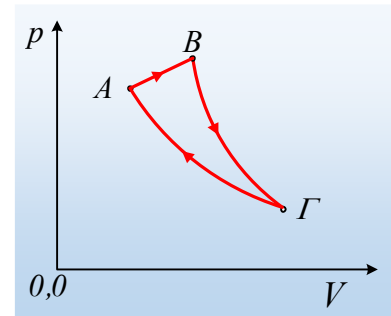


Μια θερμική μηχανή, χωρίς πολλούς υπολογισμούς

Το αέριο μιας θερμικής μηχανής διαγράφει τον κύκλο του διπλανού σχήματος, στον οποίο υπάρχουν μια ισόθερμη και μια αδιαβατική μεταβολή.

Αν η θερμότητα που απορροφά το αέριο σε κάθε κύκλο είναι $Q_h = 4.800\text{J}$, ενώ αποδίδει θερμότητα $|Q_c| = 3.300\text{J}$, στη δεξαμενή χαμηλής θερμοκρασίας, να βρεθούν:



- i) Ποια είναι η ισόθερμη και ποια η αδιαβατική μεταβολή; Να δώσετε μια σύντομη δικαιολόγηση.
- ii) Η θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον, σε κάθε μια από τις μεταβολές του σχήματος;
- iii) Η ισχύς της μηχανής, αν αυτή εκτελεί 2.400 στροφές ανά λεπτό.
- iv) Ο συντελεστής απόδοσης του κύκλου.
- v) Η θερμότητα που πρέπει να αποδώσει το αέριο στη δεξαμενή χαμηλής θερμοκρασίας, για να μπορέσει να παράγει έργο $W_1 = 100\text{kJ}$.

Απάντηση:

- i) Η μορφή της ισόθερμης και της αδιαβατικής μεταβολής είναι η ίδια, με την διαφορά ότι μεταξύ των δύο, η αδιαβατική είναι πιο απότομη. Αλλά τότε, με βάση αυτήν την παρατήρηση συμπεραίνουμε ότι η μεταβολή ΒΓ είναι μια αδιαβατική εκτόνωση, ενώ η ΓΑ είναι μια ισόθερμη συμπίεση.
- ii) Στην μεταβολή ΑΒ, το αέριο από την μια θερμαίνεται, αφού αυξάνεται η θερμοκρασία του, συνεπώς $\Delta U > 0$, ενώ από την άλλη ο όγκος του αυξάνεται, άρα και $W_{AB} > 0$, οπότε από τον 1° Θ.Ν.

$$Q_{AB} = \Delta U + W > 0$$

Στην αδιαβατική μεταβολή ΒΓ, $Q_{B\Gamma} = 0$, ενώ στην ισόθερμη συμπίεση $Q_{\Gamma A} = W_{\Gamma A} < 0$, αφού ο όγκος του αερίου μειώνεται.

Αλλά τότε $Q_{AB} = Q_h = 4.800\text{J}$, $Q_{B\Gamma} = 0$ και $Q_{\Gamma A} = Q_c = -3.300\text{J}$.

- iii) Σε κάθε κύκλο η μηχανή παράγει έργο:

$$W = Q_h - |Q_c| = 4.800\text{J} - 3.300\text{J} = 1.500\text{J}$$

Αλλά τότε η ισχύς της μηχανής (ο ρυθμός παραγωγής μηχανικού έργου) είναι:

$$P = \frac{W_{\text{ολ}}}{t} = \frac{N \cdot W}{t} = f \cdot W = \frac{2.400}{60} \cdot 1.500\text{W} = 60.000\text{W} = 60\text{kW}$$

- iv) Ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής είναι:

$$e = \frac{W}{Q_h} = \frac{1.500\text{J}}{4.800\text{J}} = \frac{5}{16}$$

- v) Παίρνοντας την παραπάνω εξίσωση για τον συντελεστή απόδοσης έχουμε:

$$e = \frac{W}{Q_h} = \frac{W}{W + |Q_c|} \rightarrow$$
$$|Q_c| = \frac{W(1-e)}{e} = \frac{100.000 \left(1 - \frac{5}{16}\right)}{\frac{5}{16}} J = 220.000 J$$

Συνεπώς το αέριο, στη διάρκεια του χρονικού διαστήματος που παράγει έργο 100.000J, αποβάλλει ταυτόχρονα θερμότητα 220.000J στην δεξαμενή χαμηλής θερμοκρασίας.

dmargaris@gmail.com