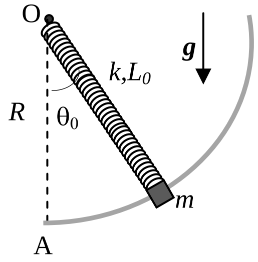
Corso di Laurea Ing. EA – ESAME DI FISICA GENERALE – 16/9/2010

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

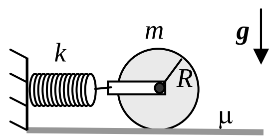
Istruzioni: ***riportate i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegate "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili.*** *Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione*

1. Un anellino (da considerare puntiforme) di massa m = 0.10 kg è vincolato a muoversi lungo una guida che ha la forma di un arco di circonferenza di raggio R = 20 cm, rigida e fissa su un piano verticale. Come rappresentato in figura, una molla, di massa trascurabile, costante elastica k = 4.0 N/m e lunghezza di risposo L_0 = $2R$ = 40 cm, è collegata a un suo estremo all'anellino e all'altro estremo a un chiodo conficcato in una parete verticale nel punto O, che rappresenta il centro di curvatura della guida. Nella situazione da considerare per rispondere alle **sole prime due** domande [quesiti a) e b)], si sa che la guida è **scabra** e presenta **attrito statico** con coefficiente μ (incognito). In queste condizioni l'anellino si trova in **equilibrio** nella posizione indicata in figura (l'angolo θ_0 vale $\pi/6$). [Usate g = 9.8 m/s^2 per l'accelerazione di gravità e ricordate che $sin(\pi/6)$=1/2 e $cos(\pi/6) = 3^{1/2}/2$, con $3^{1/2} \sim 1.73$]



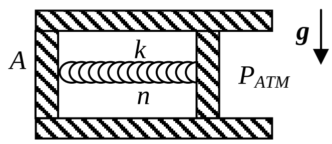
   a) Quanto vale, in modulo, la reazione vincolare N che la guida esercita sull'anellino?
   N = …………………………….. ~ .... N
   b) Quanto deve valere, **al minimo**, il coefficiente di attrito μ affinché ci sia equilibrio? [Per chiarire: "al minimo" vuol dire che per qualsiasi valore uguale o superiore a quello che determinerete si hanno condizioni di equilibrio]
   μ = …………………………….. ~...........
   c) Per questa domanda supponete che **non ci sia alcuna forma di attrito** (la guida è stata perfettamente levigata per magia!) e che l'anellino venga fatto partire, con velocità iniziale nulla, dalla posizione $\theta_0 = \pi/6$. Quanto vale, in modulo, la velocità v con cui l'anellino giunge "al termine" della guida (il punto marcato con A in figura)?
   v = …………………………….. ~........... m/s
   d) Come si modifica la risposta al quesito precedente [quesito c)] nel caso in cui sia presente **attrito dinamico** con un certo coefficiente μ_D (noto)? Discutete per benino in brutta, svolgendo tutte le considerazioni del caso e tenendo presente i vari possibili effetti. [Supponete trascurabile l'attrito statico, anche se questa affermazione è ben poco realistica, e immaginate che di fatto l'anellino scenda lungo l'arco di circonferenza]
   Discussione: …………………………….. θ

2. Un cilindro pieno e omogeneo di raggio R = 50 cm e massa m = 5.0 kg è libero di ruotare **senza attrito** attorno al suo asse, che è collegato come in figura (attraverso un giogo di massa trascurabile) ad una molla di massa trascurabile e costante elastica k = 30 N/m, il cui altro estremo è vincolato ad una parete rigida. Il cilindro è poggiato su un piano orizzontale **scabro** (cioè non liscio!); inizialmente la molla si trova compressa per un certo tratto Δ_0 (rispetto alla lunghezza di riposo) per l'azione di una forza esterna (una manina), che all'istante t_0=0 viene rimossa improvvisamente senza fornire velocità iniziale al cilindro. [A scanso di equivoci, si ricorda che la compressione Δ della molla è intesa come una grandezza positiva, essendo pari alla differenza tra la sua lunghezza di riposo L_0 e la lunghezza "attuale" L, cioè $\Delta = L_0 - L$; usate g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità]



   a) Discutete in quali condizioni il sistema conserva la propria energia meccanica, stabilendo, in particolare, quale relazione deve esistere tra entità della compressione iniziale Δ_0 e coefficiente di attrito statico μ del piano affinché ciò si verifichi.
   Discussione: ………………………….
   b) Supponete ora che il coefficiente di attrito statico sia μ = 0.20 e che la compressione iniziale sia Δ_0 = 40 cm. Quanto vale la velocità v_{CM} del centro di massa del cilindro nell'istante in cui la molla torna ad assumere (per la prima volta) la propria lunghezza di riposo? [Occhio: valutate per bene che tipo di moto compie il cilindro, tenendo anche presente la risposta che avete fornito al quesito precedente. Notate inoltre che, quando la molla assume la propria lunghezza di riposo, il sistema è in equilibrio. Nella soluzione non dovreste aver bisogno di considerare l'eventuale attrito dinamico tra piano e cilindro, che potete considerare trascurabile]
   v_{CM} = …………………………………… = ………… m/s
   c) In quale istante t si verifica la condizione di cui al punto precedente, cioè la molla assume per la prima volta la propria lunghezza di riposo?
   t = …………………………………… = ………… s

3. Una quantità n = 1.00 moli di gas perfetto monoatomico è contenuta in un recipiente cilindrico con area di base A = 10.0 cm^2 che ha pareti **impermeabili al calore** ed è dotato di un tappo scorrevole con attrito trascurabile nella direzione dell'asse del cilindro. Una molla, di massa trascurabile, lunghezza di riposo **nulla** e costante elastica k = 40.0 N/m, è collegata tra la parete di base del recipiente e il tappo, secondo quanto mostrato in figura. Notate che il tappo si muove in direzione orizzontale e che all'esterno del recipiente insiste la pressione atmosferica P_{ATM} = 1.00x10^5 Pa. Inizialmente il gas occupa un volume V_0 = 10.0 litri; quindi, attraverso un riscaldatore interno al recipiente, ad esso viene somministrata un quantità di calore Q = 1.00x10^4 J. La somministrazione avviene lentamente. Ad un dato istante, si osserva che il volume è diventato $V' = 2V_0$. [La costante dei gas perfetti vale R = 8.31 J/(K mole); fate attenzione che la condizione considerata potrebbe non essere di equilibrio]



   a) Quanto vale il lavoro L compiuto **dal gas** nel processo?

L = ……………………………… = ……. J

b) Quanto valgono la temperatura del gas all'inizio, T_0, e quella T', misurata quando il volume è V'? [Dato che la condizione potrebbe non essere di equilibrio, **non** potete applicare l'equazione di stato dei gas perfetti per le condizioni di equilibrio]

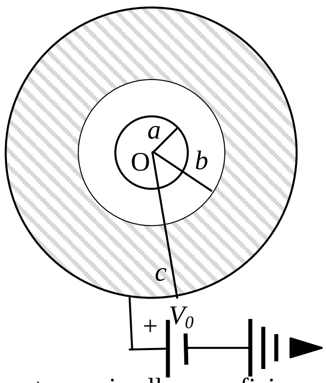
T_0 = ……………………………… = ……. K.

T' = ……………………………… = ……. K.

c) Quanto vale la variazione di entropia ΔS del gas nel processo?

ΔS = …………………………………… = ……… J/K

4. Un dispositivo elettrico è costituito da una superficie sferica (un guscio molto sottile) di raggio a = 5.0 mm concentrica a un guscio **spesso**, di raggio interno $b = 2a$ =10 mm e raggio esterno $c = 2b$= 20 mm. Superficie sferica e guscio sono entrambi fatti di materiale **ottimo conduttore**; lo spazio in $r<a$, $a<r<b$, $r>c$ è vuoto. La superficie sferica di raggio $r=a$ possiede una carica q = 5.0x10^{-11} C distribuita uniformemente, mentre il guscio sferico è inizialmente scarico. Ad un certo istante il guscio sferico viene collegato al polo positivo di un generatore di differenza di potenziale V_0 = 50 V, il cui polo negativo è collegato a **terra**, come rappresentato in figura. [Usate ε_0 = 8.8x10^{-12} F/m per la costante dielettrica del vuoto]



a) Quanto vale, in condizioni stazionarie (all'equilibrio), il **potenziale elettrico** ϕ_0 che si misura al centro del sistema, ovvero nel punto r=0? [Si intende che il potenziale elettrico equivale alla differenza di potenziale tra la posizione indicata e un punto a potenziale nullo]

ϕ_0 =: …………………… = ……….. V

b) Quanto valgono le cariche elettriche Q_b e Q_c che, in condizioni stazionarie (di equilibrio), vengono a trovarsi sulle superfici del guscio di raggio rispettivamente $r=b$ e $r=c$?

Q_b = …………………………….. = ………. C

Q_c = …………………………….. = ………. C

c) Quanto vale il lavoro L_g che il generatore deve compiere per portare il sistema in condizioni stazionarie? [Si intende che tale lavoro è calcolato dall'istante in cui il generatore viene collegato a un istante futuro estremamente lontano nel tempo, e che si trascurano eventuali effetti di irraggiamento]

L_g = ……………………………. ~ …………. J

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, 16/9/2010 Firma: