

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

Prova n.1

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 descriva – con esempi anche numerici - il caso di una o più forze centrali, includendo le considerazioni energetiche opportune.
2. Il candidato discuta l'importanza delle "approssimazioni" in fisica, illustrando esempi, anche numericamente, di casi in cui l'approssimazione è motivata da "economie di calcolo" e di casi in cui essa è sostanziale per la modellizzazione di un fenomeno.
3. Illustrare il fenomeno dell'effetto tunnel analizzando un esempio particolare.

ESERCIZI

- ESERCIZIO 1

20 grammi di un gas considerato ideale subiscono la seguente successione di trasformazioni reversibili:

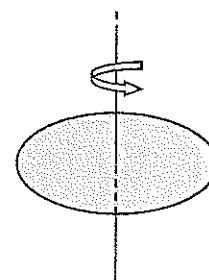
- 1) un'isocora che porta il gas dalla temperatura iniziale di 30°C a quella di 350°C;
- 2) un'isobara che porta il gas alla temperatura di 450°C;
- 3) un'adiabatica che porta il gas alla temperatura di 30°C;
- 4) un'isoterma che porta il gas alle sue condizioni iniziali.

Determinare il rendimento e il lavoro del ciclo così definito sapendo che il calore specifico a pressione costante c_p vale 0.21 cal/(g x grado) e il rapporto c_p/c_v vale 1.31 dove c_v è il calore specifico a volume costante.

- ESERCIZIO 2

Una densità di carica superficiale $\sigma = 2 \times 10^{-2} \text{ C/m}^2$ è stata creata per attrito su un disco di vetro di raggio $R = 100 \text{ mm}$. Il disco ruota con velocità angolare $\omega = 20 \text{ giri/s}$.

- a) Calcolare il valore del campo magnetico H al centro del disco.
- b) Calcolare il momento magnetico del disco

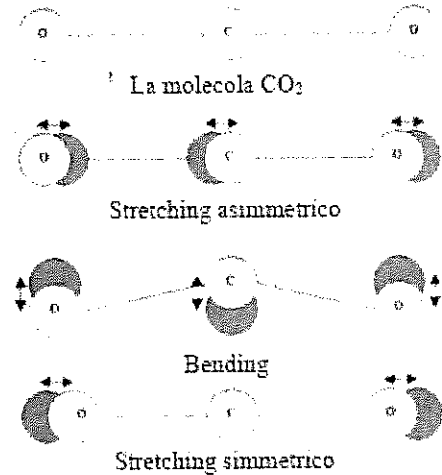


- ESERCIZIO 3

Il Polonio 210 ha una massa atomica di 348.6618×10^{-27} Kg e decade α in Piombo 206 con un tempo di dimezzamento di 138.376 giorni. Supponendo di avere inizialmente un campione di 0.01g di Polonio, si calcoli la sua attività dopo due mesi.

- ESERCIZIO 4

In figura a fianco sono mostrati i modi di vibrazione della molecola di anidride carbonica, CO_2 . Le frequenze di ciascun modo, espresse in cm^{-1} ($1 \text{ cm}^{-1} = 2.997 \times 10^{10}$ Hz) sono $f_1=2349 \text{ cm}^{-1}$ per lo stretching antisimmetrico, $f_2=667 \text{ cm}^{-1}$ per il piegamento o bending e $f_3=1340 \text{ cm}^{-1}$ per lo stretching simmetrico. (a) Calcolare in eV l'energia dello stato fondamentale vibrazionale dell'anidride carbonica. (b) Calcolare in eV l'energia dei primi tre stati eccitati vibrazionali e per ciascuno di questi indicare il valore del numero quantico di eccitazione n_1, n_2, n_3 associato a ciascun modo.



- ESERCIZIO 5

Un oscillatore armonico tridimensionale di pulsazione ω , che porta una carica q , si trova nello stato fondamentale. Per $t > 0$ viene soggetto a un campo elettrico uniforme $E = E_0 \exp(-\lambda t)$. Si calcoli in funzione del tempo la probabilità di transizione agli stati del 1° livello eccitato al primo ordine in teoria delle perturbazioni.

- ESERCIZIO 6

Un circuito RLC in serie viene alimentato in ingresso con un segnale sinusoidale di ampiezza V_0 e periodo T . Si assuma che componenti attivi e passivi del circuito siano ideali. Progettare il circuito in modo tale che abbia una pulsazione di risonanza $\omega_0 = 300 \text{ s}^{-1}$. Calcolare l'ampiezza della corrente nel circuito in funzione della frequenza (o pulsazione). Calcolare il fattore di merito del circuito in funzione dei parametri del circuito.