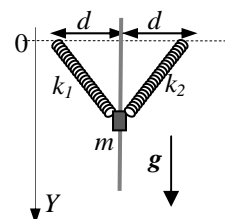


Nome e cognome: .....

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 manicotto (puntiforme!) di massa  $m = 2.0$  kg è vincolato a scorrere con attrito trascurabile lungo una guida rigida (un tondino) disposta in direzione verticale (asse  $Y$ , orientato verso il basso come in figura). Il manicotto è attaccato alle estremità di due molle che hanno entrambe lunghezza di riposo **trascurabile** (in pratica,  $L_0=0!$ ) e costanti elastiche  $k_1 = 2.0$  N/m e  $k_2 = 8.0$  N/m. Gli altri estremi delle due molle sono attaccati a un solaio orizzontale, rigido e indeformabile, in due punti collocati simmetricamente rispetto al tondino a distanza  $d = 1.0$  m da esso: il punto di attacco delle due molle è alla stessa quota verticale dell'origine del riferimento (vedi figura). [Usate  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup> per il modulo dell'accelerazione di gravità]



a) Quanto vale, all'equilibrio, la lunghezza delle molle  $L_{EQ}$ ?

$L_{EQ} = \dots \sim \dots$  m

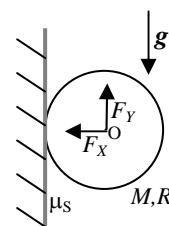
b) Supponete ora che il manicotto si trovi inizialmente fermo nella posizione  $y_0 = 0$  e che da questa posizione venga lasciato libero di muoversi con velocità iniziale nulla. Quanto vale il modulo della velocità  $v'$  con cui esso passa per la sua posizione di equilibrio? [Per questa domanda considerate trascurabile ogni forma di attrito]

$v' = \dots \sim \dots$  m/s

c) **Per questa domanda** immaginate che il tondino sia scabro e che il manicotto sia sottoposto ad attrito dinamico con coefficiente  $\mu_D = 0.50$ . Se eseguite la stessa operazione di cui al quesito precedente, cioè lasciate andare il manicotto da fermo a partire dalla posizione  $y_0 = 0$ , quanto varrebbe il modulo della velocità  $v''$  con cui il manicotto passerebbe per la sua posizione di equilibrio?

$v'' = \dots \sim \dots$  m/s

2. Un cilindro omogeneo di massa  $M = 1.0$  kg e raggio  $R = 80$  cm è sottoposto a una forza  $F$  costante e uniforme che agisce sul suo asse. La forza ha componente verticale di modulo  $F_Y = 20$  N diretta verso l'alto; la componente  $F_X$  è diretta orizzontalmente nel verso indicato in figura e il suo modulo può essere aggiustato (modificato a volontà). Tale componente di forza fa sì che il cilindro sia a contatto con una parete verticale **scabra**, che presenta un coefficiente di attrito statico  $\mu_S = 0.50$ . Nell'esperimento si vuole che il cilindro risalga lungo la parete muovendosi di **rotolamento puro**. [Usate  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup> per il modulo dell'accelerazione di gravità]



a) Quanto deve valere, al **minimo**, il modulo della componente orizzontale della forza,  $F_{X,MIN}$ , affinché il moto possa essere di rotolamento puro?

$F_{X,MIN} = \dots = \dots$  N

b) Supponete ora che il valore di  $F_X$  sia aggiustato al doppio del valore  $F_{X,MIN}$  determinato al quesito precedente, cioè  $F_X = 2F_{X,MIN}$ . In queste condizioni si osserva che il cilindro risale lungo la parete muovendosi di rotolamento puro. Quanto vale il lavoro  $L$  fatto dalla forza  $F$  (costante e uniforme) quando il cilindro è risalito per un tratto  $h = 1.0$  m?

$L = \dots = \dots$  J

c) Nelle condizioni di cui al quesito precedente e supponendo che inizialmente il cilindro sia fermo, quanto vale il modulo della sua velocità angolare  $\omega$  quando esso è risalito per il tratto  $h = 1.0$  m? [Supponete che tutti gli attriti al di fuori di quello tra parete e superficie del cilindro siano trascurabili]

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

3. Un campione di  $n = 0.200$  moli di un gas perfetto monoatomico compie la seguente successione di trasformazioni espansione isoterma **irreversibile**  $A \rightarrow B$ , compressione isobara **reversibile**  $B \rightarrow C$ , isocora **reversibile**  $C \rightarrow A$ . Si sa che nel punto A il gas si trova a temperatura  $T_A = 300$  K e volume  $V_A = 1.00$  litri; inoltre si sa che  $V_B = 2V_A$  e che nell'isoterma **irreversibile**  $A \rightarrow B$  il gas assorbe una quantità di calore  $Q_{AB} = 300$  J. [Usate  $R = 8.31$  J/(K mole) per la costante dei gas perfetti]

a) Quanto vale la variazione di entropia  $\Delta S_{AB}$  per la trasformazione  $A \rightarrow B$ ? [State attenti! La trasformazione considerata è irreversibile, dunque per essa potrebbe non valere la consueta legge di stato delle isoterme...; ricordate però che la variazione di entropia è una funzione di stato e spiegate per bene, in brutta, il procedimento adottato. Può farvi comodo sapere che  $\ln(2) \sim 0.693$ ]

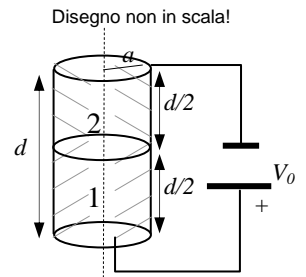
$\Delta S_{AB} = \dots \sim \dots$  J/K

b) Quanto vale l'efficienza, o rendimento,  $\eta$  del ciclo?

$\eta = \dots = \dots$

- c) Quanto varrebbe l'efficienza, o rendimento,  $\eta'$  del ciclo se la trasformazione  $A \rightarrow B$  fosse un'isoterma **reversibile**?  
 [Notate che, in questo caso, il calore assorbito nella trasformazione  $A \rightarrow B$  non avrebbe più lo stesso valore  $Q_{AB}$  citato prima nel testo!]  
 $\eta' = \dots\dots\dots \sim \dots\dots$

4. Un condensatore è realizzato con due armature conduttrici di forma circolare di raggio  $a = 10$  cm poste parallelamente tra loro a distanza reciproca  $d = 2.0$  mm. Lo spazio tra le armature è riempito per metà da due distinti materiali omogenei 1 e 2, **debolmente conduttori** con resistività rispettivamente  $\rho_{C1} = 1.0 \times 10^3$  ohm m e  $\rho_{C2} = 5.0 \times 10^3$  ohm m. Questi materiali sono disposti in modo da riempire lo spazio rispettivamente compreso tra un'armatura ed il piano collocato a distanza  $d/2$  da questa, e da qui fino all'altra armatura, come indicato in figura. Entrambi i materiali hanno la costante dielettrica del vuoto  $\epsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12}$  F/m. Le armature sono collegate ad un generatore ideale di differenza di potenziale  $V_0 = 50$  V e si sa che il sistema ha raggiunto **condizioni di equilibrio**.



- a) Quanto vale la carica  $Q$  che si deposita alla superficie di separazione tra i due materiali 1 e 2?  
 $Q = \dots\dots\dots = \dots\dots$  C
- b) Quanto vale la potenza  $P$  fornita dal generatore?  
 $P = \dots\dots\dots = \dots\dots$  W
- c) Quanto valgono in modulo, direzione e verso i campi magnetici  $B_1$  e  $B_2$  misurati ad una distanza  $r = 5.0$  cm rispetto all'asse passante per i centri delle due armature all'interno dei materiali rispettivamente 1 e 2? [Usate il valore  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  T m/A per la permeabilità magnetica del vuoto]  
 Direzione e verso dei campi:  $\dots\dots\dots$   
 $B_1 = \dots\dots\dots = \dots\dots$  T  
 $B_2 = \dots\dots\dots = \dots\dots$  T

**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, 10/2/2011

Firma: