

Esame di Ammissione al Dottorato di Ricerca in Fisica
XXIX Ciclo – 3 febbraio 2014
Prova n. 1

Il candidato svolga uno dei tre temi e risolva due dei quattro esercizi proposti. Contenere il tema entro 3 facciate di foglio protocollo.

TEMI

1. Il candidato descriva in dettaglio un esperimento che, a suo parere, ha segnato un punto di svolta nella fisica classica o moderna.
2. Il candidato illustri i principi fisici di funzionamento di un tipo di rivelatore di radiazione elettromagnetica in uno specifico intervallo di lunghezze d'onda, mettendone in evidenza i limiti e le possibili applicazioni.
3. Lo studio dei sistemi oscillanti riveste un ruolo importante in vari ambiti della fisica. Il candidato discuta l'oscillatore armonico in meccanica classica e in teoria quantistica evidenziandone le caratteristiche più rilevanti.

ESERCIZI

ESERCIZIO N° 1

Una ruota di raggio R con una distribuzione di massa assimilabile a un disco giace ferma in un piano verticale. In un certo istante viene messa in moto lungo l'orizzontale in presenza di attrito (coefficiente μ_d) con velocità del centro di massa v_0 . Scrivere le equazioni del moto di questa fase iniziale e calcolare l'istante di tempo t^* in cui questa fase di moto termina. Se all'istante t^* viene applicato un momento frenante M rispetto all'asse della ruota, calcolare il tempo t_1 di arresto.

ESERCIZIO N° 2

Una macchina termica non reversibile è costituita da $n = 2$ moli di un gas perfetto monoatomico e compie un ciclo composto da due trasformazioni isoterme a temperatura T_1 e T_2 ($T_1/T_2 = 3/4$) e due isobare a pressione P_A e P_B ($P_B/P_A = 4/5$). Calcolare:

- a) il rendimento del ciclo dimostrando che è inferiore a quello di una macchina di Carnot che operi tra le stesse sorgenti;
- b) la variazione di entropia dell'Universo.

ESERCIZIO N° 3

Una sfera conduttrice di raggio $r_1 = 4$ cm mantenuta da una bacchetta isolante viene messa a contatto con il polo di un generatore a potenziale $V = 300$ V. Calcolare la carica q trasferita

dal generatore alla sfera. Successivamente la sfera viene messa a contatto (attraverso un lungo filo conduttore) con una seconda sfera di raggio $r_2 = 16$ cm. Trascurando la carica che si dispone sul filo, calcolare la carica q_2 che si dispone sulla seconda sfera. L'operazione viene ripetuta portando la prima sfera (senza scaricarla) a contatto col generatore e poi a contatto con la seconda sfera. Calcolare la carica q'_2 che si distribuisce sulla seconda sfera. Calcolare inoltre il numero di volte che l'operazione deve essere ripetuta in modo che sulla seconda sfera si distribuisca una carica che si discosta di non oltre l'1‰ (un per mille) di quella che si avrebbe dopo infinite ripetizioni dell'operazione.

ESERCIZIO N° 4

Una particella di spin $1/2$ e momento magnetico $\mu = \mu_0 \vec{s}$ diretto lungo l'asse x ($s_x = 1/2$) viene immersa in un campo magnetico \vec{B} diretto lungo l'asse z . Calcolare il valore di aspettazione di s_y per $t > 0$.