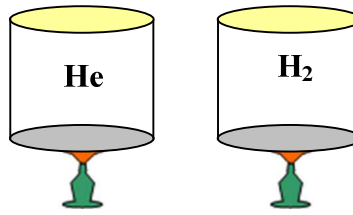


Ατομικότητα αερίου και γραμμομοριακή ειδική θερμότητα.



Διαθέτουμε δύο δοχεία ίσου όγκου. Στο πρώτο περιέχονται 2g Ηλίου και στο δεύτερο 1g H₂ στην ίδια θερμοκρασία (27°C).

- i) Τι θα απαντούσατε στο ερώτημα, σε ποιο δοχείο περιέχεται μεγαλύτερη ποσότητα αερίου;
- ii) Σε ποιο δοχείο περιέχονται περισσότερα μόρια αερίου;
- iii) Προσφέροντας θερμότητα 75J στο δοχείο με το Ηλιο, αυξάνουμε τη θερμοκρασία του στους 39°C. Για να πετύχουμε την ίδια αύξηση θερμοκρασίας στο H₂, απαιτείται να προσφέρουμε θερμότητα 125J. Με βάση αυτά τα πειραματικά δεδομένα, να υπολογιστούν οι γραμμομοριακές ειδικές θερμότητες των δύο αερίων.
- iv) Να υπολογιστούν οι αρχικές τιμές της εσωτερικής ενέργειας κάθε αερίου.
- v) Ποια η μέση κινητική ενέργεια των μορίων κάθε αερίου;
- vi) Να βρεθεί τα μόρια τίνος αερίου έχουν μεγαλύτερη μέση κινητική ενέργεια που οφείλεται στην άτακτη μεταφορική (θερμική τους) κίνηση.
- vii) Αν το δοχείο που περιέχει το H₂, είχε διπλάσιο όγκο, τι θα άλλαζε στις απαντήσεις σας στα παραπάνω ερωτήματα;

Δίνονται: $N_A = 6 \cdot 10^{23}$ μόρια/mol και $R = 8,314 \text{ Joule/mol} \cdot \text{K} = 25/3 \text{ Joule/mol} \cdot \text{K}$, $M_{\text{He}} = 4 \text{ kg/mol}$ και $M_{\text{H}_2} = 2 \text{ kg/mol}$.

Απάντηση:

- i) Η απάντηση θα μπορούσε να δοθεί με βάση δυο κριτήρια. Με βάση τη μάζα κάθε αερίου, προφανώς μεγαλύτερη ποσότητα είναι αυτή του He. Αλλά θα μπορούσε να δοθεί και με κριτήριο τον αριθμό των μορίων (ισοδύναμα του αριθμού των γραμμομορίων). Αλλά ο αριθμός των mol είναι:

$$n_{\text{He}} = \frac{m}{M_{\text{He}}} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}} = 0,5 \text{ mol} \text{ και}$$

$$n_{\text{H}_2} = \frac{m}{M_{\text{H}_2}} = \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}} = 0,5 \text{ mol}$$

Συνεπώς και στα δυο δοχεία περιέχονται ίσοι αριθμοί mol, συνεπώς μπορούμε να απαντήσουμε ότι έχουμε ίσες ποσότητες (όσον αφορά τα mol) από τα δύο αέρια.

- ii) Σε κάθε δοχείο περιέχονται:

$$N = n \cdot N_A = 0,5 \cdot 6 \cdot 10^{23} \text{ μόρια} = 3 \cdot 10^{23} \text{ μόρια.}$$

- iii) Τα αέρια θερμαίνονται ισόχωρα, οπότε:

$$Q = nC_v \cdot \Delta T$$

Όπου $\Delta T = \Delta\theta = 39^\circ\text{C} - 27^\circ\text{C} = 12^\circ\text{C}$, οπότε:

$$C_v = \frac{Q}{n\Delta T} \text{ και με αντικατάσταση:}$$

$$C_{v\text{He}} = \frac{Q}{n\Delta T} = \frac{75}{0,5 \cdot 12} \text{ J/mol} \cdot \text{K} = 12,5 \text{ J/mol} \cdot \text{K} = \frac{3}{2} R$$

$$C_{v\text{H}_2} = \frac{Q}{n\Delta T} = \frac{125}{0,5 \cdot 12} \text{ J/mol} \cdot \text{K} \approx 20,8 \text{ J/mol} \cdot \text{K} = \frac{5}{2} R$$

iv) Με βάση τις τιμές C_v που υπολογίσαμε παραπάνω, θα έχουμε:

$$U_{\text{He}} = nC_v T = \frac{3}{2} nRT = \frac{3}{2} 0,5 \cdot \frac{25}{3} \cdot 300 \text{ J} = 1.875 \text{ J}$$

$$U_{\text{H}_2} = nC_v T = \frac{5}{2} nRT = \frac{5}{2} 0,5 \cdot \frac{25}{3} \cdot 300 \text{ J} = 3.125 \text{ J}$$

v) Η εσωτερική ενέργεια που υπολογίστηκε παραπάνω, οφείλεται στην κίνηση των μορίων, και είναι ίση με το άθροισμα των κινητικών ενεργειών, όλων των μορίων του αερίου, συνεπώς η κινητική ενέργεια ανά μόριο είναι:

$$\bar{K}_{\text{He}} = \frac{U}{N} = \frac{1875 \text{ J}}{3 \cdot 10^{23} \text{ μόρια}} = 6,25 \cdot 10^{-21} \text{ J / μόριο.}$$

$$\bar{K}_{\text{H}_2} = \frac{U}{N} = \frac{3125 \text{ J}}{3 \cdot 10^{23} \text{ μόρια}} = 10,42 \cdot 10^{-21} \text{ J / μόριο.}$$

vi) Η μέση κινητική ενέργεια των μορίων, η οποία οφείλεται στην άτακτη μεταφορική κίνησή τους, είναι:

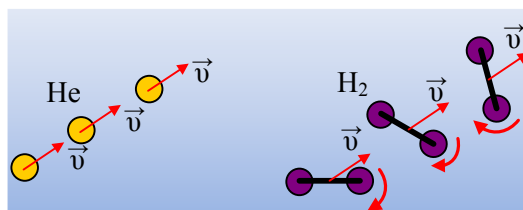
$$\bar{K} = \frac{3}{2} kT$$

Δηλαδή τα μόρια των δύο αερίων έχουν ίσες μέσες μεταφορικές κινητικές ενέργειες.

vii) Σε κανένα από τα παραπάνω ερωτήματα, δεν υπεισέρχεται ο όγκος του δοχείου. Τα αποτελέσματα που βρήκαμε είναι τα ίδια για οποιονδήποτε όγκο. Αυτό που θα αλλάξει θα είναι η πίεση, πράγμα που δεν μας απασχολεί εδώ.

Σχόλιο:

Τα μόρια των δύο αερίων έχουν ίσες κινητικές ενέργειες που οφείλονται στην μεταφορική κίνηση των μορίων, αφού έχουν την ίδια θερμοκρασία. Αλλά ενώ το He είναι μονοατομικό, οπότε το μόριό του, το μόνο που μπορεί να κάνει είναι να μεταφέρεται, το μόριο του H_2 , εκτός του να μεταφέρεται μπορεί και να περιστρέφεται, οπότε θα έχει μεγαλύτερη κινητική ενέργεια, που οφείλεται στην περιστροφή του.



Στο παράδειγμα μας και τα μόρια του H_2 , λόγω της μεταφορικής κίνησής τους έχουν ενέργεια, όση και τα μόρια του Ηλίου, δηλαδή 1.875J, αλλά έχουν και κινητική ενέργεια λόγω περιστροφής $3.125J - 1.875J = 1250J$. Η ενέργεια αυτή, ουσιαστικά μπορεί να υπολογιστεί σαν η διαφορά:

$$nC_{vH_2}T - nC_{vHe}T = \frac{5}{2}nRT - \frac{3}{2}nRT = \frac{2}{2}nRT$$

Κρύβεται δηλαδή στις διαφορετικές τιμές των γραμμομοριακών ειδικών θερμοτήτων των δύο αερίων.

Ή για να το διατυπώσουμε διαφορετικά:

Για να αυξήσουμε κατά $12^\circ C$ τη θερμοκρασία των δύο αερίων, απαιτήθηκε θερμότητα 75J για το He και 125J για το H_2 . Γιατί; Στο Ήλιο η θερμότητα που προσφέρθηκε, αύξησε την μεταφορική κινητική ενέργεια των ατόμων του, αλλά στην περίπτωση του H_2 αυξήσαμε με 75J τη μεταφορική τους κινητική ενέργεια, αλλά ταυτόχρονα και κατά 50J την περιστροφική τους κινητική ενέργεια.

Υλικό Φυσικής - Χημείας.

Επειδή το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους...

Επιμέλεια:

Διονόσης Μάργαρης