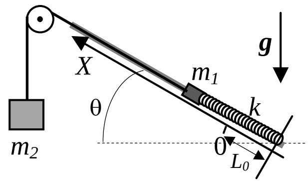
Corso di Laurea Ing. E-A – ESAME DI FISICA GENERALE - 8/6/2012

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 $m_1 = m = 0.10$ kg è vincolato a scorrere con attrito trascurabile lungo una guida fissa e rigida (un tondino) che forma un angolo $\theta = \pi/6$ rispetto all'orizzontale. Il manicotto è solidale all'estremo di una molla di massa trascurabile, costante elastica $k = 4.9$ N/m e lunghezza di riposo L_0 (incognita), il cui altro estremo è fissato a un muretto che sorge alla base del piano inclinato. Al manicotto è anche attaccato il capo di una fune inestensibile e di massa trascurabile il cui altro capo è vincolato a una massa $m_2 = 2m = 0.20$ kg libera di muoversi in direzione verticale.



Come si vede in figura, la fune passa per la gola di una puleggia **di massa trascurabile** che scorre con attrito trascurabile attorno al proprio asse. Per la soluzione del problema fate riferimento a un asse X parallelo al tondino, orientato verso l'alto e centrato in modo tale che, quando il manicotto si trova nella posizione $x = 0$, la molla assume la propria lunghezza di riposo. [Usate $g = 9.8$ 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 $3^{1/2} \sim 1.73$. Ovviamente l'asse della molla e il tratto di fune dal manicotto alla puleggia hanno la stessa direzione del tondino]

a) Qual è la posizione di equilibrio x_{EQ} del manicotto? [Esprimetela rispetto al sistema di riferimento dato]
x_{EQ} = …………………………………… = ……… m

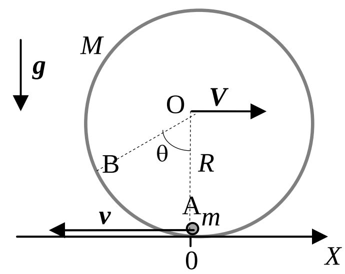
b) Come si scrive la funzione $T(x)$ che esprime il modulo della tensione della fune per una posizione (generica) x del manicotto? [Fate sempre uso del riferimento dato e **non** usate valori numerici]
$T(x)$ = ……………………………………

c) Supponete che il manicotto venga spostato dalla posizione di equilibrio x_{EQ} determinata prima fino alla posizione $x_0 = 0$ per qualche causa esterna (una manina) che, a $t_0 = 0$, viene rimossa istantaneamente lasciando il manicotto libero di muoversi con velocità iniziale nulla. Quanto vale la coordinata massima x_{MAX} che il manicotto raggiunge nel corso del moto successivo?
x_{MAX} = …………………………………… = …….. m

d) In quale istante t' viene raggiunta (per la prima volta) la coordinata x_{MAX} di cui sopra?
t' = …………………………………… ~ …….. s

--- *PARTE 2*

2. Un sistema è costituito da un "cerchione di bicicletta" (un guscio cilindrico **omogeneo** di spessore praticamente trascurabile), che ha raggio $R = 70$ cm e massa $M = 0.20$ kg, e da un corpo puntiforme di massa $m = M/5 = 4.0\text{x}10^{-2}$ kg. Il cerchione può ruotare senza strisciare (rotolamento puro) su una strada orizzontale, mentre il corpo puntiforme, che si trova appoggiato sulla superficie "interna" del cerchione (vedi figura), può scivolarvi sopra con **attrito trascurabile**. A un dato istante, la configurazione è quella di figura: il corpo puntiforme, che si trova nel punto più basso del cerchione (indicato con A in figura, nel seguito si farà riferimento alla situazione che si ha in questo istante come "configurazione A"), si muove con una velocità $\boldsymbol{v}$ diretta orizzontalmente verso la sinistra della figura; il centro di massa del cerchione (che sta facendo un moto di rotolamento rispetto alla strada) si muove con velocità $\boldsymbol{V}$ verso la destra della figura.

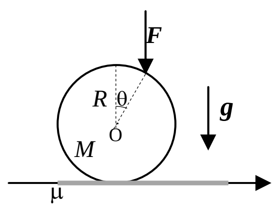


I moduli di queste velocità sono incogniti. A un istante successivo si osserva che entrambi gli oggetti (corpo puntiforme e cerchione) si arrestano istantaneamente: quando questo si verifica, il corpo puntiforme si viene a trovare, **relativamente al cerchione**, nella posizione indicata con B in figura. L'angolo indicato, misurato rispetto alla verticale, vale $\theta = \pi/3$. [Usate $g = 9.8$ m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità. Ricordate che $\cos(\pi/3) = ½$ e $\sin(\pi/3) = 3^{1/2}/2$ con $3^{1/2} \sim 1.73$; ai fini della soluzione supponete che la forza di attrito necessaria per il rotolamento puro del cerchione sia trascurabile]

a) Quanto vale lo spostamento ΔX del centro di massa **del cerchione** quando il corpo puntiforme passa dalla posizione A a quella B? [Esprimete lo spostamento usando l'asse indicato in figura, orizzontale e orientato verso la destra]
ΔX = …………………………….. ~ .... m

b) Quanto valgono le velocità v e V del corpo puntiforme e del cerchione misurate nell'istante della "configurazione A"?
v = …………………………….. ~........... m/s
V = …………………………….. ~........... m/s

3. Un cilindro pieno e omogeneo di massa $M = 5.0$ kg e raggio $R = 80$ cm si trova fermo e appoggiato su un pavimento orizzontale **scabro**, che presenta un coefficiente di attrito statico $\mu = 0.20$. A un dato istante, sulla superficie laterale del cilindro, nel punto indicato in figura, viene applicata una forza verticale $\boldsymbol{F}$ diretta verso il basso, e di modulo $F = 45$ N: l'angolo indicato in figura, compreso tra il "raggio vettore" che porta al punto di applicazione della forza e la verticale, vale $\theta = \pi/6$. [Usate $g = 9.8$ 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 $3^{1/2} \sim 1.73$]



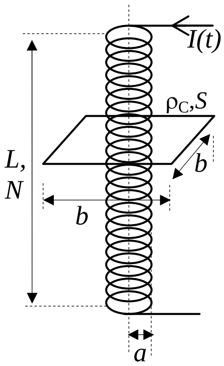
a) Supponendo che il moto dovuto all'applicazione della forza $\boldsymbol{F}$ sia di **rotolamento puro**, quanto vale l'accelerazione a_{CM} del centro di massa del cilindro subito dopo l'applicazione della forza $\boldsymbol{F}$?
a_{CM} = …………………………………… = ……… m/s^2

b) Verificate, discutendo per bene il problema in brutta, se il moto ha davvero caratteristiche di rotolamento puro, come supposto nel punto precedente, oppure no.

Verifica e discussione: ……………………………………

PARTE 3

4. Un solenoide di lunghezza L = 1.0 m e raggio a = 2.0 cm (dunque con $a<<L$, per cui si può ritenere che esso si comporti in modo “ideale”), composto da N = 1000 spire, è collegato a un generatore che eroga una corrente variabile nel tempo. In particolare, l’intensità di corrente $I(t)$ è pari a I_0 = 2.0 A per $t_0<t$ e quindi cresce **linearmente** con il tempo fino a **raddoppiare** all’istante t_0+T , con T = 10 s, per poi rimanere costantemente a tale valore per $t>t_0+T$. Come mostrato in figura (non in scala!), il solenoide attraversa la superficie di un quadrato delimitato da un filo elettrico di sezione S = 1.0 mm^2 (fatto di materiale “debolmente conduttore”, con resistività ρ_C = 1.0x10^{-5} ohm m) che forma una spira quadrata di lato b = 10 cm. Il piano su cui giace la spira è ortogonale all’asse del solenoide e la spira è concentrica al solenoide stesso. [Usate μ_0 = 4πx10^{-7} T A/m per la costante di permittività magnetica del vuoto]



Disegno non in scala!!!

a) Quanto vale la resistenza elettrica R della spira?
R = …………………………………… ~ ……… ohm
b) Quanto vale l’intensità di corrente $I_S(t)$ indotta nella spira? Dovete trovarne l’espressione ai diversi istanti (prima, durante e dopo la variazione di corrente nel solenoide), senza usare i valori numerici, ma facendo riferimento ai dati noti del problema indicati con i loro simboli “letterali”.
$t<t_0 : I_S(t)$ = …………………………..
$t_0<t<t_0+T : I_S(t)$ = …………………………..
$t>t_0+T : I_S(t)$ = …………………………..
c) Quanto vale l’**energia** “dissipata” per effetto Joule nella spira, E_J, nell’intervallo di tempo $t_0<t<t_0+T$, cioè nel tempo in cui il generatore varia la corrente che fluisce nel solenoide? [Occhio: chiedo un’energia, non una potenza!]
E_J = ………………………….. = ……… J

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, 8/6/2012 Firma: