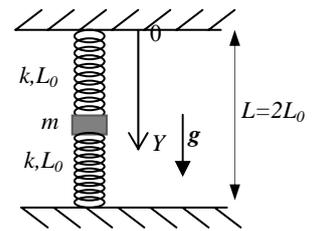


Nome e cognome: Matricola:

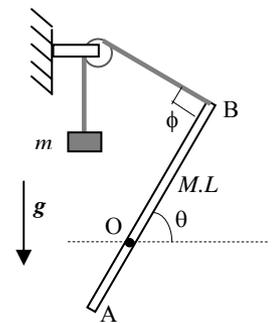
Istruzioni: riportate i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegare "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili. Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione

PARTE 1,2

1. Una massa puntiforme $m = 0.40$ kg è vincolata agli estremi di due molle, identiche fra loro e aventi costante elastica $k = 9.8$ N/m e lunghezza di riposo $L_0 = 50$ cm. Gli altri estremi delle due molle sono vincolati rispettivamente a un solaio e a un pavimento rigidi e indeformabili, come rappresentato schematicamente in figura. La distanza tra pavimento e solaio è $L = 2L_0$. Il movimento della massa, che avviene con **attrito trascurabile**, è solo in direzione verticale; [Indicate tale direzione come Y e usate un asse centrato sul solaio e orientato verso il basso, come in figura. Usate $g = 9.8$ m/s² per il modulo dell'accelerazione di gravità]
- a) Usando l'asse di riferimento Y indicato in figura, quanto vale la posizione di **equilibrio** y_{EQ} ? [Ricordate che la massa è **puntiforme**, anche se, per esigenze tipografiche, essa appare in figura come un oggetto dotato di dimensioni non nulle; sfruttate in modo opportuno la semplice geometria del sistema!]
- $y_{EQ} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ m
- b) Supponete ora che la massa venga spostata, a causa di una forza esterna, nella posizione $y_0 = 3L_0/5 = 30$ cm (fate sempre riferimento all'asse Y di figura) e quindi venga istantaneamente lasciata libera di muoversi con velocità iniziale nulla. La massa inizierà un movimento di tipo oscillatorio e, ad un certo istante, passerà per la posizione $y' = L_0$ (a metà strada). Quanto vale la sua velocità v' in questo istante? [Suggerimento: nella posizione y' entrambi le molle hanno lunghezza pari alla propria lunghezza di riposo...]
- $v' = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ m/s
- c) Quanto vale la pulsazione ω del moto oscillatorio della massa? Come si scrive la legge oraria del moto $y(t)$? [Fate finta che il moto oscillatorio proposto sia realmente possibile a prescindere dalle condizioni iniziali date. Nello scrivere la legge oraria, specificate tutti i parametri che possono essere conosciuti sulla base delle condizioni iniziali]
- $\omega = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ rad/s
- $y(t) = \dots\dots\dots$

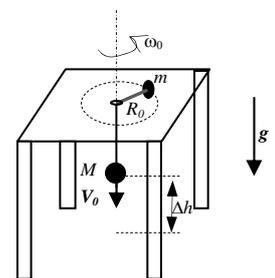


2. Una sottile sbarra omogenea di lunghezza $L = 1.0$ m e massa $M = 2.0$ kg è imperniata in modo da poter ruotare con attrito trascurabile attorno a un perno che la attraversa a tre quarti della sua lunghezza: facendo riferimento alla figura, questo significa che le lunghezze dei segmenti indicati sono $OA = L/4$ e $OB = 3L/4$. All'estremo B della sbarra è legata una fune inestensibile di massa trascurabile che, dopo essere passata per la gola di una puleggia di massa trascurabile, termina con un peso di massa m (incognita). Tutto il sistema è in **equilibrio** con gli angoli rappresentati in figura che valgono $\theta = \pi/3$ e $\phi = \pi/2$. [Usate $g = 9.8$ m/s² per il modulo dell'accelerazione di gravità e ricordate che $\cos(\pi/3) = 1/2$ e $\sin(\pi/3) = \sqrt{3}/2$, con $\sqrt{3} \sim 1.7$]
- a) Quanto valgono, **in modulo**, la tensione T della fune e la forza F che il perno esercita sull'asta nel punto O?
- $T = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ N
- $F = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots$ N
- b) Supponete ora che, ad un dato istante, la fune venga improvvisamente tagliata; subito dopo il taglio si osserva che la sbarra comincia a ruotare attorno all'asse passante per il perno. Nella sua rotazione la sbarra assume ad un dato istante una direzione verticale (cioè l'angolo θ di figura vale $-\pi/2$, intendendo con il segno negativo che, in questo istante, l'estremo A si trova più in alto dell'estremo B). Quanto vale la velocità angolare ω della sbarra in tale istante? [Trascurate ogni forma di attrito]
- $\omega = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots$ rad/s
- c) Quanto vale l'accelerazione angolare α della sbarra nell'istante considerato sopra, cioè quando la sbarra passa per la verticale?
- $\alpha = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots$ rad/s²



PARTE 3

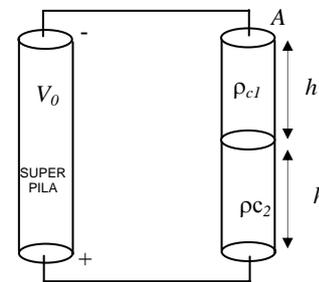
3. Due masse puntiformi, m e M , sono legate fra di loro da una fune inestensibile di massa trascurabile. La massa m ruota, con attrito trascurabile, sul piano di un tavolino, mentre la massa M è libera di muoversi in direzione verticale. La situazione è descritta schematicamente in figura: un buco sul tavolino consente alla fune di passare attraverso il piano. Ad un dato istante si osserva che: la massa m ruota con velocità angolare ω_0 ; il raggio dell'orbita vale R_0 (tale raggio è evidentemente pari alla distanza tra la massa m e il buco del tavolino, che si può supporre praticamente puntiforme); la massa M si muove verso il basso con velocità di modulo V_0 (notate che la situazione considerata **non** è stazionaria, nel senso che tutte e due le masse si stanno muovendo). [Trascurate **ogni** forma di attrito]
- a) Discutete per benino, in brutta, quali grandezze meccaniche del **sistema** costituito dalle due masse unite dalla fune si conservano nel problema considerato, tra energia meccanica e momento angolare.
- Discussione:
- b) Vi chiedete ora quanto vale la velocità angolare ω quando la massa M si è abbassata di un tratto Δh rispetto alla situazione descritta nel testo. Per semplificare l'algebra della soluzione, supponete $m=M/2$. Notate che, con i dati del problema, è molto complicato rispondere. Ai fini del compito è sufficiente sfruttare le condizioni di conservazione che avete individuato in precedenza e scrivere delle equazioni "sensate" che vi permettano di mettere in relazione le varie grandezze incognite. Discutete per benino in brutta! [Non utilizzate valori numerici, che non sono forniti, in questa risposta, ma limitatevi ad esprimere le equazioni in funzione dei dati letterali noti del problema; indicate con g il modulo dell'accelerazione di gravità. State bene attenti a considerare nel modo corretto la velocità della massa m che, mentre ruota, si avvicina anche verso il buco per effetto della discesa della massa M]
- Discussione:



4. Una quantità $n = 1.0 \times 10^{-1}$ moli di gas perfetto **monoatomico** compie il ciclo termico **reversibile** costituito dalla successione delle seguenti trasformazioni: espansione isoterma $A \rightarrow B$, compressione isobara $B \rightarrow C$, compressione adiabatica $C \rightarrow A$. I dati noti del ciclo sono: $P_A = P_C = 8.3 \times 10^5$ Pa, $V_A = V_C = 1.0$ litri, $V_B = V_D = 8V_A = 8.0$ litri. [Nella soluzione usate il valore $R = 8.3$ J/(K mole) per la costante dei gas perfetti]
- Quanto vale il volume V_B del gas al punto B del ciclo?
 $V_B = \dots\dots\dots$ litri
 - Quanto vale l'efficienza η di una macchina che usa questo ciclo termico? [Per la soluzione può farvi comodo sapere che $\ln(8) \sim 2.1$]
 $\eta = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots$
 - Quanto vale la variazione di entropia ΔS per la **successione** di trasformazioni $A \rightarrow B \rightarrow C$?
 $\Delta S = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ J/K

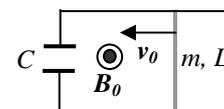
PARTE 4

5. Un circuito elettrico è formato da una pila (un generatore ideale di differenza di potenziale $V_0 = 1.4$ V) collegata ad un resistore elettrico. Il resistore è costituito da una coppia di elettrodi perfettamente conduttori che racchiudono una serie di due bacchette cilindriche **omogenee** (con la stessa area di base $A = 10$ mm² e la stessa altezza $h = 2.0$ cm) formate da **due diversi materiali debolmente conduttori** con resistività rispettivamente $\rho_{c1} = 2.0 \times 10^{-3}$ ohm m e $\rho_{c2} = 5.0 \times 10^{-3}$ ohm m. La figura rappresenta uno schema del circuito. Supponete che all'interno di ognuno dei due materiali debolmente conduttori il campo elettrico sia **uniforme** e diretto assialmente (verticalmente rispetto alla figura); considerate il sistema in **condizioni stazionarie**.



- Quanto vale la potenza P erogata dal generatore?
 $P = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ W
- Quanto vale la densità superficiale di carica elettrica σ che si accumula, in condizioni stazionarie, sulla superficie di interfaccia tra i due conduttori, cioè sulla superficie tra il materiale 1 e il materiale 2? [Usate il valore $\epsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12}$ F/m come costante dielettrica dei materiali]
 $\sigma = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ C/m²
- Che direzione, verso e modulo ha il vettore (di Poynting) $\mathbf{S} = \mathbf{E} \times \mathbf{B} / \mu_0$ sulla superficie (laterale) dei cilindri costituiti dai due materiali 1 e 2? E che direzione e verso avrà, ragionevolmente, lo stesso vettore sulla superficie (laterale) della pila? Discutete per benino in brutta. [Per la pila, sfruttate la simmetria cilindrica suggerita dalla figura; notate che, per il calcolo, conviene riferirsi a punti che si trovano subito all'interno dei materiali, in prossimità delle superfici]
 Direzione e verso di \mathbf{S} sulla superficie del resistore: $\dots\dots\dots$
 $S_1 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ W/m²
 $S_2 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ W/m²
 Direzione e verso di \mathbf{S} sulla superficie della pila: $\dots\dots\dots$

6. Una barretta perfettamente conduttrice di lunghezza L e massa m scorre in direzione **orizzontale** sotto l'azione di un operatore esterno, che la mantiene a velocità costante v_0 diretta nel verso indicato in figura. La barretta è collegata a due guide conduttrici che formano, assieme alla barretta, una sorta di spira che si chiude su un condensatore di capacità C ; come indicato in figura. Lo spazio compreso all'interno di questa sorta di spira è attraversato da un campo magnetico esterno **uniforme e costante** \mathbf{B}_0 diretto come in figura (esce dal foglio).



- Qual è, rispetto alla figura, il verso della corrente che il campo magnetico induce nel circuito? Commentate per benino, in brutta, il perché.
 Orario Antiorario Indeterminato
 Commento: $\dots\dots\dots$
- Come si esprime la carica Q accumulata sul condensatore in condizioni stazionarie? [Non ci sono valori numerici per questa risposta: usate le espressioni letterali dei dati noti]
 $Q = \dots\dots\dots$

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, 23/7/2009

Firma: