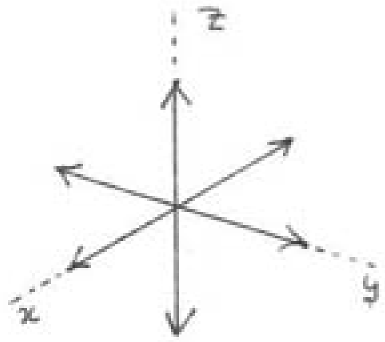
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΣΤΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ

Διδάσκων: Κ. Παρασκευαΐδης   Διάρκεια 2 ½ ώρες   1/10/2008

1) Θεωρούμε ένα σύστημα που αποτελείται από τέσσερα σωματίδια με σπιν ½ και με μαγνητική ροπή $2\mu_0$ το καθένα (σύστημα *A*), και από ένα δεύτερο σύστημα, *A´*, που αποτελείται από ένα σωματίδιο με σπιν ½ και με μαγνητική ροπή $4\mu_0$. Τα δύο συστήματα τοποθετούνται σε μαγνητικό πεδίο **B**.
Τα συστήματα *A* και *A´* αρχικά δεν βρίσκονται σε επαφή. Η μαγνητική ροπή του *A* είναι $M = 8\mu_0$, ενώ η μαγνητική ροπή του *A´* είναι $M' = -4\mu_0$. Τα συστήματα έρχονται κατόπιν σε επαφή, ώστε να μπορούν να ανταλλάσσουν ενέργεια ελεύθερα, είναι απομονωμένα από το περιβάλλον και φθάνουν στην κατάσταση ισορροπίας. Πόσες καταστάσεις είναι τώρα προσιτές στο σύστημα $A^* = A + A'$; Να υπολογίσετε (i) τις πιθανότητες P(M) και P(M´) για να πάρουν οι ολικές μαγνητικές ροπές των *A* και *A´* κάθε μία από τις δυνατές τους τιμές M και M´ αντιστοίχως, (ii) τη μέση τιμή του M, <M> και (iii) τις τιμές της πιθανότητας P(M) και της μέσης τιμής <M> στην περίπτωση που τα συστήματα χωρίζονται ξανά, ώστε να μην είναι πια ελεύθερα να ανταλλάξουν ενέργεια μεταξύ τους.

2) Θεωρούμε ένα παραμαγνητικό υλικό που περιέχει *N* άτομα με μαγνητικές ροπές μ_o. Αυτές οι μαγνητικές ροπές μπορούν να έχουν έξι δυνατούς προσανατολισμούς, $(\pm\hat{\mathbf{x}}, \pm\hat{\mathbf{y}}, \pm\hat{\mathbf{z}})$, 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 $\mathbf{B} = B\hat{\mathbf{z}}$.
Το παραμαγνητικό υλικό βρίσκεται σε ισορροπία σε θερμοκρασία T και σε εξωτερικό μαγνητικό πεδίο $\mathbf{B} = B\hat{\mathbf{z}}$. Για την περίπτωση αυτή:
(β) Να βρείτε τη συνάρτηση επιμερισμού του συστήματος των *N* ατόμων.
(γ) Να υπολογίσετε τη μέση ενέργεια ανά άτομο, καθώς και τις οριακές τιμές της για (i) $T \to 0$ K, (ii) $T = \mu_o B/(k_B \ln 5)$ και (iii) $T \to \infty$. Για $N = 11040$ άτομα, να βρείτε πόσα άτομα καταλαμβάνουν κάθε μία από τις προσιτές του καταστάσεις του συστήματος για τις τρεις παραπάνω τιμές της θερμοκρασίας.

3) Προσθέτουμε 100 g πάγου που έχει θερμοκρασία -20 °C σε ένα θερμικά μονωμένο θερμιδόμετρο το οποίο ήδη περιέχει 400 g νερού σε θερμοκρασία 80 °C και απομονώνουμε.
(α) Θα λυώσει όλος ο πάγος; Εάν ναι, ποια θα είναι η τελική θερμοκρασία του συστήματος; Εάν όχι, πόσος πάγος θα λυώσει;
(β) Να υπολογίσετε την ολική μεταβολή στην εντροπία που θα επέλθει στο σύστημα.
Η ειδική θερμότητα του νερού είναι 4,18 joules/(gram K), και η ειδική θερμότητα του πάγου είναι 2,13 joules/(gram K). Για να λυώσει ένα γραμμάριο πάγου απαιτούνται 333 joules.

4) Θεωρήστε ένα σύστημα που αποτελείται από τέσσερα πανομοιότυπα σωματίδια που ακολουθούν τη στατιστική Bose – Einstein. Κάθε ένα από τα σωματίδια μπορεί να βρίσκεται σε μία από δύο κβαντικές καταστάσεις με αντίστοιχες ενέργειες $\varepsilon_1 = -\varepsilon$, $\varepsilon_2 = \varepsilon$, όπου $(\varepsilon > 0)$. Το σύστημα βρίσκεται σε επαφή με δεξαμενή θερμότητας σε θερμοκρασία T. (α) Να βρείτε τη συνάρτηση επιμερισμού (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 $T \to 0$ K και $T \to \infty$. Να περιγράψετε το σύστημα σε κάθε μία από τις δύο οριακές περιπτώσεις.

ΜΠΟΡΕΙΤΕ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΤΕ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ <u>ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ</u> ΤΟΥ MANDL

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ