

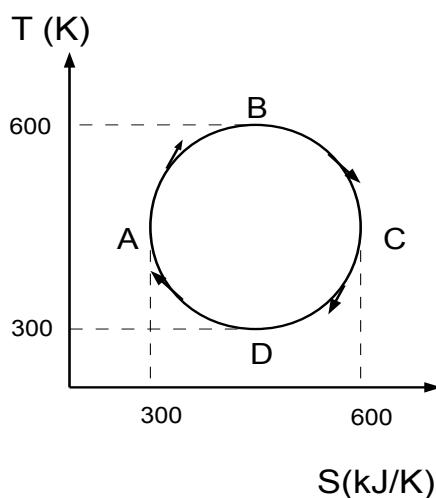
Θερμοδυναμική και Στατιστική Φυσική

12.01.2012

(4 - 5 θέματα)

(1) Μία ιδανική μηχανή εκτελεί τον κύκλο $ABCD$ στο διάγραμμα εντροπίας S - θερμοκρασίας T .

Στην περιοχή ABC η μηχανή απορροφά η εκπέμπει θερμότητα Q και γιατί ; Ποιό είναι το έργο W που παράγει η μηχανή σε ένα κύκλο ; Ποιά είναι η απόδοση της μηχανής $\eta = |W|/|Q|$; Πώς συγκρίνεται με την απόδοση της μηχανής Carnot ;



(2) Ένα mol ιδανικού μονοατομικού αερίου εκτελεί την εξής κυκλική διαδικασία:

- (a) μία αδιαβατική εκτόνωση από $A(P_1, V_1, T_1)$ στο $B(P_2, V_2, T_2)$
 $V_2 > V_1, P_2 < P_1$.
 (b) μία ισοβαρή συμπίεση από $B(P_2, V_2, T_2)$ στο $C(P_2, V_1, T_3)$,
 $V_1 < V_2$.
 (c) μία ισόχωρη συμπίεση από $C(P_2, V_1, T_3)$ σε $A(P_1, V_1, T_1)$,
 $P_1 > P_2$.

Σχεδιάστε το διάγραμμα $P - V$ της διαδικασίας και υπολογίστε τις ποσότητες $\Delta U, \Delta Q, \Delta W$ για τις διαδικασίες AB, BC, CA με δεδομένα τα $T_1 = 600K, T_2 = 455K, T_3 = 300K$ ($R \simeq 8J/Kmol$). Εάν η πίεση $P_2 = 1atm$, ποιά είναι η πίεση P_1 ;

(3) Δύο μη διακριτά bosons τίθενται σε ένα σύστημα με 3 ενεργειακές στάθμες, $-\epsilon, 0, \epsilon$. Ποιά είναι η μέση ενέργεια του συστήματος, (1) σε $T = 0$, (2) $T = \infty$, (3) συναρτήσει του T (απαριθμήστε πρώτα τις ενεργειακές στάθμες των 2 bosons και των εκφυλισμό τους).

(4) Τα spinions είναι φερμιονικές στοιχειώδεις διεγέρσεις σε ένα μονοδιάστατο αντισιδηρομαγνητικό υλικό με σχέση διασποράς $\epsilon_k = J \frac{\pi}{2a} |\sin(ka)|$ και χημικό δυναμικό $\mu = 0$ όπου J είναι η σταθερά μαγνητικής αλληλεπίδρασης και a η σταθερά του πλέγματος. Σε χαμηλές θερμοκρασίες υπολογίστε την συνεισφορά τους στην ειδική θερμότητα του υλικού. Δίνεται το ολοκλήρωμα $\int_0^\infty dx x / (e^x + 1) = \pi^2/12$ και επίσης $\sin x \simeq x, x \ll 1$.

(5) Ένα κλασσικό σωματίδιο $\epsilon = \mathbf{p}^2/2m + v(\mathbf{r})$ κινείται σε δύο διαστάσεις σε ένα δυναμικό $v(r) = 0, 0 < r < R$ και $v(r) = b(r - R)^2, r > R, r = \sqrt{x^2 + y^2}$. Υπολογίστε την μέση τιμή της ενέργειας συναρτήσει της θερμοκρασίας T και την πιθανότητα να βρίσκεται στην περιοχή $r < R$.