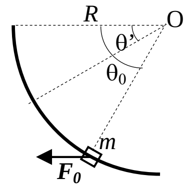
Corso di Laurea Ing E-A – ESAME DI FISICA GENERALE - 7/7/2011

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*

-- **PARTE 1**

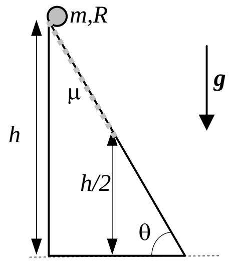
1. Un manicotto (puntiforme!) di massa m = 50 g può scorrere con **attrito trascurabile** lungo una guida fatta da un tondino fisso e rigido che ha la forma di un quarto di circonferenza di raggio R = 2.0 m ed è disposto su un piano verticale. Inizialmente il manicotto si trova fermo **in equilibrio** alla posizione $\theta_0 = \pi/3$ (l'angolo è quello tra "raggio vettore" e orizzontale, vedi figura) sotto l'azione di una forza **orizzontale,** con il verso indicato in figura, di modulo F_0 (incognito) costante. [Usate g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità; può farvi comodo ricordare che $sin(\pi/3) = 3^{1/2}/2$ e $cos(\pi/3) = 1/2$, con $3^{1/2}$~ 1.7]



   a) Quanto vale il modulo N_0 della reazione vincolare esercitata dalla guida sul manicotto in queste condizioni di equilibrio?
   N_0 = ……………………. ~ ……… N
   b) Immaginate ora che, a un certo istante, la forza applicata orizzontalmente al manicotto raddoppi il suo modulo rispetto al valore di equilibrio, cioè che esso diventi $F' = 2F_0$. In queste condizioni il manicotto si mette in movimento: quanto vale, in modulo, la sua velocità v' quando esso passa per la posizione $\theta' = \pi/6$? [Si intende che la forza ***F'*** si mantiene sempre orizzontale, diretta verso la sinistra di figura e costante durante tutto lo spostamento; può farvi comodo ricordare che $cos(\pi/6) = 3^{1/2}/2$ e $sin(\pi/6) = 1/2$, con $3^{1/2}$~ 1.7. Trascurate ogni forma di attrito!]
   v' = ……………………. ~ ………. m/s
   c) Quanto vale, in modulo, la reazione vincolare N' che la guida esercita sul manicotto nell'istante in cui esso **passa** per la posizione considerata nella domanda precedente, cioè per $\theta' = \pi/6$? [Attenti: il manicotto "passa" per quella posizione, dunque **non è fermo**…]
   N' = ……………………. ~ ………. N
   d) Quanto varrebbe la velocità v' di cui al punto b) nel caso ci fosse un attrito dinamico tra guida e manicotto con coefficiente di attrito μ = 0.50? Discutete per benino in brutta come cambierebbe in queste condizioni l'impostazione del problema e cercate di dare una risposta. [Attenzione: temo che la risposta si possa provare a dare solo facendo un'approssimazione…]
   Discussione: …………………………

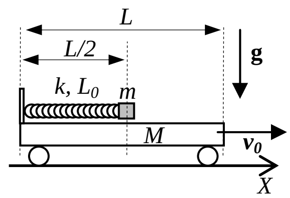
-- **PARTE 2**

2. Un piano inclinato, che forma un angolo $\theta = \pi/3$ rispetto all'orizzontale ed è alto h = 7.5 m, ha la sua superficie per la prima metà (quella "più in alto") scabra, con coefficiente di attrito μ = 0.80, e per la seconda metà liscia, cioè con attrito trascurabile. In cima al piano inclinato si trova, fermo, un cilindro pieno e omogeneo di raggio R = 70 cm e massa m = 2.0 kg che a un certo istante viene lasciato libero di muoversi con velocità iniziale nulla. [Usate g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità; può farvi comodo ricordare che $sin(\pi/3) = 3^{1/2}/2$ e $cos(\pi/3) = 1/2$, con $3^{1/2}$~ 1.7]



   a) Discutete per benino, in brutta, che tipo di moto compie il cilindro nella sua fase di discesa per la prima metà del piano inclinato (dove è presente attrito) e stabilite la velocità del centro di massa, v_{CM}', e la velocità angolare, ω', del cilindro al termine della zona scabra.
   Discussione : ………………………..
   v_{CM}' = ……………………….. = ……….. m/s
   ω'= ……………………….. = ……….. rad/s
   b) E quanto valgono la velocità del centro di massa, v_{CM}'', e la velocità angolare, ω'', del cilindro al termine **dell'intero piano inclinato**? [Attenti alle trappole! Spiegate bene in brutta cosa fate e perché…]
   v_{CM}'' = ……………………….. ~ ……….. m/s
   ω''= ……………………….. = ……….. rad/s

3. Un carrellino di massa M = 4.0 kg può muoversi con **attrito trascurabile** lungo un binario **orizzontale**. Sul carrellino si trova un oggetto **puntiforme**, di massa $m = M/4$ = 1.0 kg, che può muoversi con **attrito trascurabile** sul pianale del carrellino, che ha lunghezza L = 20 cm. L'oggetto puntiforme è attaccato a una molla di massa trascurabile, costante elastica k = 5.0x10^2 N/m e lunghezza di riposo $L_0 = L$ = 20 cm, il cui altro estremo è vincolato a una sottile sponda che si trova al bordo del carrellino (vedi figura!). Inizialmente l'oggetto puntiforme si trova fermo **rispetto al carrellino**, grazie a un qualche gancetto, trovandosi a metà della lunghezza del pianale, come mostrato in figura; tutto il sistema si muove con velocità v_0 = 1.0 m/s nel verso indicato in figura. All'istante t_0 = 0 il gancetto viene rimosso e la molla comincia a estendersi, finché a un certo istante t' l'oggetto puntiforme giunge al bordo del carrello.



   a) Quanto vale la velocità V' del carrello nell'istante t'? [Notate che in questo istante la molla si trova alla propria lunghezza di riposo…]
   V' = …………………………………… = ... m/s
   b) Quanto vale lo **spostamento** $\Delta x_{CM}'$ che il **centro di massa del sistema** compie nell'intervallo di tempo 0, t'? [Tenete conto che carrello e oggetto puntiforme formano un sistema e che tutto, all'inizio, è in movimento…]
   $\Delta x_{CM}'$ = …………………………………… ~ .... m

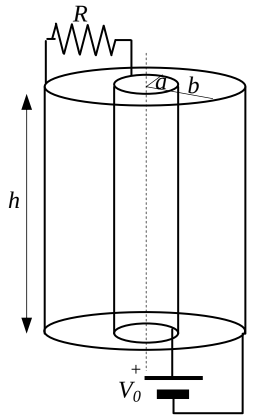
-- **TERMODINAMICA**

4. Una quantità n (incognita) di gas perfetto **biatomico** compie un ciclo termico **reversibile** composto dalla seguente successione di trasformazioni: isocora A→B, espansione isoterma B→C, compressione isobara C→A. Si sa che: $P_B = 2P_A$ e $V_C = 2V_B=2V_A$. I soli dati noti del problema sono: P_A = 1.00x10^5 Pa e V_A = 1.66x10^{-5} m^3. [La costante dei gas perfetti vale R = 8.31 J/(K mole); può fare comodo sapere che $ln(2)$ ~ 0.693]
   a) Quanto vale l'efficienza, o rendimento, η del ciclo?
   η = ……………………………… ~ ……..
   b) Sapendo anche che n = 1.00x10^{-2} moli, quanto valgono la temperatura minima T_{LOW} e la temperatura massima T_{HIGH} raggiunte dal gas durante il ciclo? E quanto varrebbe l'efficienza η_C di una macchina di Carnot che lavorasse fra queste due temperature?
   T_{LOW} = …………………………………… = ……… K
   T_{HIGH} = …………………………………… = ……… K
   η_C = …………………………………… = ...

-- **PARTE 3**

SEGUE

5. Un dispositivo elettronico, comunemente denominato “cavo coassiale”, è costituito da due elementi cilindrici e coassiali l’un l’altro, fatti entrambi di materiale **ottimo conduttore**. In particolare, il sistema è fatto da un cilindro pieno e omogeneo di raggio a = 1.0 mm (elemento centrale), che è racchiuso in un guscio cilindrico sottile di raggio b = 1.0 cm (elemento esterno); lo spazio compreso tra i due elementi, che sono entrambi lunghi h = 1.0 m, è vuoto. Come rappresentato in figura, un estremo del cavo coassiale è collegato a un generatore ideale di differenza di potenziale V_0 = 1.0x10^2 V, collegato con il suo polo positivo all’elemento centrale e con quello negativo all’elemento esterno. L’altro estremo del cavo è chiuso su un resistore elettrico di resistenza R = 75 ohm collegato fra i due elementi. [Supponete che il sistema si trovi in condizioni stazionarie; notate che, essendo gli elementi molto più “lunghi” che “larghi”, gli effetti ai bordi possono essere sicuramente trascurati; usate ε_0 = 8.8x10^{-12} F/m per la costante dielettrica del vuoto e μ_0 = 4πx10^{-7} T m/A per la permeabilità magnetica del vuoto. Non spaventatevi: è normale che le risposte numeriche diano risultati piccolini…]



Disegno non in scala!!!

a) Discutete per benino, in brutta, perché c’è o non c’è, dove si trova e quanto vale (se c’è) un eccesso di carica elettrica Q sull’elemento centrale (il cilindro pieno di raggio a).[Può farvi comodo sapere che $ln(10)$ ~ 2.3]
Discussione: ……………………………
Q = …………………………………… ~ C

b) Come si scrivono le espressioni per il campo elettrico $E(r)$ e per il campo magnetico $B(r)$ in funzione della distanza r dall’asse del sistema nella regione $a<r<b$? [Dovete scrivere delle **funzioni** di r, per cui **non** usate valori numerici!]
$E(r)$ = ……………………………………
$B(r)$ = ……………………………………

c) Quanto vale e che direzione e verso ha la forza **complessiva** $\boldsymbol{F}$ che agisce sull’elemento esterno (il guscio di raggio $r=b$)? [L’aggettivo **complessiva** significa che dovete considerare **tutti** i possibili contributi di forza che vi potete aspettare in questo tipo di problema…]
F = …………………………………… = ……… N
Direzione e verso: ………………………………

d) Quanto vale il flusso $\Phi(\boldsymbol{S})$ del vettore $\boldsymbol{S} = \boldsymbol{E}\text{x}\boldsymbol{B}/\mu_0$ calcolato sulla sezione del sistema, cioè sulla corona circolare di raggio interno a e raggio esterno b? [Per vostra informazione, il vettore $\boldsymbol{S}$ si chiama vettore di Poynting; notate che nella sua definizione c’è un prodotto **vettoriale** tra campo elettrico e campo magnetico; per il calcolo del flusso nella simmetria del problema, può esservi utile ricordare che l’elemento di superficie in simmetria “circolare” (la simmetria cilindrica tagliata da un piano ortogonale all’asse) si esprime $dA = 2\pi r dr$, che rappresenta l’area di una coroncina circolare di spessore infinitesimo dr e raggio generico r]
$\Phi(\boldsymbol{S})$ = …………………………………… = ……… W

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, 7/7/2011 Firma:

SEGUE