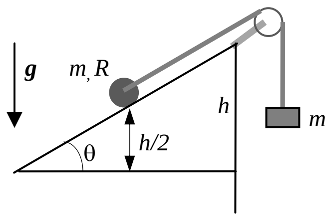
Corso di Laurea Ing. EA – ESAME DI FISICA GENERALE - 16/6/2009

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**

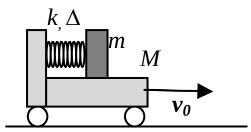
1. Un cilindro pieno e omogeneo di massa m = 1.0 kg e raggio R = 10 cm **rotola senza strisciare** su un piano inclinato di altezza h = 5.0 m che forma un angolo $\theta = \pi/6$ rispetto all'orizzontale. Un giogo di massa trascurabile è collegato all'asse del cilindro in modo tale che questo possa ruotare con attrito trascurabile attorno al suo asse geometrico; al giogo è attaccata una fune inestensibile e di massa trascurabile che, dopo essere passata per la gola di una puleggia di **massa trascurabile** che può ruotare con attrito trascurabile, termina con una massa m = 1.0 kg. Nel suo tratto dal cilindro alla puleggia, la fune è parallela al piano inclinato; la figura rappresenta una visione schematica del sistema. Come già affermato, il cilindro si muove di **rotolamento puro** (il piano presenta un coefficiente di attrito sufficiente perché questo si verifichi), mentre la massa si muove in direzione verticale. La puleggia, avendo massa trascurabile, non partecipa alla dinamica del sistema. [Usate il valore g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità; ricordate che $sin(\pi/6)$ = ½ e $cos(\pi/6) = 3^{1/2}/2$, con $3^{1/2} \sim 1.7$; trascurate ogni forma di attrito eccetto quello necessario al rotolamento puro]



   a) Inizialmente il cilindro è mantenuto "a metà strada" lungo il piano inclinato da una forza esterna ("a metà strada" significa che il punto più basso del cilindro si trova ad altezza $h'=h/2$ rispetto all'orizzontale). Ad un certo istante questa forza viene rimossa istantaneamente, senza fornire alcuna velocità al cilindro. Discutete per bene in brutta se il sistema cilindro+massa rimane fermo o si muove, e specificate in che verso si ha (l'eventuale) movimento. Inoltre, nel caso ci sia movimento, quanto vale, in modulo, la forza di attrito statico F_A tra cilindro e piano? [Ricordate che il moto del cilindro è di rotolamento puro, cioè esso rotola e trasla, e con esso si muove anche la massa m!]
   Discussione: …………………………
   F_A = …………………………………… = ………… N

   b) Quanto vale la velocità v_{CM} del centro di massa del cilindro nell'istante in cui questo raggiunge la sommità , o la base (a seconda che esso si muova verso l'alto o verso il basso), del piano inclinato?
   v_{CM} = …………………………………… ~ ………… m/s

2. Una molla di massa trascurabile e costante elastica $k = 1.0\text{x}10^3$ N/m è montata su un carrellino di massa M = 1.1 kg che può scorrere con attrito trascurabile lungo un binario orizzontale. Inizialmente la molla si trova compressa per un tratto **incognito** Δ a causa di un filo che ne collega gli estremi e un proiettile di massa $m = M/10$ = 0.11 kg si trova appoggiato ad un estremo della molla (l'altro estremo è solidale ad una sponda, rigida, del carrellino), come rappresentato in figura. In queste condizioni iniziali, **l'intero sistema** (carrellino+proiettile) si muove con velocità $\boldsymbol{v}_0$ di modulo 1.0 m/s e direzione orizzontale. Ad un dato istante, il filo viene tagliato e il proiettile viene "sparato" via. In seguito a questo evento, si osserva che il carrellino rallento **fino a fermarsi** completamente. [Trascurate completamente gli attriti sul moto e trascurate gli effetti della **forza peso** sul moto del proiettile, che quindi avviene in direzione orizzontale]



   a) Quanto vale la velocità v del proiettile nell'istante in cui il carrello si ferma? [Considerate bene le grandezze che si conservano nel processo!]
   v = ……………………………………= ……… m/s

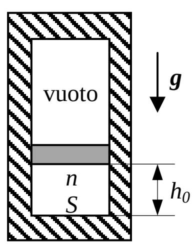
   b) Quanto vale la compressione iniziale Δ della molla? [Notate che, quando il carrello si ferma, la molla si trova alla sua lunghezza di riposo]
   Δ = ……………………………………~ ……… m

-- **PARTE 3**

3. Un disco omogeneo di massa M = 1.0 kg e raggio R = 10 cm si trova a ruotare velocità angolare ω_0 = 27 rad/s attorno ad un perno che passa per il proprio asse geometrico. La rotazione avviene con **attrito trascurabile** (potete supporre che tra perno e disco ci sia un cuscinetto a sfera di dimensioni trascurabili e di attrito altrettanto trascurabile); il perno, che è vincolato ad un pavimento rigido e indeformabile, ha direzione verticale. Quindi il disco si trova a ruotare su un piano orizzontale. Ad un dato istante, un chiodo (praticamente puntiforme) di massa $m = M/4$ = 0.25 kg viene sparato sulla superficie del disco dove **rimane conficcato** in un punto che dista $R' = R/2$ = 5.0 cm dall'asse del disco. Subito prima dell'impatto, il chiodo ha una velocità diretta **verticalmente** (verso il basso) di modulo v_0 = 20 m/s. Si osserva che, durante e dopo l'impatto, il disco (ovvero il sistema disco+chiodo) ruota sempre su un piano orizzontale.
   a) Quanto vale la velocità angolare ω che il **sistema** disco+chiodo assume subito dopo l'urto? [Spiegate bene, in brutta, quali grandezze meccaniche del sistema si conservano]

   ω = …………………………………… = ... rad/s

4. Un recipiente cilindrico indeformabile di sezione S = 8.31 cm^2 è rivestito di materiale **isolante termico**. Al suo interno si trova un tappo di massa m = 10 kg che può scorrere **con attrito trascurabile** in direzione verticale; il tappo, che è a tenuta stagna, divide il volume interno al recipiente in due parti, come schematizzato in figura. Nella parte superiore è fatto il vuoto pneumatico. Nella parte inferiore, invece, si trova un campione di $n = 1.00\text{x}10^{-2}$ moli di gas perfetto monoatomico oltre a una piccola carica esplosiva, di massa e volume trascurabile. Inizialmente il sistema è in equilibrio con il tappo che si trova ad una quota h_0 = 8.31 cm misurata dal fondo del recipiente (vedi figura). [Ricordate che, per un gas perfetto monoatomico, si ha $c_v = 3R/2$; usate il valore R = 8.31 J/(K mole) per la costante dei gas perfetti e g = 9.80 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità]



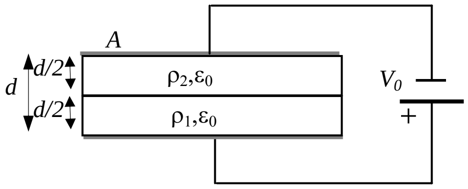
   a) Quanto vale la temperatura T_0 del gas in queste condizioni di equlibrio?
   T_0 = ……………………………………= ……… K

   b) Ad un certo istante, la piccola carica esplosiva fa boom, rilasciando un'energia Q = 98.0 J al gas (considerate trascurabile l'eventuale variazione di volume e di massa dovuta all'esplositone). **Dopo aver atteso un po' di tempo**, il gas ristabilisce una nuova condizione di equilibrio. Quanto vale la quota del tappo h in questa nuova condizione di equlibrio ? [State attenti a considerare il fatto che l'esplosione produce effetti « violenti » sul gas, che quindi evolverà senza passare per stati di equilibrio...]
   h = ……………………………………= ……… cm

c) Quanto vale la variazione di entropia ΔS **del gas** dovuta alla trasformazione conseguente all'esplosione ? [Potrebbe farvi comodo ricordare che $c_P = c_V + R$ e sapere che $ln(48.3/8.3) \sim 1.76$]
ΔS = ……………………………………= ……… J/K

-- **PARTE 4**

5. Un condensatore ad armature piane e parallele è formato da due dischi circolari sottili di materiale ottimo conduttore aventi area $A = 1.0\text{x}10^2$ cm^2 affacciati l'un l'altro a distanza $d = 4.4$ cm (i due dischi sono ovviamente concentrici). Lo spazio fra le due armature è riempito da due cilindri con base di area coincidente con quelle dei dischi e altezza $d' = d/2 = 2.2$ cm. I due cilindri sono fatti di due diversi materiali **debolmente conduttori**, con resistività rispettivamente $\rho_1 = 1.0\text{x}10^5$ ohm m e $\rho_2 = 4\rho_1 = 4.0\text{x}10^5$ ohm m (la costante dielettrica vale $\varepsilon_0 = 8.8\text{x}10^{-12}$ F/m per tutti e due i materiali). Le armature del condensatore sono collegate a un generatore ideale di differenza di potenziale $V_0 = 10$ V collegato come in figura (il polo positivo è sull'armatura "inferiore", che è a contatto con il materiale di resistività ρ_1). [Supponete che le dimensioni del sistema siano tali da **poter trascurare gli effetti ai bordi**, cioè che il campo elettrico sia nullo fuori dal condensatore è diretto assialmente al suo interno]



Vista laterale

a) Quanto vale, all'**equilibrio**, la carica elettrica Q che si trova (se ci si trova!) all'interfaccia tra i due materiali?
Q = …………………………………… = ………… C

b) Quanto valgono e che direzioni e verso hanno i campo magnetici $\boldsymbol{B_1}(r)$ e $\boldsymbol{B_2}(r)$ che si misurano **all'interno** dei due materiali ad una distanza r generica dall'asse del condensatore (la congiungente i centri dei due dischi)? [Supponete condizioni **stazionarie**; **non** usate valori numerici per questa risposta, indicando i parametri **noti** del problema con la loro espressione letterale. Usate μ_0 per la permeabilità magnetica dei materiali, equivalente a quella del vuoto]
Direzione e verso: ……………………………………
$B_1(r)$ =……………………………………
$B_2(r)$ = ……………………………………

c) Quanto vale il flusso del vettore $\boldsymbol{S}$, $\Phi(\boldsymbol{S})$**,** attraverso la **superficie laterale** dell'intero sistema? Notate che il vettore $\boldsymbol{S}$ (noto come vettore di Poynting) è definito come: $\boldsymbol{S} = \boldsymbol{E}\text{x}\boldsymbol{B}/\mu_0$. [Per la soluzione è necessario esprimere il valore del campo elettrico proprio "sul bordo" laterale del condensatore: supponete che esso sia uguale a quello che si misura subito dentro il condensatore; notate l'unità di misura della grandezza considerata]
$\Phi(\boldsymbol{S})$ = …………………………………… = ………… W

d) Supponete ora che ad un certo istante il generatore venga scollegato; in queste condizioni si osserva che il condensatore "si scarica". Quanto vale la costante di tempo di scarica τ?
τ = …………………………………… = ………… μs

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, 16/6/2009 Firma: