

**Esame di ammissione al dottorato di ricerca in fisica fondamentale e applicata
XXX ciclo - 8 Ottobre 2014**

Prova n.2

Il candidato deve svolgere, a sua scelta, solo UNO dei tre temi proposti e un massimo di DUE esercizi tra quelli sotto riportati. Contenere il tema in tre facciate di foglio protocollo.

TEMI

1. Il candidato discuta l'importanza della "scala dimensionale" nella manifestazione nell'interpretazione dei fenomeni fisici, fornendo esempi numerici di confronto.
2. I processi di diffusione sono stati e sono ancora uno strumento fondamentale d'indagine della fisica: Illustrare uno o più esempi concreti.
3. Il candidato illustri con esempi almeno un metodo di analisi statistica dei dati al fine della determinazione di parametri con i relativi errori.

ESERCIZI

- ESERCIZIO 1

Un blocco di rame con massa $m = 200 \text{ g}$ e temperatura $t_1 = 300 \text{ }^\circ\text{C}$ viene immerso in una grande vasca d'acqua alla temperatura $t_2 = 300 \text{ K}$. Supponendo la vasca termicamente isolata si calcoli la variazione di entropia che il sistema blocco di rame-acqua subisce nel raggiungere l'equilibrio termico. Per il calore specifico dell'acqua si assuma il valore $1 \text{ cal}/(\text{g }^\circ\text{C})$ e per il rame $0,093 \text{ cal}/(\text{g }^\circ\text{C})$.

- ESERCIZIO 2

Un'onda piana luminosa ha una lunghezza d'onda di 600 nm incide ortogonalmente su due fenditure molto lunghe e di eguale larghezza e viene raccolta su uno schermo posto ad una distanza $L = 1 \text{ m}$ di distanza da esse. L'intensità della luce sullo schermo presenta il tipico andamento di una figura di interferenza-diffrazione. Sapendo che la distanza tra i minimi è $\Delta y = 1 \text{ cm}$ e che manca il massimo di ordine $m = 4$, determinare la larghezza b delle fenditure e la loro distanza d .

- ESERCIZIO 3

Il sole emette $4 \times 10^{33} \text{ erg/s}$ ($10^7 \text{ erg}=1\text{J}$). Per quanto tempo potrebbe emettere energia a questo stesso tasso se l'unica sorgente di energia fosse quella potenziale gravitazionale?

- ESERCIZIO 4

GAS DI FERMI. (a) Provare che la relazione che lega l'energia di Fermi ε_F alla densità di elettroni liberi in un metallo, N/V (N essendo il numero totale di elettroni liberi compreso in un volume V) è data da:

$$\varepsilon_F = (3\pi^2)^{2/3} \frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{N}{V}\right)^{2/3}$$

dove m è la massa dell'elettrone.

(b) Sostituendo i valori delle costanti numeriche verificare che la suddetta relazione diventa:

$$\varepsilon_F = (0.3646 \text{ eV} \cdot \text{nm}^2) \left(\frac{N}{V}\right)^{2/3} .$$

(c) Calcolare ε_F per (i) il rame sapendo che $N/V = 84.7/\text{nm}^3$ e (ii) una stella del tipo "nana bianca", nella quale l'alta densità determina che gli elettroni non siano più legati ai singoli nuclei ma formino un gas elettronico, sapendo che $N/V = 10^9/\text{nm}^3$.

- ESERCIZIO 5

Un oscillatore armonico unidimensionale al tempo $t=0$ si trova nello stato non normalizzato:

$$|\psi\rangle = (2a^+ - 1) |0\rangle$$

Si tratta di un autostato dell'energia?

Calcolare l'andamento temporale dei valori medi della posizione e della quantità di moto.

- ESERCIZIO 6

Un campione di una sostanza radioattiva è costituito da $N = 2,8 \times 10^{20}$ nuclei radioattivi, ciascuno dei quali ha una probabilità di decadere in un secondo pari a $p = 5 \times 10^{-21} \text{ s}^{-1}$. Calcolare la probabilità di osservare un numero di decadimenti/secondo tra 0 e 2.