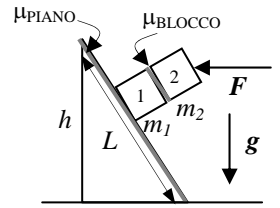


Nome e cognome: .....

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. Due blocchetti, denominati 1 e 2, che hanno la stessa massa  $m_1 = m_2 = m = 1.0$  kg, si trovano nella situazione di figura: in sostanza, il blocco 2 è in contatto su una faccia **scabra** con il blocco 1, e questo si trova in contatto su una faccia (opposta alla prima) con un piano inclinato, di altezza  $h = 1.0$  m e lunghezza (ipotenusa)  $L = 3.0$  m. Anche il piano inclinato è **scabro** e presenta un coefficiente di attrito noto di valore  $\mu_{\text{PIANO}} = 0.50$ . Sul blocco 2 agisce una forza esterna  $F$  di direzione orizzontale e verso come in figura. Il modulo della forza è  $F = 20$  N. Nella situazione considerata si osserva che c'è **equilibrio**, ovvero tutte e due i blocchetti rimangono fermi. [Usate il valore  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup> per il modulo dell'accelerazione di gravità; notate che la figura **non è in scala!**]



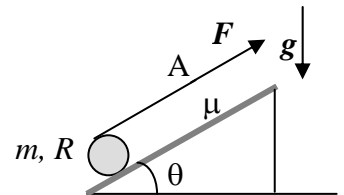
a) Quanto deve valere, **al minimo**, il coefficiente di attrito statico  $\mu_{\text{BLOCCO}}$  al contatto **tra le facce** dei due blocchetti?

$\mu_{\text{BLOCCO}} = \dots \sim \dots$

b) Quanto vale, nelle condizioni di equilibrio descritte, il modulo la forza di attrito  $F_{A,\text{PIANO}}$  che si esercita tra piano inclinato e faccia del blocchetto 1?

$F_{A,\text{PIANO}} = \dots \sim \dots$  N

2. Un rullo, costituito da un cilindro pieno **omogeneo** di massa  $m = 2.0$  kg e raggio  $R = 10$  cm, si trova su un piano inclinato che forma un angolo  $\theta = \pi/6$  rispetto all'orizzontale ed è **scabro** (con coefficiente di attrito statico  $\mu = 0.70$ ). Sulla superficie laterale del rullo è avvolta una fune inestensibile e di massa trascurabile, che, quando viene svolta, non slitta sulla superficie stessa. La fune è mantenuta tesa (in direzione parallela al piano inclinato, vedi figura) a causa dell'azione di una forza esterna  $F$  di modulo incognito applicata al suo capo libero (indicato con A in figura). Nelle condizioni citate il cilindro si trova fermo **in equilibrio**. [Usate il valore  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup> per il modulo dell'accelerazione di gravità e ricordate che  $\sin(\pi/6) = 1/2$  e  $\cos(\pi/6) = 3^{1/2}/2$ , con  $3^{1/2} \sim 1.73$ ]



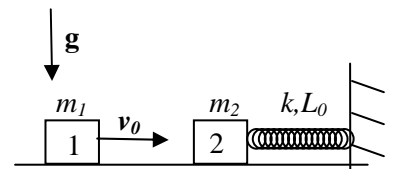
a) Quanto vale, in queste condizioni, il modulo della forza  $F$ ? [State bene attenti a considerare l'eventuale forza di attrito tra cilindro e piano, che direzione/verso deve avere e quanto deve valere]

$F = \dots = \dots$  N

b) Supponete ora che, per qualche motivo, la forza applicata all'estremo della fune raddoppi istantaneamente, passando a un modulo  $F' = 2F$  (con  $F$  calcolato sopra). In conseguenza di questo cambiamento, il rullo, inizialmente fermo, si mette in movimento verso l'alto del piano inclinato. Assumendo che la forza rimanga costantemente al valore  $F'$  (e che, ovviamente, anche direzione e verso restino costanti), quanto vale la velocità del centro di massa del rullo  $v_{CM}$  quando questo si è spostato in modo da aver compiuto una rotazione di un giro completo? [Per rispondere dovete innanzitutto verificare a che "tipo" di moto è sottoposto il rullo]

$v_{CM} = \dots \sim \dots$  m/s

3. Su un piano orizzontale che presenta **attrito trascurabile** si trovano due blocchetti, denominati 1 e 2, che hanno massa  $m_1 = 2m$  e  $m_2 = m$ , con  $m = 1.0$  kg. Come rappresentato in figura, al blocchetto 2 è saldata una molla di massa trascurabile e costante elastica  $k = 1.0 \times 10^2$  N/m il cui altro estremo è fissato a una parete rigida verticale. La molla mantiene sempre il suo asse in direzione orizzontale e inizialmente si trova alla propria lunghezza di riposo  $L_0$  (e il blocchetto 2 è inizialmente **fermo**). A un dato istante il blocchetto 1 urta contro il 2 avendo una velocità di modulo  $v_0 = 3.0$  m/s. L'urto si può considerare perfettamente **elastico**. In seguito all'urto il blocchetto si mette in movimento e la molla viene compressa. [State attenti a considerare bene la successione degli eventi: "prima" l'urto e "poi" la compressione della molla...; il dato di  $L_0$  non è noto numericamente, ma questo non dovrebbe impedirvi di rispondere!]



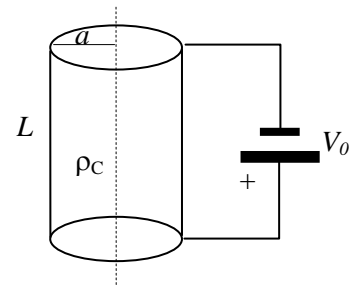
a) Quanto vale la massima compressione  $\Delta_{\text{MAX}}$  che la molla sperimenta nel processo considerato?

$\Delta_{\text{MAX}} = \dots = \dots$  m

b) Quanto vale l'intervallo di tempo  $\Delta t$  che intercorre tra l'istante dell'urto e quello in cui il blocchetto 2 si ferma istantaneamente per la prima volta (e la molla ha la massima compressione)?

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

4. Un cilindro di materiale conduttore con resistività  $\rho_c = 1.0 \times 10^3 \text{ ohm m}$  è connesso elettricamente a due elettrodi montati sulle facce inferiori e superiori e collegati a un generatore ideale di differenza di potenziale  $V_0 = 50 \text{ V}$  come in figura. Il cilindro, che è **omogeneo**, ha raggio  $a = 5.0 \text{ cm}$  e lunghezza  $L = 50 \text{ cm}$  e le condizioni considerate nel problema sono stazionarie. Supponete che il campo elettrico all'interno del cilindro sia **uniforme**, in accordo con l'omogeneità del sistema.



a) Che direzione, verso e modulo ha il campo magnetico  $\mathbf{B}(r)$  che si misura **all'interno** del cilindro a una data distanza  $r$  dall'asse, con  $0 < r < a$ ? [Per determinare il verso fate riferimento alla figura; per il modulo, notate che dovete scrivere una **funzione** di  $r$ , distanza dall'asse, e quindi è bene che non usiate valori numerici]

Direzione e verso: .....

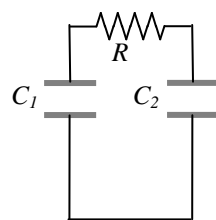
$B(r) = \dots\dots\dots$

b) Che direzione, verso e modulo ha il vettore  $\mathbf{S} = \mathbf{E} \times \mathbf{B} / \mu_0$  che si misura in  $r = a$ , cioè sulla superficie del cilindro? [La richiesta dell'esercizio consiste in pratica nel calcolare il prodotto vettoriale tra campo elettrico e magnetico. Usate  $\mu_0 = 8.8 \times 10^{-7} \text{ T m/A}$  per la permeabilità magnetica del vuoto e considerate, anche nella posizione indicata, che il campo elettrico sia lo stesso che si ha all'interno del cilindro]

Direzione e verso: .....

$S = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ W/m}^2$

5. Avete a disposizione due condensatori di capacità rispettivamente  $C_1 = C$  e  $C_2 = 2C$ , con  $C = 10 \text{ }\mu\text{F}$ . Il condensatore 1 viene inizialmente caricato attraverso il collegamento a un generatore di differenza di potenziale  $V_0 = 3.0 \text{ kV}$ , mentre il condensatore 2 è inizialmente scarico. Quindi a un dato istante viene realizzato il circuito di figura, in cui i due condensatori sono collegati tramite un resistore di resistenza  $R = 1.0 \text{ kohm}$  (il generatore che è servito per caricare  $C_1$  non è più collegato a nulla).



a) Dopo aver atteso tanto, tanto tempo (quello necessario a raggiungere nuove condizioni stazionarie), quanto varranno le cariche  $Q_1$  e  $Q_2$  accumulate sui due condensatori?

$Q_1 = \dots\dots\dots = \dots\dots C$

$Q_2 = \dots\dots\dots = \dots\dots C$

b) Quanto vale l'energia  $E$  che viene "dissipata" per effetto Joule dal resistore nel corso dell'intero processo? [Per "intero processo" si intende quello che ha inizio nell'istante in cui i condensatori vengono collegati tra loro attraverso il resistore e ha termine quando si raggiungono le nuove condizioni stazionarie di cui al quesito precedente]

$E = \dots\dots\dots = \dots\dots J$

----- **TERMODINAMICA (opzionale)**

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  $A \rightarrow B$ , compressione isobara  $B \rightarrow C$ , espansione isoterma  $C \rightarrow D$ , compressione adiabatica  $D \rightarrow A$ . I dati noti del ciclo sono:  $V_A = 9.00 \text{ litri}$ ,  $V_B = 2V_A/3$  e  $V_C = V_B/4$ . Si sa inoltre che l'espansione isoterma  $C \rightarrow D$  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  $R = 8.31 \text{ J/(K mole)}$  per la costante dei gas perfetti]

a) Quanto vale il volume  $V_D$  occupato dal gas nel punto D del ciclo?

$V_D = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ m}^3$

b) Sapendo che nell'espansione isoterma  $C \rightarrow D$  viene solidificata una massa  $m = 100 \text{ g}$  di acqua (calore latente di fusione del ghiaccio  $\lambda_F = 3.33 \times 10^5 \text{ J/kg}$ ), quanto vale il numero di moli  $n$  del gas Elio che partecipa alla trasformazione? [Può farvi comodo sapere che  $\ln(48) \sim 3.87$ ]

$n = \dots\dots\dots \sim \dots\dots \text{ moli}$

Firma: