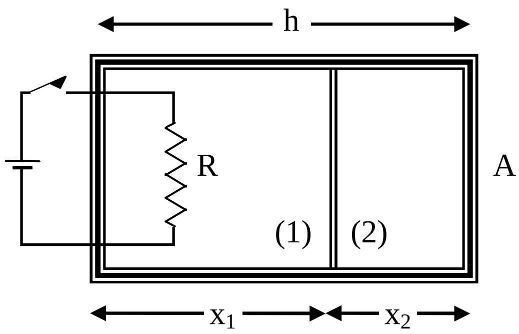
Διαγωνισμός Ξανθόπουλου 2012

Φυσική Β΄ Λυκείου Δράμα 1-4-2012

Κυλινδρικό δοχείο εμβαδού διατομής A = 500 cm^2 και ύψους h = 120 cm έχει τον άξονα του οριζόντιο και φέρει στο εσωτερικό του λεπτό έμβολο, το οποίο είναι κάθετο στον άξονα του κυλίνδρου με τρόπο ώστε να χωρίζει πλήρως το δοχείο σε δύο τμήματα (1) και (2), όπως φαίνεται στο σχήμα. Τα τοιχώματα του δοχείου καθώς και το έμβολο είναι θερμικά μονωμένα. Το δοχείο περιέχει ιδανικό αέριο συνολικής ποσότητας n = 12 mol, ίδιας θερμοκρασίας και πυκνότητας στα δύο μέρη του. Το έμβολο μπορεί να κινηθεί χωρίς τριβές κατά μήκος του άξονα του κυλίνδρου και αρχικά ισορροπεί σε τέτοια θέση ώστε να απέχει x_1 = 80 cm και x_2 = 40 cm από τις δύο βάσεις του δοχείου.



Α. Αν η πίεση του αέρα στα δύο τμήματα του δοχείου είναι $p = 5\cdot10^5$ N/m^2, πόση είναι η κοινή θερμοκρασία τους;

Β. Κάποια στιγμή μέσω της αντίστασης που υπάρχει στο (1) τμήμα, θερμαίνουμε το αέριο μέσα σ’ αυτό, με αποτέλεσμα να κινηθεί το έμβολο προς τη μεριά του τμήματος (2) και να ισορροπήσει όταν διανύσει απόσταση Δx = 10 cm.

Β1. Να υπολογίσετε τις τελικές θερμοκρασίες στα δύο τμήματα του δοχείου;

Γ. Ανοίγουμε μια οπή στο έμβολο και το έμβολο παραμένει ακίνητο μέχρι να επέλθει νέα κατάσταση ισορροπίας.

Γ1. Πόσα mol και προς ποια κατεύθυνση θα διαρρεύσουν μέσα από την οπή του εμβόλου μέχρι να επέλθει αυτή η νέα κατάσταση ισορροπίας στο αέριο;

Δ. Να υπολογίσετε το ποσό της θερμότητας που προσφέρθηκε στο αέριο από την αντίσταση.

Δίνονται R = 25/3 J·mol/K, γ = 5/3, $\left(\frac{4}{3}\right)^{5/3} \cong 1{,}6$ και $\left(\frac{4}{3}\right)^{2/3} \cong 1{,}2$

Καλή Επιτυχία !!!

Διαγωνισμός Ξανθόπουλου 2012

Φυσική Β΄ Λυκείου Δράμα 1-4-2012

<u>Απαντήσεις</u>

Α. Εφαρμόζοντας τη καταστατική εξίσωση σε όλο το αέριο (αφού έχει ίδια θερμοκρασία και πίεση):

$$pV = n_{ολ}RT \Leftrightarrow T = \frac{pV}{n_{ολ}R} = \frac{pAh}{n_{ολ}R} = \frac{5\cdot 10^5 \cdot 5\cdot 10^2 \cdot 10^{-4} \cdot 1{,}2}{12\frac{25}{3}} \Leftrightarrow \boxed{T = 300K}$$

Β. Εφόσον ισορροπεί το έμβολο στην νέα θέση, η νέα πίεση στα δύο μέρη του κυλίνδρου θα είναι ίδια: $p_1' = p_2' = p'$. Υπολογίζουμε τη πίεση από την αδιαβατική μεταβολή του 2ου τμήματος του κυλίνδρου:

$$pV_2^{\gamma} = p'V_2'^{\gamma} \Leftrightarrow p' = p\left(\frac{V_2}{V_2'}\right)^{\gamma} = p\left(\frac{Ax_2}{Ax_2'}\right)^{\gamma} = p\left(\frac{x_2}{x_2'}\right)^{\gamma} = 5\cdot 10^5 \cdot \left(\frac{40}{30}\right)^{5/3} = 5\cdot 10^5 \cdot 1{,}6 \Leftrightarrow$$

$$p' = 8\cdot 10^5 N/m^2$$

Για το 1ο τμήμα έχουμε πριν και μετά τη θέρμανση:

$$pV_1 = n_1RT_1 \text{ και } p'V_1' = n_1RT_1' \text{ οπότε: } \frac{T_1'}{T_1} = \frac{p'V_1'}{pV_1} \Leftrightarrow T_1' = T_1\frac{p'}{p}\frac{V_1'}{V_1} = T_1\frac{p'}{p}\frac{x_1'}{x_1} = 300\frac{8}{5}\frac{9}{8} \Leftrightarrow \boxed{T_1' = 540K}$$

Ομοίως και στο 2ο τμήμα:

$$T_2' = T_2\frac{p'}{p}\frac{V_2'}{V_2} = T_1\frac{p'}{p}\frac{x_2'}{x_2} = 300\frac{8}{5}\frac{3}{4} \Leftrightarrow \boxed{T_2' = 360K}$$

Γ1. Έστω n_1, n_2 και n_1', n_2' ο αρχικός και τελικός αριθμός των mol στα δύο τμήματα του δοχείου. Από τις επιμέρους καταστατικές στα δύο τμήματα έχουμε:

$$\text{Αρχικά: } n_1 = \frac{pV_1}{RT} \text{ και } n_2 = \frac{pV_2}{RT} \text{ οπότε: } \frac{n_1}{n_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{Ax_1}{Ax_2} = \frac{x_1}{x_2} = 2$$

και αφού $n_1 + n_2 = 12$ έχουμε: $n_1 = 8\ mol$ και $n_2 = 4\ mol$.

$$\text{Στο τέλος (μετά το άνοιγμα της οπής): } n_1' = \frac{pV_1'}{RT'} \text{ και } n_2' = \frac{pV_2'}{RT'} \text{ οπότε:}$$

$$\frac{n_1'}{n_2'} = \frac{V_1'}{V_2'} = \frac{Ax_1'}{Ax_2'} = \frac{x_1'}{x_2'} = 3$$

και αφού $n_1' + n_2' = 12$ έχουμε: $n_1' = 9\ mol$ και $n_2' = 3\ mol$.

Συνεπώς πέρασε ένα (1) mol από το 2ο τμήμα στο 1ο.

Γ2. Η αρχική εσωτερική ενέργεια του αερίου ήταν: $U_{αρχ} = n_{ολ}C_VT = 12\cdot\frac{3}{2}\cdot\frac{25}{3}\cdot 300 = 45000J$

Μετά τη θέρμανση του:

$$U_{τελ} = n_1C_VT_1' + n_2C_VT_2' = 8\cdot\frac{3}{2}\cdot\frac{25}{3}\cdot 540 + 4\cdot\frac{3}{2}\cdot\frac{25}{3}\cdot 360 = 54000 + 18000J = 72000J$$

Οπότε η θερμότητα που απορρόφησε από την αντίσταση είναι:

$$Q = U_{τελ} - U_{αρχ} = 72000 - 45000 \Leftrightarrow \boxed{Q = 27000J}$$