

1) Θεωρούμε ένα σύστημα που αποτελείται από δύο 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 δύο σωματίδια με σπιν $\frac{1}{2}$ και με μαγνητική ροπή $2\mu_0$ το καθένα. Τα δύο συστήματα τοποθετούνται σε μαγνητικό πεδίο B . (α) Να απαριθμήσετε όλες τις προσιτές καταστάσεις του συστήματος $A^* = A + A'$. Για κάθε μία από αυτές να βρείτε την ολική μαγνήτιση και την ολική ενέργεια. (β) Τα συστήματα A και A' αρχικά δεν βρίσκονται σε επαφή. Η μαγνητική ροπή του A είναι $M = 2\mu_0$, 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. Να υπολογίσετε (i) 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' αντίστοιχως, (ii) τη μέση τιμή του M , $\langle M \rangle$ και (iii) τις τιμές της πιθανότητας $P(M)$ και της μέσης τιμής $\langle M \rangle$ στην περίπτωση που τα συστήματα χωρίζονται ξανά, ώστε να μην είναι πια ελεύθερα να ανταλλάξουν ενέργεια μεταξύ τους.

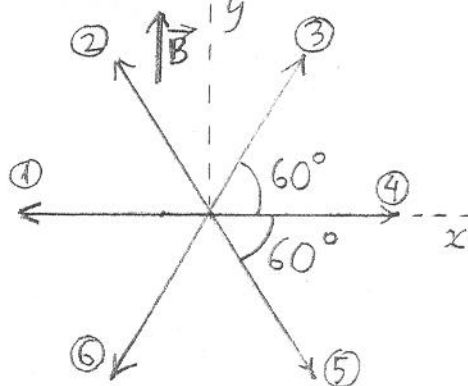
2) Θεωρούμε ένα παραμαγνητικό υλικό που περιέχει N άτομα με μαγνητικές ροπές μ_0 . Αυτές οι μαγνητικές ροπές μπορούν να έχουν έξι δυνατούς προσανατολισμούς, στο ίδιο επίπεδο, όπως δείχνει το σχήμα. Δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των ατόμων του υλικού αυτού.

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

Το παραμαγνητικό υλικό βρίσκεται σε ισορροπία σε θερμοκρασία T και σε εξωτερικό μαγνητικό πεδίο $B = B\hat{y}$. 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 $T \rightarrow 0$ K και $T \rightarrow \infty$. Για $N = 300$ άτομα, να βρείτε πόσα άτομα καταλαμβάνουν κάθε μία από τις προσιτές του καταστάσεις του συστήματος για $T \rightarrow 0$ K και για $T \rightarrow \infty$.



3) Ένα θερμικά μονωμένο χάλκινο δοχείο με μάζα 1000 gram βρίσκεται σε θερμοκρασία 60°C . Προσθέτουμε στο δοχείο 500 gram πάγου σε θερμοκρασία -20°C και απομονώνουμε. (α) Θα λιώσει 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 είναι $0,418 \text{ Joules}/(\text{gram K})$, η ειδική θερμότητα του νερού είναι $4,18 \text{ Joules}/(\text{gram K})$ και η ειδική θερμότητα του πάγου είναι $2,13 \text{ Joules}/(\text{gram K})$. Για να λιώσει ένα γραμμάριο πάγου απαιτούνται 333 Joules.

4) Θεωρήστε ένα σύστημα που αποτελείται από τρία σωματίδια. Υπάρχουν τρεις κβαντικές καταστάσεις με αντίστοιχες ενέργειες $\epsilon_1 = -\epsilon$, $\epsilon_2 = 0$, $\epsilon_3 = \epsilon$, ($\epsilon > 0$). Το σύστημα βρίσκεται σε επαφή με δεξαμενή θερμότητας σε θερμοκρασία T . Σε μία από τις καταστάσεις του συστήματος τα τρία σωματίδια βρίσκονται στην ίδια ενεργειακή στάθμη, ϵ_2 . (α) Ποια (κβαντική) στατιστική ακολουθεί το σύστημα; Αιτιολογήστε την απάντησή σας. (β) Να βρείτε τη συνάρτηση επιμερισμού του συστήματος. (γ) Να βρείτε την πιθανότητα κατάληψης της κάθε κατάστασης του συστήματος. (δ) 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

ΜΠΟΡΕΙΤΕ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΤΕ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ ΤΟΥ F. MANDL