

Corso di Laurea Ing. EA – ESAME DI FISICA GENERALE – 1/6/2006

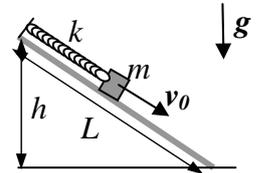
Nome e cognome:

Matricola:

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

----- **PARTE 1**

1. Una cassa di massa $m = 100$ Kg, che considererete come un **corpo puntiforme**, si trova **ferma** al punto di mezzo di un piano inclinato di lunghezza $L = 10$ m ed altezza $h = 5.0$ m (vedi figura). La cassa è attaccata alla sommità del piano inclinato tramite una corda elastica, che si comporta come una molla di costante elastica $k = 200$ N/m. Il piano inclinato ha una superficie scabra, ed esercita un attrito **statico** sulla cassa con un certo coefficiente μ_s . [Usate il valore $g = 9.8$ m/s² per il modulo dell'accelerazione di gravità]



a) Sapendo che la posizione rappresentata in figura è di **equilibrio** e che la corda elastica si trova alla sua lunghezza di riposo, quanto vale il coefficiente di attrito μ_s ? [Indicate il valore minimo di questo coefficiente che permette la situazione fisica considerata]

$\mu_s = \dots \sim \dots$

b) All'istante $t=0$ alla cassa viene fornita una certa velocità v_0 , diretta lungo il piano inclinato ed orientata verso la base di questo (vedi figura); si osserva che, sotto l'effetto di questa velocità, la cassa si muove fino a raggiungere la base del piano inclinato, dove arriva con velocità nulla. Sapendo che il coefficiente di attrito **dinamico** è $\mu_D = \mu_s/2$, quanto vale, in modulo, la velocità v_0 ?

$v_0 = \dots \sim \dots$ m/s

c) Dopo aver raggiunto la base del piano inclinato, cosa farà la cassa?

- Resta ferma Risale lungo il piano inclinato Non si può dire

Spiegazione sintetica della risposta:

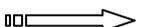
2. Il pianeta Kryptonite ha una forma **sferica** di raggio $a = 1.0 \times 10^3$ Km, ed è costituito da materiale la cui densità di massa ρ_M è non uniforme, e varia con la distanza r dal centro secondo la legge $\rho_M = \rho_0 r/a$, con $\rho_0 = 1.0 \times 10^4$ Kg/m³.

a) Quanto vale la massa M del pianeta? [Considerate bene il fatto che si tratta di una distribuzione di massa **non omogenea**; può farvi comodo ricordare che, per una variabile ξ generica, si ha $\int \xi^n d\xi = \xi^{n+1}/(n+1)$; se proprio non riuscite a risolvere questo punto, provate a passare al successivo lasciando indicata la massa M]

$M = \dots = \dots$ Kg

b) Supponete ora che il pianeta abbia un satellite (da considerare come puntiforme) di massa $m = 1.0 \times 10^7$ Kg, che compie un'orbita **circolare** di raggio R attorno al pianeta. Sapendo che per compiere un'orbita completa il satellite impiega un tempo $T = 6.3 \times 10^5$ s, quanto vale il raggio R ? [Usate il valore $G = 6.7 \times 10^{-11}$ N m²/Kg² per la costante di gravitazione universale]

$R = \dots \sim \dots$ m



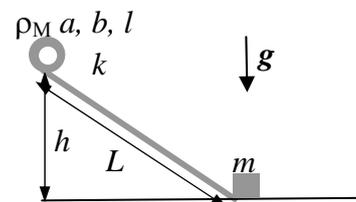
----- PARTE 2

3. Avete un cilindro cavo, di lunghezza $l = 1.0$ m, raggio interno $a = 10$ cm, raggio esterno $b = 20$ cm, fatto di un materiale con densità di massa **uniforme** $\rho_M = 5.0 \times 10^3$ Kg/m³. [Si intende che il materiale si trova nella zona compresa tra $r = a$ ed $r = b$, r essendo la distanza dall'asse del cilindro, ovvero il raggio]

a) Quanto valgono la massa M ed il momento di inerzia I del cilindro cavo per rotazioni attorno al suo asse? [Può farvi comodo ricordare che, per una variabile ξ generica, si ha $\int \xi^n d\xi = \xi^{n+1}/(n+1)$; se proprio non riuscite a determinare I , provate a passare ai punti successivi lasciando indicato il momento di inerzia I]

$M = \dots\dots\dots = \dots\dots$ Kg
 $I = \dots\dots\dots = \dots\dots$ Kg m²

b) Questo cilindro cavo viene posto sulla sommità di un piano inclinato, di lunghezza $L = 10$ m ed altezza $h = 5.0$ m (vedi figura), e lasciato andare con velocità iniziale nulla. La superficie del piano inclinato è scabra, e presenta un coefficiente di attrito tale da indurre un moto di **rotolamento puro** (cioè senza slittamenti) per il cilindro cavo. Quanto vale, in modulo, la velocità v_{CM} del centro di massa del cilindro cavo quando questo raggiunge la base del piano inclinato? [Notate che il disegno, che mostra una visione laterale del sistema, non è in scala, essendo i raggi del cilindro molto più piccoli della lunghezza ed altezza del piano inclinato]

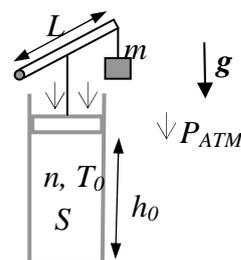


$v_{CM} = \dots\dots\dots \sim \dots\dots$ m/s

c) Una volta arrivato alla base del piano inclinato, il cilindro cavo urta contro una cassa di massa $m = 400$ Kg, inizialmente ferma alla base del piano (vedi figura). Sapendo che, in seguito all'urto, il cilindro si ferma (mentre la cassa acquista una certa velocità), quanto vale l'energia E dissipata nel processo (che evidentemente è non elastico)? [Considerate l'urto come se avvenisse tra **corpi puntiformi!**]

$E = \dots\dots\dots \sim \dots\dots$ J

4. Un contenitore cilindrico di sezione $S = 8.3$ cm², contiene una quantità $n = 1.0 \times 10^{-2}$ moli di gas perfetto monoatomico ed è dotato di un tappo scorrevole in direzione verticale che è collegato meccanicamente, come in figura, con un'asta di lunghezza $L = 20$ cm libera di ruotare attorno ad un suo estremo. Il collegamento è realizzato a metà dell'asta, ed è progettato in modo tale che il tratto di collegamento resti **sempre in direzione verticale** qualsiasi sia l'inclinazione θ dell'asta rispetto all'orizzontale. Tappo, asta e collegamento meccanico hanno **massa trascurabile**, e trascurabili sono anche gli attriti nello scorrimento del tappo e nella rotazione dell'asta.



a) Sapendo che il sistema è in **equilibrio** quando il tappo si trova ad altezza $h_0 = 10$ cm rispetto al fondo del cilindro ed una massa $m = 8.3$ Kg è applicata all'estremità dell'asta, come in figura, quanto vale la temperatura T_0 del gas? [Usate i valori $R = 8.3$ J/(K mole) e $g = 9.8$ m/s² per la costante dei gas perfetti e l'accelerazione di gravità, rispettivamente, e tenete conto della **pressione atmosferica** che agisce sul tappo, di valore $P_{ATM} = 1.0 \times 10^5$ Pa]

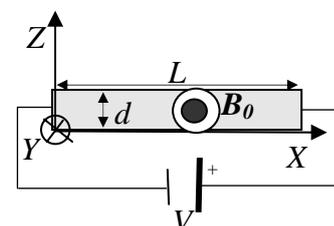
$T_0 = \dots\dots\dots = \dots\dots$ K

b) A questo punto, immaginate che il contenitore venga messo a contatto con una sorgente di calore (un corpo di grande capacità termica); il gas subisce di conseguenza una certa trasformazione termodinamica (**non necessariamente reversibile**). Sapendo che al termine di questo processo la sorgente ha **assorbito dal gas** una quantità di calore $Q = 8.3$ J e che la massa m si è **abbassata** di un tratto $\Delta = 5.0$ cm, quanto vale la temperatura T_1 del gas al termine del processo? [Suggerimento: ricordate che non conoscete la legge della trasformazione, né potete basarvi sul calcolo del volume occupato dal gas; può esservi utile ricordare il valore del calori specifico molare a volume costante per un gas perfetto monoatomico: $c_V = (3/2)R$]

$T_1 = \dots\dots\dots = \dots\dots$ K

----- PARTE 3

5. Una lastra di base **quadrata**, con lato di lunghezza $L = 50$ cm e spessore $d = 5.0$ cm, è fatta di materiale conduttore, di resistività elettrica $\rho_R = 1.0 \times 10^{-2}$ ohm m, ed è poggiata sul piano XY di un dato sistema di riferimento (un vertice coincide con l'origine, come in figura, dove la lastra è rappresentata in sezione). Due facce della lastra sono collegate, come in figura, ad un generatore ideale di differenza di potenziale $V = 10$ V. [Rispondete alle domande supponendo che il sistema abbia raggiunto condizioni stazionarie e trascurate ogni effetto della gravità]



a) Quanto vale la potenza P che il generatore fornisce per far circolare una corrente nella lastra? [Supponete che la corrente fluisca uniformemente all'interno della lastra]

$P = \dots\dots\dots = \dots\dots$ W

b) Supponete ora che la lastra sia interessata da un campo magnetico uniforme di modulo $B_0 = 1.0 \times 10^{-3}$ T diretto lungo il verso negativo dell'asse Y , come indicato in figura. Sapendo che la densità dei portatori di carica (sia positivi che negativi) che costituiscono la corrente è $n = 1.0 \times 10^{20}$ m⁻³, quanto vale e che direzione ha la forza di origine magnetica F_M che agisce su un **singolo** elettrone che appartiene alla corrente? [Usate il valore $e = -1.6 \times 10^{-19}$ C per la carica dell'elettrone]

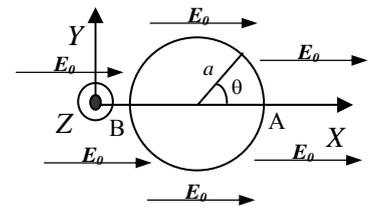
Direzione e verso:

$F_M = \dots\dots\dots = \dots\dots$ N

c) Quanto vale la differenza di potenziale $\Delta\phi = \phi(z=d) - \phi(z=0)$ tra le facce superiore ed inferiore della lastra? [Suggerimento: ricordate il legame tra forza e campo elettrico e notate che la forza è omogenea all'interno della lastra!]

$\Delta\phi = \dots\dots\dots$

6. Un disco di materiale conduttore globalmente scarico, di raggio a e spessore s , è disposto con il suo asse parallelo all'asse Y di un sistema di riferimento. Al di fuori del disco, è presente un campo elettrico esterno (cioè generato in qualche modo!) E_0 **uniforme** diretto lungo l'asse X dello stesso sistema. [Attenzione: in questo esercizio non dovete dare risposte numeriche, ma esprimere i risultati in funzione dei dati noti]



a) Detto θ l'angolo compreso tra l'asse X ed un punto sulla superficie laterale del disco, misurato come indicato in figura, come si scrive la densità superficiale di carica $\sigma(\theta)$ che si viene a trovare, all'equilibrio, sulla superficie **laterale** del disco? [Indicate con ϵ_0 la costante dielettrica del vuoto]

$\sigma(\theta) = \dots\dots\dots$

b) Quanto vale la differenza di potenziale V fra i punti A e B indicati in figura?

$V = \dots\dots\dots$

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, 1/6/2006

Firma: