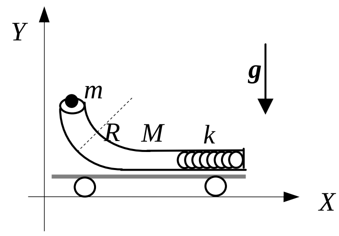
Corso di Laurea Ing. EA – ESAME DI FISICA GENERALE - 10/6/2010

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*

--- *PARTE 1/2 (MECCANICA PUNTO E SISTEMI)*

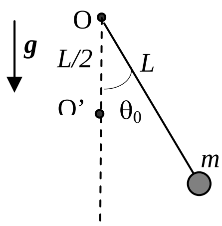
1. Un tubo (cavo) che ha la forma di un arco di circonferenza di raggio R = 30 cm seguito da un tratto orizzontale, è montato su un carrellino che può muoversi con **attrito trascurabile** nella direzione X (**orizzontale**) di un piano rigido e indeformabile. La massa complessiva del sistema tubo+carrellino (più ruote e quant'altro!) è M = 1.0 kg. L'estremità del tubo rivolta verso "l'alto" (vedi figura) è aperta; l'altra estremità è chiusa e una molla di costante elastica k = 9.8 N/m e massa trascurabile è saldata al tappo di chiusura, in modo che il suo asse sia orizzontale e che la sua estremità libera sia disposta come in figura. Inizialmente il carrellino è fermo. Ad un dato istante una pallina (puntiforme) di massa $m = M/2$ = 0.50 kg viene lasciata cadere, con velocità iniziale nulla, dall'estremità superiore del tubo (in figura si rappresenta questa condizione iniziale del problema). La pallina penetra nel tubo, dove si muove con **attrito trascurabile**, giungendo sull'estremità libera della molla, che dunque viene compressa. Le domande che seguono si riferiscono all'istante in cui la molla raggiunge la **massima compressione.** [Considerate **trascurabile la sezione del tubo**; usate g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità]



Disegno non in scala!!!!
(in particolare, la sezione del tubo deve ritenersi trascurabile)

   a) Quanto valgono, componente per componente, gli spostamenti Δx_{CM} e Δy_{CM} del **centro di massa del sistema** costituito da pallina+tubo+carrellino che si misurano tra l'istante iniziale (quando tutto è fermo) e l'istante "finale" (quando la molla raggiunge la massima compressione)? [Riferitevi al sistema cartesiano di figura]
   Δx_{CM} = …………………………………… = ………. m
   Δy_{CM} = …………………………………… = ………. m
   b) Quanto vale la velocità V del carrellino nell'istante in cui la molla raggiunge la massima compressione? [Spiegate bene, in brutta, il procedimento usato]
   V = …………………………………… = ………. m/s
   c) Quanto vale, in modulo, la compressione massima Δ_{MAX} della molla? [A scanso di equivoci, si ricorda che la compressione rappresenta la differenza fra lunghezza di riposo e lunghezza "attuale" della molla; anche in questo caso spiegate bene il procedimento]
   Δ_{MAX} = …………………………………… ~ ………. m

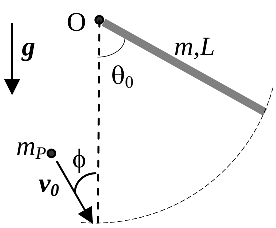
2. Una massa puntiforme m = 50 g è attaccata ad un filo inestensibile di massa trascurabile e lunghezza L = 98 cm, che all'altro estremo è inchiodato nel punto O a una parete rigida verticale. In queste condizioni il sistema costituisce in pratica un pendolo, che può muoversi con **attrito trascurabile** su un piano verticale. Inizialmente la massa viene mantenuta ferma da una qualche forza esterna in modo che la fune sia tesa e che formi un angolo $\theta_0 = \pi/6$ rispetto alla verticale; a un dato istante, la massa viene lasciata libera di muoversi da questa posizione con velocità iniziale nulla. [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 tensione T della fune quando la massa passa per la posizione di equilibrio (cioè quando la fune è diretta lungo la verticale)?
   T = …………………………….. ~ .... N
   b) Supponete ora che, sulla verticale del chiodo O, al di sotto di questo, si trovi un altro chiodo, o perno, O', rigido e fissato rigidamente alla parete verticale. In queste condizioni, quando la fune passa per la verticale giunge sul perno O' e "comincia ad avvolgervisi". Sapendo che la distanza OO' è $L/2$ (vedi figura), quanto vale l'angolo ϕ che la fune forma rispetto alla verticale nell'istante in cui la massa inverte la direzione del proprio moto? [Trascurate ogni eventuale forma di "dissipazione" di energia dovuta all'interazione tra fune e perno O']
   ϕ = …………………………….. ~........... gradi

--- *PARTE 3a (CORPO RIGIDO)*

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 forza 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 $sin(\pi/3) = 3^{1/2}/2$, con $3^{1/2} \sim 1.73$]

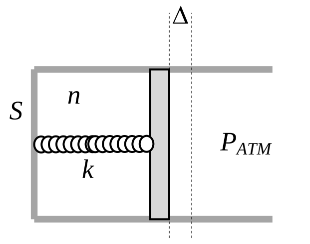


   a) Quanto vale la velocità angolare ω dell'asta quando essa passa per la posizione di equilibrio?
   ω = …………………………………… = ……… rad/s
   b) Supponete ora che, esattamente quando l'asta passa per la posizione di equilibrio, il suo estremo "in basso" (quello non imperniato) venga colpito da un proiettile puntiforme, di massa $m_P = m/2$ che, subito prima dell'urto, ha velocità $\boldsymbol{v_0}$ di modulo incognito e direzione come in figura (l'angolo rispetto alla verticale vale $\phi = \pi/6$). In seguito all'urto il proiettile rimane **conficcato** nell'asta. Discutete per bene, in brutta, quali grandezze si conservano nel processo (considerando il sistema subito prima e subito dopo l'urto).
   Discussione: ……………………………………

c) Sapendo che, **subito** dopo l'urto, l'asta (ovvero il sistema composto da asta+proiettile conficcato) si ferma istantaneamente, quanto vale v_0?
v_0 = …………………………………… = ……… m/s

--- *PARTE 3b (TERMODINAMICA)*

4. Una quantità (incognita) n di moli di gas monoatomico perfetto è contenuta in un recipiente (rigido) cilindrico che ha sezione di area S = 200 cm^2. Il recipiente è chiuso da un tappo a tenuta che ha **massa trascurabile** e può scorrere con **attrito trascurabile** in direzione orizzontale. Il tappo è collegato alla base del recipiente da una molla di massa trascurabile e costante elastica (incognita) k; inoltre esso è a contatto con l'ambiente esterno, che si trova alla pressione P_{ATM} = 1.00x10^5 Pa. Inizialmente il gas si trova in equilibrio alla temperatura θ_0 = -73 ^{0}C e occupa il volume V_0 = 8.31 litri; in tali condizioni la molla si trova alla propria lunghezza di riposo. [Usate R = 8.31 J/(K mole) per la costante dei gas perfetti]



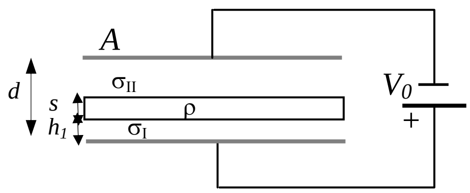
a) Quanto vale il numero di moli n del gas?
n = ……………………………… = …….. moli

b) Il sistema viene quindi lasciato termalizzare con l'ambiente, che si trova a temperatura θ = 27 ^{0}C (e si comporta, ovviamente, da termostato). Nella nuova condizione di equilibrio si osserva che il tappo si è allontanato dal fondo del recipiente per un tratto Δ = 5.00 cm. Quanto vale la costante elastica k della molla? [Supponete trascurabile ogni effetto termodinamico della variazione di temperatura sulla molla!]
k = …………………………………… = ……… N/m

c) Quanto valgono il lavoro L fatto dal gas nel processo e il calore Q che esso scambia con l'ambiente durante il processo?
L = …………………………………… = ... J
Q = …………………………………… = ... J

--- *PARTE 4 (ELETTROMAGNETISMO)*

5. Due sottili lamine di materiale ottimo conduttore, spessore **trascurabile** ed area A = 1.0 m^2 sono poste parallelamente l'un l'altra ad una distanza d = 10 cm. Nello spazio (vuoto) tra le lamine si trova una lastra conduttrice globalmente **scarica**, di area A identica a quella delle lamine e spessore s = 2.0 cm. La configurazione è descritta schematicamente nella figura, da cui si vede che la lastra si trova ad una distanza h_1 = 1.0 cm dalla lamina "inferiore". Ad un dato istante, le due lamine, che inizialmente erano **scariche**, vengono collegate ad un generatore ideale di differenza di potenziale V_0 = 100 V. [Usate il valore ε_0 = 8.8x10^{-12} F/m per la costante dielettrica del vuoto e supponete che le dimensioni del sistema siano tali da **poter trascurare gli effetti ai bordi**]



Disegno non in scala!!!

a) Quanto valgono, in condizioni stazionarie, la densità di carica di volume ρ all'interno della lastra conduttrice e le densità di carica superficiale σ_I e σ_{II} sulle sue due facce indicate in figura (rispettivamente quella inferiore e superiore, nel disegno)?
ρ = ………………………………….... = ………… C/m^3
σ_I= …………………………………… = ………… C/m^2
σ_{II}= …………………………………… = ………… C/m^2

b) Quanto vale il lavoro L fatto dal generatore per portare il sistema in condizioni stazionarie?
L = …………………………………… = ………… J

6. Sul piano XY di un sistema cartesiano XYZ si trovano due sottili fili di materiale ottimo conduttore elettrico. I due fili, che sono entrambi lunghi L = 10 m (la lunghezza è molto maggiore del diametro, così che essi possono essere considerati "infiniti" dal punto di vista "elettromagnetico"), sono entrambi paralleli all'asse X. In particolare il filo 1 si trova alla coordinata $y = d$ = 1.0 cm , mentre il filo 2 si trova in $y = -d$ = -1.0 cm (le estremità dei fili si trovano, per entrambi, alle posizioni $x_{LEFT}=-L/2$ e $x_{RIGHT} = L/2$). Le estremità "di sinistra" sono collegate a un generatore ideale di differenza di potenziale V_0 = 20 V, disposto in modo che il polo positivo sia attaccato al filo 1 e quello negativo al filo 2; quelle "di destra" sono collegate tra loro attraverso un resistore di resistenza elettrica R = 0.50 ohm. Il sistema va considerato in condizioni stazionarie. [Usate μ_0 = 4πx10^{-7} T m/A per la permeabilità magnetica del vuoto]

a) Quanto vale il campo magnetico $\boldsymbol{B}$ che si misura in un punto dell'asse X (si intende, con $-L/2<x<L/2$)? [Esprimete il risultato in modo vettoriale, cioè chiarendo anche direzione e verso]
$\boldsymbol{B}$ = ……………………………… = …….. T

b) Quanto vale la forza $\boldsymbol{F}$ di origine magnetica che il filo 2 esercita sul filo 1? [Anche qui esprimete il risultato vettorialmente]
$\boldsymbol{F}$ = …………………………………… = ……… N

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, 10/6/2010 Firma: