

Μια μετατροπή σε ένα κύκλο θερμικής μηχανής.

Το αέριο μιας θερμικής μηχανής διαγράφει την κυκλική μεταβολή του διπλανού σχήματος, όπου $p_1=10^5\text{N/m}^2$ και $V_A=2L$.

- i) Να παραστήσετε την κυκλική μεταβολή σε άξονες p-V.
- ii) Να υπολογιστεί το έργο που παράγει το αέριο σε κάθε κύκλο.
- iii) Αν η απόδοση της θερμικής μηχανής είναι 10%, να υπολογιστεί η θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον του στη διάρκεια της μεταβολής ΒΓ.
- iv) Να υπολογιστεί για το αέριο ο λόγος $\gamma=C_p/C_v$.

Δίνεται $\ln 2=0,7$.

Απάντηση:

- i) Η μεταβολή ΑΒ είναι ισοβαρής θέρμανση για την οποία ισχύει:

$$\frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B} \rightarrow V_B = T_B \cdot \frac{V_A}{T_A} = 2T_1 \frac{2L}{T_1} = 4L$$

Εξάλλου η μεταβολή ΒΓ είναι ισόχωρη ψύξη $\left(\frac{p_B}{T_B} = \frac{p_\Gamma}{T_\Gamma}\right)$, ενώ η ΓΑ

ισόθερμη συμπίεση. Έτσι για τις καταστάσεις Α, Β και Γ έχουμε:

| Κατ. | $P_A \cdot (10^5 \text{N/m}^2)$ | $V \text{ (L)}$ | T |
|----------|---------------------------------|-----------------|--------|
| A | 2 | 2 | T_1 |
| B | 2 | 4 | $2T_1$ |
| Γ | 1 | 4 | T_1 |

Και το ζητούμενο διάγραμμα είναι όπως στο διπλανό σχήμα.

- ii) Το έργο σε κάθε κύκλο, ίσο με το εμβαδόν του χωρίου, είναι ίσο με $W_{AB}+W_{\Gamma A}$, όπου:

$$W_{AB} = p \cdot \Delta V = 2 \cdot 10^5 \cdot (4-2) \cdot 10^{-3} \text{J} = 400 \text{J}.$$

$$W_{\Gamma A} = Q_{\Gamma A} = nRT \ln \frac{V_A}{V_\Gamma} = p_A V_A \ln \frac{2}{4} = -p_A V_A \ln 2 \rightarrow$$

$$W_{\Gamma A} = -2 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,7 = -280 \text{J}.$$

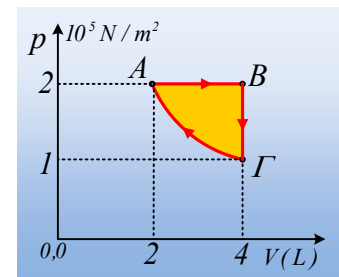
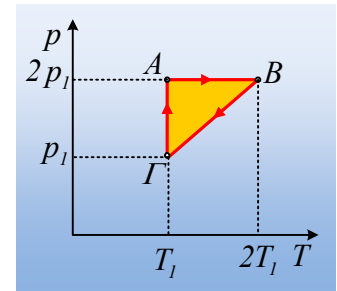
$$\text{Οπότε: } W_{o\lambda} = W_{AB} + W_{\Gamma A} = 400 \text{J} - 280 \text{J} = 120 \text{J}.$$

- iii) Ο συντελεστής απόδοσης της θερμικής μηχανής είναι:

$$e = \frac{W_{o\lambda}}{Q_h} = \frac{W_{o\lambda}}{W_{o\lambda} + |Q_c|} \rightarrow$$

$$|Q_c| = W_{o\lambda} \left(\frac{1}{e} - 1 \right) = 120 \text{J} \left(\frac{1}{0,1} - 1 \right) = 1080 \text{J}$$

$$\text{Αλλά } Q_c = Q_{B\Gamma} + Q_{\Gamma A} \rightarrow$$



$$-1.080J = Q_{BG} - 280J \rightarrow Q_{BG} = -800J.$$

iv) Κατά την μεταβολή BG, βρήκαμε παραπάνω ότι $Q_{BG} = -800J$, ενώ $Q_{BG} = nC_v \cdot \Delta T$, οπότε:

$$C_v = \frac{Q_{BG}}{n \cdot \Delta T} = \frac{Q_{BG}}{n \cdot \left(\frac{p_\Gamma V_\Gamma}{nR} - \frac{p_B V_B}{nR} \right)} = \frac{Q_{BG}}{V_B (p_\Gamma - p_B)} R \rightarrow$$

$$C_v = \frac{-800}{4 \cdot 10^{-3} (1-2) \cdot 10^5} R = 2R$$

Αλλά τότε:

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{C_v + R}{C_v} = \frac{3R}{2R} = 1,5$$

Υλικό Φυσικής-Χημείας

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

Επιμέλεια:

Διονύσης Μάργαρης