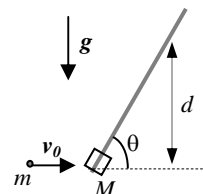


Nome e cognome: .....

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 proiettile (puntiforme) di massa  $m = 50$  g colpisce un manicotto (puntiforme) di massa  $M = 4m = 0.20$  kg vincolato a muoversi con attrito trascurabile lungo una guida fissa, rigida e indeformabile, disposta in modo da formare un angolo  $\theta = \pi/3$  rispetto all'orizzontale, come rappresentato in figura; inizialmente il manicotto si trova fermo alla base della guida (vedi figura). La velocità con cui il proiettile colpisce il manicotto è diretta orizzontalmente e ha modulo  $v_0 = 1.0 \times 10^2$  m/s. Si sa che in seguito all'urto il proiettile **non** rimane conficcato nel manicotto, ma **non** si è neppure sicuri, a priori, che l'urto sia perfettamente elastico. Quello che si sa è che, in seguito all'urto, il manicotto inizia a risalire lungo la guida fino a raggiungere una quota massima  $d = 2.5$  m (misurata rispetto all'orizzontale), mentre il proiettile subito dopo l'urto ha una velocità di modulo  $v'$  (incognito), ancora diretta **orizzontalmente**. [Trascurate ogni forma di attrito e usate  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup> per il modulo dell'accelerazione di gravità; può farvi comodo ricordare che  $\sin(\pi/3) = 3^{1/2}/2$ , con  $3^{1/2} \sim 1.73$  e  $\cos(\pi/3) = 1/2$ ]



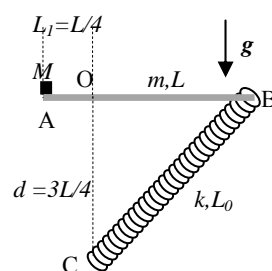
a) Potete stabilire se l'urto è perfettamente elastico oppure no? Discutete per benino in brutta.

Discussione: .....

b) Quanto vale la velocità  $v'$  che il proiettile possiede subito dopo l'urto?

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

2. Il sistema descritto in figura è costituito da un'asta sottile omogenea di lunghezza  $L = 4.0$  m e massa  $m = 8.0$  kg, impernata in modo da poter ruotare con attrito trascurabile su un piano verticale attorno a un perno che attraversa la distanza nel punto "O", collocato a distanza  $L_1 = L/4$  dall'estremo marcato come "A" in figura. All'estremo "B" della sbarra è vincolata l'estremità di una molla di massa trascurabile, costante elastica  $k = 98$  N/m e lunghezza di riposo  $L_0 = 3L/4$ . L'altra estremità della molla è fissata al punto "C" che si trova sulla verticale del perno "O", a una distanza  $d = 3L/4$  da questo (vedi figura). Si osserva che appoggiando una massa (puntiforme)  $M$  incognita sull'estremo "A" il sistema si trova in equilibrio con la sbarra in direzione orizzontale, come in figura. [Usate  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup> per il modulo dell'accelerazione di gravità]



a) Quanto vale la massa  $M$  necessaria per avere equilibrio?

$M = \dots\dots\dots \sim \dots\dots$  kg

b) Ad un dato istante la massa  $M$  si "volatilizza" per prodigio, cioè essa diventa improvvisamente nulla, senza che venga fornita alcuna velocità iniziale alla sbarra. Quanto vale, subito dopo questa magia, l'accelerazione angolare  $\alpha$  con cui la sbarra comincia a ruotare attorno al perno?

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

c) Si osserva poi che, a un certo istante successivo a quello di partenza, la sbarra si arresta momentaneamente (essa inizia infatti un moto di rotazione periodico). In tale istante di arresto, la sbarra forma un angolo  $\phi'$  rispetto all'orizzontale. Supponendo di conoscere  $\phi'$ , come si esprime la compressione della molla in tale istante di arresto? [Trascurate ogni forma di attrito; in questa risposta **non** dovete fornire un risultato numerico, ma, come specificato, esprimere  $\Delta'$  in funzione di  $\phi'$  e degli altri parametri noti del problema, indicati con i loro simboli]

$\Delta' = \dots\dots\dots$

3. 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  $S = 0.98$  cm<sup>2</sup> 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  $h_0 = 10$  cm e le condizioni sono di equilibrio. [Usate  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup> per il modulo dell'accelerazione di gravità e  $R = 8.3$  J/(K mole) per la costante dei gas perfetti]

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

$m = \dots\dots\dots = \dots\dots$  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  $\Delta M = 20$  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  $\lambda_F = 3.0 \times 10^5$  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!]

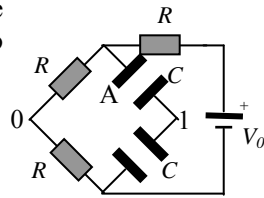
$h' = \dots\dots\dots = \dots\dots$  m

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

c) Quanto vale la variazione di entropia  $\Delta S$  dell'intero sistema (gas + acqua e ghiaccio fondente) nel processo sopra considerato?

$\Delta S = \dots\dots\dots = \dots\dots$  J/K

4. Il circuito schematizzato in figura è costituito da tre resistori elettrici identici fra loro, di resistenza  $R = 1.0 \text{ kohm}$ , e da due condensatori identici fra loro, di capacità  $C = 1.0 \text{ }\mu\text{F}$ . Il generatore di differenza di potenziale continua può essere considerato ideale e fornisce una differenza di potenziale  $V_0 = 30 \text{ V}$ . Il circuito è in condizioni stazionarie.



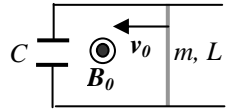
a) Quanto vale la carica elettrica  $Q_A$  che si trova sull'armatura del condensatore indicata con "A" nello schema?

$Q_A = \dots\dots\dots = \dots\dots$  C

b) Quanto vale la differenza di potenziale  $\Delta V_{01} = V(1) - V(0)$  che si misura tra i punti indicati con "0" e "1"?

$\Delta V_{01} = \dots\dots\dots = \dots\dots$  V

5. Una barretta perfettamente conduttrice di lunghezza  $L$  (nota) e massa  $m$  (nota) scorre con attrito trascurabile in direzione **orizzontale** sotto l'azione di un operatore esterno, che la mantiene a velocità costante  $v_0$  (nota) diretta nel verso indicato in figura. Durante il suo movimento la barretta si mantiene in collegamento elettrico con due guide orizzontali perfettamente conduttrici, collegate a loro volta a un condensatore di capacità  $C$  (nota), come indicato in figura. Un campo magnetico esterno  $B_0$  (noto) uniforme e costante attraversa il piano su cui giace il sistema, avendo il verso indicato in figura ("esce" dal foglio). Inizialmente la barretta è ferma e, a un dato istante, essa viene messa improvvisamente in movimento.



a) Qual è, rispetto alla figura, il verso della corrente che il campo magnetico induce nel circuito subito dopo la partenza della barretta? Discutete per benino in brutta, facendo attenzione ai trabocchetti.

- Orario                       Antiorario                       Indeterminato

Discussione: .....

b) Come si esprime la carica  $Q$  accumulata sul condensatore in condizioni stazionarie? [Non usate valori numerici, che non avete, ma limitatevi a impiegare le espressioni letterali dei dati noti del problema]

$Q = \dots\dots\dots$

**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, 18/2/2010

Firma: