

Esame di Fisica I - Fisica Generale

Laurea Triennale in Matematica - A.A. 2013-2014

Prova scritta del 03 Febbraio 2015 - durata : 2 ore.

1 Problema di meccanica I

Una pallina rotola su una superficie orizzontale alla velocità costante $v_0 = 50$ cm/s; giunta sul bordo del tavolo cade a terra. Sapendo che tocca terra a una distanza $D = 20$ cm dal tavolo, determinare:

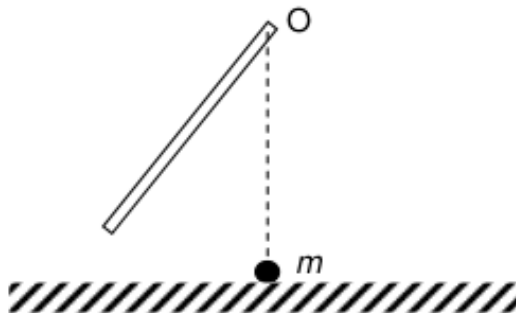
- a) l'altezza del tavolo;
- b) il tempo impiegato a cadere;
- c) la velocità finale.

2 Problema di meccanica II

Un'asta rigida, omogenea, di massa $M = 270$ g, libera di ruotare senza attrito attorno ad un asse orizzontale passante per un suo estremo O, urta elasticamente una pallina di massa m inizialmente ferma.

Calcolare la massa della pallina affinché l'asta, subito dopo l'urto, si arresti. Si ricorda che il momento d'inerzia dell'asta rispetto all'asse per O è $I_o = Ml^2/3$, dove l è la lunghezza dell'asta.

Suggerimento: scrivere la conservazione del momento angolare e dell'energia subito prima e dopo l'urto.



3 esercizio sulle onde

Due onde sinusoidali sono descritte da: $y_1 = A_0 \sin[k_1 x - \omega_1 t - \phi_1]$ e $y_2 = A_0 \sin[k_2 x - \omega_2 t - \phi_2]$ con: $A_0 = 5$ m; $k_1 = k_2 = 4\pi$ m⁻¹; $\omega_1 = \omega_2 = 1200\pi$ s⁻¹; $\phi_1 = 0$; $\phi_2 = 0.25\pi$ rad.

- (a) Qual è l'ampiezza dell'onda risultante ?
- (b) Qual è la frequenza dell'onda risultante ?

dati : $\sin a + \sin b = 2 \cos \frac{a-b}{2} \cdot \sin \frac{a+b}{2}$

4 Problema di Fluidi: Mongolfiera

A. Riscaldamento della mongolfiera

Una mongolfiera è costituita da un pallone, da un cesto caricato, e da un bruciatore che riscalda l'aria del pallone. Scaldando, la densità dell'aria nel pallone diminuisce e la densità globale della mongolfiera diventa più piccola. Il pallone è considerato come una sfera di volume V e raggio R , il volume del cesto sarà trascurato rispetto a quello del pallone. La massa totale (cesto, pallone, bruciatore, combustibile e passeggeri) vale M , e la massa dell'aria contenuta nel pallone vale m_{aria} .

Dati:

densità dell'aria a temperatura ambiente $\rho_0 = 1.2 \text{ kg m}^{-3}$

capacità termica dell'aria $C = 1000 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$

Massa molare del propano $M_p = 44 \text{ g/ mole}$

Calore restituito dalla combustione del propano $Q_m = 2.2 \text{ MJ/mol}$

Potenza del bruciatore: $P = 60 \text{ kW}$

Volume del pallone $V = 2000 \text{ m}^3$

raggio del pallone $R = 7.8 \text{ m}$

A.1. Dare l'espressione della quantità di calore che il bruciatore deve fornire per scaldare la massa d'aria m_0 inizialmente contenuta nel pallone di una differenza di temperatura ΔT , in funzione di ρ_0 , V , C e ΔT .

A.2. Calcolare Q per $\Delta T = 10 \text{ K}$ (supponiamo che tutto il calore del bruciatore sia trasferito nel pallone).

A.3. Calcolare la massa di propano che bisogna bruciare per produrre Q .

A.4. Calcolare quanto tempo t impiega il bruciatore a bruciare questa quantità di propano.

B. Ascensione della mongolfiera

Ci interessiamo adesso allo stato di equilibrio termico della mongolfiera: l'aria calda nel pallone a una densità ρ diversa da quella dell'aria a temperatura ambiente intorno al pallone.

B.1. Dare l'espressione vettoriale del peso della massa M , del peso dell'aria nel pallone, e della spinta di Archimede della mongolfiera, in funzione di M , V , g , ρ e ρ_0 .

B.2. Esprimere la somma di queste 3 forze e discutere la direzione della risultante in funzione di M , V , ρ e ρ_0 .

B.3. La mongolfiera si solleva nell'aria alla velocità v , e subisce una forza di attrito \vec{F}_f . Si assuma che la forza si scriva $\vec{F}_f = -\eta\phi\vec{v}$, dove η è la viscosità dell'aria. ϕ è il fattore di forma che per una sfera vale $\phi = 6\pi R$. Scrivere la legge fondamentale della dinamica e spiegare qualitativamente perchè la mongolfiera raggiunge una velocità limite di salita v_{lim} .

B.4. Scriviamo adesso $(M + \rho V)g = \rho_g Vg$, dove ρ_g è la massa volumica globale della mongolfiera. Si supponga che la velocità limite sia stata raggiunta. Scrivere la seconda legge di Newton e dedurre un'espressione della velocità limite v_{lim} in funzione di g , ρ_g e ρ_0 , R e η .

B.5. Calcolare v_{lim} con i dati seguenti : $g = 10 \text{ ms}^{-2}$, $\rho_0 = 1.200 \text{ kgm}^{-3}$, $\rho_g = 1.199 \text{ kgm}^{-3}$, e $\eta = 1.8 \cdot 10^{-5} \text{ Pl}$.

Probabilmente troverete una velocità molto elevata. In realtà, il modello proposto per tenere conto dell'attrito dell'aria è troppo semplice e l'attrito è molto più elevato. Ci sono anche le perdite di calore etc... che non consentono alla mongolfiera di salire così velocemente !