

Compito di Fisica

09/02/18 - Fila B

Istruzioni:

- scrivere sul foglio in modo chiaro nome, cognome, fila e anno di corso
- numerare le pagine
- si può usare una calcolatrice scientifica come unico strumento per fare i calcoli
- non si possono tenere formulari
- le ★ rappresentano i punti massimi acquisibili per ogni domanda di un esercizio (totale: 35 punti)
- fare particolare attenzione alle unità di misura e alla distinzione tra vettori e scalari (-0.5 punti ad errore)
- cercare di commentare lo svolgimento dell'esercizio e dimostrare di saper analizzare i risultati dei calcoli, soprattutto se ritenuti non corretti, in maniera critica
- evitare di scrivere elenchi di formule che non sono direttamente connesse con i passaggi usati per lo svolgimento
- scrivere il testo in Italiano o in Inglese
- fare attenzione al corretto numero di cifre significative nel presentare i risultati (si consiglia, facendo i conti, di arrotondare solo il risultato finale)

Esercizio 1

Una catapulta medievale è posizionata ad una distanza $L = 200$ m dalle mura di un castello. La catapulta è in grado di lanciare dei proiettili (a partire da una quota iniziale nulla) con un angolo di 50° rispetto al suolo.

- a) (★★★) Trovare la velocità iniziale minima v che deve avere il proiettile per poter raggiungere almeno la base delle mura.
- b) (★★) Considerando la velocità v prima trovata, che quota massima h_m raggiunge il proiettile durante la sua traiettoria?

Dato che, nelle condizioni prima descritte, la catapulta non è nelle condizioni di arrecare danni (non potendo variare la velocità e l'angolo di tiro), i genieri d'assedio decidono di avvicinarla di una quantità $L_2 = 10.0$ m alle mura, rispetto alla posizione precedente. Un proiettile viene quindi sparato sempre ad una velocità v e con lo stesso angolo iniziale.

- c) (★★) A che altezza H rispetto al suolo il proiettile impatta sulle mura del castello?

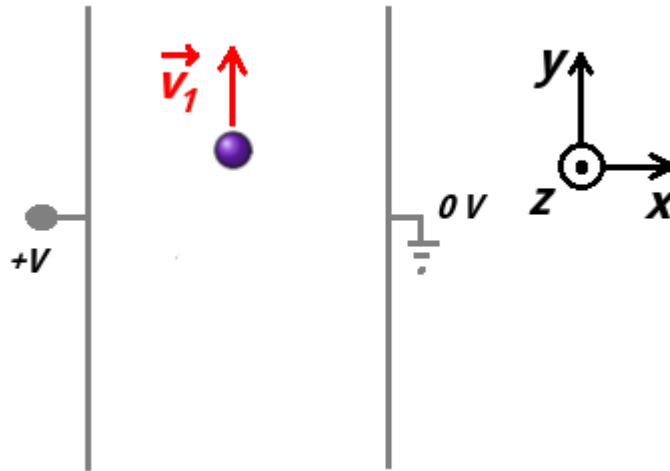


Figura 1

Esercizio 2

In figura 1, un muone (particella di carica $-e$ uguale a quella dell'elettrone e di massa $m_\mu = 207 m_e$) si muove a velocità $\vec{v} = v\hat{j}$ con modulo $v = 6.00 \cdot 10^3$ m/s e si trova tra due armature che si possono considerare infinite. Le armature vengono portate istantaneamente ad una differenza di potenziale $\Delta V = 10.0$ kV. Le armature sono distanti $d = 2.50$ m.

- (★★★) Trovare modulo, direzione e verso del campo \vec{E} generato dalle due armature una volta stabilita la differenza di potenziale tra esse (suggerimento: il potenziale varia linearmente con la distanza tra le due armature, partendo da un valore $+V = \Delta V$ fino a 0 V).
- (★★) Trovare modulo, direzione e verso dell'accelerazione istantanea \vec{a} subita dal muone.
- (★★) Se nella stessa regione di spazio e nello stesso istante (\vec{v} si considera ancora invariata dalla presenza di \vec{E}) viene anche acceso un campo $\vec{B} = B\hat{k}$ di modulo $B = 5.00$ T, qual è il modulo, direzione e verso della forza di Lorentz \vec{F}_e subita dal muone.

Esercizio 3

In figura 2-a), sul piano x, y giace una sbarretta attaccata in un punto O ad un muro verticale. In O c'è una cerniera (che esercita sulla sbarra due forze \vec{N}_t e \vec{N}_n) in modo tale che la sbarra risulta vincolata a ruotare attorno al suo estremo in O . In corrispondenza dell'estremo opposto, è attaccata una corda ideale e di massa trascurabile. La sbarretta è omogenea, di massa $m = 1.00$ kg e ha una lunghezza $L = 60.0$ cm. L'angolo $\theta = 20^\circ$.

- (★★) Rispetto al polo O , trovare le espressioni per il momento $\vec{\tau}_m$ esercitato dal peso della sbarra e per il momento $\vec{\tau}_T$ esercitato dalla tensione \vec{T} della corda in forma vettoriale (utilizzando i versori $\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ e senza soluzione numerica).
- (★★★) Trovare il modulo T, N_n e N_t dei vettori \vec{T}, \vec{N}_n e \vec{N}_t una volta poste le condizioni di equilibrio.

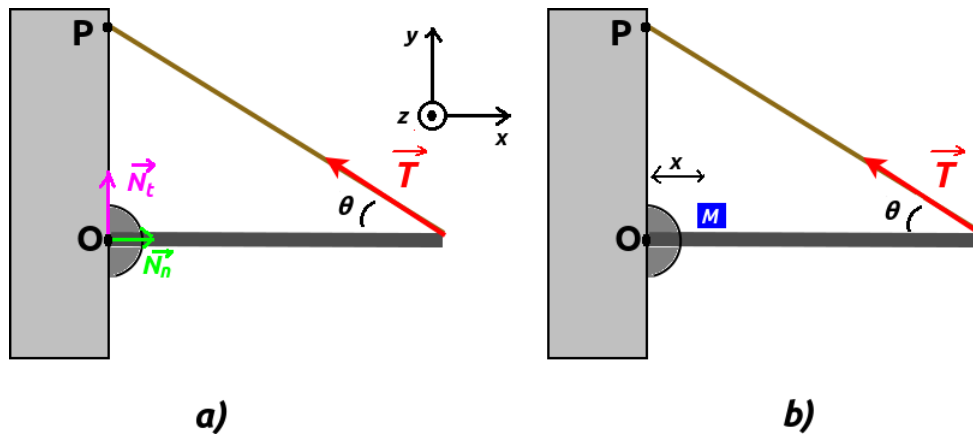


Figura 2

Con riferimento alla figura 2-b) viene aggiunta una massa $M = 9.00 \text{ kg}$ (schematizzabile come un punto materiale) sulla sbarretta, posizionandola ad una certa distanza x dal muro.

- c) (★★) Se la corda è in grado di esercitare una forza massima $T_{max} = 80.0 \text{ N}$, a che distanza massima x_{max} può essere posizionato il peso senza che la corda si spezzi (suggerimento: calcolare il nuovo momento risultante rispetto al polo O , imponendo T_{max} con forza della corda e x_{max} come distanza di M dal muro)?

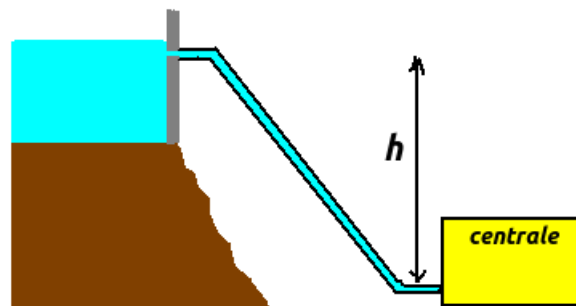


Figura 3

Esercizio 4

Una centrale idroelettrica sfrutta una diga artificiale per prelevare acqua (figura 3). Il foro del tubo sulla diga ha sezione A_1 di 0.74 m^2 e l'acqua vi entra ad una velocità v_1 di modulo 0.40 m/s . La centrale si trova ad una quota $h = 180 \text{ m}$ più in basso e l'acqua vi esce ad una velocità di modulo $v_2 = 9.5 \text{ m/s}$.

- a) (★★) Trovare il valore della sezione A_2 del tubo nella centrale.
 b) (★★★★) Trovare la differenza di pressione tra i due estremi del tubo.

Esercizio 5

Una macchina termica reversibile lavora ciclicamente utilizzando $n = 2$ moli di un gas perfetto biatomico. Il ciclo è a tre stadi: nella trasformazione $A \rightarrow B$ la pressione del gas viene incrementata a volume costante, in $B \rightarrow C$ si ha una espansione adiabatica e in $C \rightarrow A$ una compressione isobara. I dati conosciuti sono: la pressione nel punto B $P_B = 15.0$ bar e i volumi $V_B = 0.010 \text{ m}^3$ e $V_C = 0.020 \text{ m}^3$.

- (★ ★ ★) Disegnare il ciclo nel Diagramma di Claperyon (indicando anche il verso delle trasformazioni) e trovare le temperature T_A , T_B e T_C .
- (★★) Trovare i calori Q_{AB} , Q_{BC} e Q_{CA} scambiati tra il sistema e l'ambiente durante le tre trasformazioni.
- (★★) Trovare il rendimento η della macchina e il rendimento η_c della macchina di Carnot associata (esprimendoli in %).

Relazioni utili

Meccanica e Termodinamica

- *accelerazione di gravità media sulla superficie terrestre*
 $g = 9.807 \text{ m/s}^2$
- *costante di gravitazione universale*
 $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2}$

Momenti d'Inerzia di corpi rigidi:

- Sfera = $\frac{2}{5}mr^2$
- densità Piombo: $\rho_{Pb} = 1.13 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^3$
- calore specifico dell'acqua $c_a = 4.186 \text{ kJ}/(\text{kg}^\circ\text{K})$
- calore specifico ghiaccio $c_g = 2.093 \text{ kJ}/(\text{kg}^\circ\text{K})$
- calore latente di fusione ghiaccio $\mathcal{L}_f = 333 \cdot 10^3 \text{ J/kg}$
- calore latente di evaporazione dell'acqua $\mathcal{L}_e = 2.272 \cdot 10^6 \text{ kJ/kg}$
- $1 \text{ cal} = 4.186 \text{ J}$
- $R = 8.31 \text{ Jmol}^{-1} \text{K}^{-1}$
- $\int_a^b \frac{dx}{x} = \ln\left(\frac{x_b}{x_a}\right)$

Trasformazioni Adiabatiche:

- $PV^\gamma = \text{costante}$
- $\frac{T^\gamma}{P^{\gamma-1}} = \text{costante}$
- $TV^{\gamma-1} = \text{costante}$

gas perfetto	n_l	C_V/R	C_P/R	$\gamma = C_P/C_V$
monoatomico	3	3/2	5/2	5/3
biatomico	5	5/2	7/2	7/5
poliatomico	6	3	4	4/3

Elettromagnetismo e Ottica

- permittività elettrica del vuoto: $\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$
- costante di Coulomb: $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8.988 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$
- permeabilità magnetica del vuoto: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ TmA}^{-1}$
- massa dell'elettrone: $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
- massa del protone: $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
- carica del protone: $e = 1.60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Campo Elettrico dovuto a Potenziale che varia lungo una sola direzione \hat{i} :

- $\vec{E} = -\frac{dV}{dx}\hat{i}$