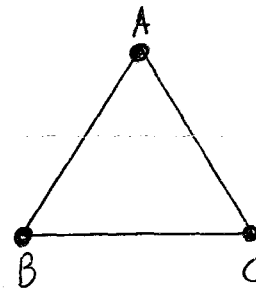


1) Θεωρούμε ένα σύστημα που αποτελείται από πέντε σωματίδια με σπιν $\frac{1}{2}$ και με μαγνητική ροπή μ_0 το καθένα (σύστημα A), και από ένα δεύτερο σύστημα, A' , που αποτελείται από ένα σωματίδιο με σπιν $\frac{1}{2}$ και με μαγνητική ροπή μ_0 . Τα δύο συστήματα τοποθετούνται σε μαγνητικό πεδίο B . Τα συστήματα A και A' αρχικά δεν βρίσκονται σε επαφή. Η μαγνητική ροπή του A είναι $M = 5\mu_0$, ενώ η μαγνητική ροπή του A' είναι $M' = -\mu_0$. Τα συστήματα έρχονται κατόπιν σε επαφή, ώστε να μπορούν να ανταλλάσσουν ενέργεια ελεύθερα, είναι απομονωμένα από το περιβάλλον και φθάνουν στην κατάσταση ισορροπίας. Να υπολογίσετε (α) τις πιθανότητες $P(M)$ και $P(M')$ για να πάρουν οι ολικές μαγνητικές ροπές των A και A' μία από τις δυνατές τους τιμές M και M' αντιστοίχως, (β) τη μέση τιμή του M , $\langle M \rangle$ και τη μέση τιμή του M' , $\langle M' \rangle$.

2) Ένα θερμικά μονωμένο χάλκινο δοχείο με μάζα 1000 gram βρίσκεται σε θερμοκρασία 100 °C. Προσθέτουμε στο δοχείο 300 gram θρυμματισμένου πάγου σε θερμοκρασία 0 °C, και 500 gram ρινίσματα μολύβδου σε θερμοκρασία 200 °C και στη συνέχεια απομονώνουμε. α) Θα λιώσει όλος ο πάγος; Εάν ναι, ποια θα είναι η τελική θερμοκρασία του συστήματος; Εάν όχι, πόσος πάγος θα λιώσει; (β) Να υπολογίσετε την ολική μεταβολή στην εντροπία που θα επέλθει στο σύστημα. Η ειδική θερμότητα του χαλκού (Cu) είναι 0,418 Joules/(gram K), η ειδική θερμότητα του μολύβδου (Pb) είναι 0,126 Joules/(gram K) και η ειδική θερμότητα του νερού είναι 4,18 Joules/(gram K). Για να λιώσει ένα γραμμάριο πάγου απαιτούνται 333 Joules.

3) Θεωρούμε ένα σύστημα που απαρτίζεται από τρία άτομα A και B και C με μαγνητικές ροπές μ_A , μ_B και μ_C αντιστοίχως (βλ. σχήμα). Αυτές οι μαγνητικές ροπές μπορούν να έχουν δύο δυνατούς προσανατολισμούς. (Όταν υπάρχει εξωτερικό μαγνητικό πεδίο η κάθε μαγνητική ροπή θα είναι παράλληλη ή αντιπαράλληλη σε αυτό). Τα τρία άτομα βρίσκονται σε εξωτερικό μαγνητικό πεδίο $B = B \hat{z}$ και επίσης αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Η ενέργεια αλληλεπίδρασης είναι $a \mu_A \cdot \mu_B$, όπου $a > 0$. Οι τρεις μαγνητικές ροπές έχουν το ίδιο μέτρο: $|\mu_A| = |\mu_B| = |\mu_C| = \mu_0$.



(α) Να υπολογίσετε την ενέργεια του συστήματος για κάθε μία από τις δυνατές καταστάσεις.

Το σύστημα βρίσκεται σε ισορροπία σε θερμοκρασία T :

(β) Να βρείτε τη συνάρτηση επιμερισμού του συστήματος.

(γ) Να υπολογίσετε τη μέση ενέργεια του συστήματος όταν $B = 0$.

(δ) Για την περίπτωση που έχουμε 800 τριάδες οι οποίες δεν αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, να περιγράψετε με ποιον τρόπο κατανέμονται όταν $T \rightarrow 0$ K, για τις περιπτώσεις (i) $B = 0$ και (ii) $B = 0,1\alpha\mu_0$. Να σχολιάσετε τα αποτελέσματα που θα προκύψουν.

4) Θεωρήστε ένα σύστημα που αποτελείται από τρία πανομοιότυπα σωματίδια που ακολουθούν τη στατιστική Bose – Einstein, κάθε ένα από τα οποία μπορεί να βρίσκεται σε μία από τρεις κβαντικές καταστάσεις με αντίστοιχες ενέργειες ϵ , 2ϵ και 3ϵ ($\epsilon > 0$). Το σύστημα βρίσκεται σε επαφή με δεξαμενή θερμότητας σε θερμοκρασία T .

(α) Να βρείτε την πιθανότητα κατάληψης της κάθε κατάστασης του συστήματος.

(β) Να υπολογίσετε τη μέση ενέργεια του συστήματος, καθώς και τις οριακές τιμές της για $T \rightarrow 0$ K και $T \rightarrow \infty$.

(γ) Ποιες είναι οι πιθανότητες κατάληψης της κατάστασης με τη χαμηλότερη ενέργεια και της κατάστασης με την υψηλότερη ενέργεια του συστήματος όταν $k_B T = \epsilon / (\ln 2)$;