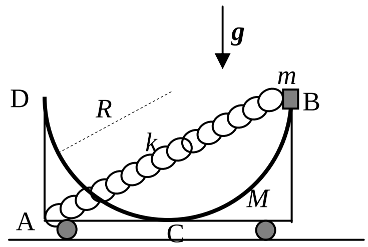
Corso di Laurea Ing. EA – ESAME DI FISICA GENERALE – 13/6/2013

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

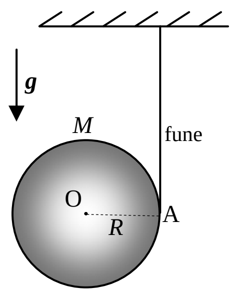
Istruzioni: ***riportate i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegate "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili.*** *Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione*

1. Una guida (un tondino rigido), che ha la forma di una semicirconferenza di raggio R = 50 cm che giace su un piano verticale, è montata su un carrello di massa M = 4.0 kg (si intende massa totale del carrello e della guida). Sulla guida è infilato un manicotto (**puntiforme**) di massa $m = M/4$ = 1.0 kg vincolato a una molla di massa trascurabile, costante elastica k = 4.0 N/m e lunghezza di riposo **trascurabile** il cui altro estremo è fissato a un'estremità del carrello (punto A di figura). Il manicotto può scorrere sulla guida con attrito **trascurabile** e il carrello può muoversi su una strada orizzontale con attrito **trascurabile**. Inizialmente manicotto e carrello sono entrambi fermi e il manicotto si trova al punto più "alto" della guida (punto B di figura), da cui a un certo instante viene lasciato libero di muoversi con velocità iniziale nulla. [Usate g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità; fate attenzione che il sistema proposto probabilmente non è realizzabile nella forma descritta in figura, ma supponete che esso sia davvero fattibile]



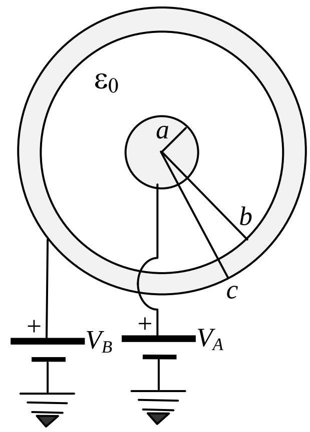
   a) Quanto valgono, in **modulo**, le velocità v' e V' rispettivamente del manicotto e del carrello nell'istante in cui il manicotto passa per il punto più "basso" della guida, cioè per il punto C di figura? [Tenete conto che sia il manicotto che il carrello si muovono e utilizzate per bene, con **debita spiegazione in brutta**, i concetti di conservazione delle grandezze meccaniche dei sistemi]
   v' = …………………………………… ~ ………… m/s
   V' = …………………………………… ~ ………… m/s
   b) Quanto vale, **in modulo**, la forza di reazione vincolare F esercitata dalla guida sul manicotto nell'istante in cui esso passa per il punto C?
   F = …………………………………… ~ ………… N
   c) Quanto vale lo spostamento ΔX che **il carrello** compie mentre il manicotto scende fino al punto A della guida? [Per il segno, usate un riferimento orizzontale orientato verso la **sinistra** di figura]
   ΔX = …………………………………… = ………. m
   d) Quanto valgono, in **modulo**, le velocità v'' e V'' rispettivamente del manicotto e del carrello nell'istante in cui il manicotto passa per la posizione D di figura? [La posizione D si trova al punto più "alto" della guida dalla parte opposta rispetto al punto di partenza e non è affatto detto che il manicotto vi si soffermi (quello che succede dopo non vogliamo saperlo…)! Per la risposta state molto attenti a considerare per bene le componenti delle velocità e **spiegate per bene in brutta** come procedete]
   V'' = …………………………………… = ………. m/s
   v'' = …………………………………… = ………. m/s

2. Un cilindro **disomogeneo** di massa M = 0.30 kg e raggio R = 10 cm è costruito in modo da presentare una densità di massa che varia con la distanza dall'asse r secondo la legge $\rho_m(r) = Ar^2$, con A costante **incognita** opportunamente dimensionata.
   a) Quanto vale il momento di inerzia I del cilindro per rotazioni attorno al suo asse geometrico? [Se non sapete rispondere a questa domanda passate senza indugio alle successive, lasciando il momento di inerzia indicato con la lettera I]
   I = ……………………….. = ……….. kg m^2
   b) Immaginate ora che attorno alla superficie laterale del cilindro sia stata avvolta una fune inestensibile di massa trascurabile, il cui estremo libero è fissato a un solaio fisso e rigido come schematizzato in figura. Il cilindro è così libero di scendere verso il basso mentre la fune di srotola, con un movimento roto-traslatorio che è, tanto per capirsi, quello di uno yo-yo (gioco amato da noi vecchietti quando eravamo bimbi…). Quanto vale il modulo della tensione T che la fune esercita sul cilindro? [Immaginate che la tensione agisca sempre sul punto A di figura e che la fune, ovviamente, non slitti sulla superficie laterale del cilindro su cui è avvolta; inoltre trascurate ogni forma di attrito]
   T = ……………………….. = ……….. N



   c) Supponendo che il cilindro parta da fermo da una certa quota, quanto vale la velocità v_{CM} del suo centro di massa quando questo è sceso per un tratto Δh = 50 cm?
   v_{CM} = ……………………….. ~ …….. m/s
   d) Immaginate ora che, subito dopo che il centro di massa è sceso per il tratto Δh, la fune si stacchi improvvisamente dal solaio. Quanto vale la velocità angolare ω del cilindro dopo che il suo centro di massa è sceso per un ulteriore tratto Δh = 50 cm?
   ω = ……………………….. ~ …….. rad/s

3. Una sfera piena di raggio a = 10 cm, fatta di materiale ottimo **conduttore** omogeneo, è circondata da un guscio sferico spesso, con raggio interno b = 40 cm e raggio esterno c = 50 cm, concentrico alla sfera e fatto anch'esso di materiale ottimo **conduttore** omogeneo. Lo spazio tra sfera e guscio, cioè il volume compreso tra $r = a$ e $r = b$, è vuoto. Come rappresentato in figura, la sfera è collegata al polo positivo di un generatore di differenza di potenziale $V_A = 3.0 \times 10^2$ V, il cui altro polo è collegato a terra, mentre il guscio è collegato al polo positivo di un generatore di differenza di potenziale $V_B = 9.0 \times 10^2$ V, il cui altro polo è anche collegato a terra; considerate il sistema in condizioni di **equilibrio**. [Usate $\varepsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12}$ F/m per la costante dielettrica del vuoto]



a) Detta Q_a la carica che si trova sulla superficie della sfera piena (cioè al raggio $r = a$), come si esprimono le cariche Q_b e Q_c che si trovano sulle superfici interna ed esterna del guscio (cioè ai raggi rispettivamente $r = b$ e $r = c$)? [Lasciate per il momento incognita la carica Q_a, per calcolarla al punto seguente. Qui usate espressioni letterali, senza valori numerici. Spiegate **per bene**, in brutta, il procedimento adottato]
Q_b = ……………………………
Q_c = ……………………………

b) Quanto vale Q_a?
Q_a = …………………………… = ……. C

c) Immaginate ora che all'istante $t_0 = 0$ il generatore V_B venga improvvisamente sostituito con una resistenza R = 10 Mohm (dunque per $t < t_0$ il sistema è quello descritto in precedenza, mentre per $t > t_0$ c'è una resistenza R tra **il guscio sferico e la terra**). Come si esprime in funzione del tempo t l'intensità di corrente $I(t)$ che scorre nella resistenza? [Dovete scrivere una funzione del tempo t; non usate valori numerici; spiegate **per bene**, in brutta, cosa succede]
$I(t)$ = ……………………………

d) Quanto vale il lavoro L_A fatto dal generatore V_A in un lunghissimo (idealmente "infinito") periodo di tempo successivo a $t_0 = 0$?
L_A = …………………………… = ……….. J

=== 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, 13/6/2013 Firma: