

Fisica Statistica. – A.A. 2009-2010, 18 Gennaio 2010

Primo scritto - primo appello

(tempo 3 ore)

Si risolvano i due esercizi che seguono. **NOTA BENE:**

- Si diano tutti i passaggi necessari a capire in dettaglio il procedimento di soluzione. Risposte con il solo risultato o dettagli insufficienti non saranno considerate;
- se richieste, si diano le valutazioni (numeriche) con 3 cifre significative, né più né meno.

Esercizio 1 *Sistema di oscillatori armonici indipendenti classici*

Si consideri un sistema di N oscillatori armonici tridimensionali con massa m e costante di forza K , in contatto con un bagno termico, ovvero a temperatura T .

1. Si calcoli la funzione di partizione canonica Q_N , sfruttando il fatto che $\int_{-\infty}^{\infty} dt \exp[-at^2] = \sqrt{\pi/\alpha}$.
2. Si mostri che l'energia potenziale media può essere ottenuta da

$$-K_B T K \frac{\partial \ln Q_N(V, T)}{\partial K}$$

e la si calcoli utilizzando il risultato del punto 1.

3. Si mostri che l'energia cinetica media può essere ottenuta da

$$K_B T m \frac{\partial \ln Q_N(V, T)}{\partial m}$$

e la si calcoli utilizzando il risultato del punto 1.

4. Si calcoli il potenziale chimico μ , a partire dal risultato del punto 1.

Esercizio 2

Si consideri un ipotetico sistema di atomi in presenza di un campo magnetico H . Nelle condizioni d'interesse gli atomi possono essere considerati indipendenti così che la funzione di partizione canonica $Z = (Z_1)^N$, ove Z_1 è la funzione di partizione del singolo atomo. Lo spettro energetico di ciascun atomo dovuto al campo magnetico è $E_\sigma = \mu_B H \sigma$, $\sigma = \pm 1$.

1. Si calcoli la funzione di partizione canonica Q_N del sistema e da questa l'energia libera di Helmholtz A .
2. Si calcoli l'entropia e si dia il suo valore limite quando $K_B T \ll \mu_B H$.
3. Si calcoli la magnetizzazione media per unità di volume.
4. Si calcoli la suscettività magnetica.

Note relative all'esercizio 2, aggiunte a seguito di domande durante lo svolgimento dello scritto:

- Per gli scopi del problema, lo spettro energetico dell'atomo è integralmente dato dalle energie $E_\sigma = \mu_B H \sigma$, $\sigma = \pm 1$, fornite nel preambolo. In altre parole in questo modello si trascura tra l'altro il moto traslazionale degli atomi.
- I livelli energetici E_σ sono non degeneri
- Evidentemente (*lapsus calami*) $Q_N \equiv Z$.