

1 - Esame di ammissione al Dottorato in Fisica
 Università di Roma Tre
 2 Ottobre 2002 – (tema estratto)

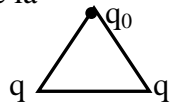
I candidati svolgano il tema e non più di tre dei quattro esercizi proposti. Il voto sarà in sessantesimi così distribuiti: 24 al tema e 12 per ciascuno dei tre esercizi.

Tema. La nascita della meccanica quantistica: descrivere alcuni dei fenomeni non spiegati dalla fisica classica che hanno portato allo sviluppo della meccanica quantistica.

Problema n.1 Un blocco di rame di 20 g alla temperatura di 100 °C è posto in contatto con un blocco di alluminio di 10 g a 20 °C. A) trovare la temperatura di equilibrio del sistema; B) trovare la variazione di entropia del sistema.

Dati: calore specifico del rame 0.39 J/g °K, calore specifico dell'alluminio 0.91 J/g °K

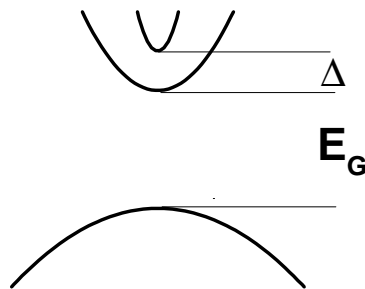
Problema n.2 Una sferetta carica di massa m è posta al vertice di un triangolo equilatero di lato L , messo in verticale. Agli altri due vertici sono poste due cariche $q=2 \cdot 10^{-11}$ C uguali fra loro. Se la carica della sferetta vale $q_0=1.2 \cdot 10^{-11}$ C e la sua massa è $m=5$ mg, calcolare quale deve essere la lunghezza del lato L perché la forza di gravità sia bilanciata.



Problema n.3 Le bande di valenza e di conduzione di un ipotetico semiconduttore tridimensionale e isotropo sono rappresentate in figura. Le bande possono essere considerate paraboliche vicino ai rispettivi massimi e minimi. Si determinano le mobilità degli elettroni e delle lacune nelle rispettive bande e la conducibilità totale a temperatura ambiente. Si ricordi che l'occupazione di una banda parabolica, il cui minimo è E_0 , all'equilibrio termico può essere espressa da

$$n(T) = N(T) \exp[-(E_0 - E_F) / kT]; \quad N(T) = \frac{1}{4} \left(\frac{2m^* kT}{\pi \hbar^2} \right)^{3/2}$$

Dati: $E_G=1$ eV; $\Delta=50$ meV; $m_{1c}^*=0.5 m_0$; $m_{2c}^*=0.3 m_0$; $m_v^*=m_0$; $\tau_e=10^{-11}$ s, $\tau_h=10^{-12}$ s.



Problema n.4 La teoria di Fermi predice che la sezione d'urto per la reazione $\bar{\nu}_e p \rightarrow n e^+$ è $\sigma \approx 10^{-44}$ cm² quando l'energia dell'antineutrino è $E \approx 2$ MeV. Calcolare la probabilità che l'antineutrino interagisca in questo modo nell'attraversare uno spessore di 10 km di acqua.

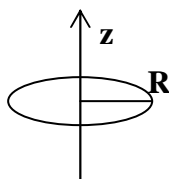
2 - Esame di ammissione al Dottorato in Fisica
Università di Roma Tre
2 Ottobre 2002

I candidati svolgano il tema e non più di tre dei quattro esercizi proposti. Il voto sarà in sessantesimi così distribuiti: 24 al tema e 12 per ciascuno dei tre esercizi.

Tema. Si discuta il concetto di entropia a partire da una delle sue definizioni e se ne illustri l'importanza nei fenomeni fisici.

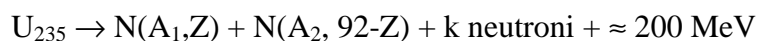
Problema n.1. Si consideri la terra come una sfera omogenea di raggio $R=6.37 \cdot 10^6$ m che ruota intorno al suo asse: supponendo che possa contrarsi mantenendo la forma sferica e la massa costante, determinare il valore del raggio a cui corrisponde una diminuzione del periodo del 5%. Si ricordi che il momento di inerzia di una sfera omogenea è $\frac{2}{5} MR^2$.

Problema n.2. Un anello sottile di materiale plastico di raggio R è caricato con una densità di carica lineare uniforme. Una sferetta carica di massa m , inizialmente ferma, è posta lungo l'asse perpendicolare al piano dell'anello e passante per il centro ad una distanza $z_0=0.5$ mm dal centro stesso. Si determini la velocità con la quale la sferetta raggiunge il centro dell'anello. Dati dell'anello: carica $2 \cdot 10^{-9}$ C, $R=3$ mm. Dati della sferetta: $m=3 \cdot 10^{-8}$ Kg, carica $-5 \cdot 10^{-16}$ C. (Trascurare la forza di gravità)



Problema n.3. Un insieme di atomi di idrogeno in presenza di un campo magnetico debole viene eccitato nello stato 3d in modo da popolare equamente tutti i livelli. Si indichino le righe che si osservano in polarizzazione parallela al campo magnetico nelle transizioni verso i livelli 2p.

Problema n.4. Un reattore nucleare produce $2 \cdot 10^9$ Watt. Calcolare quanti eventi di fissione provenienti dalle reazioni



sono prodotti in un secondo. Calcolare inoltre quanti chilogrammi di uranio si consumano in un anno.

3 - Esame di ammissione al Dottorato in Fisica
Università di Roma Tre
2 Ottobre 2002

I candidati svolgano il tema e non più di tre dei quattro esercizi proposti. Il voto sarà in sessantesimi così distribuiti: 24 al tema e 12 per ciascuno dei tre esercizi.

Tema. Si illustri l'interazione della radiazione elettromagnetica con la materia e si faccia un esempio di un fenomeno fisico governato da tale interazione.

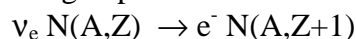
Problema n.1. Trovare qual è il raggio minimo che un pianeta, avente una temperatura di 450 K e la cui densità media è 4500 Kg/m^3 , deve avere affinché nella sua atmosfera ci sia elio.

Problema n.2. Uno ione Na^+ ($m = 23 \text{ a.m.u.}$) è accelerato da una differenza di potenziale di 20 kV. Viene quindi fatto passare in una regione dove vi è campo magnetico $B = 0.2 \text{ T}$ uniforme e diretto verticalmente rispetto alla direzione del fascio. Calcolare quale deve essere l'intensità di un campo elettrico nella stessa regione che consenta allo ione di procedere in modo rettilineo.

Problema n.3. Sia dato un reticolo quadrato bidimensionale i cui atomi hanno un orbitale di valenza di tipo s. In approssimazione di tight-binding a primi vicini: A) si scriva la relazione di dispersione della banda di valenza, B) si calcoli l'ampiezza della banda, C) si calcoli la massa efficace degli elettroni a $k=0$.

Si indichi con γ l'integrale di trasferimento e si trascurino gli integrali di sovrapposizione.

Problema n.4. Calcolare l'energia di soglia per la reazione



trascurando il moto di Fermi dei nucleoni nel nucleo.