

FACOLTÀ DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI
Corso di Laurea di I Livello in Biotecnologie
Esame di FISICA - Prova scritta - 13 luglio 2004

Lo studente dia la soluzione di un congruo numero dei seguenti problemi e/o quesiti a sua scelta; la prova scritta viene superata conseguendo una votazione $\geq 15/30$. Gli studenti che hanno superato la prova scritta con un voto $\geq 21/30$ potranno chiedere di essere esonerati dal sostenere la prova orale, confermando il voto ottenuto nello scritto, se hanno svolto in modo accettabile almeno qualcuna delle domande relative ad ognuno dei tre gruppi M, T ed E, all'inizio di ognuno dei quali è riportato il relativo punteggio totale.

M (26/30) Due mattoni uguali, A e B, ognuno di massa $m = 2$ kg, sono appoggiati l'uno sull'altro e quello inferiore, B, è a sua volta appoggiato su un piano orizzontale. I due mattoni, inizialmente fermi, vengono messi in movimento con una accelerazione $a = 2$ m/s², in modo che non scivolino l'uno rispetto all'altro, applicando una forza F al mattone inferiore. Noto il coefficiente di attrito dinamico $\mu = 0.1$ fra il mattone inferiore ed il piano di appoggio e quello $\lambda = 0.6$, uguale nei casi statico e dinamico, fra i due mattoni:

- Determinare i moduli F_A ed F_B , rispettivamente, delle forze di attrito che si esercitano fra i due mattoni e fra il mattone B ed il piano orizzontale;
- Determinare il modulo della forza F ;
- Determinare la velocità v dei due mattoni dopo che si sono spostati di una distanza $d = 1$ m;
- Determinare il lavoro compiuto dalla forza F quando i due mattoni si sono spostati di una distanza $d = 1$ m;
- Determinare il lavoro compiuto dalle forze di attrito presenti nel sistema quando i due mattoni si sono spostati di una distanza $d = 1$ m;
- Sulla base dei risultati precedenti verificare, per ognuno dei due mattoni separatamente, la validità del teorema dell'energia cinetica (o delle forze vive) durante lo spostamento dei due mattoni sulla distanza d ;
- Determinare, a parità di forza F applicata, l'accelerazione a' che acquisterebbe il mattone inferiore, B, se un opportuno vincolo, applicando una forza vincolare orizzontale, impedisse il movimento del mattone superiore A;

Vincolando il mattone inferiore ad un perniotto fissato sul piano di appoggio con un filo ideale lungo $L = 1$ m e imprimendo ai due mattoni una velocità iniziale $v_0 = 2$ m/s in direzione perpendicolare al filo teso, i due mattoni effettuano un moto circolare non uniforme senza scivolare l'uno sull'altro.

- Determinare l'accelerazione tangenziale e l'accelerazione angolare dei due mattoni;
- Determinare il numero di giri compiuti dai due mattoni prima di fermarsi;
- Determinare il modulo della forza di attrito che si esercita fra i due mattoni all'inizio del moto;
- Determinare la tensione del filo in funzione del tempo, calcolando in particolare il valore numerico all'inizio del moto e dopo che è trascorso un tempo pari a 1 secondo.
- Come si modificherebbe il moto circolare dei due mattoni se non ci fosse attrito fra quello inferiore ed il piano di appoggio? Quanto tempo impiegherebbero in questo caso i due mattoni ad effettuare un giro completo?

N.B. Si osservi che, tranne che nel quesito g), è sempre noto a priori che i due mattoni non scivolano l'uno rispetto all'altro; ciò consente di affrontare molte delle domande (ma non tutte!) anche considerando i due mattoni come un unico oggetto.

T (14/30) 1 Due moli di gas perfetto biatomico (calore specifico molare a volume costante $c_V = 2.5R$) effettuano una successione di trasformazioni quasi statiche costituita da: i) una espansione a pressione costante dallo stato A allo stato B di volume $V_B = 2V_A$; ii) una espansione isoterma da B allo stato C tale che $p_C = p_B/128$; iii) una trasformazione isobara da C a D tale che $T_D = T_A/4$; iv) una trasformazione adiabatica che da D riporta il gas nello stato iniziale A. Nota la temperatura $T_A = 300$ K e la pressione $p_A = 10^5$ Pa, determinare:

- a) Il volume dello stato A , la temperatura dello stato B e il volume dello stato C ;
- b) La quantità di calore scambiata dal gas nelle trasformazioni AB , BC e CD ;
- c) Il lavoro complessivo fatto dal gas nel ciclo;
- d) Il rendimento del ciclo.

2 Un condizionatore deve mantenere la temperatura all'interno di una stanza termicamente isolata al valore costante $t_s = 25$ °C mentre nella stanza funzionano due elaboratori elettronici, ognuno dei quali dissipa una potenza $P = 200$ W. Supponendo che il condizionatore funzioni percorrendo un ciclo di Carnot reversibile invertito della durata di un secondo, e che la temperatura esterna sia $t_N = 28$ °C di notte e $t_G = 40$ °C di giorno determinare:

- a) Il lavoro minimo, fra giorno e notte, che deve essere fornito al condizionatore ad ogni ciclo
- b) La quantità di calore ceduta dal condizionatore all'esterno per ogni ora di funzionamento durante la notte e durante il giorno;
- c) Se gli elaboratori devono essere spenti quando la temperatura della stanza supera $t_{\max} = 35$ °C, per quanto tempo possono essere mantenuti in funzione in caso di guasto del condizionatore se la capacità termica del contenuto della stanza, inclusa l'aria, è pari a $C_s = 360000$ J/K ?
- d) Se all'interno della stanza fosse presente un recipiente contenente 1 m³ d'acqua il tempo calcolato al punto c) aumenterebbe o diminuirebbe?

E (14/30)

1 Due cariche puntiformi $q = 1$ μ C e $Q = 2$ μ C si trovano rispettivamente nei punti A e B , ad una distanza $d = 50$ cm fra loro; una terza carica puntiforme $-q$ si trova nel punto C , sul prolungamento del segmento \overline{AB} , a distanza d dal punto B e a distanza $2d$ dal punto A . Ricordando che $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ C²N⁻¹m⁻²:

- a) Calcolare il campo elettrico prodotto da queste tre cariche puntiformi nel punto medio P_1 del segmento \overline{BC} ;
- b) Calcolare il campo elettrico prodotto da queste tre cariche puntiformi nel punto P_2 che si trova sulla retta contenente le tre cariche, a distanza $\ell_2 = 3d$ dal punto C , dalla parte opposta rispetto ai punti A e B ;
- c) Calcolare il campo elettrico prodotto da queste tre cariche puntiformi nel punto P_3 che si trova sull'asse del segmento \overline{AC} , a distanza $\ell_3 = 4d$ dal punto B ;
- d) Se nel punto P_3 si pone un elettrone (carica $-e$, con $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C), calcolarne l'energia potenziale elettrostatica, ponendo uguale a zero il potenziale elettrostatico a distanza infinita dalle tre cariche puntiformi che si trovano nei punti A , B e C .

2 Un semplice modello per un atomo di idrogeno nello stato fondamentale è costituito da un nucleo puntiforme con carica $+e$ posto nel centro di una sfera di raggio a_0 , nel cui volume è uniformemente distribuita una carica $-e$. Noti i valori numerici $e = 1.60 \times 10^{-19}$ C, $a_0 = 5.29 \times 10^{-11}$ m, $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ C²N⁻¹m⁻²:

- a) Calcolare il campo elettrico in un punto a distanza $3a_0$ dal nucleo;
- b) Calcolare il campo elettrico in un punto a distanza $a_0/2$ dal nucleo;
- c) Calcolare la forza che la distribuzione di carica negativa esercita sul nucleo se quest'ultimo viene spostato ad una distanza $a_0/4$ dal centro della sfera;
- d) Si sposti adesso il nucleo ad una distanza a_0 dal centro della sfera; calcolare il campo elettrico prodotto dall'atomo, in queste condizioni, in un punto che si trova sul prolungamento del segmento congiungente il nucleo ed il centro della sfera carica negativamente, a distanza $2a_0$ dal centro della sfera, dalla parte opposta al nucleo rispetto al centro.