

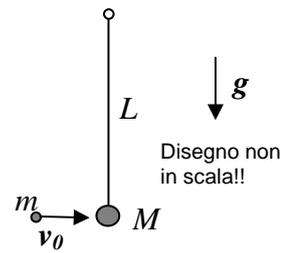
Nome e cognome:

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

PARTE 1

1. Un pendolo, costituito da una lunga fune inestensibile di massa trascurabile e lunghezza $L = 2.0$ m a cui è attaccata una piccola sfera, di massa $M = 0.20$ kg, può oscillare su un piano verticale ed inizialmente si trova nella sua posizione di equilibrio. Un piccolo proiettile di massa $m = M/4$ colpisce la sfera avendo una velocità di modulo $v_0 = 5.0$ m/s diretta orizzontalmente, come rappresentato in figura; l'urto tra proiettile e sfera è perfettamente **elastico** e subito dopo l'urto proiettile e sfera hanno velocità solo in direzione orizzontale. [Usate il valore $g = 9.8$ m/s² per il modulo dell'accelerazione di gravità e trascurate ogni forma di attrito]



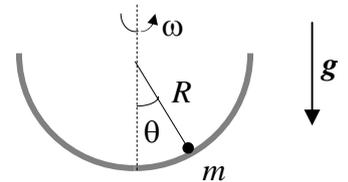
- a) In seguito all'urto il pendolo si mette in movimento: quanto vale la variazione di quota massima, Δh , della sfera (misurata rispetto alla posizione di equilibrio)?

$\Delta h = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ m

- b) Dopo aver raggiunto la quota massima, la sfera discende verso il basso. Quanto vale l'intervallo di tempo Δt , misurato a partire dall'urto, necessario affinché la sfera ripassi per la posizione di equilibrio?

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

2. Avete una "conca" costituita da una superficie semisferica di raggio $R = 20.0$ cm posta con il suo asse in direzione verticale (con la concavità verso l'alto). La superficie interna di questa semisfera è scabra e presenta un certo attrito statico. Un oggetto **puntiforme** di massa $m = 100$ g si trova appoggiato sulla superficie interna, in una posizione tale che la congiungente con il centro della semisfera forma un angolo $\theta = \pi/6$ con la verticale (vedi figura). [Usate il valore $g = 9.80$ m/s² per il modulo dell'accelerazione di gravità; può farvi comodo ricordare che $\cos(\pi/6) \sim 0.866$ e $\sin(\pi/6) = 0.500$]



- a) Quanto deve valere, **al minimo**, il coefficiente di attrito statico μ_{MIN} affinché l'oggetto puntiforme rimanga in equilibrio?

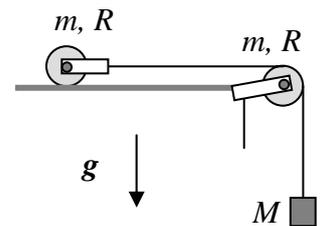
$\mu_{\text{MIN}} = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots$

- b) Supponete ora che la "conca" venga posta in rotazione attorno al suo asse (verticale). Quanto deve valere, **al minimo**, la velocità angolare ω_{MIN} affinché l'oggetto rimanga in equilibrio rispetto al suo punto di contatto sulla superficie della "conca", cioè si muova solidalmente con essa?

$\omega_{\text{MIN}} = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots$ rad/s

PARTE 2

3. Un rullo, costituito da un cilindro pieno **omogeneo** di massa $m = 5.0 \times 10^{-1}$ kg e raggio $R = 10$ cm, può muoversi di **rotolamento puro** (senza strisciamento) su un piano orizzontale scabro. 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, la fune termina con una massa $M = 1.0$ kg, libera di muoversi in direzione verticale (vedi figura). La fune non slitta sulla gola della puleggia. [Usate il valore $g = 9.8$ m/s² per il modulo dell'accelerazione di gravità]



- a) Inizialmente il rullo è tenuto fermo da una causa esterna che poi viene rimossa ed il rullo si mette quindi in movimento. Quanto vale la velocità v_{CM} che possiede il suo centro di massa dopo uno spostamento $\Delta s = 5.0$ m? [Si intende che si deve dare una risposta tenendo conto della condizione di rotolamento puro del rullo e del fatto che la fune non slitta sulla puleggia]

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

- b) Quanto vale la forza di attrito F_A che si esercita tra piano orizzontale e rullo in condizioni di rotolamento puro?

$F_A = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ N

- c) Quanto vale l'intervallo di tempo Δt occorrente affinché il rullo compia lo spostamento Δs di cui al quesito a)?

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



4. 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 $R = 8.31$ 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 $m = 100$ g di acqua (calore latente di fusione del ghiaccio $\lambda_F = 3.33 \times 10^5$ J/kg), quanto vale il numero di moli n del gas Elio che partecipa alla trasformazione? [Può farvi comodo sapere che $\ln(48) \sim 3.87$]

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

c) Quanto vale la variazione di entropia ΔS del gas nella trasformazione $A \rightarrow C$ (cioè nella successione di trasformazioni $A \rightarrow B \rightarrow C$)?

$$\Delta S = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ J/K}$$

----- **PARTE 3**

5. Un filamento di tungsteno emette una quantità $N = 1.0 \times 10^{10}$ elettroni per ogni secondo che viaggiano tutti alla stessa velocità $v = 2.0 \times 10^5$ m/s nel verso positivo dell'asse X di un dato sistema di riferimento, formando un fascio **omogeneo, uniforme e stazionario** di sezione $S = 1.0$ mm². [Trascurate ogni effetto della forza peso sul moto degli elettroni ed assumete che il fascio abbia una forma cilindrica, supponendo nullo ogni possibile fenomeno di interazione tra le cariche. Usate i valori $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C per la carica unitaria, $\epsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12}$ F/m e $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ A/(T m) rispettivamente per la costante dielettrica e la permeabilità magnetica del vuoto]

a) Quanto vale il modulo del campo elettrico E che si misura nel vuoto ad una distanza $d = 2.0$ mm dall'asse del fascio? Esprimetene anche direzione e verso.

$$E = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ N/C}$$

Direzione e verso:

b) Quanto vale il modulo del campo magnetico B che si misura nel vuoto ad una distanza $d = 2.0$ mm dall'asse del fascio? Esprimetene anche direzione e verso.

$$B = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ T}$$

Direzione e verso:

c) Quanto vale la differenza di potenziale elettrostatico ΔV tra bordo esterno (cioè raggio del fascio) ed asse del fascio di elettroni?

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

6. Avete un condensatore le cui armature sono costituite da due dischi sottili di materiale perfettamente conduttore (raggio dei dischi $R = 10$ cm) posti parallelamente e coassialmente uno di fronte all'altro ad una distanza $d = 1.0 \times 10^{-4}$ m (lo spazio tra le armature è vuoto, cioè riempito di aria). Le armature sono connesse ad un generatore di differenza di potenziale **variabile** tale che in un intervallo di tempo $\Delta t = 10$ s la differenza di potenziale passa da zero al valore $V_0 = 50$ V seguendo una funzione **lineare** del tempo. [Usate i valori $\epsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12}$ F/m e $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ A/(T m) rispettivamente per la costante dielettrica e la permeabilità magnetica del vuoto]

a) Quanto vale il lavoro L fatto dal generatore nell'intervallo Δt ?

$$L = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ J}$$

b) Come si esprime in funzione del tempo t l'intensità di corrente $I(t)$ prodotta dal generatore? [Date una risposta solo "letterale" usando i parametri del problema e considerate il valore assoluto della corrente, senza preoccuparvi del segno]

$$I(t) = \dots\dots\dots$$

c) Quanto vale, in modulo, il campo magnetico B' che si misura all'istante $t' = \Delta t/2$ in un punto collocato tra le armature a distanza $R' = R/2$ dall'asse del condensatore? [Si intende che l'"asse del condensatore" è la congiungente dei centri dei due dischi che ne costituiscono le armature]

$$B' = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ T}$$

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).