

Φυλλάδιο 4

Πρόβλημα 1

Για να κρατήσουμε το εσωτερικό ενός κτιρίου σε θερμοκρασία $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, πρέπει να διοχετεύουμε θερμότητα με ρυθμό $50 \cdot 10^6\text{ cal/hr}$. Ποια είναι η ελάχιστη ισχύς που πρέπει να δουλεύει η αντλία θερμότητας (heat pump¹), αν η απόδοση της είναι η μέγιστη;

$$\text{Απάντηση} \quad P = 5,9\text{ kW}$$

Πρόβλημα 2

Μία αντλία θερμότητας καταναλώνει 50 W ισχύ και η θερμοκρασία του εξατμιστήρα (evaporator) είναι $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, ενώ του θερμομαντικού σώματος (radiator) είναι $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Υποθέτοντας ότι η απόδοση του είναι το 50 % της απόδοσης του Carnot, υπολογίστε την θερμική της ισχύ² σε cal/hr .

$$\text{Απάντηση} \quad P = 91000\text{ cal/hr}$$

Πρόβλημα 3

Φέρνουμε σ'επαφή δύο ποσότητες νερού, μάζας m και θερμοκρασίας T_1, T_2 .

- α) Ποια είναι η τελική θερμοκρασία του συστήματος, υπό συνθήκες μέγιστου έργου;
- β) Ποιο είναι το μέγιστο έργο που μπορούμε να πάρουμε από μία μηχανή με μέγιστη απόδοση;

¹ Η αντλία θερμότητας είναι μία συσκευή που μεταφέρει θερμότητα από μία δεξαμενή χαμηλής θερμοκρασίας σε μία δεξαμενή υψηλής θερμοκρασίας. Η αρχή λειτουργίας του είναι η εξής: Συμπιέζουμε αδιαβατικά ένα αέριο, ώστε να αυξήσουμε την θερμοκρασία του· στην συνέχεια το περνάμε από ένα θερμομαντικό σώμα, όπου αποβάλλει θερμότητα στο περιβάλλον με αποτέλεσμα να υγροποιείται. Στην συνέχεια εκτονώνεται στον εξατμιστήρα παίρνοντας θερμότητα από το περιβάλλον επιστρέφοντας στην αέρια φάση. Η συσκευή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση το χειμώνα ή αντιστρέφοντας την λειτουργία της, για ψύξη το καλοκαίρι.

² Θερμική ισχύς μίας αντλίας θερμότητας, ονομάζουμε το ρυθμό απορρόφησης θερμότητας από την δεξαμενή χαμηλής θερμοκρασίας.

Απάντηση α) $T = \sqrt{T_1 T_2}$

β) $W = m c (T_1 + T_2 - 2\sqrt{T_1 T_2})$

(όπου c η ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού)

Πρόβλημα 4

Μία θερμική μηχανή εκτελεί ένα κύκλο Carnot, χρησιμοποιώντας ένα αέριο που υπακούει στην καταστατική εξίσωση

$$P(V - b) = RT. \quad (1)$$

Δείξτε ότι η απόδοση είναι ίση με αυτή ενός τέλει αερίου.

Πρόβλημα 5

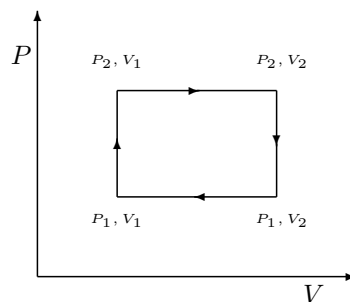
Μία θερμική μηχανή λειτουργεί χρησιμοποιώντας μια μάζα νερού m σε θερμοκρασία T_1 και το περιβάλλον σε θερμοκρασία T_0 , με $T_0 < T_1$. Ποιο είναι το μέγιστο έργο που μπορεί να μας δώσει;

Απάντηση $W = m c \left(T_1 - T_0 - T_0 \ln \frac{T_1}{T_0} \right)$

(όπου c η ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού)

Πρόβλημα 6

Ένα $mole$ ενός ιδανικού μονοατομικού αερίου εκτελεί ένα κύκλο όπως φαίνεται στο σχήμα



- α) Πόσο είναι το έργο που παίρνει το σύστημα ;
- β) Πόση είναι η θερμότητα παίρνει το σύστημα ;
- γ) Πόση είναι η απόδοση σε σχέση με ένα κύκλο Carnot, που δουλεύει μεταξύ των μέγιστων θερμοκρασιών του κύκλου ;

Πρόβλημα 7

Πόσο είναι το ελάχιστο έργο που απαιτείται για να συμπίεσουμε ισόθερμα ένα *mole* ενός μονοατομικού αερίου από πίεση P_0 , σε πίεση P_1 , υπό θερμοκρασία T_0 ;

Απάντηση
$$W = RT_0 \left(\ln \frac{P_1}{P_0} + P_{ext} \left(\frac{1}{P_1} - \frac{1}{P_0} \right) \right)$$