

Τι κάνουμε, αν ξεχάσουμε ανοικτό το καλοριφέρ;

Επιστρέφοντας το βράδυ σπίτι, διαπιστώνουμε ότι είχαμε ξεχάσει ανοικτό το καλοριφέρ με αποτέλεσμα η θερμοκρασία στο υπνοδωμάτιό μας να έχει φτάσει στους 27°C. Θέλοντας να κατεβάσουμε τη θερμοκρασία, ανοίγουμε το παράθυρο «να μπει λίγο φρέσκος αέρας». Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι 7°C. Μετά από λίγο κλείνουμε το παράθυρο και παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία έχει σταθεροποιηθεί στην τιμή 20°C, καλή θερμοκρασία για ... ύπνο.



Τι ποσοστό της αρχικής ποσότητας του αέρα του δωματίου βγήκε από το χώρο κατά την παραπάνω διαδικασία, αν θεωρήσουμε ότι η θερμοκρασία όλης της ποσότητας του αέρα που βγήκε από το δωμάτιο, ήταν η αρχική των 27°C, ενώ ο αέρας είναι ένα ιδανικό αέριο.

Απάντηση:

Έστω ότι αρχικά στο δωμάτιο είχαμε n mol αέρα και με το άνοιγμα του παραθύρου βγήκαν x mol, ενώ εισήλθαν y mol ψυχρού αέρα. Αν $T_1=273+27=300\text{K}$ η αρχική απόλυτη θερμοκρασία του δωματίου και $T_2=273+7=280\text{K}$ η αντίστοιχη του εξωτερικού αέρα, ενώ η τελικά θερμοκρασία είναι $T_\tau=273+20=293\text{K}$, παίρνοντας την καταστατική εξίσωση για την αρχική και τελική κατάσταση του αέρα στο δωμάτιο, θα έχουμε:

$$p_{\alpha\tau\mu} V_\delta = nRT_1$$

$$p_{\alpha\tau\mu} V_\delta = (n - x + y)nRT_\tau$$

Τα πρώτα μέλη ίσα, άρα και τα δεύτερα:

$$(n - x + y)nRT_\tau = nRT_1 \rightarrow$$

$$(n - x + y) = n \frac{T_1}{T_\tau} = n \frac{300}{293} \quad (1)$$

Η τελική εσωτερική ενέργεια του αέρα που βρίσκεται στο δωμάτιο, μόλις κλείσουμε το παράθυρο, είναι ίση με το άθροισμα της εσωτερικής ενέργειας του αέρα που παρέμεινε στο δωμάτιο και της εσωτερικής ενέργειας του αέρα που μπήκε από το παράθυρο. Αλλά τότε μπορούμε να γράψουμε:

$$U_{\alpha\epsilon\rho,1} + U_{\alpha\epsilon\rho,2} = U_{\tau\epsilon\lambda} \rightarrow$$

$$\frac{3}{2}(n - x)RT_1 + \frac{3}{2}yRT_2 = \frac{3}{2}(n - x + y)RT_\tau \quad (2) \rightarrow$$

$$(n-x) \cdot 300 + y \cdot 280 = (n-x+y) \cdot 293 \rightarrow$$

$$300n - 300x + 280y = n \frac{300}{293} \cdot 293 \rightarrow$$

$$y = \frac{30}{28}x \quad (3)$$

Αντικαθιστώντας στην (1) την τιμή του y από την (3) παίρνουμε:

$$n - x + \frac{30}{28}x = n \frac{300}{293} \rightarrow$$

$$\frac{x}{n} = \frac{98}{293}$$

Οπότε το ποσοστό των moles που εξήλθαν από το δωμάτιο, ίσο με το αντίστοιχο ποσοστό των μορίων του αέρα, θα είναι ίσο:

$$\pi = \frac{x}{n} 100\% = \frac{98}{293} 100\% = 33,4\%$$

Σχόλιο για καθηγητές:

Παραπάνω αντιμετωπίσαμε τον αέρα ως μονοατομικό αέριο, αφού μόνο αυτό το αέριο διδάσκονται οι μαθητές. Ο αέρας βέβαια προσεγγίζεται πολύ καλά ως αποτελούμενος από διατομικά μόρια με σταθερή σύνδεση, συνεπώς αέριο με 5 βαθμούς ελευθερίας. Έτσι η εξίσωση (2) γράφεται:

$$\frac{5}{2}(n - x)RT_1 + \frac{5}{2}yRT_2 = \frac{5}{2}(n - x + y)RT_\tau$$

Οπότε και πάλι το $5/2$ απλοποιείται, χωρίς να αλλάζει το αποτέλεσμα...

dmargaris@gmail.com