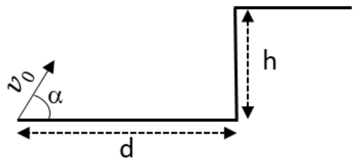
Facoltà di Farmacia e Medicina - A.A. 2021-2022

14 Febbraio 2022 – Scritto di Fisica

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

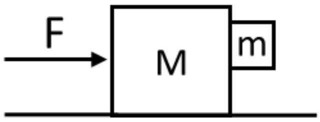
<u>Esercizio 1. Cinematica</u>



Un cannone spara un proiettile (punto materiale) con velocità v_0 e con un angolo α (rispetto all'orizzontale) da un punto situato a distanza d da un dislivello di altezza h (si veda la figura). Calcolare a quale distanza dal bordo del dislivello atterra il proiettile e il tempo di volo.

DATI: d =100 m, h =4 m, v_0= 40 m/s α= 45°

<u>Esercizio 2. Dinamica</u>



Si consideri la situazione in figura (non c'è attrito tra il punto materiale di massa M e il pavimento ma c'è attrito tra i punti materiali M e m, con coefficiente di attrito statico pari a μ_s). Determinare la forza F minima da applicare alla massa M per non far scivolare la massa m.

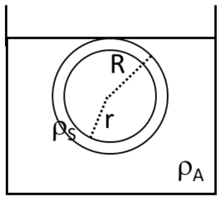
DATI: M = 6 kg, m = 2 kg, μ_s=0.8

<u>Esercizio 3. Urti ed energia</u>

Un blocco di massa M fermo su una superficie scabra orizzontale viene colpito da un proiettile di massa m che viaggia orizzontalmente con velocità v_0. Sapendo che il proiettile rimane conficcato nel blocco e che questo prima di fermarsi si sposta di una quantità d, determinare il coefficiente di attrito dinamico tra il blocco e la superficie.

DATI: M=2.0 kg, m= 5.0 g, v_0= 1000 m/s, d =2.1 m

<u>Esercizio 4. Fluidi</u>



Una sfera cava di raggio interno r, raggio esterno R, e densità ρ_s galleggia quasi completamente immersa in acqua (densità ρ_A), come mostrato in figura. Determinare il raggio interno r.

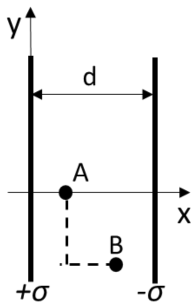
DATI: R=0.9 m, ρ_s = 7800 kg/m^3, ρ_A = 1000 kg/m^3

<u>Esercizio 5. Termodinamica</u>

Una certa quantità di gas perfetto compie le seguenti trasformazioni reversibili: (1) una isocora a volume V_A che porta il gas dalla pressione P_A a P_B; (2) Una espansione isobara che porta il gas in uno stato avente la stessa temperatura inziale (prima delle due trasformazioni). Determinare il calore totale assorbito o ceduto dal gas.

DATI: V_A =3 l, P_A=3.5 atm, P_B=2.6 atm

<u>Esercizio 6. Campo elettrico</u>



Due piani indefiniti uniformemente carichi (con densità di carica uguale ed opposta e pari in modulo a σ) sono disposti ad una distanza d, come disegnato in figura. Calcolare il lavoro fatto dalla forza elettrostatica per portare una carica q dal punto A di coordinate (a,0) al punto B di coordinate (b,c) seguendo il percorso tratteggiato disegnato in figura (le linee tratteggiate sono parallele agli assi coordinati).

DATI: σ=2 ·10^{-6} C/m^2, q = -1 ·10^{-12} C, a=0.5 m, b=1.5 m, c=- 1.5 m, d=2 m

<u>Esercizio 7. Conduttori</u>

Le superfici sferiche di due gocce di acqua identiche presentano la stessa carica Q e si trovano allo stesso potenziale V. Ad un certo istante, le due gocce si uniscono formando un'unica goccia sferica. Determinare il potenziale elettrico della goccia formata.

DATI: V=400 V, Q = 65 ·10^{-12} C.

<u>NOTE</u>:

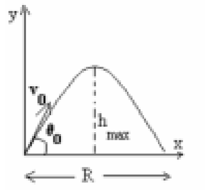
Riportare nome, cognome e numero di matricola su ogni foglio da scansionare.
Il tempo massimo per la consegna del compito completo è di 3 ore.
Il tempo massimo per ritirarsi è 1 ora.

Formulario (in caso di dubbi chiedere al docente)

Moto rettilineo uniformemente accelerato

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

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 $v = \omega r \quad ; \quad \omega = \frac{2\pi}{T} \quad ; \quad a = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$

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

Modulo forza attrito statico $F \leq \mu_s N$ **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): $\vec{R}_{tot}^{ext} = \frac{d\vec{p}_{tot}}{dt} \qquad \vec{M}_{tot}^{ext} = \frac{d\vec{L}_{tot}}{dt}$

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:** $c = 2090\ \frac{J}{kg \cdot {}^\circ C}$

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 $\quad$ R $= 8.314\ \frac{J}{mol \cdot K}$

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

carica elettrone $1.602 \cdot 10^{-19}$C **massa elettrone** $9.1095 \cdot 10^{-31}$Kg **; massa protone** $1.673 \cdot 10^{-27}$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 di lancio, chiamando *p* la distanza dal bordo del dislivello, e indicando con t^* il tempo di volo otteniamo:

$$\begin{cases} h = v_0 sen\alpha t^* - \frac{1}{2} g (t^*)^2 \\ d + p = v_0 cos\alpha t^* \end{cases} \rightarrow \begin{cases} p = \frac{tg\alpha + \sqrt{(tg\alpha)^2 - \frac{2gh}{(v_0 cos\alpha)^2}}}{\frac{g}{(v_0 cos\alpha)^2}} - d = 59\ m \\ t^* = \frac{d+p}{v_0 cos\alpha} = 5.6\ s \end{cases}$$

ESERCIZIO 2. Dinamica

Per risolvere il problema è possibile applicare la seconda legge di Newton ai due punti. Pertanto, con ovvio significato dei simboli, si ottiene:

$$\begin{cases} F - F_{mM} = Ma \\ N = Mg \end{cases} \qquad \begin{cases} F_{Mm} = ma \\ F_{att} = Mg \end{cases}$$

Dove $F_{mM} = F_{Mm}$. Imponendo quindi la condizione di moto incipiente (a cui corrisponde la F_{min} cercata) si ottiene:

$$F_{min} = \frac{(m+M)}{\mu_s} g = 98\ \text{N}$$

ESERCIZIO 3. Urti ed energia

Si tratta di un urto anelastico quindi $v_f = \frac{m v_0}{(M+m)}$. Dopo l'urto, dal bilancio energetico si ottiene:

$$-\frac{1}{2}(m+M) v_f^2 = -(m+M)\mu_d g d \rightarrow \mu_d = \frac{v_f^2}{2gd} = 0.15$$

ESERCIZIO 4. Fluidi

Utilizzando la condizione di equilibrio tra la forza peso e la forza di galleggiamento si ottiene:

$$\rho_S V_S g = \rho_A V_{LS} g \quad \rightarrow \quad \rho_S \frac{4}{3}\pi(R^3 - r^3) = \rho_A \frac{4}{3}\pi R^3 \quad \rightarrow r = R\left(1 - \frac{\rho_A}{\rho_S}\right)^{1/3} = 0.86\ \text{m}$$

ESERCIZIO 5. Termodinamica

Lo stato iniziale (A) e finale (C) hanno la stessa temperatura, la variazione di energia interna è quindi nulla e per il primo principio della termodinamica $Q_{AC} = L_{AC}$. Per trovare il lavoro è necessario conoscere V_C, che può essere trovato attraverso la legge dei gas perfetti:

$$P_C V_C = P_A V_A \quad \rightarrow L_{TOT} = L_{BC} = P_B(V_C - V_B) = V_A(P_A - P_B) = 273\ \text{J}$$

ESERCIZIO 6. Campo elettrico

Il campo elettrico tra i due piani è pari a $\vec{E} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{u}_x$. Chiamando C il punto di intersezione delle due linee tratteggiate, il lavoro risulta essere pari a $W = \int_A^B \vec{F}\cdot d\vec{s} = \int_A^C \vec{F}\cdot d\vec{s} + \int_C^B \vec{F}\cdot d\vec{s} = \int_C^B \vec{F}\cdot d\vec{s}$ (l'integrale da A e B è nullo in quanto $\vec{F}$ e $d\vec{s}$ risultano ortogonali). Pertanto, si ha:

$$W = \int_C^B q\vec{E}\cdot d\vec{s} = q\frac{\sigma}{\varepsilon_0}(b-a) = -2.3 \cdot 10^{-5}\ \text{J}$$

ESERCIZIO 7. Conduttori

Il potenziale richiesto è pari a $V^f = \frac{Q^f}{4\pi\varepsilon_0 R^f}$, dove Q^f e R^f sono, rispettivamente, la carica e il raggio della goccia sferica che si viene a formare dalla unione delle due gocce. Per trovare questi valori, è necessario considerare che la carica e il volume della goccia finale sono la somma delle cariche e dei volumi delle singole gocce. Chiamando R^i il raggio delle gocce sferiche iniziali si ottiene:

$$\begin{cases} Q^f = 2Q \\ \frac{8}{3}\pi(R^i)^3 = \frac{4}{3}\pi(R^f)^3 \end{cases} \rightarrow \begin{matrix} Q^f = 2Q \\ R^f = R^i(2)^{1/3} \end{matrix} \quad \rightarrow V^f = \frac{2Q}{4\pi\varepsilon_0 R^i (2)^{1/3}} = \frac{2}{(2)^{1/3}} V = 635\ \text{V}$$