

Compito di Fisica

09/02/18 - Fila A

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

Tramite una corda ideale, un motore sta trascinando un carico (massa $m = 10.0$ kg) (schematizzabile come un punto materiale) lungo un piano inclinato di un angolo $\theta = \pi/6$ rispetto al piano orizzontale. Sul piano è presente attrito, con coefficiente $\mu_d=0.20$. Il trascinamento avviene in salita a velocità costante $v_0 = 0.50$ m/s.

a) (★★★) Disegnare il diagramma di corpo libero relativo al carico e trovare il lavoro fatto dal motore se il trascinamento avviene per un tratto $d = 3.00$ m (misurato lungo il piano inclinato).

b) (★) Trovare la potenza P sviluppata dal motore.

La corda improvvisamente si spezza e il motore non è quindi più in grado di compiere lavoro sul corpo.

c) (★★) Trovare il tempo t , misurato a partire dall'istante della rottura, dopo il quale la velocità del carico lungo il piano si annulla.

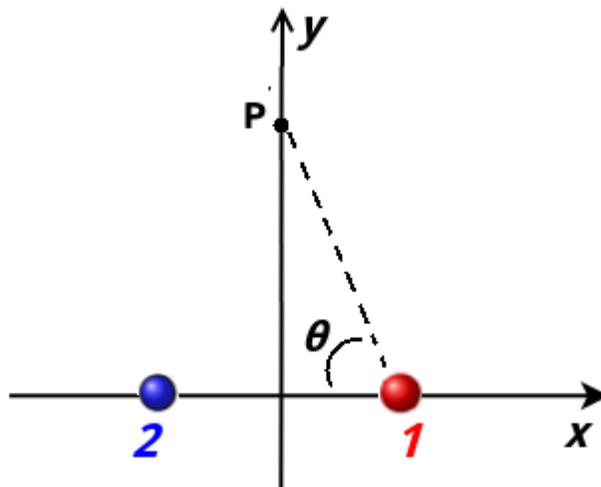


Figura 1

- d) (★) Trovare il modulo della velocità del carico dopo un tempo $2t$ trascorso dall'istante in cui la corda si spezza.

Esercizio 2

Nel sistema di riferimento in figura 1, ci sono due punti materiali. Il corpo 1 ha coordinate $(d, 0)$ e il corpo 2 ha coordinate $(-d, 0)$, dove $d = 1.00$ m. Il corpo 1 ha massa $m_1 = 20.0$ kg, mentre il corpo 2 ha massa $m_2 = 10.0$ kg. I due corpi possiedono anche due cariche, rispettivamente $q_1 = q$ e $q_2 = -q$, dove $q = 1.00 \cdot 10^{-18}$ C. L'angolo $\theta = \pi/3$. Consideriamo un punto P lungo l'asse y come in figura:

- a) (★★) Trovare i moduli $|\vec{E}_1|$ e $|\vec{E}_2|$ dei campi elettrici e i moduli $|\vec{g}_1|$ e $|\vec{g}_2|$ dei campi gravitazionali generati da ognuno dei due corpi nel punto P.
- b) (★★★) Trovare graficamente e numericamente il campo elettrico risultante $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ nella forma $\vec{E} = E_1 \hat{i} + E_2 \hat{j}$.
- c) (★★) Trovare graficamente e numericamente il campo gravitazionale risultante $\vec{g} = \vec{g}_1 + \vec{g}_2$ nella forma $\vec{g} = g_1 \hat{i} + g_2 \hat{j}$.

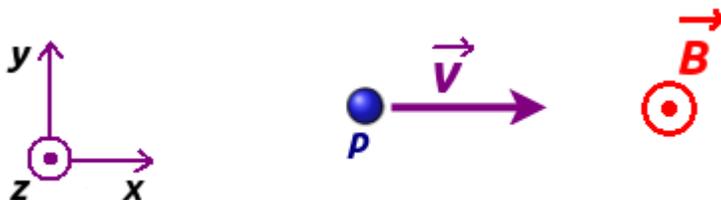


Figura 2

Esercizio 3

In figura 2, una particella si muove a velocità $\vec{v} = v\hat{i}$ con modulo $v = 100$ m/s ed entra in una regione di spazio in cui è presente un campo magnetico $\vec{B} = B\hat{k}$ di modulo $B = 10.0$ T. Consideriamo due casi: nel caso 1 la particella è un protone, nel caso 2 la particella è un muone (particella di carica $-e$ uguale a quella dell'elettrone e di massa $m_\mu = 207 m_e$). In entrambi i casi, trovare (utilizzare la notazione dei versori per descrivere i vettori):

- (★★★) Modulo, direzione e verso della forza di Lorentz \vec{F}_L che agisce sulla particella
- (★★) Il raggio di curvatura R della traiettoria all'interno della regione in cui è presente il campo magnetico.
- (★★) Modulo, direzione e verso della forza di Coulomb \vec{F}_e in grado di annullare \vec{F}_L e modulo, direzione e verso del campo elettrico \vec{E} che deve essere aggiunto nella regione di spazio per generare tale forza aggiuntiva \vec{F}_e sulla particella.

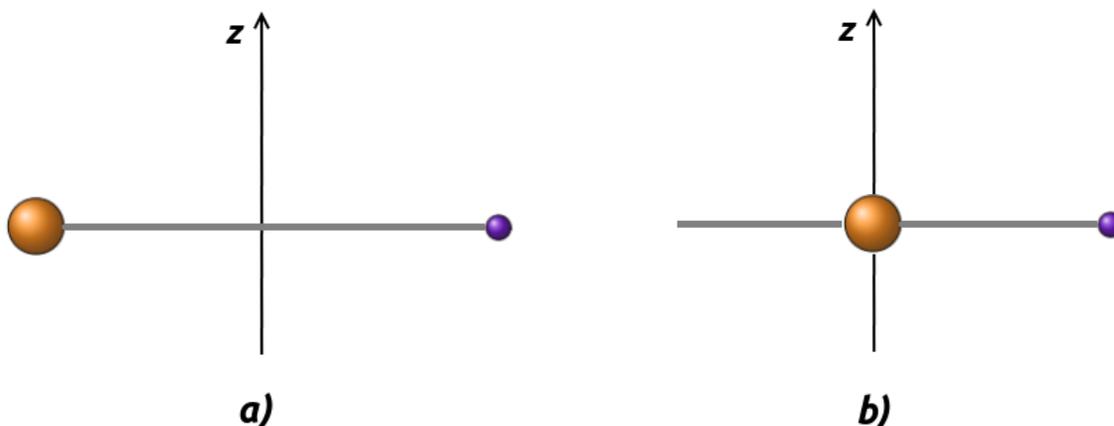


Figura 3

Esercizio 4

Il sistema in figura 3-a) è composto da un'asta di massa trascurabile lunga $L = 1.00$ m vincolata a ruotare attorno ad un asse z passante per il suo centro. Ai suoi estremi si trovano due sfere di piombo (i loro centri si trovano esattamente in corrispondenza degli estremi). La sfera 1 (a sinistra), ha un raggio $R_1 = 10.0$ cm e la sfera 2 (a destra) ha raggio $R_2 = 5.00$ cm. Il sistema è in quiete.

- (★★★) Trovare il momento d'inerzia I_a del sistema in figura 3-a) rispetto all'asse z .

Ad ogni sfera viene applicata una forza esterna costante, rispettivamente \vec{F}_1 e \vec{F}_2 . Le due forze hanno uguale modulo $F = 80.0$ N e le loro rette di applicazioni sono perpendicolari al disegno e passanti per il centro delle sfere (gli estremi della sbarra). La forza \vec{F}_1 ha verso uscente dal foglio, mentre \vec{F}_2 è entrante. Le due forze vengono applicate per il tempo $\Delta t = 10.00$ s.

- b) (★★) Qual è il modulo ω_a della velocità angolare del sistema dopo il tempo Δt ? Guardando il sistema dall'alto (asse z uscente), la rotazione è oraria o antioraria?

In un tempo successivo, a causa di forze interne al sistema, la sfera 1 si muove verso l'asse z fino a che il suo centro non coincide con esso.

- c) (★★) Trovare la nuova velocità angolare ω_b del sistema in seguito a questo spostamento.

Esercizio 5

Un proiettile di massa $m = 200$ g viene sparato orizzontalmente con velocità $v = 200$ m/s su un cubo di ghiaccio in quiete e di massa $M = 1.00$ kg. Il ghiaccio si trova ad una temperatura di 0°C . L'urto è perfettamente anelastico.

- a) (★★) Trovare la velocità V nell'istante immediatamente successivo all'urto del corpo formato dal ghiaccio + il proiettile.
- b) (★★★) Se l'energia cinetica persa dal sistema formato dal proiettile+ghiaccio prima dell'urto si trasforma tutta in calore, quanta massa m_s di ghiaccio si scioglie in seguito all'urto?
- c) (★★) Quanto calore ulteriore bisogna fornire alla miscela di acqua e ghiaccio risultante per trasformarla completamente in vapore acqueo?

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} :

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