

Θερμοδυναμική και Στατιστική Φυσική

17.01.2011

(1) Μία ιδανική μηχανή 2 σταδίων απορροφά ένα ποσό θερμότητας Q_1 σε θερμοκρασία T_1 παράγωντας έργο W_1 και εκπέμποντας ένα ποσό θερμότητας Q_2 σε θερμοκρασία T_2 . Εν συνεχεία το 2ο στάδιο απορροφά την θερμότητα Q_2 , παράγει έργο W_2 και εκπέμπει το ποσό θερμότητας Q_3 στο περιβάλλον σε θερμοκρασία T_3 . Σχεδιάστε την λειτουργία της μηχανής και υπολογίστε την απόδοση της που είναι το συνολικό παραγώμενο έργο ως προς Q_1 συναρτήσει του T_1, T_3 (2 μονάδες).

(2) Ένα μονοατομικό ιδανικό αέριο εκτελεί την εξής κυκλική διαδικασία:

- μία εκτόνωση από P_A, V_A στο $P_B = P_A, V_B > V_A$.
- μία μείωση της πίεσης από P_B, V_B σε $P_C < P_B, V_C = V_B$.
- μία ισόθερμη συμπίεση από P_C, V_C σε P_A, V_A .

Σχεδιάστε το διάγραμμα $P-V$ της διαδικασίας και υπολογίστε τις ποσότητες $\Delta U, Q, W, \Delta S$ του συνολικού κύκλου (3 μονάδες).

(3) Το άτομο του υδρογόνου σε θερμοκρασία $T \sim 10^6 K$ μπορεί να είναι στην θεμελιώδη κατάσταση $1 - s$ ($n = 1$, διπλά εκφυλισμένη λόγω του *spin*) ή στις διεγερμένες με την ίδια ενέργεια $2 - s$ ($n = 2$, διπλά εκφυλισμένη) και $2 - p_x, p_y, p_z$ ($n = 2$, 6-πλα εκφυλισμένη). Ποιά είναι η πιθανότητα το άτομο να βρίσκεται σε μία οποιαδήποτε από τις καταστάσεις $-p_x, p_y, p_z$; (αγνοούμε την κατάληψη καταστάσεων υψηλότερης ενέργειας) Το φάσμα του ατόμου

του υδρογόνου δίνεται από την σχέση $\epsilon_n = -(13.6/n^2)eV$ (2 μονάδες).

(4) Τα νετρίνα είναι φερμιονικά σωματίδια με σχέση διασποράς $\epsilon = cp$. Για ορισμένο όγκο και θερμοκρασία T υπολογίστε και σχεδιάστε την εξάρτηση από την ορμή p του λόγου των κατανομών n_p^ν/n_p^γ των φωτονίων n_p^γ και των νετρίνων n_p^ν . Πως εξαρτάται ο λόγος N^ν/N^γ του συνολικού αριθμού των νετρίνων N^ν και φωτονίων N^γ από την θερμοκρασία ; (2 μονάδες)

(5) Ένα κλασικό σωματίδιο $\epsilon = \mathbf{p}^2/2m + v(\mathbf{x})$ κινείται σε έναν όγκο $V = V_1 + V_2$. Στόν όγκο V_1 βρίσκεται σε δυναμικό μηδέν. Στον όγκο V_2 βρίσκεται σε σταθερό δυναμικό v_0 . Υπολογίστε την μέση τιμή της ενέργειας σε θερμοκρασία T και την πιθανότητα να βρίσκεται στον όγκο V_2 ως προς την πιθανότητα να βρίσκεται στον όγκο V_1 (2 μονάδες).