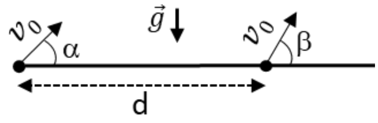
Facoltà di Farmacia e Medicina - A.A. 2021-2022

24 Gennaio 2022 – Scritto di Fisica

<u>Corso di Laurea:</u> Laurea Magistrale in CTF - Canale Trotta

Esercizio 1. Cinematica

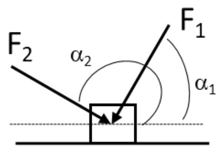
Due punti materiali posti a terra a una distanza d vengono lanciati nello stesso istante, con la stessa velocità v_0 ma con angoli di inclinazione α e β diversi, come mostrato in figura. Determinare il modulo della velocità v_0 sapendo che i punti materiali toccano terra nello stesso punto (ma non nello stesso istante).



DATI: d =15 m, α= 45°, β= 60°

Esercizio 2. Dinamica

Due forze di modulo $F_1 = F_2 = F$ spingono un blocco di massa m (punto materiale) poggiato a terra. Le loro direzioni formano gli angoli α_1 e α_2 rispetto alla direzione orizzontale, come mostrato in figura. Sapendo che il coefficiente di attrito statico è pari a μ_s, determinare il modulo, la direzione e il verso della forza di attrito agente sul blocco.



DATI: F = 2 N, m = 1 kg, α_1 = 60°,α_2 = 150°, μ_s=0.7

Esercizio 3. Urti ed energia

Un corpo di massa m_1 è appeso ad un filo sottile e di massa trascurabile quando viene colpito dal basso da un proiettile di massa m_2 che si muove nella direzione del filo con una velocità v_0. Sapendo che il proiettile rimane conficcato nel corpo, determinare la quota massima raggiunta dal sistema corpo-proiettile.

DATI: m_1=5.0 kg, m_2=0.035 kg, v_0= 120 m/s

Esercizio 4. Fluidi

In un tubo orizzontale di sezione S_1 scorre dell'acqua (di densità ρ_A) ad una velocità v_1 con una pressione P_1. Ad un certo punto la sezione del tubo aumenta fino al valore S_2. Calcolare la pressione nella parte larga del tubo.

DATI: S_1=20 cm^2, v_1= 8 m/s, P_1=150000 Pa, S_2=32 cm^2, ρ_A = 1000 kg/m^3

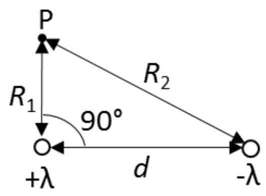
Esercizio 5. Calorimetria

Uno cubo di ghiaccio di lato L e densità ρ si trova all'interno di un recipiente. Sapendo che la temperatura del ghiaccio è pare a T, calcolare il calore necessario per sciogliere tutto il ghiaccio.

DATI: L=0.43 cm, T =-2.0 °C, ρ=917 kg/m^3

Esercizio 6. Campo elettrico

Due fili indefiniti paralleli sono carichi con densità uniforme λ uguale in modulo ma di segno opposto. Sapendo che la distanza tra i fili è d, calcolare il modulo del campo elettrico in un punto P, distante R_1 dal filo carico positivamente e R_2 dal filo carico negativamente, come disegnato in figura.



DATI: λ=10^{-8} C/m, d= 5.0 cm, R_1= 3.0 cm, R_2= 5.83 cm*
(*nel testo originale veniva riportato R_2= 6.0 cm - errori collegati a questo non saranno considerati durante la correzione dello scritto)

Esercizio 7. Conduttori

Un conduttore sferico di raggio R_1 con carica pari a Q è circondato da un conduttore sferico cavo di raggio interno R_2 e raggio esterno R_3, anch'esso avente carica Q. Ad una distanza L (che possiamo considerare molto più grande rispetto al raggio dei conduttori) dal centro del sistema di conduttori è posta una carica puntiforme q. Calcolare il lavoro compiuto dalle forze elettrostatiche per portare la carica q all'infinito.

DATI: R_1=1 cm, R_2=2 cm, R_3=3 cm, L= 3 m, Q = 3 ·10^{-4} C, q = -2 ·10^{-7} C.

<u>NOTE</u>:

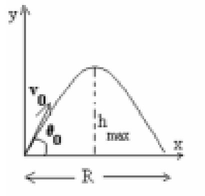
- Riportare nome, cognome e numero di matricola su ogni foglio da scansionare.
- <u>Compito completo</u>: Svolgere tutti gli esercizi. Il tempo massimo per la consegna del compito completo è di 3 ore.
- <u>Secondo esonero</u>: Svolgere esclusivamente gli ultimi 3 esercizi, ovvero esercizi 5, 6, e 7. Il tempo massimo per la consegna del compito relativo al secondo esonero è di 1 ora e 15 minuti.

Formulario (in caso di dubbi chiedere al docente)

Moto rettilineo uniformemente accelerato

$a = cost$; $v = v_0 + a(t - t_0)$ $x = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t - t_0)^2$

Moto parabolico (assumendo l'origine come in figura, si avrà $x_0 = 0, y_0 = 0$)



Traiettoria: $y = y_0 + tg\theta_0\,(x - x_0) - \left(\frac{g}{2v_0^2 cos^2\theta_0}\right)(x - x_0)^2$

gittata $R = \frac{v_0^2 sen(2\theta_0)}{g}$ Altezza massima $h_{max} = \frac{v_0^2 sen^2\theta_0}{2g}$

Moto circolare uniforme $v = \omega r$; $\omega = \frac{2\pi}{T}$; $a = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$

Forza elastica $\vec{F} = -k\,(l - l_0)\widehat{u_x}$ **Forza peso** $\vec{F} = m\vec{g}$

Modulo forza attrito statico $F \le \mu_s N$ **Modulo Forza attrito dinamico** $F = \mu_d N$

Lavoro di una forza e teorema dell'energia cinetica: $W = \int_i^f \vec{F} \cdot d\vec{s} = E_k^f - E_k^i$

Energia potenziale forza elastica: $E_p^e = \frac{1}{2}k(l - l_0)^2 + cost$

Energia potenziale forza peso: $E_p^p = mgy + cost$

Conservazione energia meccanica: $E_k^f + E_p^f = E_k^i + E_p^i$

Bilancio energetico in presenza di forze non conservative: $W_{nc} = E_m^f - E_m^i$

Quantità di moto: $\vec{p} = m\vec{v}$ **Conservazione quantità di moto:** $\vec{p}_{tot} = \sum_i^N \vec{p}_i = cost \rightarrow \vec{p}_1^i + \vec{p}_2^i = \vec{p}_1^f + \vec{p}_2^f$

Centro di massa: $\vec{r}_{cm} = \frac{\sum_i^N m_i\vec{r}_i}{\sum_i^N m_i}$; **Velocità del centro di massa:** $\vec{v}_{cm} = \frac{\sum_i^N m_i\vec{v}_i}{\sum_i^N m_i}$

Momento di una forza: $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$ **Momento angolare:** $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$

Condizioni di equilibrio statico di un corpo rigido di una forza: $\vec{M}_{tot}^{ext} = \sum_i^N \vec{M}_i^{ext} = 0$; $\vec{F}_{tot}^{ext} = \sum_i^N \vec{F}_i^{ext} = 0$

Equazioni cardinali (polo fisso): $\vec{R}_{tot}^{ext} = \frac{d\vec{p}_{tot}}{dt}$ $\vec{M}_{tot}^{ext} = \frac{d\vec{L}_{tot}}{dt}$

Momento d'inierzia per un sistema di punti materiali: $I = \sum_i^N m_i r_i^2$

Momento angolare di un corpo che rigido che ruota attorno ad un asse fisso di "simmetria": $\vec{L} = I\vec{\omega}$

Conservazione del momento angolare: $\vec{L}_{tot} = \sum_i^N \vec{L}_i = cost$

Legge della portata: $A_1 v_1 = A_2 v_2$ **Legge di Stevino:** $P_2 = P_1 + \rho g h$

Equazione di Bernoulli: $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2 = cost$

Spinta di Archimede: $F_A = \rho_{fl.\,sp.} V_{immerso}\, g$ **(1atm = 1.01·10^5 Pa = 760 mmHg)**

Calore specifico: $c = \frac{1}{m}\frac{\Delta Q}{\Delta T}$ **Calore specifico del ghiaccio:** $c = 2090\ \frac{J}{kg\cdot°C}$

Equivalente meccanico della caloria = 4.186 J = 1 cal **Cambiamento di fase** Q = mλ

Calore latente di fusione del ghiaccio: $\lambda = 33.5 \cdot 10^4\ \frac{J}{kg}$ **Primo principio della Termodinamica** ΔU = Q – L

Lavoro in una trasformazione termodinamica: $L = \int_{V_i}^{V_f} pdV$

Equazione di stato dei gas perfetti: PV = nRT R = $8.314\ \frac{J}{mol\cdot K}$

Legge di Coulomb: $\vec{F}_e = k\frac{q_1 q_1}{r^2}\hat{r}$ $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 8.99 \cdot 10^9\ \frac{Nm^2}{C^2}$ $\varepsilon_0 = 8.8542 \cdot 10^{-12}\ \frac{C^2}{Nm^2}$

carica elettrone 1.602·10^{-19}C **massa elettrone** 9.1095·10^{-31}Kg **; massa protone** 1.673·10^{-27}Kg

Forza elettrostatica subita da una carica q immersa in un campo elettrico E: $\vec{F}_e = q\vec{E}$

Flusso elettrico: $\varphi(\vec{E}) = \int_S \vec{E} \cdot dS\hat{n}$ **Teorema di Gauss:** $\varphi(\vec{E}) = \int_{S_{CHIUSA}} \vec{E} \cdot dS\hat{n} = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$

Differenza di Potenziale $V(B) - V(A) = \Delta V = \frac{\Delta U}{q} = -\int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{s}$

Differenza di potenziale di una carica puntiforme rispetto all'infinito: $V(B) - V(\infty) = \Delta V = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$

Capacità: $C = \frac{Q}{\Delta V}$ **Capacità di un condensatore piano:** $C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$

Energia immagazzinata in un condensatore: $U = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$

SOLUZIONE

ESERCIZIO 1. Cinematica

Scegliendo un sistema di riferimento con origine nel punto a sinistra, ricordando la formula per la gittata, e sapendo che i punti materiali toccano terra nello stesso punto, possiamo scrivere:

$\frac{v_0^2 sen(2\alpha)}{g} = \frac{v_0^2 sen(2\beta)}{g} + d \rightarrow \quad v_0 = \sqrt{\frac{gd}{sen(2\alpha) - sen(2\beta)}} = 33 \text{ m/s}$

ESERCIZIO 2. Dinamica

Per risolvere il problema è necessario confrontare il modulo della forza applicata parallelamente al suolo (F_x) e la forza di attrito statico massima (F_{max}). Con una opportuna scelta del sistema di riferimento (con asse x orientato da sinistra a destra) risulta:

$F_x = F(\cos(180 - \alpha_2) - \cos\alpha_1)$ = 0.73 N

$F_{max} = \mu_s N = \mu_s(mg + F(sen(180 - \alpha_2) + sen\alpha_1)$ = 13 N

Essendo $F_{max} > F_x$ il corpo non si muove, e il modulo della forza di attrito agente sul blocco è pari a F_x.

Notando inoltre che $F_x > F_0$, la forza di attrito risulta essere paria a $\overrightarrow{F_{att}} = -F_x \widehat{u_x}$

ESERCIZIO 3. Urti ed energia

Si tratta di un urto anelastico quindi: $v_f = \frac{v_0}{(m_1+m_2)}$. Dopo l'urto si conserva l'energia:

$\frac{1}{2}(m_1 + m_2)v_f = (m_1 + m_2)gh \rightarrow \quad h = \frac{v_f^2}{2g}$ = 3.6 cm

ESERCIZIO 4. Fluidi

L'esercizio può essere risolto utilizzando la legge della portata insieme alla legge di Bernoulli (si noti che il tubo è orizzontale):

$S_1 v_1 = S_2 v_2 \qquad \frac{1}{2}\rho_A v_1^2 + P_1 = \frac{1}{2}\rho_A v_2^2 + P_2 \quad \rightarrow \quad P_2 = P_1 + \frac{1}{2}\rho_A(1 - \frac{S_1^2}{S_2^2})$ = 169500 Pa

ESERCIZIO 5. Calorimetria

Per sciogliere il ghiaccio è necessario fornire calore per portarlo prima alla temperatura di fusione e poi per fonderlo completamente. può essere risolto utilizzando la legge della portata insieme alla legge di Bernoulli (si noti che il tubo è orizzontale):

$Q_{TOT} = mc\Delta T + m\lambda = \rho L^3(c\Delta T + \lambda)$=25 J

ESERCIZIO 6. Campo elettrico

Attraverso il teorema di Gauss è possibile calcolare il campo elettrico generato da un filo indefinito (come visto a lezione). Scelto un opportuno sistema di riferimento, i campi elettrici generati dai due fili nel punto P valgono:

$\overrightarrow{E_\lambda} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 R_1}\widehat{u_y} \qquad \overrightarrow{E_{-\lambda}} = \frac{\lambda\cos\beta}{2\pi\varepsilon_0 R_2}\widehat{u_x} - \frac{\lambda \text{sen}\beta}{2\pi\varepsilon_0 R_2}\widehat{u_y}$

dove $\text{sen}\,\beta = \frac{R_1}{R_2}$. Il modulo del campo elettrico totale è quindi pari a

$E_{tot} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\sqrt{(\frac{\cos\beta}{R_2})^2 + (\frac{1}{R_1} - \frac{\text{sen}\,\beta}{R_2})^2}$= 5.2 $\cdot 10^3$ V/m

ESERCIZIO 6. Campo elettrico

Utilizzando il teorema di Gauss, è possibile notare che Il campo elettrico "visto" dalla carica *q* è come quello di una carica puntiforme 2*Q* al centro dei conduttori (essendo *L* molto più grande dei raggi R_i è possibile trascurare l'effetto di induzione elettrostatica legata alla carica *q* e immaginare le distribuzioni di carica sui due conduttori come sferiche e uniformi). Dalla forza elettrostatica che agisce sulla carica *q* è quindi possibile calcolare il lavoro richiesto:

$\vec{F} = \frac{2qQ}{4\pi\varepsilon_0 r}\hat{r} \qquad W = \int_i^f \vec{F} \cdot d\vec{s} = \frac{2qQ}{4\pi\varepsilon_0 L}$ = - 0.36 J

(Si poteva giungere allo stesso risultato attraverso il potenziale generato da una carica puntiforme 2Q).