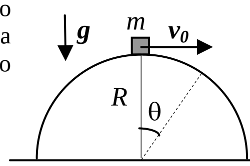
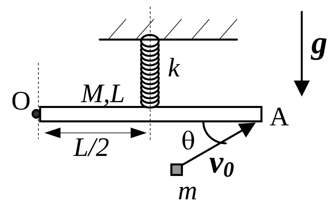
Corso di Laurea Ing. EA – ESAME DI FISICA GENERALE – 16/2/2012

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 oggetto **puntiforme** di massa m = 50 g è **appoggiato** su un profilo che ha la forma di una semicirconferenza di raggio R = 50 cm. L'oggetto, che può scivolare con attrito trascurabile sulla superficie del profilo, è inizialmente fermo sulla sua sommità; a un certo istante viene messo in movimento con una (piccola) **velocità iniziale** diretta tangenzialmente rispetto alla circonferenza, orientata verso la destra della figura e di modulo v_0. [Ricordate che g = 9.8 m/s^2]
   a) Supponendo che l'oggetto rimanga a contatto con la semicirconferenza durante la sua discesa, come si scrive la velocità $v(\theta)$ in funzione dell'angolo θ compreso tra "raggio vettore" che conduce all'oggetto e la verticale? [Come esempio, la figura mostra l'angolo θ per una posizione generica; poiché dovete scrivere una funzione **esplicita** di θ, non dovete usare valori numerici]
   $v(\theta)$ = ……………………………………
   b) Sempre nelle condizioni di cui al punto precedente, cioè supponendo che l'oggetto rimanga sulla semicirconferenza durante la sua discesa, come si scrive il **modulo** della reazione vincolare $N(\theta)$ che il profilo esercita sull'oggetto per una posizione generica θ? [Anche qui dovete scrivere una funzione **esplicita** di θ, e quindi non dovete usare grandezze numeriche. State attenti: l'oggetto si sta muovendo…]
   $N(\theta)$ = ……………………………………
   c) Supponete per questa domanda di sapere che, in modulo, è v_0 = 1.0 m/s. Per questo valore della velocità iniziale, è possibile che nella sua discesa l'oggetto rimanga **sempre**, cioè per ogni valore di θ compreso tra 0 e π/2, a contatto con il profilo? Se questo non si verifica, per quale valore angolare θ' avviene il distacco dell'oggetto dal profilo? Discutete brevemente in brutta e determinate l'eventuale valore di θ'.
   Discussione: ………………………………….
   θ' = …………………………………… ~ ………… rad

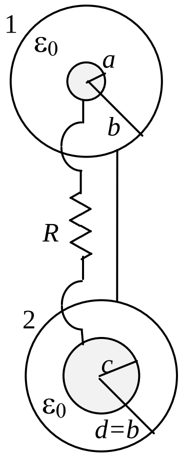


2. Una sottile sbarretta rigida omogenea di massa M = 0.60 kg e lunghezza L = 20 cm è imperniata in modo da poter ruotare con attrito trascurabile su un piano verticale attorno a un asse che passa per un suo estremo (punto O di figura). A metà della lunghezza della sbarretta è vincolato l'estremo di una molla di massa trascurabile e costante elastica k = 10 N/m che ha una certa lunghezza di riposo (non nulla, non nota!). L'altro estremo della molla è inchiodato a un solaio fisso, rigido e indeformabile. Nelle condizioni iniziali del problema la situazione è quella di figura: la sbarretta è in **equilibrio** avendo il suo asse in direzione orizzontale e la molla ha il proprio asse in direzione verticale. [Usate g = 9.8 m/s^2 per l'accelerazione di gravità]
   a) Quanto vale l'allungamento Δ_0 della molla nelle condizioni descritte? Quanto vale, in modulo, la forza F che il perno esercita sulla sbarretta?
   Δ_0 = …………………………………… = ………… m
   F = …………………………………… = ………… N
   b) Supponete ora che a un certo istante un proiettile puntiforme di massa $m = M/6$ = 0.10 kg, dotato di una velocità di modulo v_0 = 0.60 m/s diretta come in figura (l'angolo misurato rispetto all'orizzontale vale θ = π/6) colpisca l'estremo "libero" (il punto A) della barretta e vi rimanga conficcato istantaneamente. Si osserva che, in seguito all'urto, il sistema sbarretta+proiettile conficcato si mette in rotazione attorno al perno O. Discutete per benino, in brutta, quali grandezze meccaniche del sistema si conservano **nel processo di urto** e calcolate la velocità angolare ω del sistema **subito dopo l'urto**. [Ricordate che $sin(\pi/6)$ = ½ e $cos(\pi/6) = 3^{1/2}/2 \sim 0.87$]
   Discussione: ………………………………….
   ω = …………………………………… = ………… rad/s
   c) Si osserva quindi che il sistema sbarretta+proiettile conficcato, messosi in rotazione a causa dell'urto, prosegue il suo movimento fino ad arrestarsi (istantaneamente) quando l'angolo formato tra asse della sbarretta e orizzontale vale ϕ tale che $sin\phi$ = 0.10. Quanto vale, nell'istante in cui il sistema si arresta, l'allungamento Δ' della molla? [Considerate che la molla resta sempre elongata rispetto alla propria lunghezza di riposo; state attenti a usare per bene il suggerimento dato e a considerare la geometria del problema]
   Δ' ~ …………………………………… ~ ………… m
   d) Quanto vale, **approssimativamente**, il modulo dell'accelerazione angolare α' del sistema sbarretta+proiettile conficcato nell'istante in cui esso si ferma (istantaneamente)? [La risposta prevede di fare qualche approssimazione geometrica che dovreste discutere per benino in brutta]
   α' ~ …………………………………… ~ ………… rad/s^2

3. Una certa quantità (incognita) di Elio, un gas monoatomico che può essere considerato perfetto, partecipa ad un ciclo termico composto dalla sequenza di trasformazioni **reversibili**: compressione isoterma A → B, compressione isobara B → C, espansione isoterma C → D, compressione adiabatica D → A. I dati noti del ciclo sono: V_A = 9.00 litri, $V_B = 2V_A/3$ e $V_C = V_B/4$. Si sa inoltre che l'espansione isoterma C → D avviene mantenendo il gas a contatto termico con un termostato costituito da un'enorme massa di acqua e ghiaccio fondente mescolati ed in equilibrio termico fra loro. [Usate R = 8.31 J/(K mole) per la costante dei gas perfetti]
   a) Quanto vale il volume V_D occupato dal gas nel punto D del ciclo?
   V_D = …………………………………… = …….. m^3

b) Sapendo che nell'espansione isoterma C → D viene solidificata una massa m = 100 g di acqua (calore latente di fusione del ghiaccio $\lambda_F = 3.33 \times 10^5$ J/kg), quanto vale il numero di moli n del gas Elio che partecipa alla trasformazione? [Può farvi comodo sapere che $ln(48) \sim 3.87$]
n = …………………………………… ~ …….. moli

4. Un condensatore sferico (che denomineremo 1), costituito da una sfera conduttrice di raggio a = 5.0 mm concentrica a un guscio sferico sottile conduttore di raggio $b = 4a$ = 20 mm, è inizialmente (fase non descritta in figura!) collegato a un generatore di differenza di potenziale ideale V_0 = 1.0 kV. A un dato istante, il generatore viene rimosso istantaneamente e il condensatore viene collegato a un altro condensatore sferico, stavolta di raggio interno $c = 2a$ = 10 mm e raggio esterno $d = b = 4a$ = 20 mm, attraverso un resistore di resistenza R = 1.0 Mohm. Questo secondo condensatore (che denomineremo 2) è inizialmente scarico. Il collegamento avviene come in figura: in sostanza, le due armature "esterne" (i gusci sferici sottili) sono collegati tra loro da un filo di resistenza trascurabile, mentre le due armature interne sono collegate attraverso la resistenza. [Usate $\varepsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12}$ F/m per la costante dielettrica del vuoto; si suppone che la presenza dei fili e del resistore non modifichi la "simmetria" sferica dei due condensatori]



a) Quanto vale la carica Q_{01} che è inizialmente accumulata nel condensatore 1? [Supponete che esso abbia raggiunto condizioni di equilibrio]
Q_{01} = …………………………….. = ... C
b) Quanto valgono le cariche elettriche Q_1 e Q_2 che, dopo un tempo molto lungo (tendenzialmente infinito) da quando i due condensatori sono stati collegati con la resistenza, si trovano accumulate sui due condensatori 1 e 2? [Supponete che dopo tale tempo lunghissimo le condizioni siano di equilibrio]
Q_1 = …………………………….. = ... C
Q_2 = …………………………….. = ... C
c) Quanto vale il tempo caratteristico τ del processo di ridistribuzione delle cariche elettriche tra i condensatori? [Forse vi conviene determinare il "circuito equivalente" del sistema …]
τ = …………………………….. = ... s

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, 16/2/2012 Firma: