

Compito di Fisica

15/06/18

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)

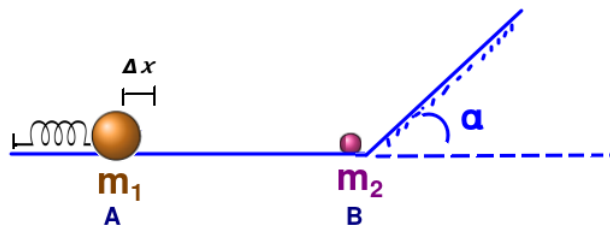


Figura 1

Esercizio 1

Con riferimento alla figura 1, 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, percorre 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. Successivamente il corpo unico formato sale, in presenza di attrito dinamico ($\mu_d = 0.400$), il piano inclinato ($\alpha = 15.0^\circ$) sulla destra di B.

- 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.
- c) (★★★) Dopo aver disegnato il diagramma di corpo libero per la massa sul piano inclinato, trovare la massima altezza h raggiunta dal corpo tramite la salita sul piano inclinato.
- d) (★) Se il coefficiente di attrito statico è $\mu_s = 0.450$, determinare se il corpo rimane fermo o ridiscende lungo il piano.

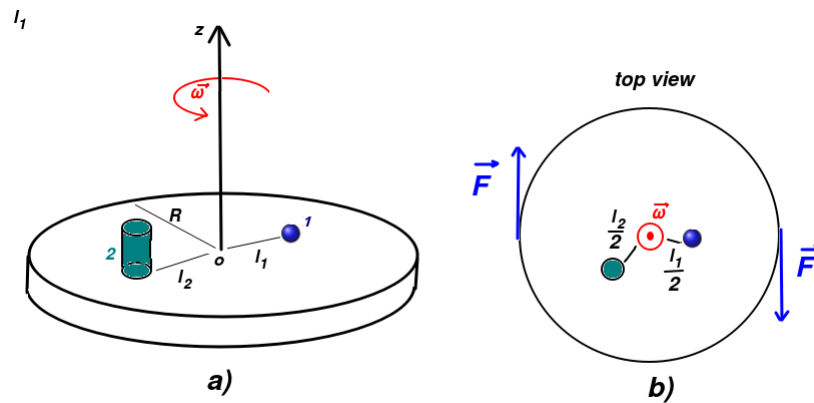


Figura 2

Esercizio 2

Con riferimento alla figura 2-a), una giostra di forma cilindrica di raggio $R = 1.00$ m e massa $M = 50.0$ kg ruota con velocità angolare di modulo $\omega = 3.00$ rad/s attorno all'asse z passante dal suo centro O e perpendicolare alle basi (vista dall'alto in figura 2-b) il verso è antiorario). Nella configurazione iniziale, sulla giostra sono posti due oggetti di piombo:

- 1) una sfera di raggio $r = 5.00$ cm e il cui centro è distante $l_1 = 40.0$ cm dall'asse z
- 2) un cilindro con raggio della base $r = 5.00$ cm e altezza $h = 30.0$ cm.

- a) (★★) Trovare il momento d'inerzia I_i complessivo del sistema rispetto all'asse z .

La sfera e il cilindro, in virtù dell'azione di forze interne al sistema, si spostano verso il centro, dimezzando la sua distanza da esso ($l_1 \rightarrow l_1/2$ e $l_2 \rightarrow l_2/2$).

- b) (★) Trovare il nuovo momento d'inerzia I_f complessivo del sistema rispetto all'asse z
- c) (★★) Trovare il nuovo modulo ω_f della velocità angolare.
- d) (★★) Se ai bordi della giostra viene applicata una coppia di forze, ognuna di modulo $F = 20.0$ N, (figura 2-b)) per un tempo $t' = 3.00$ s, qual è il nuovo modulo della velocità angolare ω_{f2} ?

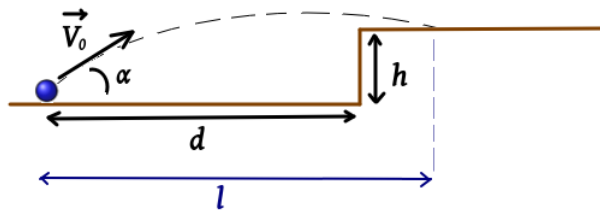


Figura 3

Esercizio 3

Con riferimento alla figura 3, un corpo di massa $m_1 = 1.00$ kg parte sul piano orizzontale con una velocità iniziale \vec{v}_0 che forma un angolo $\alpha = \pi/6$ con l'orizzontale e che ha modulo $v_0 = 3.00$ m/s. Ad una distanza orizzontale $d = 4.00$ m si trova uno scalino di altezza $h = 1.00$ m. Sapendo che il corpo atterrerà sopra lo scalino, trovare:

- (★★★) La distanza in orizzontale l dal punto di partenza al punto di caduta.
- (★★★) La quota massima H raggiunta durante la traiettoria.

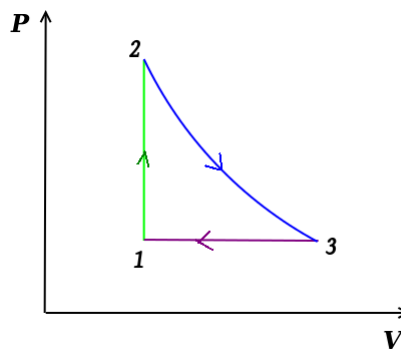


Figura 4

Esercizio 4

Una macchina termina reversibile compie, utilizzando come gas 2 moli di CO_2 (da trattare come un gas perfetto), il ciclo in figura 4:

- 1 \rightarrow 2 trasformazione isocora
- 2 \rightarrow 3 trasformazione adiabatca
- 3 \rightarrow 1 trasformazione isobara.

Si conoscono i volumi $V_1 = 0.0200$ m³, $V_3 = 0.0400$ m³ e la pressione $P_1 = 1.50$ bar.

- (★★★) Trovare la pressione P_2 e le temperature T_1 , T_2 e T_3 .
- (★★) Trovare i calori scambiati durante le tre trasformazioni espressi in kJ.
- (★★) Trovare il rendimento η in percentuale della macchina e il rendimento η_c in percentuale della macchina di Carnot associata.

Esercizio 5

Con riferimento alla figura 5-a), una carica puntiforme $q_1 = +1.00 \cdot 10^{-10}$ C viene posizionata e fissata nelle coordinate $(l, 0)$, dove $l = 2.00$ m. Considerando un punto P del piano con coordinate $(0, h)$, dove $h = 1.00$ m:

- a) (★★) Trovare il modulo e le componenti del campo elettrico $\vec{E}_1(P) = E_{1x}\hat{i} + E_{1y}\hat{j}$ prodotto nel punto P dalla carica q_1 .

Con riferimento alla figura 5-b), una carica puntiforme $q_2 = -1.00 \cdot 10^{-10}$ C viene posizionata e fissata nelle coordinate $(0, 0)$.

- b) (★★★) Trovare il modulo, il disegno e l'espressione vettoriale del campo elettrico risultante $\vec{E}(P) = E_x\hat{i} + E_y\hat{j}$ prodotto nel punto P dalle due cariche.

Con riferimento alla figura 5-c), nel punto P viene posizionata in modo non fisso una carica puntiforme $q_3 = 1.00 \cdot 10^{-10}$ C. Sapendo che la massa di ognuna delle cariche è $m = 1.00 \mu\text{g}$:

- c) (★★) Trovare il modulo e l'espressione vettoriale dell'accelerazione istantanea $\vec{a} = a_x\hat{i} + a_y\hat{j}$ subita dalla carica q_3 una volta posizionata nel punto P .

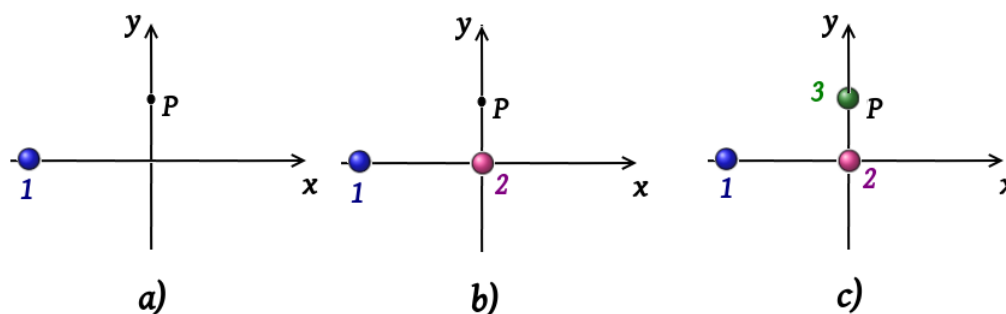


Figura 5

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 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: $\rho_{pb} = 1.13 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^3$
- 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 $\mathcal{L}_f = 333 \cdot 10^3 \text{ J/kg}$
- 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} :

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