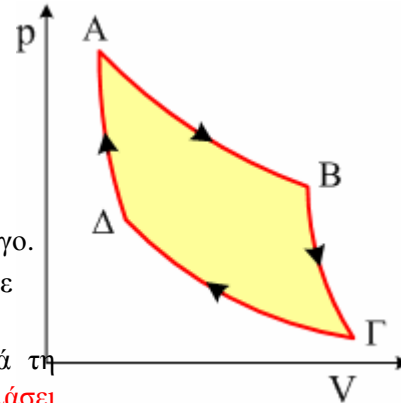


Φύλλο Εργασίας Κύκλος Carnot.

Δίνεται ο κύκλος Carnot του σχήματος, όπου $V_A=10L$, $V_B=20L$, $T_A=T_h=500K$, $T_\Gamma=T_c=300K$, $P_A=10^5 \text{ N/m}^2$ και

$$C_v = \frac{3}{2}R$$



1. Η μεταβολή AB ονομάζεται Ισόθερμη Εκτόνωση Κατά τη διάρκεια της το αέριο απορροφά θερμότητα και παράγει έργο. Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου είναι ίση με μηδέν.
2. Η μεταβολή BΓ ονομάζεται Αδιαβατική εκτόνωση. Κατά τη διάρκεια της το αέριο παράγει έργο, ενώ δεν α- νταλλάσσει θερμότητα.
3. Το αέριο προσλαμβάνει θερμότητα στη μεταβολή AB, ενώ αποβάλλει θερμότητα κατά την διάρκεια της ΓΔ
4. Να βρείτε μια σχέση που να συνδέει τον όγκο στην κατάσταση Γ, με τον όγκο στην κατάσταση Β σε συνάρτηση με τις θερμοκρασίες T_h και T_c .

Από τον νόμο του Poisson έχουμε:

$$p_B V_B^\gamma = p_\Gamma V_\Gamma^\gamma \text{ ή } p_B V_B \cdot V_B^{\gamma-1} = p_\Gamma V_\Gamma \cdot V_\Gamma^{\gamma-1} \text{ ή } nRT_B V_B^{\gamma-1} = nRT_\Gamma V_\Gamma^{\gamma-1} \rightarrow$$

$$T_B V_B^{\gamma-1} = T_\Gamma V_\Gamma^{\gamma-1} \quad (1)$$

$$T_B V_B^{\gamma-1} = T_\Gamma V_\Gamma^{\gamma-1} \quad (1)$$

5. Χρησιμοποιώντας τις δύο αδιαβατικές μεταβολές, να αποδείξετε ότι $V_\Gamma=2V_\Delta$.

Από την σχέση (1) για τις δύο αδιαβατικές παίρνουμε: $T_B V_B^{\gamma-1} =$

$$T_\Gamma V_\Gamma^{\gamma-1} \text{ και}$$

$$T_A V_A^{\gamma-1} = T_\Delta V_\Delta^{\gamma-1}$$

Με διαίρεση κατά μέλη παίρνουμε:

$$V_B/V_A = V_\Gamma/V_\Delta \text{ ή } V_\Gamma=2V_\Delta.$$

6. Αν κατά τη διάρκεια της BΓ το αέριο παράγει έργο W_2 , πόσο έργο καταναλώνει κατά την μεταβολή ΔΑ;

$$W_{B\Gamma} = W_2 = -\Delta U = -nC_v(T_c - T_h) \text{ και}$$

$$W_{\Delta A} = -\Delta U = -nC_v(T_h - T_c) = -W_2 \quad (3)$$

7. Να αποδειχθεί ότι το συνολικό έργο που παράγει το αέριο κατά τη διάρκεια του κύκλου είναι ίσο με $W_{ολ} = W_{AB} + W_{\Gamma\Delta}$.

Με βάση την σχέση (3):

$$W_{ολ} = W_{AB} + W_{\Gamma\Delta} + W_{B\Gamma} + W_{\Delta A} = W_{AB} + W_{\Gamma\Delta}.$$

8. Να αποδειχθεί ότι το ολικό έργο που παράγει το αέριο κατά τη διάρκεια του κύκλου είναι ίσο με $W_{ολ} = Q_h - |Q_c|$, όπου Q_h η θερμότητα κατά την ισόθερμη εκτόνωση και Q_c κατά την ισόθερμη συμπίεση.

Στην ισόθερμη AB: $Q_h = W_{AB}$, ενώ στην ΓΔ: $Q_c = W_{\Gamma\Delta}$ και απειδή είναι αρνητικό:

$$W_{ολ} = W_{AB} + W_{\Gamma\Delta} = Q_h - |Q_c|$$

9. Να υπολογίσετε τα ποσά θερμότητας και τα αντίστοιχα έργα κατά τις δύο ισόθερμες.

$$W_{AB} = Q_h = nRT_h \ln(V_B/V_A) = p_A V_A \ln 2 = 1000 \ln 2 \text{ J}$$

$$W_{\Gamma\Delta} = Q_c = nRT_c \ln(V_\Delta/V_\Gamma) = (p_A V_A / T_h) \cdot T_c \ln(V_\Delta/V_\Gamma) = 1000 \cdot 300 / 500 \ln(1/2) = -600 \ln 2 \text{ J}$$

10. Να αποδείξετε ότι $Q_h/|Q_c| = T_h/T_c$.

$$Q_h/|Q_c| = (nRT_h \ln(V_B/V_A)) / (nRT_c \ln(V_D/V_C)) = T_h \ln 2 / (T_c \ln(1/2)) = T_h/T_c.$$

11. Να δείξετε ότι για την απόδοση του κύκλου ισχύει: $e = 1 - T_c/T_h = 0,4$

Η απόδοση είναι $e = 1 - |Q_c|/Q_h = 1 - T_c/T_h = 1 - 300/500 = 0,4$.

Υλικό Φυσικής - Χημείας.

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

Επιμέλεια:

Διονύσης Μάργαρης