

**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  $\epsilon$ . 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  $\epsilon$ , l'energia libera di Helmholtz.
3. Si calcoli al primo ordine in  $\epsilon$  l'energia interna.
4. Si calcoli al primo ordine in  $\epsilon$  il calore specifico.

Nota: si ricorda che

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