

Fisica Statistica. – A.A. 2010-2011, 12 Novembre 2010

Primo compito

(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 *Particelle non interagenti in regime ultrarelativistico*

Si considerino N particelle non interagenti in un volume V in regime classico; l'hamiltoniana è quindi somma delle hamiltoniane di singola particella. L'hamiltoniana di singola particella è $h = c|\mathbf{p}|$.

1. Si calcoli la funzione di partizione canonica del sistema senza operare alcuna approssimazione.
2. Si calcoli l'energia libera di Helmholtz, nel limite termodinamico e da questa l'energia.
3. Si calcoli l'entropia.
4. Si calcoli il calore specifico.

Esercizio 2 *Teoria delle perturbazioni per oscillatori anarmonici indipendenti in una dimensione*

Si considerino N oscillatori anarmonici indipendenti in regime classico; l'hamiltoniana è quindi somma delle hamiltoniane di singola particella. L'hamiltoniana di singola particella è:

$$h = \frac{p^2}{2m} + \frac{K}{2}[x^2 + \epsilon(\alpha x^3 + \gamma x^4)].$$

1. Si calcoli *esplicitamente* la funzione di partizione canonica al primo ordine in ϵ . Con *esplicitamente* si intende come una funzione algebrica di $N, T, K, \epsilon, \alpha, \gamma$. Si considerino gli integrali configurazionali (in x) estesi a tutto l'asse reale.
2. Si calcoli, sempre al primo ordine in ϵ , l'energia libera di Helmholtz.
3. Si calcoli al primo ordine in ϵ l'energia interna.
4. Si calcoli al primo ordine in ϵ il calore specifico.

Nota: si ricorda che

$$\int_{-\infty}^{\infty} dx x^{2n} \exp(-x^2) = \sqrt{\pi} \frac{(2n-1)!!}{2^n}$$