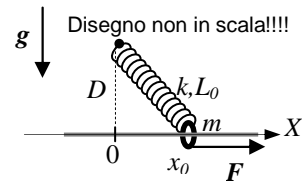


Nome e cognome:

Matricola:

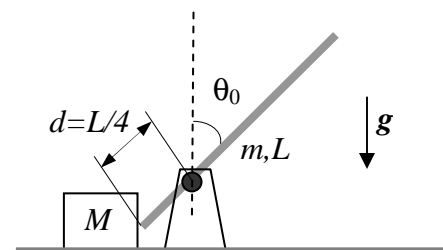
Istruzioni: riportate i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegare "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili. Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione

1. Un anello di massa $m = 1.0$ kg e dimensioni trascurabili può scorrere con attrito trascurabile lungo una guida rigida (un tondino) disposta in direzione orizzontale. L'anello è attaccato a una molla di massa trascurabile, costante elastica $k = 25$ N/m e lunghezza di riposo $L_0 = 1.0$ m il cui altro estremo è inchiodato a una parete verticale nella posizione indicata in figura (la distanza tra il chiodo e la guida è $D = 2L_0 = 2.0$ m); la figura mostra anche l'asse X che dovete usare (orizzontale come la guida e centrato sulla "verticale" del chiodo). [Usate $g = 9.8$ m/s² per il modulo dell'accelerazione di gravità]



- a) Inizialmente l'anello è sottoposto a una forza esterna di modulo F , direzione orizzontale e verso come in figura, che mantiene l'anello in **equilibrio** nella posizione $x_0 = L_0 = 1.0$ m. Quanto vale il modulo della forza F ?
 $F = \dots \sim \dots$ N
- b) Supponete che, a un dato istante, la forza esterna venga improvvisamente rimossa; di conseguenza, l'anello comincia a muoversi. Quanto vale la velocità v' con cui esso passa per la posizione $x = 0$?
 $v' = \dots \sim \dots$ m/s
- c) Immaginate ora che, nella posizione $x = 0$, si trovi (**inizialmente fermo**) un altro anello di massa $M = 2m$, anch'esso di dimensioni trascurabili e libero di muoversi con attrito trascurabile lungo la guida. Quando il primo anello arriva nella posizione $x = 0$ si verifica un **urto elastico** tra i due anelli. Quanto vale, subito dopo l'urto, la velocità v'' del primo anello (quello di massa m)? [Esprimete anche il segno rispetto all'asse di figura]
 $v'' = \dots \sim \dots$ m/s

2. Una sottile asta **omogenea** di massa $m = 10$ kg e lunghezza $L = 4.9$ m è impernata in modo da poter ruotare con **attrito trascurabile** su un piano verticale attorno ad un perno passante per un punto che si trova a distanza $d = L/4$ da un suo estremo, come rappresentato in figura. Volete fare in modo che l'asta stia in equilibrio formando un angolo $\theta_0 = \pi/4$ rispetto alla verticale. A questo scopo mettete un suo estremo a contatto con una cassa rigida di massa $M = 2m = 20$ kg poggiata su un pavimento **scabro**, che presenta un coefficiente di attrito statico $\mu = 0.80$. La configurazione è tale che la cassa non si "ribalta" e rimane poggiata sul pavimento. [Usate il valore $g = 9.8$ m/s² per il modulo dell'accelerazione di gravità; ricordate che $\sin(\pi/4) = \cos(\pi/4) \sim 0.71$]



- a) Nelle condizioni sopra descritte, si osserva che l'asta rimane effettivamente in equilibrio. Quanto vale, in modulo, la forza di attrito F_A che si esercita tra piano e cassa in queste condizioni?
 $F_A = \dots \sim \dots$ N
- b) Supponete ora che, ad un dato istante, la cassa venga improvvisamente rimossa: l'asta comincia quindi a ruotare attorno al perno con velocità angolare iniziale nulla. Quanto vale la velocità angolare ω di rotazione dell'asta nell'istante in cui essa si trova a passare per la posizione orizzontale (cioè quando l'angolo indicato in figura vale $\theta = \pi/2$)?
 $\omega = \dots \sim \dots$ rad/s

3. Un campione di n moli di gas perfetto monoatomico compie un ciclo termico costituito dalla successione delle seguenti trasformazioni termodinamiche **reversibili**: un'espansione isoterma da P_0, V_0 a $V_1 = 2V_0$; una compressione isobara (a pressione costante) che fa ritornare il gas al volume V_0 ; una isocora (a volume costante) che fa ritornare il gas alla pressione P_0 . [In questo problema non ci sono dati numerici: dovete scrivere le risposte in funzione dei dati del problema, che sono quelli qui sopra elencati; esprimete inoltre la costante dei gas perfetti con il simbolo R]

- a) Come si scrivono le espressioni delle variabili di stato incognite nei vari punti del ciclo? [Qui di seguito c'è l'elenco delle variabili richieste, con ovvio significato dei simboli]
 $T_0 = \dots$
 $P_1 = \dots$
 $T_1 = \dots$
 $T_2 = \dots$
 $P_2 = \dots$
- b) Come si esprime il calore totale Q_{TOT} scambiato (assorbito e ceduto) dal gas in un ciclo?

$Q_{TOT} = \dots\dots\dots$

c) Quanto vale l'efficienza η del ciclo? [Qui dovreste poter ottenere un **risultato numerico** anche in assenza di dati numerici di partenza]

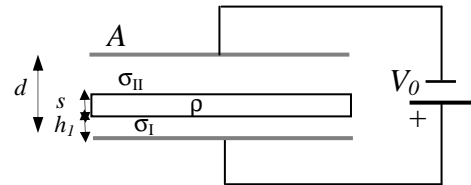
$\eta = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots$

4. Due sottili lamine di materiale ottimo conduttore, spessore **trascurabile** ed area $A = 1.0 \text{ m}^2$ sono poste parallelamente l'un l'altra ad una distanza $d = 10 \text{ cm}$. Ad un dato istante, le due lamine, che inizialmente erano **scariche**, vengono collegate ad un generatore ideale di differenza di potenziale $V_0 = 100 \text{ V}$. [Usate il valore $\epsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ per la costante dielettrica del vuoto e supponete che le dimensioni del sistema siano tali da **poter trascurare gli effetti ai bordi**]

a) Quanto vale il lavoro L fatto dal generatore per portare il sistema in condizioni stazionarie?

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

b) Supponete ora che nello spazio (vuoto) tra le lamine venga posta una lastra conduttrice globalmente **scarica**, di area A identica a quella delle lamine e spessore $s = 2.0 \text{ cm}$. La configurazione è descritta schematicamente nella figura, da cui si vede che la lastra si trova ad una distanza $h_1 = 1.0 \text{ cm}$ dalla lamina "inferiore". Quanto valgono, in condizioni stazionarie, la densità di carica di volume ρ all'interno della lastra conduttrice e le densità di carica superficiale σ_I e σ_{II} sulle sue due facce indicate in figura (rispettivamente quella inferiore e superiore, nel disegno)?



Disegno non in scala!!!

$\rho = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ C/m}^3$

$\sigma_I = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ C/m}^2$

$\sigma_{II} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ C/m}^2$

c) Sempre facendo riferimento alla situazione di figura, cioè considerando la lastra tra le lamine, supponete che all'istante $t_0 = 0$ il generatore venga istantaneamente scollegato dal circuito e sostituito con un resistore elettrico di resistenza $R = 10 \text{ kOhm}$ (in pratica il resistore si trova ad essere collegato tra le due lamine). Quanto vale, in modulo, l'energia E' "dissipata" per effetto Joule nel resistore nell'intervallo tra $t_0 = 0$ e l'istante $t' = 1.1 \mu\text{s}$?

$E' = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ J}$

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, 13/1/2010 Firma: