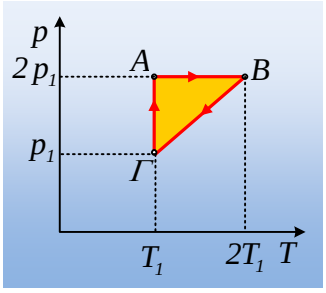
Μια μετατροπή σε ένα κύκλο θερμικής μηχανής.



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

i) Να παραστήσετε την κυκλική μεταβολή σε άξονες p-V.

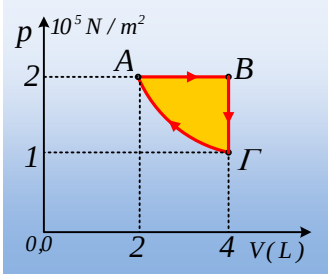
ii) Να υπολογιστεί το έργο που παράγει το αέριο σε κάθε κύκλο.

iii) Αν η απόδοση της θερμικής μηχανής είναι 10%, να υπολογιστεί η θερμότητα που ανταλλάσει 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 ℓn2=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 $(\cdot 10^5 N/m^2)$	*V (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:

$$W_{AB}=p\cdot\Delta V=2\cdot10^5\cdot(4-2)\cdot10^{-3}J=400J.$$

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

$$W_{\Gamma A}=-2\cdot10^5\cdot2\cdot10^{-3}\cdot0,7=-280J.$$

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

iii) Ο συντελεστής απόδοσης της θερμικής μηχανής είναι:

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

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

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

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

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

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

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

Αλλά τότε:

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

dmargaris@gmail.com