

Θερμοδυναμική 19 (Λύση)

Στην αρχική κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α το αέριο περιγράφεται από τις εξής θερμοδυναμικές μεταβλητές:

$$P_A = 160 \text{ N/m}^2$$

$$V_A$$

Η μεταβολή ΑΒ είναι ισοβαρής και η κατάσταση Β περιγράφεται από τις εξής θερμοδυναμικές μεταβλητές:

$$P_B = P_A \Rightarrow P_B = 160 \text{ N/m}^2$$

$$V_B = 8 \text{ m}^3$$

Η μεταβολή ΒΓ είναι ισόχωρη και η κατάσταση Γ περιγράφεται από τις εξής θερμοδυναμικές μεταβλητές:

$$P_\Gamma$$

$$V_\Gamma = 8 \text{ m}^3$$

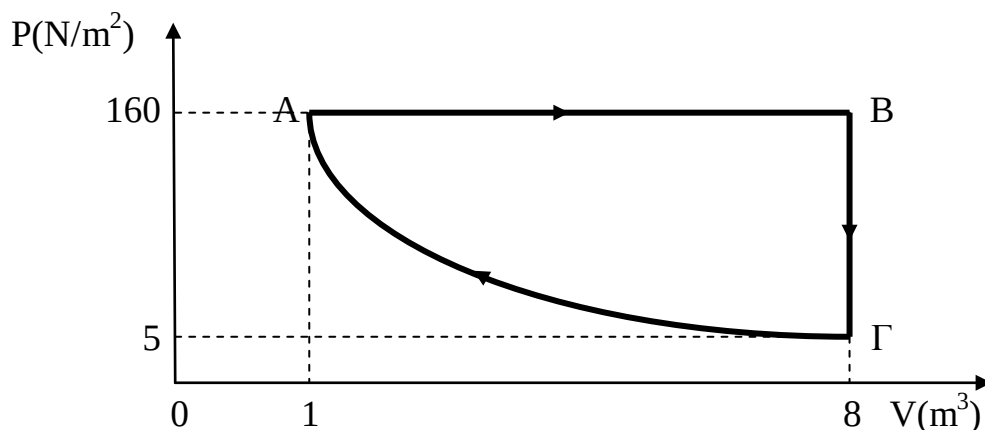
Η μεταβολή ΓΑ είναι αδιαβατική για την οποία ισχύει $P \cdot V^\gamma = 160 \text{ N} \cdot \text{m}^3$ με $\gamma = 5/3$. Εφαρμόζοντας την τελευταία σχέση για τα άκρα Γ και Α της αδιαβατικής μεταβολής έχουμε:

$$P_A V_A^\gamma = 160 \Rightarrow 160 \cdot V_A^\gamma = 160 \Rightarrow V_A^\gamma = 1 \Rightarrow V_A = 1 \text{ m}^3$$

$$P_\Gamma V_\Gamma^\gamma = 160 \Rightarrow P_\Gamma \cdot 8^{\frac{5}{3}} = 160 \Rightarrow P_\Gamma \cdot (2^3)^{\frac{5}{3}} = 160 \Rightarrow P_\Gamma \cdot 2^5 = 160 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_\Gamma = \frac{160}{32} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \Rightarrow P_\Gamma = 5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

α) Το διάγραμμα $P - V$ της κυκλικής μεταβολής φαίνεται παρακάτω:



$$\beta) W_{AB} = P_A(V_B - V_A) \Rightarrow W_{AB} = 160(8 - 1)J \Rightarrow W_{AB} = 1120J$$

$$W_{B\Gamma} = 0$$

$$W_{\Gamma A} = \frac{P_A V_A - P_{\Gamma} V_{\Gamma}}{1 - \gamma} \Rightarrow W_{\Gamma A} = \frac{160 \cdot 1 - 5.8}{1 - \frac{5}{3}} J \Rightarrow W_{\Gamma A} = \frac{160 - 40}{-\frac{2}{3}} J \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W_{\Gamma A} = -\frac{3 \cdot 120}{2} J \Rightarrow W_{\Gamma A} = -180J$$

Το ολικό έργο της κυκλικής μεταβολής είναι:

$$W_{ολ} = 1120J - 180J \Rightarrow W_{ολ} = 940J$$

$$\gamma) \text{ Αφού } \gamma = 5/3 \Rightarrow C_p = 5R/2 \text{ και } C_v = 3R/2$$

$$Q_{AB} = nC_p \Delta T = n(5R/2)\Delta T = (5/2)nR\Delta T = (5/2)P \cdot \Delta V \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_{AB} = (5/2)W_{AB} \Rightarrow Q_{AB} = 2,5 \cdot 1120J \Rightarrow Q_{AB} = 2800J$$

$$Q_{B\Gamma} = nC_v \Delta T = n(3R/2)\Delta T = (3/2)nR\Delta T = (3/2)\Delta P \cdot V \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_{B\Gamma} = 1,5 \cdot 8(5 - 160)J \Rightarrow Q_{B\Gamma} = 12(-155)J \Rightarrow Q_{B\Gamma} = -1860J$$

$$Q_{\Gamma A} = 0$$

$$\delta) \text{ Για τη θερμική μηχανή } Q_h = Q_{AB} \Rightarrow Q_h = 2800J$$

$$e = \frac{W}{Q_h} \Rightarrow e = \frac{940}{2800} \Rightarrow e = 0,336$$

άρα η απόδοση της θερμικής μηχανής είναι 33,6%

Ψαρουδάκης Μανώλης, Φυσικός