

Καταστατική εξίσωση ιδανικών αερίων

21-1. Από τι εξαρτάται η συμπεριφορά των αερίων;

Η συμπεριφορά των αερίων είναι περισσότερο απλή και ομοιόμορφη από τη συμπεριφορά των υγρών και των στερεών. Σε αντίθεση με τις υγρές και τις στερεές ουσίες, ορισμένες βασικές ιδιότητες των αερίων είναι ανεξάρτητες της χημικής τους φύσης, δηλαδή δεν εξαρτώνται από το ποιο είναι το αέριο **παρά μόνο από τις συνθήκες στις οποίες βρίσκεται**.

21-2. 11. SOS Ερώτηση: Τι ονομάζεται κατάσταση ενός ιδανικού αερίου;

Όταν η απόλυτη θερμοκρασία T , η πίεση P , ο όγκος V και η ποσότητα του αερίου παραμένουν σταθερά με την πάροδο του χρόνου, τότε λέμε ότι το αέριο βρίσκεται σε μία **συγκεκριμένη κατάσταση** (σε καθορισμένες συνθήκες) που την χαρακτηρίζουμε συνήθως με κάποιο γράμμα ή κάποιο αριθμό.

21-3. 12. SOS Ερώτηση: Ποια είναι η καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων;

Η καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων, είναι μία εξίσωση που περιγράφει πλήρως τη συμπεριφορά (=κατάσταση) ενός αερίου. Δίνεται από τη σχέση:

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

Η σταθερά R ονομάζεται παγκόσμια σταθερά των αερίων και n ο αριθμός των mol του αερίου. Στο S.I. ισούται με $8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$.

Αν η μονάδα πίεσης είναι 1 atm και μονάδα όγκου είναι το 1 L τότε το $R = 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm/mol} \cdot \text{K}$

$n_{\text{ολ}}$: 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).

21-4. SOS Ερώτηση: Ποια αέρια ονομάζονται ιδανικά ή τέλεια;

Τα αέρια που υπακούουν στην καταστατική εξίσωση, για οποιαδήποτε τιμή πίεσης και θερμοκρασίας, ονομάζονται **ιδανικά ή τέλεια αέρια**.

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.

$$P V = n_{\text{ολ}} R T$$

όπου,

$n_{\text{ολ}}$: 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).

21-6. Πως γίνεται η μετατροπή των βαθμών Κελσίου σε βαθμούς Κέλβιν;

Η μετατροπή των βαθμών Κελσίου ($^{\circ}\text{C}$) σε βαθμούς Kelvin γίνεται, όπως μάθαμε στο Γυμνάσιο, μέσω της σχέσης:

$$T = 273 + \theta^{\circ}\text{C}$$

Παράδειγμα:

Οι 27°C είναι: $273 + 27 = 300\text{K}$

Ερωτήσεις

21-7. Να γράψετε την καταστατική εξίσωση των αερίων και να εξηγήσετε τα σύμβολα των μεγεθών. Σε ποιες μονάδες μετρούνται τα μεγέθη αυτά;

21-8. Να υπολογίσετε την τιμή της παγκόσμιας σταθεράς των αερίων (R).

21-9. Η τιμή της παγκόσμιας σταθεράς των αερίων (R) εξαρτάται:

- α) από τη θερμοκρασία των αερίων
 - β) από τον όγκο και τη θερμοκρασία των αερίων
 - γ) από την πίεση και τον όγκο των αερίων
 - δ) από τη φύση κάθε αερίου
 - ε) δεν εξαρτάται από κανένα από τους παραπάνω παράγοντες
- Να διαλέξετε τη σωστή απάντηση.

Ασκήσεις

21-10. Αέριο X σε δοχείο όγκου V και σε απόλυτη θερμοκρασία T ασκεί πίεση P .

I) Μέσω ενός εμβόλου τετραπλασιάζουμε την πίεση του αερίου σε σταθερή θερμοκρασία. Ο όγκος θα είναι:

α) V β) $4V$ γ) $2V$ δ) $0,25V$

II) Διπλασιάζουμε την απόλυτη θερμοκρασία του αερίου υπό σταθερή πίεση. Ο όγκος θα είναι:

α) $0,5V$ β) V γ) $2V$ δ) $10V$

Να διαλέξετε τη σωστή απάντηση σε κάθε περίπτωση.

21-11. Να χαρακτηρίσετε με Σ τις παρακάτω προτάσεις αν είναι σωστές και με Λ αν είναι λανθασμένες.

1. η προσθήκη ποσότητας διοξειδίου του άνθρακα σε δοχείο σταθερού όγκου που περιέχει μονοξείδιο του άνθρακα σε σταθερή θερμοκρασία, αυξάνει την πίεση που ασκείται στα τοιχώματα του δοχείου
2. αν αυξήσουμε τον όγκο ενός δοχείου που περιέχει ποσότητα οξυγόνου διατηρώντας την πίεση σταθερή, η θερμοκρασία του αερίου παραμένει σταθερή

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

21-12. Αέριο διοχετεύεται σε ένα μπαλόνι όγκου 5 L και προκαλεί αύξηση της μάζας του μπαλονιού κατά 16 g στους $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ και σε πίεση 1 atm . Να βρείτε τη σχετική μοριακή μάζα του αερίου.

21-13. Αέριο X σε δοχείο όγκου V και σε θερμοκρασία $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ ασκεί πίεση 3 atm . Το αέριο θερμαίνεται στους $127\text{ }^{\circ}\text{C}$, ενώ ο όγκος του δοχείου διατηρείται σταθερός. Πόση πίεση ασκεί το αέριο X στους $127\text{ }^{\circ}\text{C}$;

21-14. Σε δοχείο όγκου $5,6\text{ L}$ και θερμοκρασίας $57\text{ }^{\circ}\text{C}$ εισάγονται 64 g οξυγόνου (O_2). Να υπολογίσετε την πίεση που ασκεί το οξυγόνο στο δοχείο.

21-15. Δοχείο όγκου 56 L και θερμοκρασίας $77\text{ }^{\circ}\text{C}$ περιέχει ορισμένη ποσότητα αερίου X του οποίου η σχετική μοριακή μάζα είναι 40 . Αν το X ασκεί πίεση 2 atm , να υπολογίσετε τη μάζα του στο δοχείο.

21-16. Σε δοχείο όγκου $2,8\text{ L}$ και θερμοκρασίας $273\text{ }^{\circ}\text{C}$ εισάγονται $0,5 N_A$ μόρια διοξειδίου του άνθρακα. Πόση πίεση ασκεί το αέριο στο δοχείο;

21-17. Δοχείο A έχει διπλάσιο όγκο από δοχείο B. Στο A εισάγονται $0,2\text{ mol O}_2$ και στο B $0,4\text{ mol N}_2$. Να υπολογίσετε το λόγο των πιέσεων των αερίων στα δύο δοχεία, αν αυτά βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία.

21-18. 34 g του αερίου XH_3 καταλαμβάνουν όγκο $22,4\text{ L}$ σε θερμοκρασία 546 K και πίεση 4 atm . Δίνεται $A_{\text{H}}=1$

- α) Πόσα mol είναι τα 34 g του αερίου;
β) Πόση είναι η σχετική μοριακή μάζα του αερίου;
γ) Πόση είναι η σχετική ατομική μάζα του στοιχείου X;

21-19. Να υπολογίσετε την πυκνότητα της αμμωνίας (NH_3):

- α) σε STP συνθήκες
β) σε πίεση 2 atm και θερμοκρασία 819 °C

21-20. Να υπολογίσετε τη σχετική μοριακή μάζα του αερίου A, αν η πυκνότητά του είναι 2 g/L σε πίεση 2 atm και θερμοκρασία 546 K.

21-21. Σε δοχείο όγκου 56 L και θερμοκρασία 546 K εισάγονται 11 g CO_2 , 34 g H_2S και 56 g N_2 . Πόση πίεση ασκεί το μίγμα των τριών αερίων;

21-22. Να υπολογιστεί η πίεση που ασκούν 0,2 mol αερίου CO_2 στους -23°C , αν καταλαμβάνουν όγκο 5 L.

21-23. Να υπολογιστεί η τιμή της πίεσης που ασκούν 6,8 g υδρόθειου (H_2S), αν βρίσκονται σε δοχείο 20 L στους 7°C .

21-24. Να υπολογιστεί ο όγκος που καταλαμβάνουν 1,5 mol αέριας ένωσης A σε θερμοκρασία 27°C και πίεση 623,2 mmHg.

21-25. Σε δοχείο 410 mL εισάγονται 8,8 g CO_2 , 3,2 g O_2 και 1,4 g N_2 , στους 127°C . Να υπολογιστεί η ολική πίεση του μείγματος.

21-26. Σε δοχείο 820 mL στους 0°C εισάγονται 0,88 g CO_2 και ορισμένη ποσότητα οξυγόνου, οπότε στο δοχείο επικρατεί πίεση 2,73 atm. Να υπολογιστεί η ποσότητα του οξυγόνου στο μείγμα.

21-27. Σε δοχείο 20 L στους 227°C περιέχονται 50 g αερίου A ($M_r = 40$) και ποσότητα αερίου B ($M_r = 120$). Αν το μείγμα ασκεί πίεση 3,075 atm, να υπολογιστούν:

- α. η μάζα του αερίου B,
β. η πυκνότητα του αερίου μείγματος.

21-28. Ποσότητα αέριας αμμωνίας (NH_3) περιέχει 1,2 g υδρογόνο.

- α. Να βρεθεί η μάζα της αμμωνίας.
β. Ποιος είναι ο όγκος που κατέχει η ποσότητα της αμμωνίας σε θερμοκρασία 127°C και πίεση 0,8 atm;

21-29. Ορισμένη μάζα ατμών οиноπνεύματος ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) κατέχει όγκο 200 mL στους 127°C και ασκεί πίεση 16,4 atm. Να βρεθούν:

- α. η μάζα του οινόπνεύματος,
β. τα g του υδρογόνου, τα mol ατόμων του άνθρακα και τα άτομα του οξυγόνου που περιέχει η ποσότητα του οινόπνεύματος.