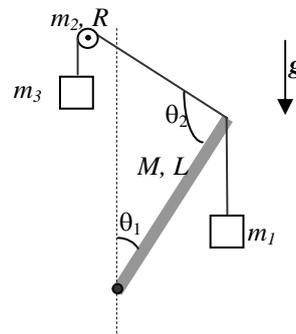


Nome e cognome:

Matricola:

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

1) Un'asta omogenea di lunghezza $L = 2.0$ m e massa $M = 12$ kg è libera di ruotare senza attrito su un piano verticale attorno ad perno che passa per un suo estremo. All'altro suo estremo sono attaccate due funi inestensibili di massa trascurabile; una termina con una massa (incognita) m_1 , mentre l'altra, dopo essere passata per la gola di una puleggia di massa $m_2 = 2.0$ kg e raggio $R = 10$ cm, termina con una massa $m_3 = 8.0$ kg. La situazione iniziale è di equilibrio e la geometria del sistema è quella rappresentata in figura, dove si vede che l'asta forma un angolo $\theta_1 = 30$ gradi rispetto alla verticale e $\theta_2 = 90$ gradi rispetto alla fune che passa per la puleggia. [Nella soluzione supponete che la fune non slitti sulla gola della puleggia e che questa possa ruotare attorno al proprio asse con attriti trascurabili; prendete il valore $g = 9.8$ m/s² per il modulo dell'accelerazione di gravità]



a. Quanto deve valere la massa m_1 affinché l'asta sia in equilibrio nella posizione indicata in figura?

$m_1 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ kg

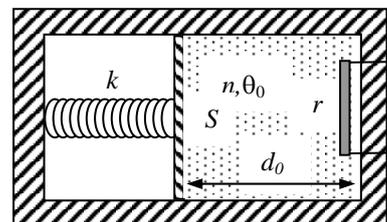
b. Ad un dato istante, la fune che collega l'asta alla massa m_1 si spezza istantaneamente e l'asta comincia a ruotare attorno ad un asse passante per il perno (ortogonale al foglio, nella figura). Quanto vale, **subito dopo** la rottura della fune, il modulo dell'accelerazione angolare α dell'asta? [Per la soluzione, considerate la puleggia come un disco omogeneo]

$\alpha = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ rad/s²

c. Quanto vale la velocità v_3 del centro di massa della massa m_3 che si misura quando l'asta si trova a passare per la posizione verticale (tale cioè da formare un angolo $\theta_1 = 0$ rispetto alla verticale)?

$v_3 = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots$ m/s

2) Un recipiente è costituito da un cilindro di sezione (interna) $S = 10$ cm² dotato di pareti **termicamente isolanti**. Il recipiente è diviso in due parti da un sottile setto rigido di massa trascurabile, collegato ad una delle pareti di base del cilindro attraverso una molla di costante elastica $k = 8.3 \times 10^3$ N/m; il setto può scorrere orizzontalmente **senza attrito**. Una quantità $n = 5.0 \times 10^{-2}$ moli di gas perfetto monoatomico si trova, assieme ad un resistore elettrico di dimensioni trascurabili, usato per riscaldare il gas, in una delle due parti del recipiente (quella di destra in figura), mentre nell'altra (quella di sinistra in figura) è fatto il vuoto. Inizialmente il resistore è scollegato da qualsiasi circuito, la temperatura del gas è $\theta_0 = 27$ °C ed il volume occupato dal gas si estende per una lunghezza $d_0 = 10$ cm; la figura riporta uno schema della situazione fisica descritta.



a. Sapendo che, nelle condizioni citate, il sistema è in equilibrio, quanto vale la compressione Δ_0 della molla? [Usate il valore $R = 8.3$ J/K per la costante dei gas perfetti]

$\Delta_0 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ m

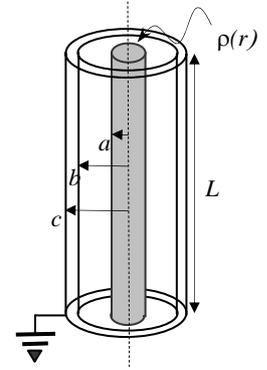
b. Ad un dato istante il resistore, che ha resistenza elettrica $r = 10$ ohm, viene collegato ad un generatore ideale di differenza di potenziale $V' = 10$ V. Si osserva che, trascorso un certo intervallo di tempo Δt , il setto si sposta in modo tale che il volume occupato dal gas, **all'equilibrio** in queste nuove condizioni, si estende per una lunghezza $d = 12$ cm. Quanto vale la temperatura T del gas in queste nuove condizioni? [Notate che la trasformazione implicata nel processo non è necessariamente reversibile!]

$T = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ K

c. Supponendo che il resistore abbia avuto il solo scopo di riscaldare il gas (cioè trascurando le perdite di calore), quanto è durato l'intervallo di tempo Δt in cui esso è stato collegato al generatore? [Usate il valore $c_V = (3/2)R$ per il calore specifico molare del gas a volume costante]

$\Delta t = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ s

3) Un lungo cilindro di materiale dielettrico di raggio $a = 4.0$ cm e lunghezza $L = 1.0$ m porta al suo interno una carica elettrica distribuita in modo **disomogeneo**, tale che la densità di carica volumica segue la legge $\rho(r) = \rho_0 r^2/a^2$, dove $\rho_0 = 1.0 \times 10^{-3}$ C/m³ ed r è la distanza dall'asse del cilindro. Tale cilindro è circondato, in modo coassiale, da un guscio cilindrico conduttore, di raggio interno $b = 10$ cm e raggio esterno $c = 12$ cm, **collegato a terra** (cioè posto "a potenziale nullo"). Il guscio ha la stessa lunghezza del cilindro, e lo spazio tra cilindro e guscio è vuoto. La figura rappresenta una visione schematica e non in scala del sistema.



a. Quanto valgono le cariche Q_b e Q_c che si trovano sulle facce rispettivamente interna ($r=b$) ed esterna ($r=c$) del guscio cilindrico all'**equilibrio**?

$Q_b = \dots\dots\dots = \dots\dots$ C

$Q_c = \dots\dots\dots = \dots\dots$ C

b. Supponete ora che il guscio cilindrico venga posto in rotazione uniforme attorno al suo asse da un operatore esterno, rimanendo sempre collegato a terra. Sapendo che la velocità angolare di rotazione è ω , come si esprime, se esiste, il campo magnetico $\mathbf{B}(r)$ in un punto **generico** che si trova a distanza r dall'asse del cilindro ed appartiene alla regione compresa tra cilindro e guscio ($a < r < b$)? [Dovete esprimere l'andamento di $\mathbf{B}(r)$ in funzione della variabile r , usando i valori **letterali** (e non numerici!) dei parametri noti del problema ed impiegando il simbolo μ_0 per la permeabilità magnetica del vuoto; inoltre dovete indicare anche la direzione del vettore campo magnetico. Servitevi di "ragionevoli approssimazioni" basate sul fatto che il guscio è molto lungo]

$\mathbf{B}(r) = \dots\dots\dots$

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, 31/1/2007

Firma: