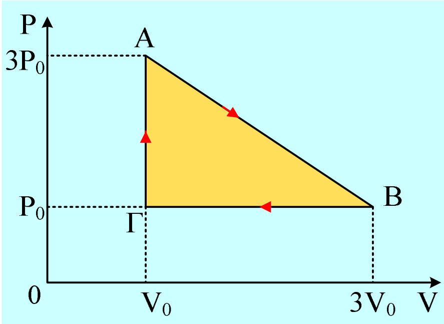
Απόδοση θερμικής μηχανής.

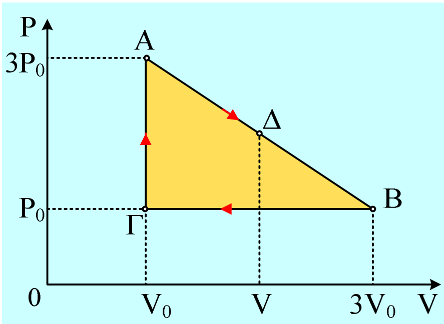
Ιδανικό μονοατομικό αέριο εκτελεί τις παρακάτω μεταβολές: ΑΒ τυχαία γραμμική εκτόνωση με εξίσωση P=4Po-(Po/Vo)·V από το σημείο Α(3Po,Vo) στο σημείο Β(Po,3Vo), ΒΓ ισοβαρής ψύξη μέχρι τον αρχικό όγκο Vo και τέλος ΓΑ ισόχωρη θέρμανση.



Να υπολογιστεί η απόδοση μιας μηχανής που λειτουργεί με βάση τον παραπάνω κύκλο.

Δίνεται C_v= 3R/2.

Απάντηση:



Θα υποθέσουμε ότι το αέριο απορροφά θερμότητα μέχρι μία τυχαία κατάσταση Δ(P,V,T).

Από Α.Θ.Ν θα έχουμε

$$Q_{A\Delta}=\Delta U_{A\Delta}+W_{A\Delta} \text{ άρα:}$$

$$Q_{A\Delta}=nC_v(T-T_A)+\frac{3P_o+P}{2}\cdot(V-V_o)$$

και μετά από πράξεις παίρνουμε:

$$4PV-12P_oV_o+3P_oV-PV_o-2Q_{A\Delta}=0$$

Αν τώρα αντικαταστήσουμε στην παραπάνω εξίσωση την τιμή της πίεσης P για την μεταβολή ΑΒ καταλήγουμε σε μία δευτεροβάθμια εξίσωση ως προς το V η οποία θα είναι:

$$\frac{2P_0}{V_0}\cdot V^2-10P_0V+8P_0V_0+Q_{A\Delta}=0$$

Αφού το V είναι θετικός αριθμός η διακρίνουσα πρέπει να είναι μεγαλύτερη η ίση με το 0.

$$\Delta \geq 0 \rightarrow$$

$$100P_0^2-4\cdot(2P_0/V_0)\cdot(8P_0V_0+Q_{A\Delta}) \geq 0 \rightarrow$$

$$9P_0 \geq 2Q_{A\Delta}/V_0 \rightarrow$$

$$Q_{A\Delta} \leq 4{,}5P_0V_0.$$

Συνεπώς η θερμότητα που απορροφά το αέριο είναι $Q_{A\Delta max}=4{,}5Po\cdot Vo$

Όμως:

Το $Q_{\Gamma A}=n\cdot Cv\cdot\Delta T=n\cdot 1{,}5R\cdot(3To-To)=3Po\cdot Vo$

Το Wολ θα το υπολογίσω από το εμβαδόν του τριγώνου ΑΒΓ:

$$W_{o\lambda}= 2Po\cdot 2Vo/2=2Po\cdot Vo$$

Ενώ:

$$Q_h= Q_{A\Delta}+Q_{\Gamma A}=7{,}5Po\cdot Vo$$

Άρα $e=Wo\lambda/Qh=4/15$

Υλικό Φυσικής - Χημείας.
Επειδή το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους....

Επιμέλεια:

Χρήστος Ελευθερίου