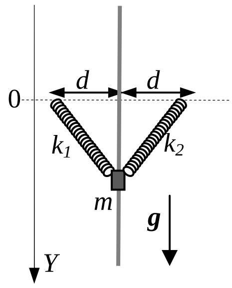
Corso di Laurea Ing. EA – ESAME DI FISICA GENERALE - 28/6/2012

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*

--- *PARTE 1*

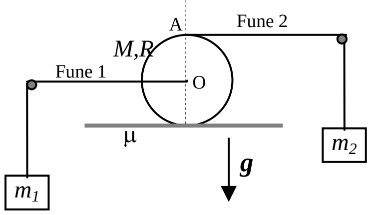
1. Un manicotto (puntiforme!) di massa m = 2.0 kg è vincolato a scorrere con attrito trascurabile lungo una guida rigida (un tondino) disposta in direzione verticale (asse Y, orientato verso il basso come in figura). Il manicotto è attaccato alle estremità di due molle che hanno entrambe lunghezza di riposo **trascurabile** (in pratica, L_0=0!) e costanti elastiche k_1 = 28 N/m e k_2 = 70 N/m. Gli altri estremi delle due molle sono attaccati a delle pareti rigide e indeformabili, in due punti collocati simmetricamente rispetto al tondino a distanza d = 1.0 m da esso: il punto di attacco delle due molle è alla stessa quota verticale dell'origine del riferimento (vedi figura). [Usate g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità]



   a) Quanto vale la posizione di equilibrio y_{EQ} del manicotto? Quanto vale e come è diretta la forza di reazione vincolare $\mathbf{N}_{EQ}$ che il tondino esercita sul manicotto quando questo si trova in posizione di equilibrio? [Dovete esprimere la posizione di equilibrio rispetto all'asse Y di figura]
   y_{EQ} = …………………………………… = ……… m
   N_{EQ} = …………………………………… = ……… N
   Direzione e verso: ………………………
   b) Supponete ora che il manicotto si trovi inizialmente fermo nella posizione di equilibrio e che a un certo istante esso riceva un "colpettino" che gli fornisce una velocità iniziale v_0 diretta **verso l'alto.** Si osserva che il manicotto, messo così in moto, si arresta (istantaneamente!) quando raggiunge la posizione y = 0. Quanto vale v_0? [Usate il riferimento dato e ricordate che gli attriti sono trascurabili!]
   v_0 = …………………………………… = ……… m/s
   c) Quanto vale l'intervallo di tempo Δt necessario perché il manicotto, partendo dalla posizione di equilibrio con la velocità $\mathbf{v_0}$ di cui al punto precedente, raggiunga (per la prima volta) la posizione y = 0?
   Δt = …………………………………… = ……… s

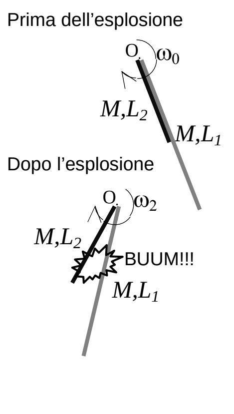
--- *PARTE 2*

2. Un cilindro omogeneo di massa M = 4.0 kg e raggio R = 80 cm è appoggiato su una superficie piana **scabra** orizzontale, che presenta un coefficiente di attrito statico μ = 0.50. Al cilindro sono collegate due funi: una (Fune 1 in figura), è attaccata all'asse del cilindro (O in figura) e termina, dopo essere passata attorno a un perno fisso (che non offre alcun attrito e non ci sta a fare nulla…) su una massa m_1 = $M/2$ = 2.0 kg libera di muoversi in direzione verticale. Anche l'altra fune, indicata con 2 in figura, passa per un perno e termina con una massa, che stavolta si chiama m_2 (**incognita)**, libera di muoversi.



   Come indicato in figura, la fune 2 è attaccata al punto A, che si trova sulla periferia del cilindro, all'intersezione tra questa e la verticale tracciata dal contatto tra cilindro e piano. Le condizioni di figura sono **di equilibrio**, cioè tutto è fermo. [Usate g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità]
   a) Quanto vale il modulo della forza di attrito F_A che si determina al contatto tra cilindro e piano?
   F_A = …………………………………… = ……… N
   b) Supponete ora che a un dato istante la fune 2 venga improvvisamente tagliata (senza fornire velocità iniziale ad alcun elemento): ovviamente in queste nuove condizioni il sistema non è più in equilibrio. Quanto vale, in modulo, l'accelerazione a_1 con cui la massa m_1 comincia a muoversi verso il basso subito dopo il taglio della fune? [Dovete spiegare **bene**, in brutta, quale procedimento adottate e giustificare le varie affermazioni!]
   a_1= …………………………………… = …….. m/s^2

3. Un sistema è costituito da due sbarrette molto sottili (praticamente dei segmenti…), omogenee, che hanno la stessa massa M = 1.0 kg e lunghezza l'una il doppio dell'altra (L_1 = 20 cm, L_2 = $L_1/2$ = 10 cm). Le due sbarrette sono imperniate ai loro estremi sullo stesso perno O in modo da poter ruotare **con attrito trascurabile** su un piano **orizzontale**. Inizialmente le due sbarrette si trovano "a contatto" ed entrambe ruotano con la stessa velocità angolare ω_0 = 2.0 rad/s. A un dato istante una piccola carica esplosiva di massa trascurabile, collocata "fra le sbarrette", viene fatta brillare: in conseguenza di questa esplosione si osserva che la sbarretta 1 **si arresta**.



   a) Discutete per bene, in brutta, quali grandezze meccaniche del sistema si conservano nel processo considerato, e spiegate il perché. Inoltre determinate la velocità angolare ω_2 della sbarretta 2 subito dopo l'esplosione.
   Discussione: …………………………….

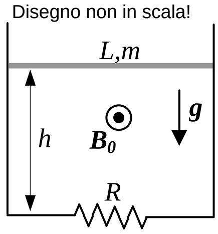
ω_2 = …………………………………… = ……… rad/s

b) Assumendo che tutta l'energia dell'esplosione serva per modificare la velocità delle sbarrette (non ci sono dispersioni per calore, o altro), quanto vale l'energia E liberata nell'esplosione?
E = …………………………………… = …….. J

-- *PARTE 3*

4. Una barretta di lunghezza L = 10 cm e massa m = 0.10 kg, fatta di materiale ottimo conduttore, può scorrere con **attrito trascurabile** in direzione verticale mantenendosi in contatto elettrico con due guide ottime conduttrici, fisse, rigide e disposte verticalmente, collegate tra loro da un resistore R = 0.10 ohm come indicato in figura. In questo modo la barretta costituisce il "lato mobile" di una "spira conduttrice" la cui resistenza elettrica è R. Un campo magnetico esterno, uniforme e costante, insiste sulla regione di interesse. Tale campo magnetico ha modulo B_0 = 1.0 T, direzione ortogonale al foglio e verso uscente da esso (vedi figura). Inizialmente la sbarretta si trova ferma a una certa quota h = 4.0 m e da qui viene lasciata scendere con velocità iniziale nulla. [Usate g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità]

Disegno non in scala!



a) Per effetto del moto di discesa della barretta, nella spira con lato mobile viene indotta una corrente. Discutete **per bene**, in brutta, che verso ha tale corrente e spiegate perché.
Discussione: ……………………………
b) Detta v la velocità della barretta (misurata rispetto a un asse verticale orientato verso il basso), come si esprime l'intensità di corrente $I(v)$ che circola nella spira? [In sostanza dovete scrivere una **funzione** che leghi matematicamente l'intensità di corrente I alla velocità della barretta v. Non usate valori numerici!]
$I(v)$ = ……………………………………
c) Come si scrive l'accelerazione a, ovvero l'equazione del moto, della barretta? [Usate un riferimento verticale orientato verso il basso e scrivete una **funzione** dei parametri letterali del problema, senza usare valori numerici]
a = ...
d) Discutete per bene, in brutta, che tipo di moto compie la barretta, tenendo conto dell'equazione del moto scritta al punto precedente e di tutte le altre considerazioni che possono venirvi in mente. [Notate che gli attriti **di tipo meccanico** si possono supporre trascurabili]
Discussione: ....

--- *TERMODINAMICA (OPZIONALE)*

5. Un campione di n = 9.8x10^{-3} moli di gas perfetto monoatomico si trova all'interno di un recipiente cilindrico che ha area di base S = 0.98 cm^2 ed è dotato di pareti indeformabili che formano un'intercapedine riempita con una grande quantità di acqua e ghiaccio fondente. In particolare, la parete "interna" è perfettamente trasparente al calore, mentre quella esterna è praticamente impermeabile al calore: in questo modo si ottiene che il gas è a contatto termico con il ghiaccio fondente e lo scambio di calore con il "mondo esterno" può essere considerato trascurabile. Nel recipiente può scorrere, in direzione verticale (la direzione dell'asse del cilindro) e con attrito trascurabile, un tappo di massa m (incognita) che suddivide il volume del recipiente in due regioni: in quella "di sotto" si trova il gas, mentre in quella "di sopra" è fatto il vuoto pneumatico. Inizialmente la regione occupata dal gas ha altezza h_0 = 10 cm e le condizioni sono di **equilibrio**. [Usate g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità e R = 8.3 J/(K mole) per la costante dei gas perfetti]

a) Quanto deve valere la massa m del tappo?
m = ………………………………… = ...…. kg
b) Supponete ora che, all'interno del gas, avvenga a un certo istante una qualche reazione chimica che comporta un'esplosione in cui viene liberata una certa quantità di calore Q_{ESPL} (incognita). Dopo un certo tempo, necessario perché il gas raggiunga una nuova condizione di equilibrio, si osserva che una quantità ΔM = 20 g di ghiaccio si è fusa all'interno dell'intercapedine. Quanto vale la nuova altezza h' della regione occupata dal gas dopo che il sistema ha nuovamente raggiunto l'equilibrio? Quanto vale il calore Q_{ESPL}? [Supponete che l'esplosione **non** modifichi il numero di moli del gas; usate il valore λ_F = 3.0x10^5 J/kg per il calore latente di fusione del ghiaccio e considerate che la massa iniziale di ghiaccio fondente è molto maggiore di ΔM; state attenti ai trabocchetti e discutete per benino in brutta!]
h' = …………………………………… = …….. m
Q_{ESPL} = …………………………………… = …….. J
c) Quanto vale la variazione di entropia ΔS dell'intero sistema (gas + acqua e ghiaccio fondente) nel processo sopra considerato?
ΔS = …………………………………… = …….. J/K

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, 28/6/2012 Firma: