

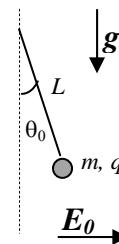
# Corso di Laurea Ing. E-A – ESAME DI FISICA GENERALE - 31/1/2014

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/s<sup>2</sup> 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?

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

$T = \dots \sim \dots$  N

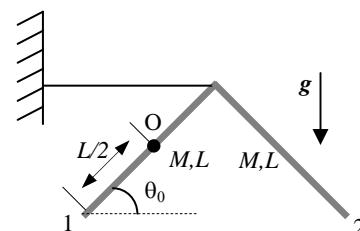
- b) Ad un dato istante il campo elettrico viene improvvisamente spento e il pendolino si mette in movimento. Quanto vale, in modulo, tensione della fune  $T'$  quando essa si trova a passare per la direzione verticale (cioè quando la pallina passa per il punto più basso della sua traiettoria)? [Il campo 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!]

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

- c) **Assumendo valida** l'approssimazione delle "piccole oscillazioni", quanto vale l'intervallo di tempo  $\Delta t$  tra l'istante in cui il campo  $E_0$  viene spento e quello in cui la pallina passa per la posizione di cui al punto b)?

$\Delta t = \dots \sim \dots$  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/s<sup>2</sup> 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!]

$T = \dots = \dots$  N

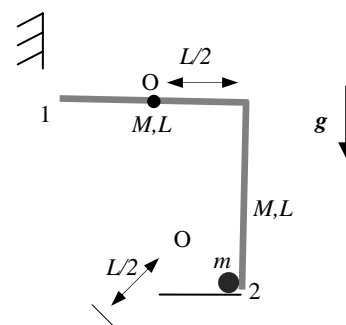
- b) Supponete ora che, ad un dato istante, la fune venga improvvisamente tagliata: di conseguenza, la "elle" si mette a ruotare attorno all'asse passante per il perno. Quanto vale l'accelerazione angolare  $\alpha$  con cui essa **inizia** a ruotare? [Può esservi utile ricordare il "teorema degli assi 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]

$\alpha = \dots \sim \dots$  rad/s<sup>2</sup>

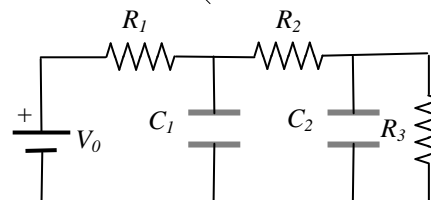
- c) Nella sua rotazione, ad un dato istante la "elle" si viene a trovare nella configurazione di figura, in cui la barretta 1 viene a trovarsi con il proprio asse in direzione orizzontale. Quanto vale la velocità angolare  $\omega$  del sistema in questo istante? Supponete poi che in questo preciso 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  $\omega'$  **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!]

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

$\omega' = \dots \sim \dots$  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,  $C_2 = 1.00$   $\mu$ 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?

$I = \dots = \dots$  mA

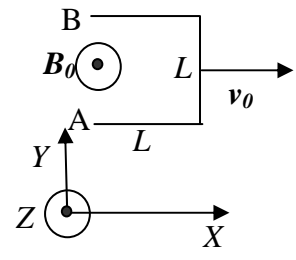
- b) Quanto vale l'"energia elettrostatica"  $U_E$  totale accumulata nei due condensatori in condizioni stazionarie?

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

- 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  $\Delta M$ ; 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  $\Delta S$  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: