

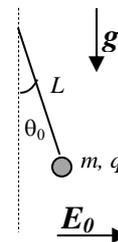
Corso di Laurea Ing. E-A – ESAME DI FISICA GENERALE - 31/1/2014

Nome e cognome:

Matricola:

Istruzioni: riportate i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegare "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili. Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione

1. Un pendolino è realizzato con una pallina (puntiforme!) di massa $m = 300$ g attaccata all'estremità di una fune inestensibile e di massa trascurabile che ha lunghezza $L = 1.0$ m, il cui altro estremo è inchiodato su un solaio rigido e fisso. Il pendolino così realizzato può muoversi con **attrito trascurabile** su un piano verticale. L'unica differenza rispetto alla situazione ordinaria è che la pallina è caricata elettricamente, cioè porta una carica elettrica $q = 1.0 \times 10^{-3}$ C, e che nella regione di interesse può essere presente un campo elettrico **uniforme e costante**, di modulo E_0 , direzione orizzontale e verso come in figura (si ricorda ai distratti cronici che la presenza di un campo elettrico \mathbf{E} su una carica q determina una forza $\mathbf{F}_E = q\mathbf{E}$). Inizialmente il pendolino è in equilibrio nella posizione di figura (l'angolo vale $\theta_0 = \pi/6$). [Usate il valore $g = 9.8$ m/s² per il modulo dell'accelerazione di gravità; ricordate che $\cos(\pi/6) = 3^{1/2}/2$, con $3^{1/2} \sim 1.7$ e $\sin(\pi/6) = 1/2$]



- a) Quanto vale il modulo del campo E_0 che garantisce l'equilibrio? E quanto vale, in queste condizioni di equilibrio, il modulo della tensione T della fune?

$E_0 = \dots \dots \dots \sim \dots \dots \dots$ V/m

$T = \dots \dots \dots \sim \dots \dots \dots$ N

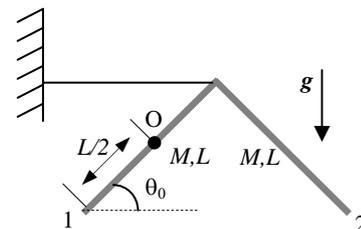
- b) Ad un dato istante il campo elettrico viene improvvisamente spento e il pendolino si mette in movimento. Quanto vale, in modulo, tensione della fune T' quando essa si trova a passare per la direzione verticale (cioè quando la pallina passa per il punto più basso della sua traiettoria)? [Il campo elettrico è spento, dunque non c'è più nulla che abbia a che fare con l'elettrostatica! Però non trascurate il fatto che la pallina si sta muovendo!]

$T' = \dots \dots \dots \sim \dots \dots \dots$ N

- c) **Assumendo valida** l'approssimazione delle "piccole oscillazioni", quanto vale l'intervallo di tempo Δt tra l'istante in cui il campo \mathbf{E}_0 viene spento e quello in cui la pallina passa per la posizione di cui al punto b)?

$\Delta t = \dots \dots \dots \sim \dots \dots \dots$ s

2. Un componente meccanico per costruzioni è formato da due sottili sbarrette **omogenee** identiche, ciascuna di massa $M = 1.0$ kg e lunghezza $L = 50$ cm, saldate insieme ad una estremità a formare una "elle" (l'angolo tra i loro assi vale $\pi/2$). Nel punto di mezzo di una delle due sbarrette (la numero 1 di figura) si trova un piccolo foro passante: un perno rigido, fissato ad una parete verticale, passa per il foro in modo tale che l'intero sistema possa compiere rotazioni con **attrito trascurabile** su un piano verticale attorno ad un asse che passa per questo perno (il polo di rotazione è indicato con la lettera O in figura). Inizialmente il sistema è mantenuto in equilibrio da una fune disposta come rappresentato in figura: la fune è orizzontale e collega il vertice della "elle" ad una parete rigida verticale; l'angolo indicato è $\theta_0 = \pi/4$. [Usate il valore $g = 9.8$ m/s² per il modulo dell'accelerazione di gravità; ricordate che $\cos(\pi/4) = \sin(\pi/4) = 1/2^{1/2}$, con $2^{1/2} \sim 1.4$]



- a) Quanto vale, **in modulo**, la tensione T della fune? [Fate attenzione a considerare bene la geometria e la trigonometria!]

$T = \dots \dots \dots = \dots \dots \dots$ N

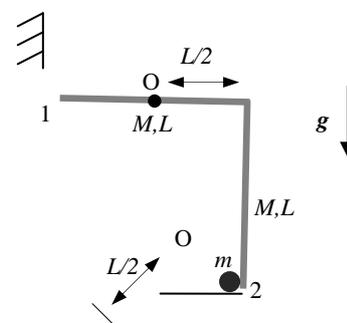
- b) Supponete ora che, ad un dato istante, la fune venga improvvisamente tagliata: di conseguenza, la "elle" si mette a ruotare attorno all'asse passante per il perno. Quanto vale l'accelerazione angolare α con cui essa **inizia** a ruotare? [Può esservi utile ricordare il "teorema degli assi paralleli", che recita $I' = I_{CM} + Md^2$, con M massa dell'oggetto considerato e d distanza tra i due assi paralleli considerati, uno dei quali passa per il centro di massa]

$\alpha = \dots \dots \dots \sim \dots \dots \dots$ rad/s²

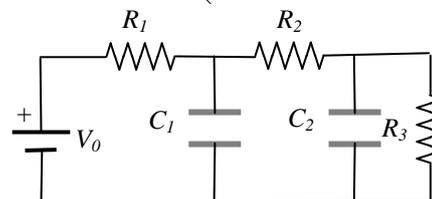
- c) Nella sua rotazione, ad un dato istante la "elle" si viene a trovare nella configurazione di figura, in cui la barretta 1 viene a trovarsi con il proprio asse in direzione orizzontale. Quanto vale la velocità angolare ω del sistema in questo istante? Supponete poi che in questo preciso istante l'estremo della barretta 2 compia un urto totalmente **anelastico** con una pallina (**puntiforme**) di massa $m = M/5$, inizialmente ferma, che in seguito all'urto rimane attaccata al punto di impatto. Quanto vale la velocità angolare ω' **subito dopo** l'urto? [Notate che si tratta di due processi distinti: la rotazione della "elle" e l'urto con la pallina. Non fate confusione!]

$\omega = \dots \dots \dots \sim \dots \dots \dots$ rad/s

$\omega' = \dots \dots \dots \sim \dots \dots \dots$ rad/s



3. Un circuito elettrico è costituito da tre resistori ($R_1 = 100$ ohm, $R_2 = 400$ ohm, $R_3 = 500$ ohm) e due condensatori ($C_1 = 200$ nF, $C_2 = 1.00$ μ F) collegati come in figura ad un generatore ideale di differenza di potenziale $V_0 = 10.0$ V.



- a) Quanto vale la corrente I erogata dal generatore in condizioni stazionarie?

$I = \dots \dots \dots = \dots \dots \dots$ mA

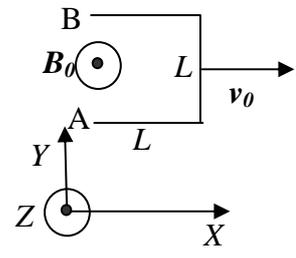
- b) Quanto vale l'"energia elettrostatica" U_E totale accumulata nei due condensatori in condizioni stazionarie?

$$U_E = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ J}$$

- c) Supponete che, ad un dato istante, la resistenza R_3 venga scollegata dal circuito (in pratica interrompendo il collegamento nel punto A di figura). Dopo aver atteso un tempo sufficientemente lungo affinché sia raggiunta **una nuova condizione stazionaria**, quanto vale la carica Q_2 accumulata nel condensatore C_2 ?

$$Q_2 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ C}$$

4. Un pezzo di filo elettrico **sottile** di materiale conduttore è ripiegato ad “U” come rappresentato in figura; la lunghezza di tutti e tre i suoi lati è $L = 10 \text{ cm}$. Questo filo viene mosso da un operatore esterno in modo da avere una velocità **costante** di modulo $v_0 = 10 \text{ m/s}$ diretta nel verso positivo dell’asse X di figura; in tutto lo spazio in cui si muove il filo insiste un campo magnetico **uniforme e costante** di modulo $B_0 = 1.0 \times 10^{-2} \text{ T}$ diretto nel verso positivo dell’asse Z.



- a) Quanto vale la differenza di potenziale $\Delta V = V_B - V_A$ tra i capi B ed A del filo (indicati in figura)? [Indicate anche il segno]

$$\Delta V = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ V.}$$

----- TERMODINAMICA (OPZIONALE E SOLO PER STUDENTI MOLTO ANZIANI)

4. Un campione di $n = 9.8 \times 10^{-3}$ moli di gas perfetto monoatomico si trova all’interno di un recipiente cilindrico che ha area di base $S = 0.98 \text{ cm}^2$ ed è dotato di pareti indeformabili che formano un’intercapedine riempita con una grande quantità di acqua e ghiaccio fondente. In particolare, la parete “interna” è perfettamente trasparente al calore, mentre quella esterna è praticamente impermeabile al calore: in questo modo si ottiene che il gas è a contatto termico con il ghiaccio fondente e lo scambio di calore con il “mondo esterno” può essere considerato trascurabile. Nel recipiente può scorrere, in direzione verticale (la direzione dell’asse del cilindro) e con attrito trascurabile, un tappo di massa m (incognita) che suddivide il volume del recipiente in due regioni: in quella “di sotto” si trova il gas, mentre in quella “di sopra” è fatto il vuoto pneumatico. Inizialmente la regione occupata dal gas ha altezza $h_0 = 10 \text{ cm}$ e le condizioni sono di **equilibrio**. [Usate $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ per il modulo dell’accelerazione di gravità e $R = 8.3 \text{ J/(K mole)}$ per la costante dei gas perfetti]

- a) Quanto deve valere la massa m del tappo?

$$m = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ kg}$$

- b) Supponete ora che, all’interno del gas, avvenga a un certo istante una qualche reazione chimica che comporta un’esplosione in cui viene liberata una certa quantità di calore Q_{ESPL} (incognita). Dopo un certo tempo, necessario perché il gas raggiunga una nuova condizione di equilibrio, si osserva che una quantità $\Delta M = 20 \text{ g}$ di ghiaccio si è fusa all’interno dell’intercapedine. Quanto vale la nuova altezza h' della regione occupata dal gas dopo che il sistema ha nuovamente raggiunto l’equilibrio? Quanto vale il calore Q_{ESPL} ? [Supponete che l’esplosione **non** modifichi il numero di moli del gas; usate il valore $\lambda_F = 3.0 \times 10^5 \text{ J/kg}$ per il calore latente di fusione del ghiaccio e considerate che la massa iniziale di ghiaccio fondente è molto maggiore di ΔM ; state attenti ai trabocchetti e discutete per benino in brutta!]

$$h' = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m}$$

$$Q_{ESPL} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ J}$$

- c) Quanto vale la variazione di entropia ΔS dell’intero sistema (gas + acqua e ghiaccio fondente) nel processo sopra considerato?

$$\Delta S = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ J/K}$$

Nota: acconsento che l’esito della prova venga pubblicato sul sito web del docente, <http://www.df.unipi.it/~fuso/dida>, impiegando come nominativo le ultime quattro cifre del numero di matricola, oppure il codice: | | | | (4 caratteri alfanumerici).
Pisa, 31/1/2014 Firma: