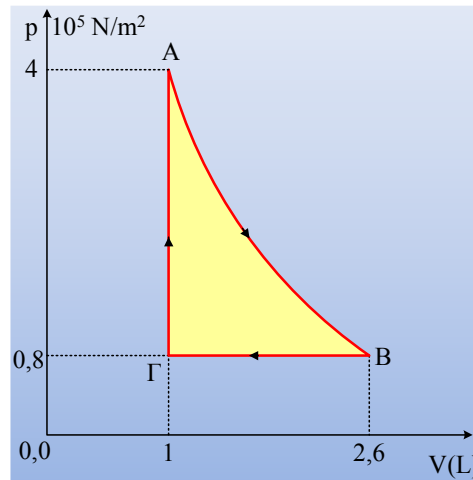


Μια θερμική μηχανή και η απόδοσή της.



Το αέριο μιας θερμικής μηχανής διαγράφει τον κύκλο του διπλανού σχήματος, όπου η AB είναι αδιαβατική, παράγοντας έργο 160J σε κάθε κύκλο. Η μηχανή στρέφεται με συχνότητα $f=1000$ στρ/min.

- i) Να υπολογίσετε τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου στη διάρκεια της αδιαβατικής εκτόνωσης.
- ii) Υπολογίστε για το αέριο το λόγο $\gamma=C_p/C_v$.
- iii) Πόση θερμότητα απορροφά η μηχανή και πόση αποβάλλει στο περιβάλλον σε μία ώρα;

Απάντηση:

- i) Στη διάρκεια της ισοβαρούς ψύξης ΒΓ το έργο του αερίου είναι $W_{B\Gamma}=p \cdot \Delta V$ ή

$$W_{B\Gamma}=p \cdot \Delta V=0,8 \cdot 10^5 \cdot (1-2,6) \cdot 10^{-3} \text{ J}=-128 \text{ J}$$

Στην ισόχωρη εξάλλου θέρμανση ΓΑ, δεν παράγεται έργο, συνεπώς

$$W_{ολ}=W_{AB}+W_{B\Gamma} \rightarrow$$

$$W_{AB}=W_{ολ}-W_{B\Gamma}=160 \text{ J}-(-128 \text{ J})=288 \text{ J}$$

Αλλά κατά την αδιαβατική εκτόνωση $\Delta U+W=0 \rightarrow \Delta U=-288 \text{ J}$

- ii) Κατά την αδιαβατική εκτόνωση παράγεται έργο:

$$W_{AB}=\frac{p_B V_B - p_A V_A}{1-\gamma} \rightarrow$$

$$1-\gamma=\frac{p_B V_B - p_A V_A}{W_{AB}} \rightarrow \gamma=1-\frac{p_B V_B - p_A V_A}{W_{AB}} \rightarrow$$

$$\gamma=1-\frac{p_B V_B - p_A V_A}{W_{AB}}=1-\frac{0,8 \cdot 10^5 \cdot 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ J} - 4 \cdot 10^5 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ J}}{288 \text{ J}}=\frac{5}{3}$$

Πρόκειται δηλαδή για ένα μονοατομικό αέριο.

- iii) Σε κάθε κύκλο το αέριο απορροφά θερμότητα μόνο κατά την ισόχωρη θέρμανση ΓΑ, $Q=nC_v \cdot \Delta T$

$$\text{Αλλά } \gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{C_v + R}{C_v} \rightarrow C_v = \frac{R}{\gamma - 1} = \frac{R}{\frac{5}{3} - 1} = \frac{3}{2} R, \text{ οπότε:}$$

$$Q_{GA} = nC_v \Delta T = n \frac{3}{2} R \Delta T = \frac{3}{2} V \cdot \Delta p = \frac{3}{2} 1 \cdot 10^{-3} \cdot 3,2 \cdot 10^5 J = 480 J$$

Αλλά σε μια ώρα το αέριο εκτελεί $N = f \cdot t = 1000 \frac{\text{c}}{\text{min}} \cdot 60 \text{ min} = 60.000$ κύκλους, συνεπώς

απορροφά θερμότητα συνολικά:

$$Q_{ολ} = N \cdot Q_{GA} = 60.000 \cdot 480 J = 28.800.000 J = 28.800 kJ.$$

Το αέριο αποβάλλει θερμότητα στη διάρκεια της μεταβολής ΒΓ:

$$Q_{BG} = nC_p \Delta T = n \frac{5}{2} R \Delta T = \frac{5}{2} p \cdot \Delta V = \frac{5}{2} 0,8 \cdot 10^5 \cdot (1 - 2,6) \cdot 10^{-3} J = -320 J$$

Οπότε αντίστοιχα αποβάλλει συνολικά θερμότητα:

$$|Q_{απ}| = N \cdot |Q_{BG}| = 60.000 \cdot 320 J = 19.200.000 J = 19.200 kJ.$$

Σχόλιο:

Το συνολικό έργο που παράγει η μηχανή σε μια ώρα είναι $W_{ολ} = N \cdot W_1 = 60.000 \cdot 160 J = 9.600 kJ$, ενώ απορροφά θερμότητα $Q_h = 28.800 kJ$. Αλλά:

$$W = Q_h - |Q_c| \rightarrow$$

$$|Q_c| = Q_h - W = 28.800 kJ - 9.600 kJ = 19.200 kJ.$$

Ή με άλλα λόγια αποβάλλει συνολικά θερμότητα 19.200 kJ.

Υλικό Φυσικής - Χημείας.

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

Επιμέλεια:

Λιονύσης Μάργαρης