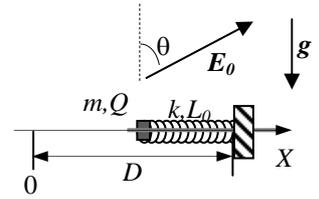


Nome e cognome:

Matricola:

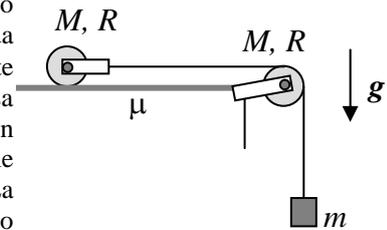
Istruzioni: **riportate i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegare "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili.** Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione

1. Un manicotto (puntiforme!) di massa m può scorrere **con attrito trascurabile** lungo una guida rigida e fissa (un tondino) disposta lungo la direzione orizzontale. Il manicotto possiede una carica elettrica $Q > 0$ ed è vincolato a una molla di massa trascurabile, costante elastica k e lunghezza di riposo L_0 , il cui altro estremo è inchiodato a un muretto, in una posizione che si trova a distanza $D = 2L_0$ dall'origine del sistema di riferimento (asse X indicato in figura, orientato verso destra). In tutta la regione di spazio di interesse per l'esperimento insiste un campo elettrico **esterno uniforme e costante** di modulo E_0 . Come rappresentato in figura, la direzione di tale campo forma un angolo θ rispetto alla direzione verticale e il verso è "verso destra". [In questo esercizio non si conoscono i valori numerici delle varie grandezze in gioco: dunque dovete fornire risposte nelle quali compaiano le espressioni "letterali" dei dati noti, cioè quelli specificati sopra]



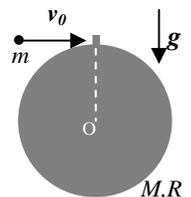
- Come si scrive l'equazione del moto $a(x)$ del manicotto nel sistema di riferimento dato? [Dovete scrivere una **funzione** di x , posizione generica del manicotto **nel riferimento dato**]
 $a(x) = \dots\dots\dots$
- Come si scrive la posizione di equilibrio x_{EQ} ?
 $x_{EQ} = \dots\dots\dots$
- Supponete ora che il manicotto venga spostato da una qualche causa esterna (una manina) in una certa posizione x_0 (incognita) diversa dalla posizione di equilibrio e che da qui esso venga lasciato libero di muoversi con velocità iniziale nulla. Sapendo che esso passa la prima volta per la posizione di equilibrio avendo una certa velocità $v' > 0$, determinate la posizione iniziale x_0 . [Tenete conto che il segno della velocità significa che il manicotto si sposta verso la destra della figura]
 $x_0 = \dots\dots\dots$

2. Un rullo, costituito da un cilindro pieno **omogeneo** di massa $M = 1.0$ kg e raggio $R = 20$ cm, può muoversi di **rotolamento puro** (senza strisciamento) su un piano orizzontale scabro, caratterizzato da un coefficiente di attrito $\mu = 0.50$. 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 fisso, la fune termina con una massa $m = M/2 = 0.50$ kg, libera di muoversi in direzione verticale (vedi figura). La fune non slitta sulla gola della puleggia. Tutti gli oggetti sono inizialmente fermi e poi vengono lasciati liberi di muoversi. [Usate il valore $g = 9.8$ m/s² per il modulo dell'accelerazione di gravità]



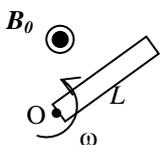
- Quanto vale, in modulo, l'accelerazione a con cui la massa M scende verso il basso?
 $a = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ m/s²
- Discutete per benino, in brutta, se le condizioni di rotolamento puro assunte nel problema sono realmente possibili.
 Discussione:
- Quanto vale la velocità v' che la massa m acquista dopo essere scesa per un tratto $\Delta L = 0.50$ m?
 $v' = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ m/s

3. Un disco pieno e omogeneo di raggio $R = 20$ cm e massa $M = 2.0$ kg è imperniato in modo da poter ruotare con attrito trascurabile attorno a un asse fisso che passa per il suo centro (O in figura). Sulla periferia del disco si trova un piccolo dente come rappresentato in figura (il dente ha in realtà dimensioni e massa **trascurabili**!); il disco è inizialmente fermo. A un dato istante un oggetto puntiforme di massa $m = M/4$, dotato di velocità di modulo $v_0 = 3.0$ m/s diretta orizzontalmente verso la destra di figura, colpisce il dente. L'urto può essere considerato **completamente elastico**.



- Discutete **bene**, in brutta, quali grandezze meccaniche del sistema si conservano nel processo di urto e quali no, e spiegate perché. [Si intende che il processo da considerare è solo quello dell'urto, che ha una durata molto breve]
 Discussione e spiegazione:
- Quanto vale la velocità angolare ω che il disco acquista subito dopo l'urto?
 $\omega = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ rad/s

4. Una sottile barretta omogenea di materiale conduttore globalmente neutro, che ha sezione trascurabile e lunghezza $L = 20$ cm, viene mantenuta in rotazione attorno ad un asse passante per un suo estremo e di direzione ortogonale all'asse della barretta da un operatore esterno (l'asse è indicato con O in figura). La velocità angolare di rotazione vale $\omega = 20$ rad/s ed è costante. Nella zona in cui si trova la barretta insiste un campo magnetico esterno omogeneo e costante, di modulo $B_0 = 0.10$ T e direzione parallela all'asse di rotazione della barretta. La figura schematizza la situazione e mostra come il campo magnetico abbia direzione e verso uscenti dal foglio mentre la rotazione avviene in verso antiorario.

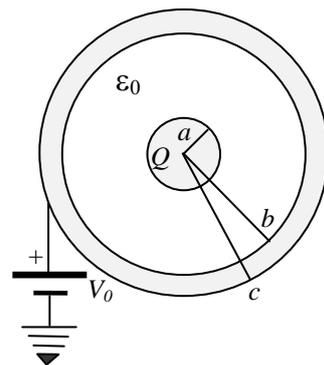


- Che direzione, verso e modulo ha la forza F che agisce su una singola carica libera q che appartiene al conduttore (cioè alla barretta)? [Dovete scrivere un'espressione in cui non compaiono dati numerici]
 Direzione e verso:

b) Quanto vale la differenza di potenziale elettrico ΔV che si instaura, se si instaura, tra gli estremi della barretta? [Considerate condizioni stazionarie]

$\Delta V = \dots\dots\dots = \dots\dots V$

5. Una quantità di carica $Q = 1.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ è stata messa su una sfera piena di raggio $a = 10 \text{ cm}$ fatta di materiale **conduttore** omogeneo. La sfera è circondata da un guscio sferico spesso, con raggio interno $b = 40 \text{ cm}$ e raggio esterno $c = 50 \text{ cm}$, concentrico alla sfera e fatto anch'esso di materiale **conduttore** omogeneo; lo spazio tra sfera e guscio, cioè il volume compreso tra $r = a$ e $r = b$, è vuoto. Come rappresentato in figura, il guscio è collegato al polo positivo di un generatore di differenza di potenziale $V_0 = 30 \text{ V}$, il cui altro polo è collegato a terra; nella soluzione considerate il sistema in condizioni di **equilibrio**. [Usate $\epsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ per la costante dielettrica del vuoto]



a) Quanto valgono le quantità di carica Q_b e Q_c che si trovano sulle superfici interna ed esterna del guscio (cioè quelle di raggio rispettivamente b e c)? [Spiegate per bene in brutta il procedimento adottato!]

$Q_b = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ C}$

$Q_c = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ C}$

b) Quanto vale il **potenziale** V' nel punto $r' = 0$, cioè al centro della sfera?

$V' = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ V}$

----- **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: $V_A = 9.00$ 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: