

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΧΗΜΕΙΑ Α' ΛΥΚΕΙΟΥ: Η ΚΑΤΑΣΤΑΤΙΚΗ ΕΞΙΣΩΣΗ ΤΩΝ ΙΔΑΝΙΚΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

ΟΝΟΜ/ΝΥΜΟ :

Να επισημάνουμε τα εξής :

Η καταστατική εξίσωση αφορά μόνον ΑΕΡΙΑ ή ΜΕΙΓΜΑΤΑ ΑΕΡΙΩΝ σε σχεδόν οποιεσδήποτε συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας. Περιγράφει την κατάσταση οποιουδήποτε αερίου σε ορισμένο σετ συνθηκών. Φυσικά υπάρχουν περιορισμοί στην εφαρμογή της καταστατικής εξίσωσης όπως για παράδειγμα, οι αποκλίσεις που παρατηρούνται σε χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλές πιέσεις, δηλαδή σε συνθήκες υγροποίησης των αερίων, που όμως δεν θα μας απασχολήσουν στην Α' λυκείου.

Φυσικά ισχύει και για αέρια ή μείγματα αερίων σε STP συνθήκες που ήδη γνωρίζουμε (δηλαδή ότι 1 mol οποιουδήποτε αερίου σε θερμοκρασία $T = 273 \text{ K}$, πίεση $P = 1 \text{ atm}$, καταλαμβάνει όγκο $V = 22,4 \text{ L}$).

Στην εξίσωση αυτή υπάρχει η παγκόσμια σταθερά R που έχει συγκεκριμένες μονάδες που εξαρτώνται από τις μονάδες της πίεσης του όγκου και της θερμοκρασίας. Η εξίσωση είναι :

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

Με μονάδες,

$$\text{Πίεση (atm)} \cdot \text{Όγκος (L)} = \text{Αριθμός mol} \cdot \text{Παγκόσμια Σταθερά } R (= 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}) \cdot \text{Θερμοκρασία (K)}$$

όπου $273^\circ \text{C} = 0 \text{ Kelvin}$ ή γενικά $K = ^\circ \text{C} + 273$

Σημειώνουμε ότι εκτός της σταθεράς R που θα δίνεται, από τις υπόλοιπες 4 παράμετροι της εξίσωσης οι 3 θα είναι γνωστές ή θα μπορείτε να τις υπολογίσετε και θα ζητείται η 4^η.

Παράδειγμα 1^ο :

Πόση πίεση ασκεί ποσότητα 0,1 mol αερίου σε ένα κλειστό δοχείο όγκου 0,2 L που βρίσκεται σε θερμοκρασία 27°C ; Δίνεται η Παγκόσμια Σταθερά $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Βήμα 1^ο → ξαναγράφουμε την εξίσωση ως προς το ζητούμενο $P = \frac{n R T}{V}$ (1)

Βήμα 2^ο → ελέγχουμε τις μονάδες ΟΛΩΝ των δεδομένων, $n = 0,1 \text{ mol}$, $V = 0,2 \text{ L}$, $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, και η $T = 27^\circ \text{C}$ που πρέπει να μετατρέψουμε σε Kelvin, μέσω της εξίσωσης $K = ^\circ \text{C} + 273$, δηλ. $K = 27 + 273 = 300 \text{ K}$.

Βήμα 3^ο → αντικαθιστούμε στον τύπο (1) και επιλύουμε $P = \frac{0,1 \cdot 0,082 \cdot 300}{0,2} = \frac{0,82 \cdot 3}{0,2} = 4,1 \cdot 3 = 12,3 \text{ atm}$

Παράδειγμα 2^ο :

14 γραμμάρια αερίου αζώτου (N_2) βρίσκεται υπό πίεση 8,2 atm σε ένα κλειστό δοχείο σε θερμοκρασία 127°C . Ποιος είναι ο όγκος του δοχείου; Δίνονται $A_r(N) = 14$, η παγκόσμια σταθερά $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, και η μετατροπή θερμοκρασίας $K = ^\circ \text{C} + 273$

Βήμα 1^ο → ξαναγράφουμε την εξίσωση ως προς το ζητούμενο, στην άσκηση αυτή τον όγκο $V = \frac{n R T}{P}$ (1)

Βήμα 2^ο → ελέγχουμε τα δεδομένα. Έχουμε την πίεση τη σταθερά R και την θερμοκρασία σε $^\circ \text{C}$ την οποία όμως πρέπει να μετατρέψουμε σε K, $K = 273 + 127 = 400 \text{ K}$. Επίσης δεν έχουμε τον αριθμό mol του αερίου. Έχουμε όμως την σχετική ατομικά μάζα, οπότε υπολογίζουμε την σχετική μοριακή μάζα και μετά τα mol.

$$M_r(N_2) = 2 \cdot 14 = 28, \text{ \& } n = m/M_r \Leftrightarrow n = 14/28 = 0,5 \text{ mol.}$$

Βήμα 3^ο → ελέγχουμε τις μονάδες ΟΛΩΝ των δεδομένων, $n = 0,5 \text{ mol}$, $P = 8,2 \text{ atm}$, $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, και $T = 400^\circ \text{C}$.

Βήμα 4^ο → αντικαθιστούμε στον τύπο (1) και επιλύουμε $V = \frac{0,5 \cdot 0,082 \cdot 400}{8,2} = \frac{0,5 \cdot 8,2 \cdot 4}{8,2} = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ L}$

Γενική παρατήρηση: ΠΡΟΣΟΧΗ! να απλοποιείτε την παράσταση της τελικής εξίσωσης πριν αρχίσετε τις αριθμητικές πράξεις. Π.Χ. το $0,084 \cdot 400$ απλοποιείται σε $8,4 \cdot 4$.

Μερικές ακόμη εφαρμογές της καταστατικής εξίσωσης εμπλέκουν το είδος του αερίου μέσω της σχετικής μοριακής του μάζας αφού $n = \frac{m}{M_r}$ αλλά και της πυκνότητας του αερίου αφού $\rho = \frac{m}{V}$. Ας δούμε πως:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Leftrightarrow P \cdot V = \frac{m}{M_r} \cdot R \cdot T \text{ οπότε λύνουμε ως προς } m \text{ και επίσης}$$

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

Ακολουθούν μερικές χαρακτηριστικές ασκήσεις από την Τράπεζα Θεμάτων Διαβαθμισμένης Δυσκολίας (ΤΘΔΔ) του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου (ΠΙ) Σχετικός ιστότοπος - <https://trapeza.iep.edu.gr/public/subjects.php>.

Θέμα 3^ο - 15682

α) Να υπολογίσετε ποια από τις παρακάτω ποσότητες έχει μεγαλύτερη μάζα.

- $5 \cdot N_A$ άτομα S.
- 4,48 L SO_2 μετρημένα σε STP.
- 32 g S.
- 0,2 mol SO_3 .
- 0,1 mol SO_2 . (μονάδες 10)

β) Αέριο μείγμα αποτελείται από 16 g SO_3 και 0,3 mol CO_2 .

- Να υπολογίσετε τον όγκο που καταλαμβάνει το μείγμα σε θερμοκρασία 27°C και πίεση 3 atm. (μονάδες 8)
- Να υπολογίσετε τον αριθμό των ατόμων O που περιέχονται στο μείγμα. (μονάδες 7)

Μονάδες 25

Δίνονται: $A_r(\text{O})=16$, $A_r(\text{S})=32$ και $R=0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{Atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

Θέμα 3^ο - 15715

Το νερό (H_2O) είναι η πιο σημαντική χημική ένωση για τη ζωή στο πλανήτη μας. Απαντά στις 3 φυσικές καταστάσεις, ως πάγος, νερό και υδρατμός. Το νερό έχει πυκνότητα $\rho = 1 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$.

α) Να υπολογίσετε:

- τη μάζα του νερού που περιέχει 20 g υδρογόνου (H) (μονάδες 6)
- τα μόρια νερού που υπάρχουν σε δύο σταγόνες νερού όγκου 0,9 mL. (μονάδες 6)

β) i) Να υπολογίσετε την πίεση που θα ασκηθεί σε κλειστό δοχείο όγκου 20 L με περιεχόμενο $12,04 \cdot 10^{23}$ μόρια υδρατμών στους 127°C . (μονάδες 6)

ii) Να υπολογίσετε την πυκνότητα του νερού σε πίεση 4,1 atm θερμοκρασία 127°C . (μονάδες 7)

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: $A_r(\text{H})=1$, $A_r(\text{O})=16$, καθώς και η παγκόσμια σταθερά των αερίων

$$R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

Μονάδες 25

Θέμα 3^ο - 15134

Η σύνθεση της αμμωνίας (NH_3) από άζωτο και υδρογόνο αποτέλεσε επανάσταση για τη χημική βιομηχανία καθώς άνοιξε τον δρόμο για την παραγωγή συνθετικών λιπασμάτων και κατά συνέπεια συνέβαλε στην αύξηση της παγκόσμιας γεωργικής παραγωγής.

α) Τα στοιχεία της Στήλης Ι του πίνακα που ακολουθεί, αφορούν στην αμμωνία (NH_3) που στις συνηθισμένες συνθήκες είναι αέριο χημική ένωση.

i) Να αντιστοιχίσετε κάθε όρο της Στήλης I στον πίνακα, με τον σωστό αριθμό mol αμμωνίας, Στήλη II:

Στήλη I	Στήλη II
1) 44,8 L αέριας αμμωνίας (NH ₃ σε συνθήκες STP).	A) 2 mol
2) 3,4 g NH ₃ (A _r (N)=14, A _r (H)=1).	
3) 500 mL υδατικού διαλύματος NH ₃ , συγκέντρωσης c = 4 M.	B) 0,2 mol
4) 3,2·N _A μόρια NH ₃ .	
5) 6·N _A άτομα H.	Γ) 3,2 mol
6) 4 L υδατικού διαλύματος NH ₃ , συγκέντρωσης c = 0,8 M.	

(μονάδες 6)

ii) Να γράψετε τους υπολογισμούς σας για τις περιπτώσεις 2, 3 και 5 της Στήλης I του πίνακα.

(μονάδες 6)

β) Σε κενό δοχείο όγκου 8,2 L εισάγονται 3 mol αέριας NH₃. Αν η θερμοκρασία στο δοχείο είναι 27 °C, να υπολογίσετε:

- την πίεση που ασκεί το αέριο στα τοιχώματα του δοχείου. (μονάδες 4)
- το πλήθος των ατόμων υδρογόνου που βρίσκονται στο δοχείο. (μονάδες 4)
- την πυκνότητα του αερίου σε αυτές τις συνθήκες (μετρημένη σε $\frac{g}{L}$, με ακρίβεια ενός δεκαδικού ψηφίου). (μονάδες 5)

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες A_r(N)=14, A_r(H)=1 καθώς και η παγκόσμια σταθερά των αερίων

$$R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

Μονάδες 25

Θέμα 3^ο - 15074

Το τριοξείδιο του θείου (SO₃) χρησιμοποιείται στη χημική βιομηχανία κυρίως για την παραγωγή του θειικού οξέος. Αποτελεί ένα σημαντικό ατμοσφαιρικό ρύπο ο οποίος ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό για την όξινη βροχή.

α) Σε κλειστό δοχείο περιέχονται 16 g αερίου SO₃.

- Πόσα mol είναι η ποσότητα αυτή; (μονάδες 5)
- Πόσο όγκο (σε L) καταλαμβάνει η ποσότητα αυτή σε STP συνθήκες; (μονάδες 4)
- Πόσα μόρια SO₃ περιέχονται στην ποσότητα αυτή; (μονάδες 4)

β) Σε κλειστό δοχείο όγκου 8,2 L και σε θερμοκρασία 227 °C εισάγονται 6,4 g αερίου SO₂ και 8 g αερίου SO₃.

Να υπολογίσετε:

- τον συνολικό αριθμό των ατόμων οξυγόνου (O) τα οποία περιέχονται στο μείγμα των αερίων. (μονάδες 6)
- την συνολική πίεση που ασκεί το μείγμα των αερίων. (μονάδες 6)

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες A_r: S = 32, O = 16 και η παγκόσμια σταθερά των αερίων $R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$.

Μονάδες 25