

Compito di Fisica

02/10/2018

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: 42 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)

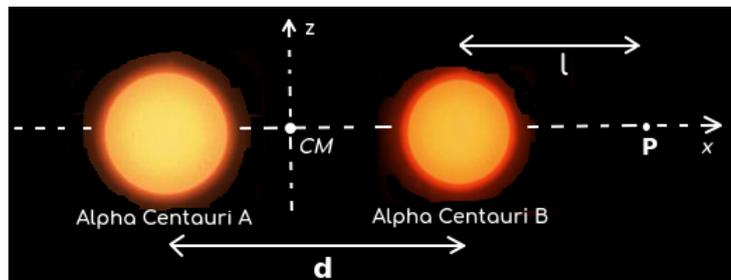


Figura 1

Esercizio 1

Il sistema stellare più vicino al Sole (distanza di ≈ 4.3 anni luce) è composto da 3 stelle e si chiama Alpha Centauri. La più piccola è una nana rossa e si chiama Proxima Centauri (è la stella più vicina). Concentrandoci ora invece sulle due stelle principali del sistema, Alpha Centauri A e Alpha Centauri B (figura 1, distanze non in scala): esse sono molto simili a Sole e ruotano attorno al comune centro di massa. I loro centri sono distanti $d = 25.00$ AU e il periodo di rotazione T_1 è di 80.00 anni.

- a) (★) Mettendo l'origine del sistema di riferimento nel centro di Alpha Centauri A, trovare la posizione del centro di massa CM e le sue distanze (d_A e d_B) dai centri delle due stelle.
- b) (★) Si trovi il modulo, direzione e verso del campo gravitazionale \vec{g}_c generato complessivamente dalle due stelle nel punto P . Il punto P si trova lungo la retta congiunte i centri delle due stelle e distante $l = 1.000$ AU dal centro di Alpha Centauri B.
- c) (★★★) Assumendo l'orbita come circolare (è in realtà ellittica) e approssimando le stelle come sfere perfette e omogenee, trovare il momento d'inerzia I_1 del sistema delle due stelle rispetto all'asse z passante per il CM e perpendicolare alla congiungente dei due centri.
- d) (★★) Alla fine del suo ciclo vitale, Alpha Centauri A si trasformerà in una gigante rossa, aumentando di 200 volte il suo raggio. Assumendo che non ci sia perdita di massa durante la trasformazione, trovare il nuovo momento d'inerzia I_2 del sistema rispetto all'asse z e il nuovo periodo di rotazione T_2 .

Esprimere i risultati numerici finali in unità SI e con 4 cifre significative. Per semplicità, i tempi possono anche essere espressi in anni. I dati sulle due stelle si trovano in fondo al testo.

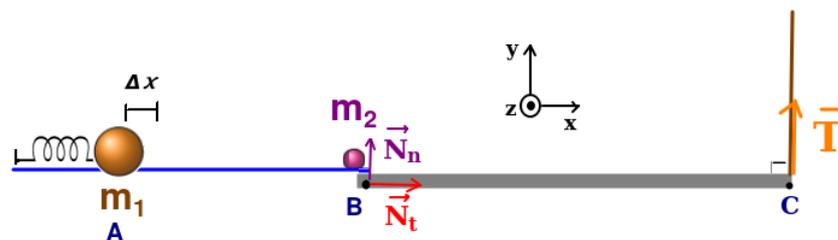


Figura 2

Esercizio 2

Con riferimento alla figura 2, un corpo di massa $m_1 = 10.0$ kg parte da fermo nel punto A a contatto con una molla (con costante elastica $k = 1.000 \cdot 10^3$ N/m) compressa della quantità $\Delta x = 50.0$ cm per poi percorrere un tratto orizzontale e senza attrito fino a B. Arrivato in B urta con una massa $m_2 = 5.00$ kg con un urto istantaneo perfettamente anelastico.

- a) (★) Trovare il modulo della velocità v_1 del corpo 1 nel punto B immediatamente prima dell'urto.
- b) (★) La velocità V del nuovo corpo formato da m_1 e m_2 immediatamente dopo l'urto.
- Il nuovo corpo formato dalle due masse, a partire da B si muove lungo una piattaforma BC lunga $l = 2.00$ m e con coefficiente di attrito dinamico $\mu_d = 0.450$.
- c) (★★) Dopo aver disegnato il diagramma di corpo libero per il corpo sulla piattaforma, trovare la distanza d da B del punto D in cui il corpo si ferma.

La piattaforma può ruotare attraverso un perno in B ed è tenuta orizzontale da una corda verticale attaccata nell'altro estremo C, formando con essa un angolo di 90° .

- d) (★ ★ ★) Dopo aver applicato forza peso agente sulla piattaforma (omogenea e di massa $M = 60.0$ kg) e la forza peso agente sulla massa del corpo nel punto di arresto, studiare la statica del corpo rigido costituito dalla piattaforma, trovando i moduli delle forze vincolari \vec{N}_r e \vec{N}_n e quello della tensione della corda \vec{T} . Scrivere le espressioni vettoriali dei momenti delle forze in gioco rispetto al polo B.

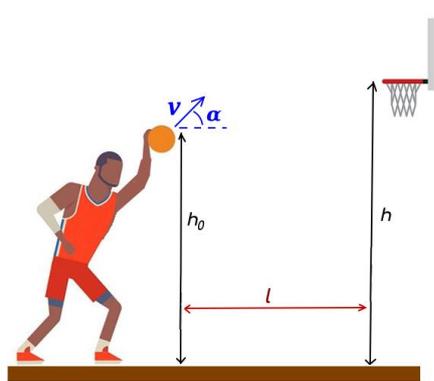


Figura 3

Esercizio 3

Un giocatore di basket (figura 3) riesce a fare un canestro lanciando la palla con velocità \vec{v} di modulo $v = 13.6$ m/s e che forma con l'orizzontale un angolo $\alpha = 80^\circ$. La palla viene lanciata da un'altezza $h_0 = 2.00$ m, mentre il canestro è ad una altezza $h = 3.00$ m. Sapendo che la palla entra nel canestro in fase di discesa:

- a) (★ ★ ★ ★ ★) Trovare la distanza orizzontale l della palla dal canestro.
 b) (★★) Trovare la quota massima raggiunta dalla palla durante la traiettoria.

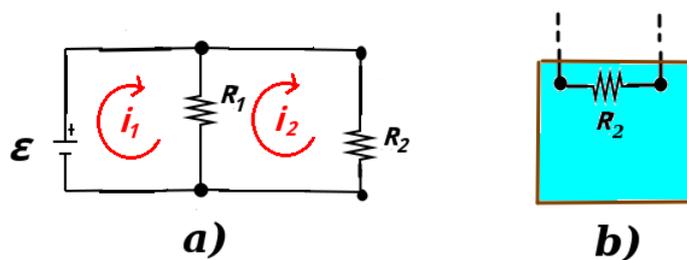


Figura 4

Esercizio 4

Nel circuito in figura 4-a), $\epsilon = 200$ V, $R_1 = 1.00$ k Ω e $R_2 = 100$ Ω .

a) (★ ★ ★) Trovare le correnti di maglia i_1 e i_2 .

b) (★) Trovare le correnti totali I_1 e I_2 che scorrono rispettivamente sulle resistenze R_1 e R_2 .

Mantenendo inalterato il circuito, la resistenza R_2 viene immersa dentro un thermos contenente 2.00 litri di acqua distillata alla temperatura di 25.0°C (figura 4-b). Tutta la potenza termica dissipata per effetto Joule sulla resistenza R_2 per via dello scorrere della corrente I_2 si trasforma in calore scambiato con l'acqua.

c) (★ ★ ★) Quando tempo t deve passare perchè l'acqua dentro il thermos raggiunga i 30.0°C ?

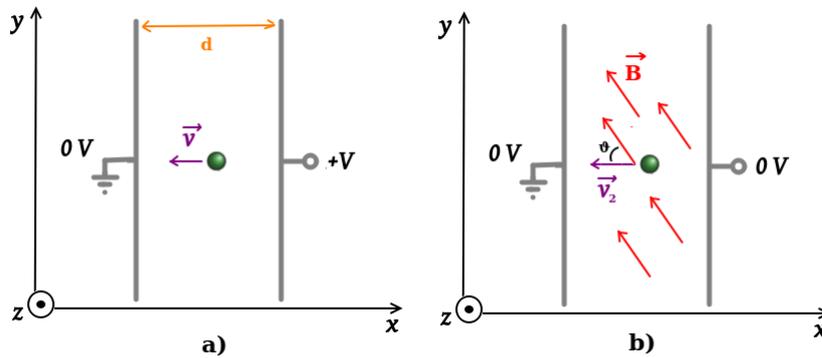


Figura 5

Esercizio 5

Con riferimento alla figura 5-a), una particella di massa $m = 1.00 \cdot 10^{-20}$ kg e carica $q = 1.00 \cdot 10^{-17}$ C è posta tra due armature parallele considerabili infinite, distanti $d = 1.00$ m e portate ad una differenza di potenziale ΔV 1.00 kV. La particella ha velocità $\vec{v} = -3.00\hat{i}$ m/s.

- (★) Trovare l'espressione vettoriale del campo elettrico uniforme \vec{E} presente tra le due armature.
- (★) Trovare l'espressione vettoriale della forza di Coulomb \vec{F}_e agente sulla particella.
- (★) Trovare l'espressione vettoriale dell'accelerazione \vec{a} agente sulla particella.
- (★) Trovare la nuova velocità \vec{v}_2 dopo un intervallo di tempo $t = 1.00\mu\text{s}$.

Passato il tempo t , le due armature vengono portate istantaneamente ad una differenza di potenziale nulla e viene acceso un campo magnetico uniforme in tutta la regione di modulo $B = 1.00 \cdot 10^{-3}$ T. Il vettore \vec{B} giace sul piano xy e forma con la velocità \vec{v}_2 un angolo $\theta = 60^\circ$ (figura 5-b)).

- (★) Trovare l'espressione vettoriale della forza di Lorentz \vec{F}_L agente sulla particella.
- (★★) Trovare il valore del raggio di curvatura R_c della traiettoria che sarà indotta dalla presenza di \vec{B} .

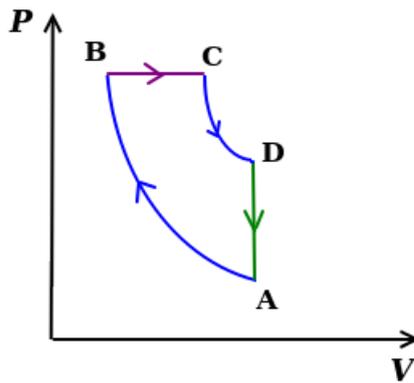


Figura 6

Esercizio 6

Una macchina termica reversibile lavora tramite il ciclo Diesel ideale in figura 6. Le trasformazioni sono:

$A \rightarrow B$ adiabatica

$B \rightarrow C$ espansione isobara

$C \rightarrow D$ adiabatica

$D \rightarrow A$ isocora

Il gas usato, considerato come gas perfetto, è costituito da 30.0 moli di He. Si conosce la pressione $P_A = 1.00$ bar e i volumi $V_A = 0.700$ m³, $V_B = 0.300$ m³ e $V_C = 0.500$ m³.

- a) (★★) Calcolare le pressioni incognite degli stadi B , C e D .
- b) (★★) Le temperature di tutti e 4 gli stadi.
- c) (★) Calcolare il calore scambiato durante tutte e quattro le trasformazioni esprimendolo in kJ.
- d) (★★) Calcolare il rendimento e confrontarlo con quello della macchina di Carnot corrispondente.

Relazioni utili

Meccanica e Termodinamica

- *unità astronomica (distanza media Terra-Sole)*
 $1 \text{ AU} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ m}$
- *accelerazione di gravità media sulla superficie terrestre*
 $g = 9.807 \text{ m/s}^2$
- *costante di gravitazione universale*
 $G = 6.674 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2}$
- *Massa del Sole*
 $M_{\odot} = 1.989 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
- *Raggio del Sole*
 $R_{\odot} = 6.957 \cdot 10^8 \text{ m}$
- *Massa di Alpha Centauri A*
 $M_A = 1.14 M_{\odot}$
- *Raggio di Alpha Centauri A*
 $R_A = 1.20 R_{\odot}$
- *Massa di Alpha Centauri B*
 $M_B = 0.92 M_{\odot}$
- *Raggio di Alpha Centauri B*
 $R_B = 0.86 R_{\odot}$

Momenti d'inerzia di corpi rigidi rispetto all'asse passante per il centro di massa:

- Sfera = $\frac{2}{5}mr^2$
- Cilindro = $\frac{1}{2}mr^2$

dove r è il raggio per la sfera e il raggio della base nel caso del cilindro. Nel caso del cilindro l'asse è perpendicolare alle basi.

- densità Piombo: $\rho_{pb} = 1.13 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^3$
- densità Olio: $\rho_o = 0.920 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
- densità Aria: $\rho_a = 1.22 \text{ kg/m}^3$
- calore specifico dell'acqua $c_a = 4.186 \text{ kJ/(kg}^\circ\text{K)}$
- calore specifico ghiaccio $c_g = 2.093 \text{ kJ/(kg}^\circ\text{K)}$
- calore latente di fusione ghiaccio $\mathcal{L}_f = 333 \text{ kJ/kg}$

- calore latente di evaporazione dell'acqua $\mathcal{L}_e = 2.272 \cdot 10^6$ J/kg
- 1 cal = 4.186 J
- Pressione Atmosferica $P_0 = 1.000$ atm = 1.013 bar = $1.013 \cdot 10^5$ Pa.

- $R = 8.31$ Jmol⁻¹K⁻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: $\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12}$ C²N⁻¹m⁻²
- costante di Coulomb: $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8.988 \cdot 10^9$ Nm²C⁻²
- permeabilità magnetica del vuoto: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ TmA⁻¹
- massa dell'elettrone: $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31}$ kg
- massa del protone: $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27}$ kg
- carica del protone: $e = 1.60 \cdot 10^{-19}$ C

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

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