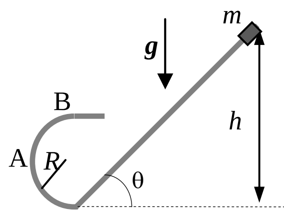
Corso di Laurea Ing. EA – ESAME DI FISICA GENERALE - 14/9/2012

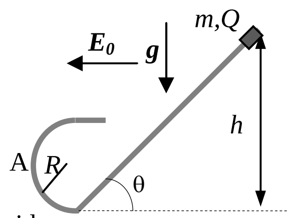
Nome e cognome: ……………………………………………………. Matricola: ……………

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*

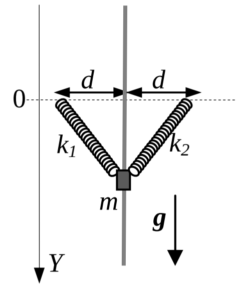
1. Un manicotto **puntiforme** di massa m = 0.10 kg può scorrere **senza attrito** su una guida fissa e rigida, realizzata con un sottile tondino foggiato come in figura. In sostanza, il manicotto **parte con velocità iniziale nulla** dalla sommità di un tratto inclinato, che forma un angolo $\theta = \pi/4$ rispetto all'orizzontale e ha un'altezza $h = 4R$ = 2.0 m. Il tratto inclinato è raccordato con una semicirconferenza di raggio R = 0.50 m seguita da un breve tratto orizzontale (è più facile da capire se guardate la figura!). L'intero percorso avviene su un piano verticale. I punti A e B a cui si fa riferimento nel seguito corrispondono, come indicato in figura, a "metà altezza" e al "punto più alto" della semicirconferenza. [Usate g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità]



   a) Quanto vale, in modulo, la reazione vincolare N_A e N_B che la guida esercita sul manicotto quando questo **passa** per i punti A e B definiti sopra?
   N_A = …………………………………… = ……… N
   N_B = …………………………………… = ……… N
   b) Supponete ora che il manicotto rechi una carica elettrica $Q = 1.0\text{x}10^{-4}$ C e che **in tutta** la regione di interesse sia presente un campo elettrico (esterno) costante e uniforme diretto orizzontalmente verso la sinistra di figura e di modulo $E_0 = 2.0\text{x}10^3$ V/m. Ripetendo l'esperimento in queste nuove condizioni, quanto vale in modulo la reazione vincolare N'_A esercitata dalla guida sul manicotto quando questo **passa** per il punto A definito sopra?
   N'_A = …………………………………… = ……… N

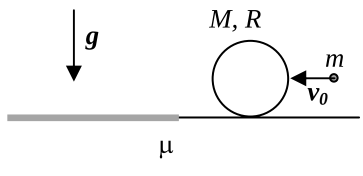


2. Un manicotto **puntiforme** di massa m = 2.0 kg è vincolato a scorrere con attrito trascurabile lungo una guida rigida (un tondino) disposta in direzione verticale (asse Y, orientato verso il basso come in figura). Il manicotto è attaccato alle estremità di due molle che hanno entrambe **lunghezza di riposo trascurabile** (in pratica, L_0=0!) e costanti elastiche k_1 = 28 N/m e k_2 = 70 N/m. Gli altri estremi delle due molle sono attaccati a delle pareti rigide e indeformabili, 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^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità]



   a) Quanto vale la posizione di equilibrio y_{EQ} del manicotto? [Dovete esprimere la posizione di equilibrio rispetto all'asse Y di figura]
   y_{EQ} = …………………………………… = ……… m
   b) Supponete ora che il manicotto venga spostato, da una qualche causa esterna, fino alla posizione y_0 = 0 e da qui a un certo istante venga lasciato libero di muoversi con velocità iniziale nulla. Come si scrive l'equazione del moto $a(y)$ del manicotto? Che tipo di moto compie il manicotto e perché? [Dovete scrivere un'equazione che leghi l'accelerazione con la posizione y generica del manicotto. Notate che dovete fare in modo che l'unica variabile "indipendente" dell'equazione sia la y (rispetto al riferimento dato)! Non usate valori numerici per questa risposta, ma servitevi delle "espressioni letterali" dei vari parametri del problema]
   $a(y)$ = ……………………………………
   Moto del manicotto e spiegazione: ……………………………………

3. Una ruota, costituita da un cilindro pieno e omogeneo di massa M = 0.40 kg e raggio R = 20 cm, si trova, inizialmente **ferma**, su un piano orizzontale. Questo piano è **privo di attrito** nella zona di appoggio della ruota; quindi, dopo un breve tratto (di lunghezza incognita e irrilevante), il piano **diventa scabro** e presenta un coefficiente di attrito μ = 0.20 (questo coefficiente vale sia per l'attrito statico che per quello dinamico). A un dato istante un proiettile puntiforme di massa $m = M/4$ = 0.10 kg colpisce il cerchione avendo una velocità di modulo v_0 = 1.0 m/s diretta orizzontalmente e orientata come in figura. La collisione avviene nel "punto di mezzo" del cerchione (vedi figura) e può essere considerata completamente **elastica**; dopo l'urto, si osserva che il proiettile conserva una velocità di direzione **orizzontale**. [Usate g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità]

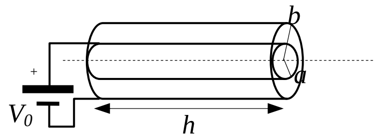


   a) Quanto vale la velocità V_{CM} del centro di massa della ruota subito dopo l'urto? Quanto vale la sua velocità angolare ω?
   V_{CM} = …………………………….. = ... m/s
   ω = …………………………….. = ... rad/s
   b) Discutete **per bene**, in brutta, che tipo di moto la ruota compie nel tratto privo di attrito e **subito dopo** essere entrata in quello scabro. Chiarite in particolare se si verificano o meno le condizioni di rotolamento puro, spiegando bene il perché della vostra risposta. [Pensate attentamente a cosa implica il rotolamento puro!!]
   Discussione: ……………………………..
   c) Come si scrivono le equazioni del moto di traslazione del centro di massa a_{CM} e di rotazione α che si applicano alla ruota quando questa si trova nel tratto scabro? [Dovete scrivere delle equazioni del moto, dunque non usate valori numerici]
   a_{CM} = ……………………………..
   α = ……………………………..

d) Quanto vale la velocità V'_{CM} del centro di massa della ruota quando questa, ovvero il suo centro di massa, ha percorso un tratto D = 2.0 m della zona scabra? [Attenzione: per rispondere dovete capire per bene la dinamica della ruota e tenere conto in modo chiaro di tutti gli aspetti coinvolti!]
V'_{CM} = …………………………….. = ……. m/s

e) Quanto vale la forza di attrito F'_A quando la ruota, ovvero il suo centro di massa, ha percorso il tratto D sulla zona scabra?
F'_A = …………………………….. = ……. N

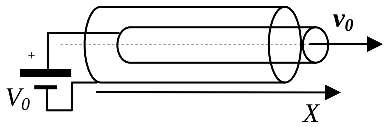
4. Due sottili gusci cilindrici di materiale conduttore, che hanno la stessa lunghezza h = 1.0 m e raggio rispettivamente a = 1.0 cm e b = 2.0 cm, sono disposti coassialmente l'uno rispetto all'altro e in modo da essere quello più piccolo interamente all'interno di quello più grande. I due gusci sono collegati ai poli di un generatore di differenza di potenziale V_0 = 1.0x10^3 V, come indicato in figura (il polo positivo è attaccato al guscio "interno"). Si assume che il sistema abbia raggiunto condizioni di **equilibrio** (stazionarie). [Usate ε_0 = 8.8x10^{-12} F/m per la costante dielettrica del vuoto, che è il "mezzo" che "riempie lo spazio" fra i due gusci cilindrici. Può farvi comodo ricordare che $ln(2) \sim 0.69$]



Disegno non in scala!!!!

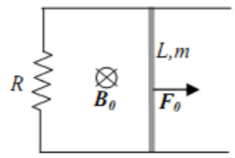
a) Quanto vale la carica elettrica Q che si viene a trovare sul guscio interno? [Nella soluzione dovete cercare di far capire bene che sapete quello che state facendo…]
Q = ………………………………… ~ ……….. C

b) Supponete ora che il guscio di raggio minore possa essere "sfilato" essendo libero di muoversi con attrito trascurabile in direzione orizzontale (asse X). Immaginate dunque che a un certo istante il guscio di raggio a venga messo in movimento da un operatore esterno (una manina) che lo mantiene a velocità **costante** v_0 = 1.0 m/s. Nel processo, il generatore di differenza di potenziale V_0 rimane sempre collegato ai gusci. Quanto vale l'intensità $I(t)$ di corrente che esso fornisce? [Assumete che la configurazione del sistema mantenga proprietà di simmetria cilindrica e fate attenzione a cosa cambia, nel tempo, nella configurazione spaziale e nella geometria del sistema]



$I(t)$ = ... ~ ………. A

5. Una barretta di materiale ottimo conduttore di lunghezza L = 10 cm e massa m = 50 g che può scorrere con attrito trascurabile in direzione orizzontale, mantenendo contatto elettrico con due guide fisse e rigide, anch'esse di materiale conduttore. Le due guide sono collegate tra loro attraverso un resistore elettrico con resistenza R = 1.0 kohm. Un campo magnetico esterno, **uniforme, costante** e di modulo B_0 = 5.0 T, attraversa il piano su cui si muove la barretta (la figura mostra che $\boldsymbol{B_0}$ "entra nel foglio"). La barretta è sottoposta all'azione di una forza **costante e uniforme** di modulo F_0 = 2.0x10^{-3} N prodotta da un operatore esterno e diretta orizzontalmente come in figura che la mantiene in movimento con una certa velocità $\boldsymbol{v}$.



a) Come si scrive l'equazione del moto, ovvero l'accelerazione a della barretta, rispetto a un asse orizzontale e diretto verso la destra della figura? [Dovete scrivere un'equazione, dunque non usate valori numerici ma riferitivi in modo "letterale" ai parametri noti del problema. Mi raccomando: tenete conto di **tutte** le forze che agiscono sulla barretta!]
a = ……………………………………

b) Si osserva che, a partire da un certo istante (cioè dopo un certo tempo che la barretta è stata messa in movimento), la velocità della stessa raggiunge un valore limite v'. Quanto vale, in queste condizioni (cioè quando la barretta ha raggiunto e mantiene la velocità v') la potenza P_J dissipata per effetto Joule da resistore R?
P_J = …………………………………… = ……. W

6. (Termodinamica **opzionale**) Un campione di n = 9.8x10^{-3} moli di gas perfetto monoatomico si trova all'interno di un recipiente cilindrico che ha area di base S = 0.98 cm^2 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^2 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 = ………………………………… = ...… 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 ΔM = 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 λ_F = 3.0x10^5 J/kg per il calore latente di fusione del ghiaccio e considerate che la massa iniziale di ghiaccio fondente è molto maggiore di ΔM; state attenti ai trabocchetti e discutete per benino in brutta!]
h' = ………………………………… = …….. m
Q_{ESPL} = ………………………………… = …….. J

c) Quanto vale la variazione di entropia ΔS dell'intero sistema (gas + acqua e ghiaccio fondente) nel processo sopra considerato?
ΔS = ………………………………… = …….. J/K

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, 14/9/2012 Firma: