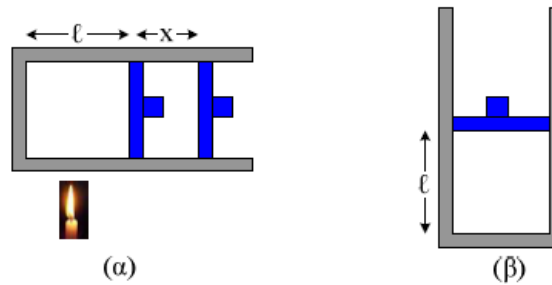


Δοκιμάζοντας με μεταβολές αερίων.

Ένα αέριο περιέχεται στο οριζόντιο κυλινδρικό δοχείο του σχήματος (α), το οποίο κλείνεται με ένα βαρύ έμβολο, εμβαδού $0,02\text{m}^2$, απέχοντας $\ell=40\text{cm}$ από τη βάση του δοχείου. Τοποθετούμε ένα μικρό κεράκι κάτω από το αέριο, με αποτέλεσμα να αρχίσει να θερμαίνεται και το έμβολο να μετακινείται, χωρίς τριβές, προς τα δεξιά. Μόλις το έμβολο μετακινηθεί κατά $x=10\text{cm}$, απομακρύνουμε το κεράκι και φέρνουμε το δοχείο σε όρθια θέση (σχήμα β).



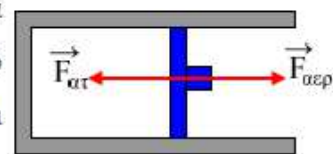
- i) Πόσο τοις % αυξήθηκε η θερμοκρασία του αερίου κατά τη θέρμανσή του;
- ii) Αν στην κατάσταση που δείχνει το σχήμα (β), το αέριο έχει διατηρήσει την τελική θερμοκρασία που είχε αποκτήσει με τη θέρμανσή του, ενώ έχει αποκτήσει ξανά τον αρχικό του όγκο, να παραστήσετε τις μεταβολές του αερίου σε άξονες p - V και σε βαθμολογημένους άξονες.
- iii) Να βρείτε το βάρος του εμβόλου.

Δίνεται ότι οι μεταβολές πραγματοποιήθηκαν πολύ αργά, ότι η ατμοσφαιρική πίεση είναι ίση με $p_{\text{ατ}}=1 \cdot 10^5 \text{N/m}^2$, ενώ $g=10\text{m/s}^2$.

Δίνεται ότι οι μεταβολές πραγματοποιήθηκαν πολύ αργά, ότι η ατμοσφαιρική πίεση είναι ίση με $p_{\text{ατ}}=1 \cdot 10^5 \text{N/m}^2$, ενώ $g=10\text{m/s}^2$.

Απάντηση:

- i) Αφού το έμβολο μετακινείται αργά – αργά προς τα δεξιά, κατά τη θέρμανση του αερίου, σημαίνει ότι το αέριο θερμαίνεται υπό σταθερή πίεση. Πόση είναι αυτή; Σε κάθε θέση θεωρούμε ότι το έμβολο ισορροπεί, συνεπώς:



$$\Sigma \vec{F} = 0 \Leftrightarrow F_{\text{ατ}} = F_{\text{αερ}}$$

όπου $F_{\text{ατ}}$ είναι η δύναμη που δέχεται από την ατμόσφαιρα και $F_{\text{αερ}}$ η δύναμη που δέχεται από το αέριο. Αλλά:

$$F_{\text{ατ}} = p_{\text{ατ}} \cdot A \text{ και } F_{\text{αερ}} = p_{\text{αερ}} \cdot A$$

Από όπου προκύπτει ότι η πίεση του αερίου παρέμεινε (σε όλη τη διάρκεια της θέρμανσης) σταθερή και ίση με την ατμοσφαιρική πίεση.

Αφού η μεταβολή είναι λοιπόν ισοβαρής θέρμανση ισχύει, μεταξύ της αρχικής και τελικής κατάστασης, ο νόμος του Gay-Lussac:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (1)$$

όπου $V_1 = A \cdot \ell = 0,02\text{m}^2 \cdot 0,4\text{m} = 8 \cdot 10^{-3}\text{m}^3 = 8\text{L}$ και

$V_2 = A \cdot (\ell + x) = 0,02\text{m}^2 \cdot 0,5\text{m} = 10 \cdot 10^{-3}\text{m}^3 = 10\text{L}$

Αλλά τότε από την (1) παίρνουμε:

$$T_2 = T_1 \cdot \frac{V_2}{V_1} = \frac{5}{4} T_1$$

Συνεπώς η αύξηση της θερμοκρασίας είναι:

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 1/4 T_1$$

Και το ποσοστό:

Όταν είχαμε αρχική θερμοκρασία T_1 προκλήθηκε αύξηση κατά $0,25T_1$

Στα 100 έχουμε αύξηση κατά x ;

Από όπου $x=25\%$

Τι λέτε μπορούμε να το κάνουμε πιο γρήγορα; Για να δούμε τι λένε τα Μαθηματικά:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1} \rightarrow$$

$$\frac{T_2 - T_1}{T_1} = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \quad \text{ή}$$

$$\frac{\Delta T}{T_1} = \frac{\Delta V}{V_1} \quad \text{ή}$$

$$\frac{\Delta T}{T_1} = \frac{2\text{L}}{8\text{L}} = 0,25 = \frac{25}{100}$$

και αφού η αύξηση είναι 25 στα εκατό, τότε:::

- ii) Κατά τη διάρκεια της δεύτερης μεταβολής, η θερμοκρασία παραμένει σταθερή, συνεπώς η μεταβολή υπακούει στο νόμου του Boyle:

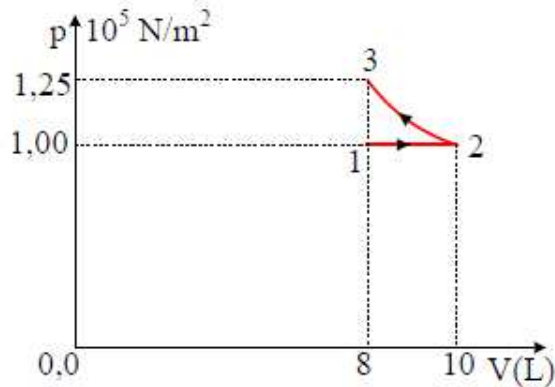
$$p_2 \cdot V_2 = p_3 \cdot V_3 \quad \text{ή}$$

$$p_3 = p_2 \cdot \frac{V_2}{V_3}$$

και με αντικατάσταση:

$$p_3 = 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 10L/8L = 1,25 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2.$$

Συνεπώς η γραφική παράσταση των μεταβολών είναι η παρακάτω.



iii) Παίρνουμε τις δυνάμεις που ασκούνται στο έμβολο, στην τελική θέση ισορροπίας του, στην θέση (β). Εκτός των δύο δυνάμεων από την ατμόσφαιρα και το αέριο, που είχαμε προηγούμενα, τώρα ασκείται και το βάρος από τη Γη.

Από την ισορροπία του εμβόλου έχουμε:

$$\Sigma \vec{F} = 0 \Leftrightarrow F_{\text{ατ}} = F_{\text{αερ}} = F_{\text{ατ}} + w \text{ ή}$$

διαιρώντας με το εμβαδόν του εμβόλου παίρνουμε:

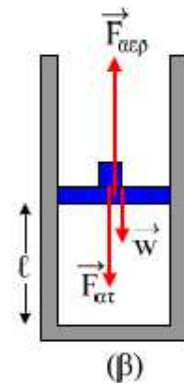
$$\frac{F_{\text{αερ}}}{A} = \frac{F_{\text{ατ}}}{A} + \frac{w}{A} \text{ ή}$$

$$p_3 = p_1 + \frac{w}{A} \text{ ή}$$

$$w = (p_3 - p_1) \cdot A$$

και με αντικατάσταση:

$$w = 0,25 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 0,02 \text{ m}^2 = 500 \text{ N}.$$



Υλικό Φυσικής - Χημείας.

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

Επιμέλεια

Διονύσης Μάργαρης