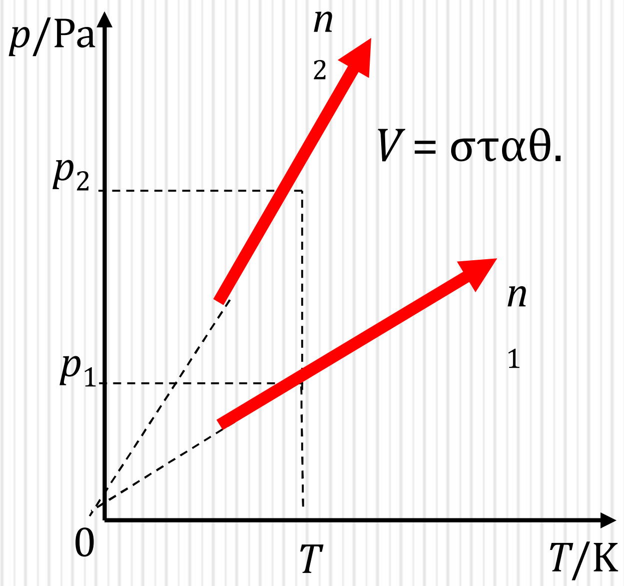


$$\left.\begin{aligned} p_1.V_1 &= n.R.T \quad (1) \\ p_2.V_2 &= n.R.T \quad (2) \end{aligned}\right] \xrightarrow{(1),(2)} p_1.V_1 = p_2.V_2 \longrightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1} < 1$$

$$V_1 > V_2$$

Reference:
www.merkopanas.blogspot.gr

- Διαφορετικές ποσότητες αερίου στον ίδιο όγκο

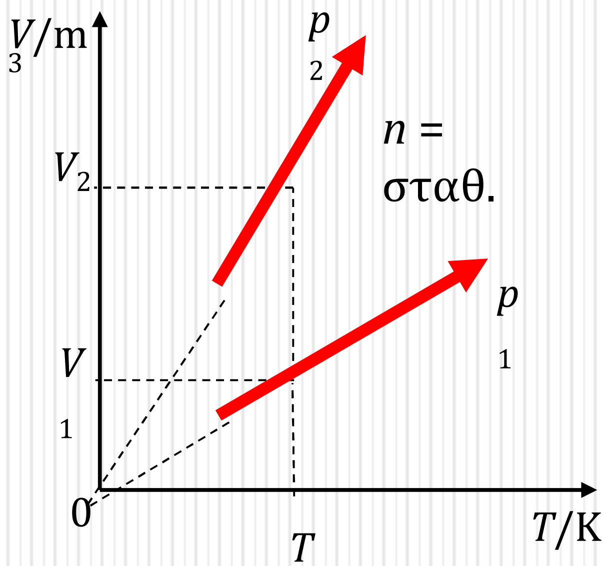


$$\left.\begin{aligned} p_1.V = n_1.R.T \quad (1) \\ p_2.V = n_2.R.T \quad (2) \end{aligned}\right] \xrightarrow{\frac{(1)}{(2)}} \frac{p_1}{p_2} = \frac{n_1}{n_2} < 1 \qquad n_2 > n_1$$

Reference:
www.merkopanas.blogspot.gr

Γ. Παρατηρήσεις στην ισοβαρή μεταβολή.

- Ίδια ποσότητα αερίου σε διαφορετικές πιέσεις

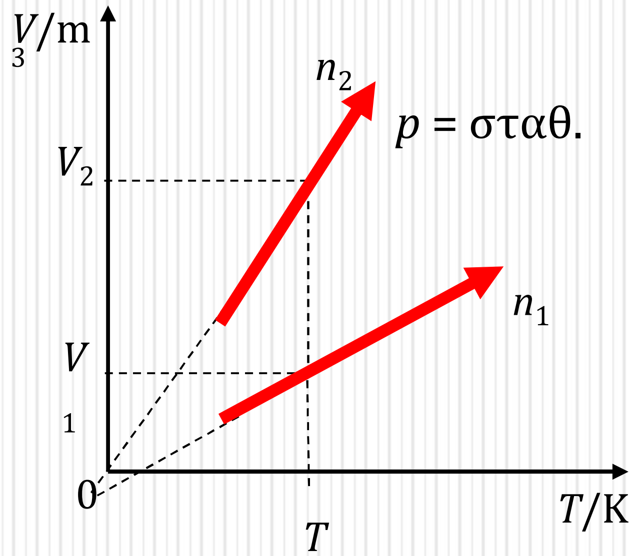


$$\left.\begin{aligned} p_1.V_1 &= n.R.T \quad (1) \\ p_2.V_2 &= n.R.T \quad (2) \end{aligned}\right] \xrightarrow{(1),(2)} p_1.V_1 = p_2.V_2 \longrightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{p_2}{p_1} < 1$$

$$p_1 > p_2$$

Reference:
www.merkopanas.blogspot.gr

- Διαφορετικές ποσότητες αερίου στην ίδια πίεση



$$\left.\begin{aligned} p.V_1 = n_1.R.T \quad (1) \\ p.V_2 = n_2.R.T \quad (2) \end{aligned}\right] \xrightarrow{\frac{(1)}{(2)}} \frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} < 1 \qquad n_2 > n_1$$

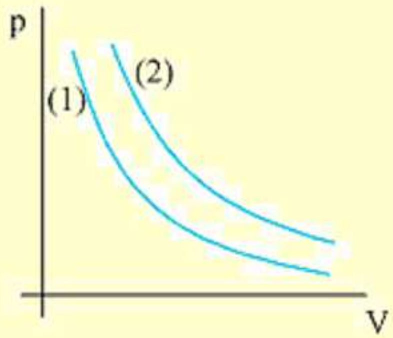
Reference:
www.merkopanas.blogspot.gr

4. Ποσότητα αερίου θερμαίνεται με σταθερό όγκο. Η πυκνότητά του

α) αυξάνεται. **β)** μειώνεται. **γ)** μένει σταθερή.

Ποια απάντηση είναι σωστή;

5. Στο διάγραμμα *p* - *V* του διπλανού σχήματος οι καμπύλες (1) και (2) αντιστοιχούν στις ισόθερμες μεταβολές δύο αερίων που πραγματοποιήθηκαν στην ίδια θερμοκρασία. Αν n_1 και n_2 τα moles των δύο αερίων τότε:



α) $n_1 = n_2$. **β)** $n_1 > n_2$. **γ)** $n_1 < n_2$.

Επιλέξτε το σωστό.

3. Ποσότητα 2g He βρίσκεται σε κατακόρυφο δοχείο που κλείνεται στο πάνω μέρος του με οριζόντιο έμβολο το οποίο μπορεί να κινείται χωρίς τριβές. Η πίεση του αερίου είναι $P_1 = 0,82\text{atm}$ και ο όγκος $V_1 = 20\text{L}$.

α. Να υπολογίσετε την απόλυτη θερμοκρασία T_1 του αερίου.

β. Εισάγουμε στο δοχείο ορισμένη ποσότητα He και παρατηρούμε ότι ο όγκος του αερίου διπλασιάστηκε, η πίεση παρέμεινε σταθερή, ενώ η απόλυτη θερμοκρασία έγινε $T_2 = \frac{5}{4}T_1$. Υπολογίστε την μάζα του He που εισάγαμε στο δοχείο.

γ. Στη συνέχεια το He που είναι μέσα στο δοχείο υποβάλλεται σε ισόχωρη μεταβολή μέχρι να αποκτήσει την αρχική του θερμοκρασία. Να υπολογίσετε την τελική πίεση του αερίου.

Δίνονται: $R\,R = 0,082\frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$, $M_{He} = 4\frac{\text{g}}{\text{mol}}$ και $1\text{atm} = 10^5\text{N}/\text{m}^2$.

Λύση:

$$n = \frac{m}{M} = 0,5\,mol$$

α. $$P_1 \cdot V_1 = nRT_1 \Rightarrow T_1 = \frac{P_1 \cdot V_1}{nR} = \frac{0,82atm \cdot 20L}{0,082\frac{L \cdot atm}{mol \cdot K} \cdot 0,5mol} = 400K$$

β. $$\left.\begin{aligned} P_1 \cdot V_1 &= n_1RT_1 \\ P_2 \cdot V_2 &= n_2RT_2 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{P_1 \cdot V_1}{P_2 \cdot 2V_1} = \frac{n_1RT_1}{n_2 \cdot R\frac{5}{4}T_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{4n_1}{5n_2} \Rightarrow n_2 = \frac{8}{5}n_1 = 0,8\,mol$$

Άρα εισάγαμε 0,3mol He δηλ. 1,2g He

γ. Ισόχωρη: $$\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_3}{T_1} \Rightarrow \frac{0,82atm}{\frac{5}{4}T_1} = \frac{P_3}{T_1} \Rightarrow P_3 = \frac{4}{5}0,82atm \Rightarrow P_3 = 0,656\,atm$$

4. Δύο οριζόντια κυλινδρικά δοχεία, περιέχουν το ίδιο ιδανικό αέριο και επικοινωνούν μεταξύ τους με ένα πολύ λεπτό σωλήνα, που κλείνει με στρόφιγγα. Στο δοχείο Α που έχει όγκο $V_A = 3 \cdot 10^{-3} m^3$ υπάρχουν $\frac{2}{R} mol$ αερίου υπό πίεση $P_A = 2 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2}$. Στο δοχείο Β που έχει όγκο $V_B = 4 \cdot 10^{-3} m^3$ υπάρχουν $\frac{3}{R} mol$ αερίου υπό πίεση $P_B = 3 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2}$.

α. Υπολογίστε τις αρχικές θερμοκρασίες σε κάθε δοχείο.

β. Ανοίγουμε την στρόφιγγα και μετά την αποκατάσταση της θερμικής ισορροπίας η τελική πίεση του αερίου είναι $P = 2{,}25 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2}$. Υπολογίστε την τελική θερμοκρασία του αερίου.

Δίνεται: $R = 8{,}314$ στο S.I.

Λύση:

α. Στο δοχείο Α: $P_A \cdot V_A = n_A R T_A \Rightarrow T_A = \dfrac{P_A \cdot V_A}{n_A R} = 300K$

Στο δοχείο Β: $P_B \cdot V_B = n_B R T_B \Rightarrow T_B = \dfrac{P_B \cdot V_B}{n_B R} = 400K$

β. Όταν ανοίξουμε την στρόφιγγα έχουμε μετακίνηση μορίων από το ένα δοχείο στο άλλο, αλλά ο συνολικός τους αριθμός παραμένει σταθερός, δηλ.

$$n_A + n_B = n_A' + n_B' \Rightarrow n_A + n_B = \frac{P \cdot V_A}{R \cdot T} + \frac{P \cdot V_B}{R \cdot T} \Rightarrow T = \frac{P\left(V_A + V_B\right)}{R\left(n_A + n_B\right)} = 315K$$

Παράδειγμα 4.8

Σε δοχείο όγκου 15 L και θερμοκρασίας 27 °C, εισάγονται 4 mol αερίου A. Να υπολογιστεί η πίεση που ασκεί το αέριο στο δοχείο.

ΛΥΣΗ

Αφού γνωρίζουμε τη θερμοκρασία, τον όγκο και την ποσότητα σε mol του αερίου μπορούμε να βρούμε πόση πίεση ασκεί, από την καταστατική εξίσωση.

$T = \theta + 273 = (27+273)\ K = 300\ K$

$$PV = nRT \text{ ή } P = \frac{nRT}{V} = \frac{4\ mol \cdot (0{,}082\ atm \cdot L/mol \cdot K) \cdot 300\ K}{15\ L}$$

ή $P = 6{,}56$ atm.

Παράδειγμα 4.9

Πόση είναι η πυκνότητα του οξυγόνου (O_2) σε πίεση 8 atm και θερμοκρασία 273 °C. A_{rO}=16.

ΛΥΣΗ

T= θ + 273 = (273 + 273) K = 546 K.

$M_{rO_2} = 2 \cdot 16 = 32$

Όμως, $n = \dfrac{m}{M_r \text{ g/mol}}$

οπότε,

$$PV = \frac{mRT}{M_r \text{ g/mol}} \text{ ή } P = \frac{m}{V} \cdot \frac{RT}{M_r \text{ g/mol}} \text{ ή } P = \rho \frac{RT}{M_r \text{ g/mol}} \text{ ή }$$

$$\rho = \frac{P \cdot M_r \text{ g/mol}}{RT} \text{ ή } \rho = \frac{8\text{atm} \cdot 32\text{g/mol}}{0{,}082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 546\text{K}} \text{ ή } \rho = 5{,}71\text{g/L}$$

Εφαρμογή

Ασκήσεις

Να βρεθεί η πυκνότητα του αέρα μια καλοκαιρινή μέρα που η θερμ
27 ^{0}C. Υποθέτουμε ότι η ατμοσφαιρική πίεση είναι 1atm (1atm = 1,0
και ότι ο αέρας συμπεριφέρεται σαν ιδανικό αέριο με γραμμομοριακι
^{3}kg/mol. Δίνεται: $R = 8{,}314\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol.K}}$

(ρ = 1,18kg/m^3)

Σε δοχείο όγκου V = 15 L και θερμοκρασίας Θ = 27 °C, εισάγονται 4 mol αερίου Α. Να υπολογιστεί η πίεση που ασκεί το αέριο στο δοχείο.

Δίνεται η παγκόσμια σταθερά των αερίων: $R = 0{,}082\ L \cdot atm \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$

T = 273+27 = 300 K

Από την καταστατική εξίσωση έχουμε:

$$PV = nRT \Leftrightarrow P = \frac{nRT}{V} = \frac{4\,mol \cdot 0{,}082\,\frac{Latm}{molK} \cdot 300\,K}{15\,L} = 6{,}56\,atm$$

ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

Δοχείο σταθερού όγκου περιέχει αέρα σε θερμοκρασία 27 ^{0}C και πίεση 1atm. Θερμαίνουμε το δοχείο ώστε η θερμοκρασία του αερίου να αυξηθεί κατά 60 ^{0}C. Πόση θα γίνει η πίεση;

(1,2atm)

Αέριο βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο κυλινδρικό δοχείο. Το δοχείο κλείνεται με εφαρμοστό έμβολο, πάνω στο οποίο τοποθετούνται διάφορα σταθμά. Το αέριο βρίσκεται σε θερμοκρασία 27 ^{0}C και καταλαμβάνει όγκο 0,20m^{3}. Ψύχουμε το αέριο στους -3 ^{0}C. Ποιος θα είναι ο νέος όγκος του αερίου;

(0,18m^{3})

18. Δωμάτιο έχει διαστάσεις 4m × 4m × 3m. Η θερμοκρασία στο δωμάτιο είναι 27 ^{0}C και η πίεση 1atm. Να υπολογίσετε τον αριθμό των mol του αέρα στο δωμάτιο. Δίνονται: 1atm = $1{,}013\times10^5$ N/m^2, $R = 8{,}314\dfrac{\text{J}}{\text{mol.K}}$.

(1950mol)

19. Κυλινδρικό δοχείο με διαθερμικά τοιχώματα φράσσεται με εφαρμοστό έμβολο. Το δοχείο περιέχει αέρα πίεσης 1atm και βρίσκεται μέσα σε λουτρό νερού σταθερής θερμοκρασίας. Πιέζουμε το έμβολο ώστε ο όγκος του αερίου να ελαττωθεί στο 1/3 του αρχικού. Υπολογίστε την τελική τιμή της πίεσης του αερίου.

(3atm)

20. 2×10^{-5} mol υδρογόνου βρίσκονται σε δοχείο όγκου $V = 0{,}25 m^3$, σε θερμοκρασία 27 ^{0}C. Υπολογίστε την πίεση του αερίου. Δίνονται: $R = 8{,}314 \frac{J}{mol.K}$.

(0,2N/m^2)

21. Αέριο βρίσκεται μέσα σε κυλινδρικό δοχείο. Το πάνω μέρος του δοχείου κλείνεται αεροστεγώς με έμβολο. Ο όγκος του αερίου μέσα στο δοχείο είναι $0{,}4 m^3$, η θερμοκρασία 300K και η πίεσή του 1atm. Πιέζουμε το έμβολο ώστε ο όγκος του αερίου να γίνει $0{,}1 m^3$ οπότε παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία του έγινε 600K. Υπολογίστε την τελική πίεση του αερίου.

(8atm)

22. Στο εργαστήριο μπορούν να επιτευχθούν πολύ χαμηλές πιέσεις (υψηλό κενό), έως 13×10^{-15} atm. Υπολογίστε τον αριθμό των μορίων ενός αερίου σε ένα δοχείο 1L σε αυτή την πίεση και σε θερμοκρασία δωματίου (300K).

Δίνονται: $R = 8{,}314\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol.K}}$, $N_A = 6{,}023\times10^{23}$ μόρια/mol.

($3{,}18\times10^{8}$μόρια)

23. Να υπολογιστεί η πυκνότητα του διοξειδίου του άνθρακα σε θερμοκρασία 185 ^{0}C και πίεση 1atm (1atm = $1{,}013\times10^5$ N/m^2). Δίνονται: η γραμμομοριακή μάζα του διοξειδίου του άνθρακα 44×10^{-3} kg/mol, $R = 8{,}314\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol.K}}$.

(1,17kg/m^3)

24. Ένα mol αερίου βρίσκεται σε s.t.p. Διπλασιάζουμε την πίεση διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία και στη συνέχεια τριπλασιάζουμε τον όγκο διατηρώντας σταθερή την πίεση. Να υπολογίσετε τις τελικές τιμές πίεσης, όγκου, θερμοκρασίας και να παραστήσετε γραφικά τις μεταβολές του αερίου σε άξονες p - V, p - T και V - T.

(2atm, 33,6L, 819K)

25. Κυλινδρικό δοχείο, με τον άξονά του κατακόρυφο, κλείνεται αεροστεγώς στο πάνω μέρος του με έμβολο διατομής A = 0,02m^2 και βάρους w = 374N. Το αέριο μέσα στο δοχείο καταλαμβάνει όγκο 0,01m^3 και βρίσκεται σε θερμοκρασία 27 ^{0}C. Η ατμοσφαιρική πίεση είναι $p_{ατ}$ = 1atm.

α) Πόση είναι η πίεση του αερίου;

β) Πόσο θα αυξηθεί ο όγκος του αερίου, αν η θερμοκρασία του γίνει 207 ^{0}C;

Δίνεται: 1atm = 1,013×10^5 N/m^2

(1,2×10^5 N/m^2, 0,006m^3)

Dr. Dimitra Papadaki | Senior Researcher

Tel:+30 210 727 6841
dpapadaki@phys.uoa.gr

National and Kapodistrian
University of Athens