

Διδάσκων: Κ. Παρασκευαΐδης

Διάρκεια 2 ½ ώρες

30/9/2009

1) Θεωρούμε ένα παραμαγνητικό υλικό που περιέχει N άτομα με μαγνητικές ροπές μ_0 . Αυτές οι μαγνητικές ροπές μπορούν να έχουν τέσσερις δυνατούς προσανατολισμούς, στο ίδιο επίπεδο, όπως δείχνει το σχήμα. Δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των ατόμων του υλικού αυτού.

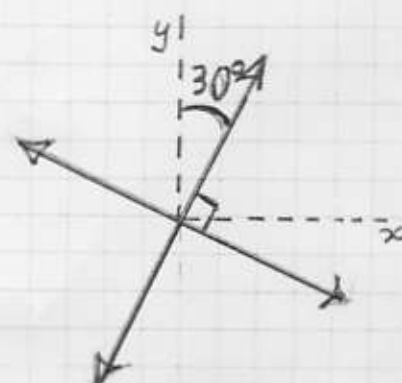
(α) Να υπολογίσετε την ενέργεια ενός τέτοιου ατόμου για κάθε μία από τις παραπάνω καταστάσεις, όταν το υλικό βρίσκεται σε εξωτερικό μαγνητικό πεδίο $\mathbf{B} = B \hat{y}$.

Το παραμαγνητικό υλικό βρίσκεται σε ισορροπία σε θερμοκρασία T και σε εξωτερικό μαγνητικό πεδίο $\mathbf{B} = B \hat{y}$. Για την περίπτωση αυτή:

(β) Να βρείτε τη συνάρτηση επιμερισμού του συστήματος.

(γ) Να βρείτε την πιθανότητα κατάληψης της κάθε κατάστασης του ατόμου, καθώς και τις αντίστοιχες οριακές τιμές για $T \rightarrow 0$ K και $T \rightarrow \infty$.

(δ) Να υπολογίσετε τη μέση μαγνήτιση και τη μέση ενέργεια ανά άτομο. Ποια είναι η μέση μαγνήτιση ανά άτομο στο όριο $T \rightarrow 0$ K;



2) Σε ένα θερμικά μονωμένο δοχείο Dewar (θερμός) βάζουμε 500 g νερού σε θερμοκρασία 25°C και 100 g θρυμματισμένου πάγου σε θερμοκρασία -40°C και απομονώνουμε. (α) Να περιγράψετε την τελική κατάσταση του συστήματος (τελική θερμοκρασία, μάζα νερού και μάζα πάγου). (β) Να υπολογίσετε την ολική μεταβολή στην εντροπία που θα επέλθει στο σύστημα.

Η ειδική θερμότητα του νερού είναι $4,18 \text{ J/(g K)}$ και η ειδική θερμότητα του πάγου είναι $2,13 \text{ J/(g K)}$. Για να λιώσει ένα γραμμάριο πάγου (και για να παγώσει ένα γραμμάριο νερού) απαιτούνται 333 Joules.

3) Θεωρήστε ένα σύστημα που αποτελείται από τρία πανομοιότυπα σωματίδια που ακολουθούν τη στατιστική Bose - Einstein. Κάθε ένα από τα σωματίδια μπορεί να βρίσκεται σε μία από τρεις κβαντικές καταστάσεις με αντίστοιχες ενέργειες $\epsilon_1 = 0$, $\epsilon_2 = \epsilon$, και $\epsilon_3 = 2\epsilon$, ($\epsilon > 0$). Το σύστημα βρίσκεται σε επαφή με δεξαμενή θερμότητας σε θερμοκρασία T . (α) Να βρείτε τη συνάρτηση επιμερισμού του συστήματος. (β) Να βρείτε την πιθανότητα κατάληψης της κάθε κατάστασης του συστήματος. (γ) Να υπολογίσετε τη μέση ενέργεια του συστήματος, καθώς και τις οριακές τιμές της για $T \rightarrow 0$ K και $T \rightarrow \infty$. Να περιγράψετε το σύστημα σε κάθε μία από τις δύο οριακές περιπτώσεις.

ΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΕΙΝΑΙ ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ
ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ

$$\epsilon_i = -\mu_i \cdot \mathbf{B} \quad \beta = 1/k_B T$$

$$\zeta = \sum_r \exp(-\beta \epsilon_r), \quad P_r = (1/\zeta) [\exp(-\beta \epsilon_r)] \quad \langle \epsilon \rangle = -\partial \ln \zeta / \partial \beta$$

Για μονωμένο σύστημα:

$$dE = dQ + dW \quad \Delta S \geq 0$$

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_{T_1}^{T_2} [1/T] dQ = mc \int_{T_1}^{T_2} [1/T] dT$$