Corso di Laurea Ing. EA – ESAME DI FISICA GENERALE – 1/7/2010

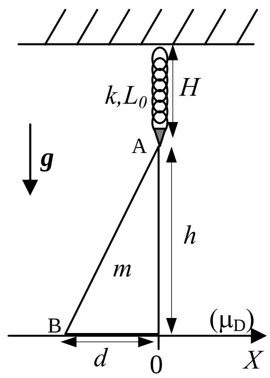
Nome e cognome: ……………………………………………………. Matricola: ……………

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 1/2 (MECCANICA PUNTO E SISTEMI)*

1. Un blocchettino di massa M = 1.0 kg è attaccato a una molla di massa trascurabile e costante elastica k = 1.0x10^2 N/m il cui altro estremo è vincolato a una parete rigida verticale. Il blocchettino, che si può muovere con **attrito trascurabile** in direzione **orizzontale**, è inizialmente fermo nella propria posizione di equilibrio. A un dato istante su di esso incide un proiettile (puntiforme) di massa $m = M/4$ che ha una velocità di modulo v_0 = 10 m/s diretta orizzontalmente contro il blocchettino; in seguito all'urto tra i due corpi, da ritenere perfettamente **elastico**, il blocchettino inizia a muoversi comprimendo la molla.
   a) Quanto vale la compressione massima Δ_{MAX} raggiunta dalla molla? [A scanso di equivoci, si ricorda che la compressione è la differenza tra lunghezza di riposo e lunghezza "attuale" della molla]
   Δ_{MAX} = …………………………………… = ………. m
   b) Quanto vale l'intervallo di tempo Δt che intercorre tra l'istante dell'urto e quello di massima compressione della molla?
   Δt =…………………………………… = ………. s

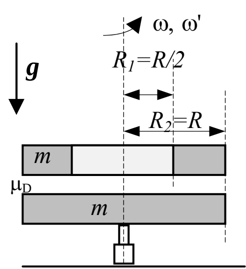
2. Un blocco di massa m = 5.0 kg ha sezione con forma di triangolo rettangolo e cateti di lunghezza h = 40 cm (posto in direzione verticale) e d = 20 cm (posto in direzione orizzontale). Il blocco è vincolato a scorrere su un piano **orizzontale.** Come mostrato in figura, su una delle superfici del blocco, quella che appare inclinata in sezione, spinge un puntale (**puntiforme**!) montato all'estremità di una molla con costante elastica k = 5.0x10^2 N/m. L'altro estremo della molla è fissato a un solaio rigido e indeformabile. La molla e il puntale hanno entrambi massa trascurabile; inoltre l'asse della molla si mantiene sempre in direzione verticale e non c'è attrito tra puntale e superficie del blocco; infine, la molla ha lunghezza di riposo $L_0 = h+H$, dove H = 20 cm è la distanza tra il punto più "in alto" del blocco e il solaio (vedi figura). Inizialmente il blocco è mantenuto fermo da qualche forza esterna nella configurazione di figura, in cui la molla è alla sua massima compressione e il puntale preme sul punto più "in alto" del blocco (marcato con A in figura). Quindi la forza esterna viene rimossa (senza fornire alcuna velocità iniziale) e il blocco si trova libero di muoversi in direzione orizzontale (verso destra). [Trascurate ogni movimento di tipo non traslazionale, ad esempio ribaltamenti o altro]



   a) Supponendo per questa domanda che l'attrito tra blocco e piano orizzontale sia **trascurabile**, quanto vale la velocità V del blocco nell'istante in cui il suo estremo più "in basso" (marcato con B in figura) passa sotto il puntale?
   V = …………………………………… = ……… m/s
   b) Come si scrive, in funzione della coordinata x, il **modulo** della forza $F(x)$ che il puntale esercita sulla superficie del blocco con cui si trova a contatto? [Usate il sistema di riferimento X di figura, orizzontale e centrato sulla verticale della molla. Dovete scrivere una funzione matematica di x: **non usate valori numerici** nella sua espressione]
   $F(x)$ = ……………………………………
   c) Immaginate ora che, a differenza di quanto considerato nel quesito a), il piano su cui scorre il blocco presenti un **attrito dinamico** con coefficiente μ_D = 0.50. Quanto vale, in presenza di questo attrito, la velocità del blocco V' che si calcola nelle condizioni di cui alla domanda a)? [In pratica vi si chiede di ripetere la soluzione del punto a), considerando però la presenza dell'attrito; usate g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità]
   V' = …………………………………… ~ ……… m/s

--- *PARTE 3a (CORPO RIGIDO)*

3. Una piattaforma ha la forma di un disco **omogeneo** di massa m = 10 kg e raggio R = 0.50 m e può ruotare con **attrito trascurabile** attorno al suo asse geometrico essendovi imperniata rigidamente con un sistema di cuscinetti a sfera fissato a un pavimento rigido. L'asse della piattaforma è verticale; la superficie (la superficie della base "superiore" del disco) è orizzontale e presenta **attrito dinamico** con coefficiente μ_D = 0.50. Supponete che un motore abbia messo in rotazione la piattaforma alla velocità angolare ω = 0.90 rad/s e che quindi il motore venga scollegato e la piattaforma si trovi libera di ruotare. A un dato istante, un anello spesso, di raggio interno $R_1=R/2$ e raggio esterno $R_2 = R$ e massa m pari a quella della piattaforma, viene "appoggiato" sulla superficie superiore della piattaforma. L'"appoggio" avviene molto delicatamente (la velocità di traslazione con cui l'anello viene avvicinato alla piattaforma è trascurabile) e avendo cura di mantenere coassiali i due corpi, come rappresentato in figura (vista laterale, che si riferisce a un istante prima dell'appoggio). A causa della forza di attrito, l'anello, che inizialmente è fermo, inizia a ruotare attorno al proprio asse. Dopo un certo transiente, i due corpi assumono la stessa velocità angolare ω'. [Usate g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità]



   a) Quanto vale il momento di inerzia I_A dell'anello? [Si intende che il momento di inerzia deve essere calcolato per rotazioni attorno all'asse geometrico; illustrate per bene in brutta il procedimento seguito per il calcolo]
   I_A = …………………………………… = ……… kg m^2
   b) Discutete per bene, in brutta, quali grandezze del sistema piattaforma+anello si conservano nel processo considerato (appoggio e messa in movimento dell'anello fino al raggiungimento della velocità di regime). [Esaminate l'eventuale conservazione di energia meccanica, quantità di moto, momento angolare del sistema, spiegando bene cosa succede!]
   Discussione: ……………………………
   c) Quanto vale la velocità angolare ω' che piattaforma e anello possiedono alla fine del processo? [Dovete calcolare la velocità angolare comune ai due corpi, quella che si raggiunge in condizioni di regime]

ω’ = …………………………………… = ……… rad/s

d) Come già anticipato nel testo, l’osservazione sperimentale mette in evidenza come ci sia un transiente temporale, cioè un intervallo di tempo Δt, in cui la velocità angolare dell’anello passa da 0 al valore ω’ per effetto dell’attrito (dinamico) tra i due corpi. Sareste in grado di stimare l’intervallo di tempo Δt? [La risposta presuppone calcoli e ragionamenti non del tutto banali; provate in ogni caso a delineare in brutta il procedimento che usereste, cercando di andare più avanti possibile]

Δt = …………………………………… = ……… s

-- *PARTE 3b (TERMODINAMICA)*

4. Due campioni di gas che si comportano come gas perfetti sono contenuti in due recipienti identici, di capacità termica **trascurabile**, realizzati con due cilindri di area di base A = 30 cm^2 muniti di un tappo di **massa trascurabile** scorrevole **senza attrito** e posto in contatto con la pressione atmosferica P_{ATM} = 1.00x10^5 Pa. In particolare, il recipiente A contiene n = 1.00x10^{-2} moli di gas **monoatomico**, mentre il recipiente B contiene la stessa quantità n = 1.00x10^{-2} moli di gas **biatomico**. Inizialmente i due gas si trovano rispettivamente alle temperature T_A = 300 K e T_B = $(4/7)T_A$ = 171 K. [Usate R = 8.31 J/(K mole) per la costante dei gas perfetti]

a) Quanto valgono le altezze h_A e h_B delle regioni occupate dai gas A e B nei rispettivi recipienti?

h_A = ……………………………… = …….. m

h_B = ……………………………… = …….. m

b) Immaginate ora che i due recipienti vengano messi in contatto termico fra loro, ad esempio chiudendoli in una camera con capacità termica trascurabile munita di pareti impermeabili al calore (si intende che non c’è alcuno scambio termico oltre a quello tra i due gas). I due gas termalizzano fino a raggiungere una nuova temperatura di equilibrio, $T’$. Quanto vale $T’$? [Supponete che durante l’intero processo di termalizzazione la pressione atmosferica P_{ATM} continui ad agire inalterata sui tappi dei due recipienti e che il processo avvenga lentamente, cioè passando per stati di equilibrio]

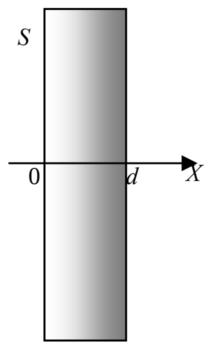
$T’$ = …………………………………… = ……… K

c) Quanto vale la variazione **totale** di entropia ΔS del **sistema dei due gas** nell’intero processo? [Si intende $\Delta S = \Delta S_A + \Delta S_B$]

ΔS = …………………………………… ~ .... J/K

-- *PARTE 4 (ELETTROMAGNETISMO)*

5. Una lastra molto estesa e sottile di materiale dielettrico è stata costruita in modo da portare al suo interno una distribuzione di carica volumica **disomogenea**. Come indicato in figura, in cui la lastra è vista “di profilo”, le superfici (facce) “di base” della lastra, che hanno area S = 0.10 m^2, sono ortogonali rispetto all’asse X di figura. Lo spessore della lastra è d = 1.0 mm (si ha evidentemente $d << S^{1/2}$, in modo da poter trascurare gli “effetti ai bordi” e considerare puramente **piana** la simmetria del problema). La densità di carica volumica dipende dalla sola coordinata x e si sa che aumenta **linearmente** da 0 fino al valore ρ_0 = 8.8 C/m^3 quando si passa dalla faccia “di sinistra” in figura, collocata ad x = 0, alla faccia “di destra”, che si trova ad $x = d$. Si sa anche che $E(x)$=0 per $x \le 0$. [Considerate ε_0 = 8.8x10^{-12} F/m la costante dielettrica sia all’interno che al di fuori della lastra]



Disegno non in scala!

a) Come si scrive l’espressione del campo elettrico $\boldsymbol{E}(x)$ nelle regioni $0 < x < d$ e $x > d$ (cioè dentro la lastra e “alla destra” della lastra stessa)? [**Non** usate alcun valore numerico per questa risposta, che va espressa in funzione dei parametri letterali noti del problema; indicate in brutta direzione e verso del campo, nell’ipotesi che si possano trascurare gli effetti ai bordi]

$E(x)$ = …………………………………… per $0 < x < d$

$E(x)$ = …………………………………… per $x > d$

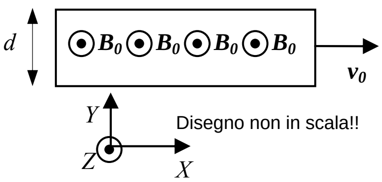
b) Quanto vale la differenza di potenziale $\Delta V = V(x=d) - V(x=0)$ tra la faccia “di destra” e quella “di sinistra” in figura?

ΔV = …………………………………… = ……. V

c) Supponete ora che uno ione positivo di carica unitaria, q = 1.6x10^{-19} C e massa m = 1.0x10^{-26} kg, incida sul lato di sinistra della lastra con una velocità diretta orizzontalmente (nel verso positivo dell’asse X) di modulo v_0. Immaginando che lo ione possa penetrare all’interno della lastra senza subire altra forza se non quella elettrica, dunque trascurando gli effetti della forza peso e di qualsiasi forma di “attrito”, qual è il valore minimo v_{MIN} della velocità di “impatto” v_0 che garantisce che lo ione riemerga dal lato destro della lastra? [Ovviamente, si intende che la lastra è fissa nello spazio!]

v_{MIN} = …………………………………… ~ ……. m/s

6. Una lastra di materiale **ottimo conduttore** viene mantenuta da un qualche operatore esterno (una manina…) in movimento con velocità costante $\boldsymbol{v_0}$ (nota) nel verso positivo dell’asse X di un sistema di riferimento cartesiano. La lastra ha spessore d (noto) diretto lungo l’asse Y dello stesso riferimento. Le superfici “di base” della lastra, parallele al piano XY, sono molto grandi, così da rispettare la simmetria piana del problema. Un campo magnetico esterno uniforme e costante $\boldsymbol{B_0}$ (noto), diretto lungo il verso positivo dell’asse Z, insiste su tutta la regione di interesse attraversando la lastra (vedi figura). [**Non** usate valori numerici per questo esercizio!]



Disegno non in scala!!

a) Supponendo di poter modellare il materiale ottimo conduttore come un “gas” di particelle negative e positive, di carica unitaria e (nota), libere di muoversi e presenti in ugual numero, in modo da garantire la neutralità della lastra stessa, come si esprime il modulo della forza F risentita da queste cariche, e che direzione e verso ha questa forza per le cariche negative e positive? [Trascurate l’effetto della forza peso!]

F = …………………………………....

Direzione e verso (in funzione del segno della carica): ……………………………………

b) Come si esprime, in **modulo**, la differenza di potenziale elettrico ΔV che si instaura tra le superfici “di base” della lastra?

ΔV = ……………………………………

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, 1/7/2010 Firma: