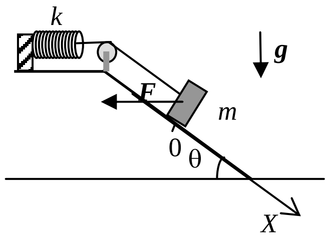
Corso di Laurea Ing. EA – ESAME DI FISICA GENERALE – 13/1/2012

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

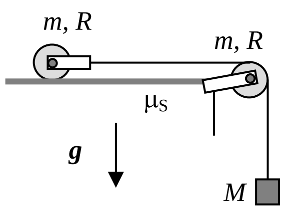
Istruzioni: ***riportate i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegate “brutte copie” o altri documenti che ritenete utili.*** *Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione*

1. Un blocchetto **puntiforme** di massa m = 5.0 kg può scorrere su un piano inclinato che forma un angolo $\theta = \pi/6$ rispetto all’orizzontale. Il blocchetto è attaccato, tramite una corda inestensibile di massa trascurabile, a una molla di costante elastica k = 49 N/m il cui altro estremo è vincolato ad muretto fisso, rigido e indeformabile. La figura rappresenta schematicamente il sistema considerato (la piccola puleggia attorno a cui passa la corda ha massa trascurabile e **non** partecipa alla dinamica del sistema). Supponete trascurabile ogni forma di attrito. Per la soluzione del problema dovete usare il riferimento (asse X) indicato in figura: esso è diretto come il piano inclinato e orientato verso il basso. Inoltre, esso è centrato nella posizione che sarà identificata nel seguito dell’esercizio. [Usate il valore g = 9.8 m/s^2 per l’accelerazione di gravità e ricordate che $sin(\pi/6)$ = ½ e $cos(\pi/6) = 3^{1/2}/2 \sim 0.87$]



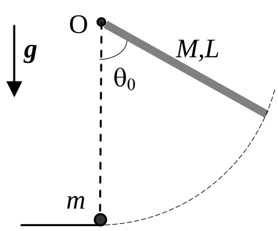
   a) Inizialmente una forza esterna ***F*** di direzione orizzontale, verso come in figura e modulo incognito, è applicata al blocchetto. In queste condizioni il sistema è in **equilibrio** e la molla è alla propria **lunghezza di riposo.** Quanto vale il modulo F della forza esterna? [Notate che la lunghezza di riposo L_0 della molla non si conosce, ma è comunque diversa da zero]
   F = …………………………………… ~ ………… N
   b) Supponete ora che la forza esterna ***F*** venga rimossa in modo istantaneo: come si scrive l’equazione del moto $a(x)$ del blocchettino in queste condizioni? **Dovete** usare il riferimento stabilito prima, centrandolo, cioè ponendo la sua origine, nella posizione di cui al punto precedente, quella in cui **la molla si trova alla propria lunghezza di riposo**. [Non usate valori numerici per questa risposta, ma limitatevi a scrivere una **funzione** della posizione generica x del blocchetto, nella quale compaiano i simboli letterali con cui si identificano le grandezze note del problema]
   $a(x)$ = ……………………………………
   c) In seguito alla rimozione della forza esterna ***F***, si osserva che il blocchettino prende a scendere lungo il piano inclinato (immaginate che la sua lunghezza sia tale che il blocchettino non raggiunge la base del piano inclinato), finché a un certo istante si ferma. Quanto vale la distanza d che esso percorre sul piano inclinato prima di fermarsi?
   d = …………………………………… = ………… m
   d) Quanto vale l’accelerazione a del blocchetto quando questo si ferma (avendo percorso la distanza d)? [Indicate anche il segno rispetto al riferimento usato]
   a = …………………………………… = ………… m/s^2

2. Un rullo, costituito da un cilindro pieno **omogeneo** di massa $m = 5.0 \times 10^{-1}$ kg e raggio R = 10 cm, può muoversi di **rotolamento puro** (senza strisciamento) su un piano orizzontale scabro dotato di coefficiente di attrito μ_S = 0.50. Il rullo è dotato di un giogo, di massa trascurabile, che ne consente la rotazione (attorno al proprio asse) con attrito trascurabile; una fune inestensibile e di massa trascurabile è collegata al giogo. Dopo essere passata per la gola di una puleggia, costituita da un cilindro analogo al precedente che può ruotare senza attrito attorno al proprio asse, la fune termina con una massa M = 1.0 kg, libera di muoversi in direzione verticale (vedi figura). La fune **non slitta** sulla gola della puleggia. [Usate il valore g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell’accelerazione di gravità]



   a) Inizialmente il rullo è tenuto fermo da una causa esterna che poi viene rimossa ed il rullo si mette quindi in movimento. Quanto vale la velocità v_{CM} che possiede il suo centro di massa dopo uno spostamento Δs = 5.0 m? [Osservate che il rullo si muove di rotolamento puro e che la fune non slitta sulla puleggia!]
   v_{CM} = …………………………………… = ………… m/s
   b) Quanto vale la forza di attrito F_A che si esercita tra piano orizzontale e rullo in condirzioni di rotolamento puro? Commentate in brutta sulla possibilità che le condizioni del problema conducano davvero al rotolamento puro.
   F_A = …………………………………… = ………… N
   Commento: ……………………………………

3. Un’asta sottile e omogenea di massa M = 0.10 kg e lunghezza L = 30 cm è imperniata a un suo estremo (O in figura) in modo da poter ruotare su un piano verticale con **attrito trascurabile**. Inizialmente l’asta viene mantenuta ferma nella posizione di figura (l’angolo rispetto alla verticale vale $\theta_0 = \pi/3$) da una qualche causa esterna che a un dato istante viene improvvisamente rimossa: l’asta si mette dunque in movimento con velocità angolare iniziale nulla. [Usate g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell’accelerazione di gravità e ricordate che $cos(\pi/3)$=1/2 e $sin(\pi/3) = 3^{1/2}/2 \sim 0.87$]

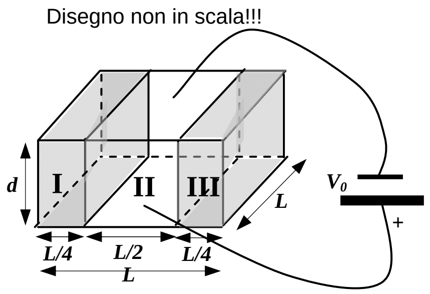


   a) Quanto vale la velocità angolare ω dell’asta quando essa passa per verticale (θ=0)?
   ω = …………………………………… = ……… rad/s
   b) Supponete ora che, esattamente quando l’asta passa per la posizione di equilibrio, il suo estremo “in basso” (quello non imperniato) urti **elasticamente** un oggetto puntiforme di massa $m = M/6$ il quale, essendo inizialmente fermo, è libero di muoversi su un piano orizzontale in seguito all’urto**.** Discutete per bene, in brutta, quali grandezze si conservano nell’urto e calcolate la velocità angolare ω’ dell’asta **subito dopo** l’urto.
   Discussione: ……………………………………

ω'= …………………………………… = ……… rad/s

4. 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 $\lambda_F = 3.33\text{x}10^5$ J/kg), quanto vale il numero di moli n del gas Elio che partecipa alla trasformazione? [Può farvi comodo sapere che $ln(48)$ ~ 3.87]
   n = …………………………………… ~ …….. moli

5. Un condensatore ad armature piane e parallele è formato da due armature quadrate, di lato L = 10 cm, affacciate una di fronte all'altra a una distanza d = 1.0 mm (come si vede, la geometria è tale da poter trascurare gli "effetti ai bordi" e ritenere "piana" la simmetria del problema). Tra le armature si trovano due elementi di materiale debolmente conduttore omogeneo, dotato di resistività $\rho_C = 1.0\text{x}10^4$ ohm m. I due elementi, che hanno la forma di parallelepipedi di altezza d, larghezza $L/4$ e profondità L, sono disposti come rappresentato in figura (zone ombreggiate): in pratica, essi toccano le due armature nel senso dell'altezza, riempono completamente lo spazio tra le armature nel senso della profondità, e parzialmente nel senso della larghezza, dove si osserva che rimane vuota di materiale una regione di larghezza $L/2$ (simmetrica rispetto alla mezzeria del sistema). La presenza dei due elementi di materiale debolmente conduttore determina quindi una suddivisione in tre regioni dello spazio fra le armature: le regioni I e III (vedi figura) sono piene di materiale, la regione II è vuota. Il condensatore è collegato a un generatore ideale di differenza di potenziale $V_0 = 1.0\text{x}10^2$ V come mostrato in figura.



   a) Quanto vale, in modulo, il campo elettrico E_I, E_{II}, E_{III} che si misura in condizioni stazionarie (di equilibrio) nelle tre regioni di spazio? [**Spiegate per bene** in brutta il procedimento adottato]
   E_I = …………………………………… = ……. V/m
   E_{II} = …………………………………… = ……. V/m
   E_{III} = …………………………………… = ……. V/m
   b) Quanto vale la potenza P erogata dal generatore in condizioni stazionarie (di equilibrio)?
   P = …………………………………… = ……… W
   c) Supponete ora che a t_0 = 0 il generatore venga istantaneamente disconnesso dal condensatore (dopo che questo era stato "caricato" fino a raggiungere condizioni stazionarie – di equilibrio). Quanto vale, in modulo, la differenza di potenziale V' che si misura tra le armature all'istante t' = 88 ns? [Usate $\varepsilon_0 = 8.8\text{x}10^{-12}$ F/m per la costante dielettrica del vuoto, che vale per tutti gli elementi del sistema, e ricordate cosa significa il prefisso "n" nell'unità di misura! Per il segno della carica, considerate l'armatura originariamente collegata al polo positivo del generatore]
   V' = …………………………………… ~ ……… V

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, 13/1/2012 Firma: