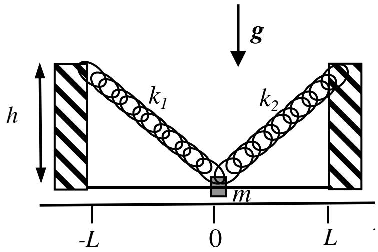
Corso di Laurea Ing. EA – ESAME DI FISICA GENERALE – 3/7/2013

Nome e cognome: ……………………………………………………… Matricola: ……………

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

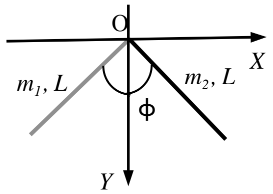
1. Un manicotto (puntiforme!) di massa m = 0.30 kg può scorrere con attrito trascurabile lungo una guida costituita da un tondino rigido e fisso disposto in posizione orizzontale (asse X). Detto $x = 0$ il punto di mezzo di questo tondino, nelle posizioni $x = L$ e $x = -L$, con L = 60 cm, si ergono (!) due muretti verticali ai quali, a un'altezza $h = L$ = 60 cm, sono vincolati gli estremi di due molle di massa trascurabile il cui altro estremo è agganciato al manicotto (guardate la figura!). Le due molle hanno entrambe lunghezza di riposo trascurabile, ma costante elastica differente; in particolare si ha k_1 = 1.0 N/m e $k_2 = 2k_1$ = 2.0 N/m. [Fate attenzione a considerare in modo corretto la geometria del sistema!]



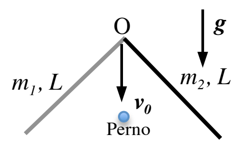
Nota: il disegno si riferisce a una posizione generica!

   a) Come si scrive l'equazione del moto del manicotto $a(x)$? [Dovete scrivere una **funzione** che esprime l'accelerazione del manicotto quando questo si trova in una posizione generica x rispetto all'asse X citato sopra, centrato nel punto di mezzo del tondino e diretto verso la destra di figura. Non usate valori numerici, ma fate riferimento ai parametri noti del problema attraverso le loro espressioni letterali]
   $a(x)$ = ……………………………………….
   b) Quanto vale la posizione di equilibrio x_{EQ}? [Dovete esprimerla rispetto all'asse X citato sopra, centrato nel punto di mezzo del tondino e diretto verso la destra di figura]
   x_{EQ} = …………………………………… = ………… m
   c) Supponete ora che, mentre il manicotto se ne sta **fermo** e tranquillo nella posizione di equilibrio, su di esso arrivi un altro manicotto, della stessa massa m e dotato di velocità **orizzontale** v_0 incognita, diretta verso la sinistra della figura (dunque la sua componente è negativa). In seguito all'urto fra i due manicotti, che può essere considerato perfettamente **elastico**, il manicotto "originale" (quello attaccato alle molle) prende a muoversi verso la sinistra di figura per fermarsi "istantaneamente" nella posizione $x' = 0$. Quanto valeva v_0? [Spiegate per benino, in brutta, **tutti** i passaggi che vi conducono alla soluzione!]
   v_0 = …………………………………… ~ ………… m/s
   d) Quanto vale l'intervallo di tempo Δt tra l'istante dell'urto e quello in cui il manicotto arriva (per la prima volta) nella posizione $x' = 0$ considerata sopra? [Spiegate e calcolate tutto per bene!]
   Δt = …………………………………… ~ ………. s

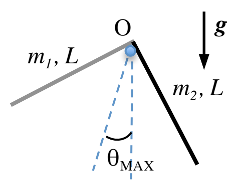
2. Una squadretta è costruita saldando assieme gli estremi di due aste sottili e omogenee in modo tale che l'angolo compreso tra gli assi delle asticelle sia retto ($\phi = \pi/2$). Le due aste hanno la stessa lunghezza L = 10 cm, ma, essendo fatte di materiale diverso, hanno masse diverse; in particolare si ha m_1 = 0.50 kg e $m_2 = 2m_1$ = 1.0 kg.



   a) Qual è la posizione del centro di massa della squadretta rispetto al sistema di riferimento di figura? [Il sistema di riferimento che **dovete** usare è centrato nel punto O, quello di saldatura tra le aste sottili, ha asse X diretto verso la destra e asse Y verso il basso della figura; ricordate che $cos(\pi/4) = sin(\pi/4) = 2^{1/2}/2$, con $2^{1/2} \sim 1.41$]
   x_{CM} = ……………………….. ~ ……….. cm ; y_{CM} = ……………………….. ~ ……….. cm

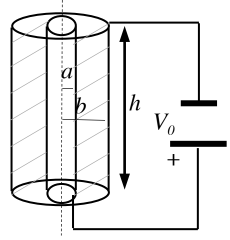


   b) Immaginate ora la squadretta sia posta in moto **esclusivamente traslatorio** in direzione verticale (in modo da mantenere pari a zero l'angolo tra la bisettrice della squadretta e la direzione verticale, come indicato in figura) con una velocità di modulo v_0 = 1.0 m/s diretta verso il basso. Durante il suo moto, il punto O di saldatura tra le asticelle incontra un perno rigido e fisso (un chiodo che sporge da una parete verticale su cui è conficcato). Nell'urto, il punto non rimbalza. In conseguenza dell'urto si osserva che la squadretta prende a ruotare (solo ruotare!) rispetto a questo perno fisso nel senso orario di figura. Discutete **per bene** in brutta quali grandezze fisiche rilevanti si conservano in questo processo di urto.
   Discussione: ……………………….
   c) Si osserva che la rotazione della squadretta attorno al perno, che avviene con **attrito trascurabile**, si arresta "istantaneamente" quando la bisettrice della squadretta forma un angolo θ_{MAX} rispetto alla verticale (vedi figura). Quanto vale $cos(\theta_{MAX})$?
   $cos(\theta_{MAX})$ = ……………………….. ~ ……..



3. Un cilindro pieno di materiale ottimo conduttore, alto h = 10 cm e di raggio a = 1.0 mm (dunque con $h >> a$), è collegato al polo positivo di un generatore ideale di differenza di potenziale V_0 = 50 V. Il polo negativo di questo generatore è collegato a un guscio cilindrico sottile, di raggio b = 5.0 mm e altezza h = 10 cm, coassiale al cilindro e anch'esso realizzato di materiale ottimo conduttore. Inizialmente lo spazio tra cilindro e guscio è vuoto e si suppone che il sistema abbia raggiunto condizioni di equilibrio. [Usate $\varepsilon_0 = 8.8\text{x}10^{-12}$ F/m per la costante dielettrica del vuoto]

Disegno non in scala!



a) Quanto vale la carica Q_a che si trova sulla superficie esterna del cilindro, cioè al raggio $r = a$?
   Q_a = …………………………… = …… C
b) Supponete ora che lo spazio fra cilindro e guscio sia riempito di un materiale **omogeneo** debolmente conduttore, dotato di resistività $\rho_C = 1.0\text{x}10^{-3}$ ohm m. Quanto vale l'intensità di corrente I erogata dal generatore in condizioni stazionarie?
   I = …………………………… = …… A
c) Immaginate ora che all'istante t_0 = 0 il generatore venga improvvisamente **sostituito** da una resistenza R_{EXT} = 1.0 kohm. Dato che il generatore non c'è più, la carica inizialmente presente sul cilindro tende a diminuire nel tempo. Quanto vale il tempo caratteristico di scarica τ? [Dovete calcolarlo per bene, non limitarvi a esprimere la "formula" generale!]
   τ = …………………………… ~ ……… ns

== Termodinamica (opzionale/anni precedenti)

Un recipiente dotato di pareti rigide, indeformabili e **impermeabili al calore**, ha volume V = 1.00 l. Al suo interno può scorrere con attrito trascurabile un setto di spessore e massa trascurabili che divide il recipiente in due camere, A e B, contenenti rispettivamente n_A e n_B moli di un gas monoatomico che può essere considerato perfetto. Il setto scorre in direzione orizzontale ed è anch'esso realizzato con materiale **impermeabile al calore**. Si sa che $n_B = 2n$ e $n_A = n$ e che, ovviamente, $V = V_A + V_B$. Inoltre si osserva che, inizialmente, il sistema è in equilibrio con $V_A = V_B$ e T_A = 500 K. [Usate R = 8.31 J/(K mole) per la costante dei gas perfetti]

a) Quanto vale la temperatura T_B del gas che si trova nella camera B?
   T_B = ……………………………………………. = ……………… K
b) Supponete ora che un apposito dispositivo fornisca al (solo) gas presente nella camera A una certa quantità di calore Q_A (incognita). A seguito di questa cessione di calore, si osserva che il gas nella camera A si espande e il setto si sposta finché non viene raggiunta una nuova condizione di equilibrio in cui $V_A' = 3V/4$. Il processo avviene in maniera quasi-statica, cioè in condizioni che si possono ritenere **reversibili**. Sapendo che n_A = 0.100 moli, quanto vale il calore Q_A?
   Q_A = ……………………………………………. = ……………… 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, 3/7/2013 Firma: