

Scritto di Fisica Generale 1 per Ingegneria Edile (N41) 15 maggio 2018	Prof. Fabio Garufi	Firma leggibile dello studente
Cognome:	Nome:	Matricola:

ESERCIZIO 1. Un'automobile del peso di $P_a = 10263$ N, che viaggia alla velocità di $v_a = 111$ km/h, urta frontalmente contro un autocarro del peso di $P_c = 90.0$ kN che viaggia verso l'automobile alla velocità di $v_c = 61$ km/h. L'automobile e l'autocarro rimangono uniti dopo l'urto. Quanto vale la velocità finale dell'automobile e dell'autocarro uniti?

Soluzione: Nel sistema di riferimento in cui l'asse x è positivo nella direzione del moto dell'auto, le velocità dell'auto e dell'autocarro hanno segno opposto; le quantità di moto sono:

$$p_a = m_a v_a$$

$$p_c = m_c v_c$$

Dopo l'urto, la somma delle quantità di moto si conserva:

$$p_a + p_c = (m_a + m_c) v_{fin}$$

da cui

$$v_{fin} = \frac{p_a + p_c}{m_a + m_c} = \frac{P_a v_a + P_c v_c}{P_a + P_c} = -43,39$$

<i>7 punti</i>

ESERCIZIO 2. Due palle di 1kg, sono attaccate agli estremi di un asta sottile di massa trascurabile e lunghezza $L = 1\text{ m}$, libera di ruotare in un piano verticale intorno ad un asse passante per il suo centro. Mentre l'asta è ferma in posizione orizzontale, un pezzetto di stucco di massa $m_s = 38\text{ g}$ cade, verticalmente con velocità $v_s = 4\text{ m/s}$, su una palla e vi rimane attaccato. Determinare:

10 punti

1. La velocità angolare ω_0 del sistema sbarra-stucco subito dopo l'urto;
2. Il rapporto fra l'energia cinetica dopo e prima dell'urto;
3. L'angolo massimo rispetto all'orizzontale fino al quale risale la sbarra

Soluzione: Nell'urto si conserva il momento della quantità di moto rispetto all'asse orizzontale di rotazione

$$m_s v_s \frac{L}{2} = I \omega_0 = \left[m_s \left(\frac{L}{2} \right)^2 + 2m \left(\frac{L}{2} \right)^2 \right] \omega_0$$

dunque:

$$\omega_0 = \frac{m_s}{m_s + 2m} \frac{2v_s}{L} = 0.149$$

L'energia cinetica iniziale è quella dello stucco, quella finale è quella del sistema, dunque:

$$\frac{K_f}{K_i} = \frac{I \omega_0^2}{m_s v_s^2} = \frac{m_s}{m_s + 2m} = 0.02$$

Dopo l'urto, il moto è senza dissipazione, dunque vale il principio di conservazione dell'energia in cui la variazione di energia potenziale delle due palle si compensa e rimane solo quella dello stucco:

$$\frac{1}{2} I \omega_0^2 = m_s g \frac{L}{2} \sin \vartheta_{max}$$

da cui si ricava:

$$\sin \vartheta_{max} = \frac{I \omega_0^2}{m_s g L} = \frac{m_s}{2m + m_s} \frac{v_s^2}{gL} = 0.03$$

ESERCIZIO 3. Un cilindro di ottone di sezione $S = 19 \text{ cm}^2$ contiene un volume $V_0 = 200 \text{ cm}^3$ di glicerina compresso da un pistone di massa trascurabile che è schiacciato da una forza $F = 611 \text{ N}$. Trascurando la dilatazione dell'ottone e scaldando il recipiente da $T_1 = 60^\circ\text{C}$ a $T_2 = 144^\circ\text{C}$, calcolare:

10 punti

1. l'aumento di volume della glicerina;
2. il lavoro compiuto dalla glicerina contro la forza F ;
3. la quantità di calore ΔQ assorbita dalla glicerina

sapendo che la densità della glicerina a 60°C è $\varrho = 1,26 \text{ g cm}^{-3}$ ed il suo calore specifico $c = 0,58 \text{ cal g}^{-1}^\circ\text{C}^{-1}$ e che il coefficiente di dilatazione termica della glicerina è $\gamma = 5,3 \cdot 10^{-4}^\circ\text{C}^{-1}$

Soluzione: Il volume finale è dato da

$$V = V_0(1 + \gamma\Delta T) = 208,9$$

dunque

$$\Delta V = V_0\gamma\Delta T = 8,9$$

L'aumento di volume è dato da $\Delta V = \Delta l \cdot S'$ dunque: $\Delta l = \Delta V/S = 0,47 \text{ cm}$, pertanto il lavoro compiuto contro la forza F è :

$$L = F \cdot \Delta l = 2,87 \text{ J}$$

La quantità di calore assorbita dalla glicerina è data da:

$$\Delta Q = mc\Delta T$$

dove $m = \varrho V_0 = 252$; dunque $\Delta Q = 12\,277 \text{ J}$

Scritto di Fisica Generale 1 per Ingegneria Edile (N41) 15 maggio 2018	Prof. Fabio Garufi	Firma leggibile dello studente
Cognome:	Nome:	Matricola:

ESERCIZIO 1. Una pistola giocattolo a molla lancia per aria, con un angolo α incognito, una biglia di massa $m = 10$ g. La costante elastica vale $k = 4 \text{ N/cm}$, e prima dello sparo la molla è compressa di $\Delta\ell = 2 \text{ cm}$ rispetto alla sua lunghezza a riposo:

<i>10 punti</i>

1. determinare la velocità con cui viene lanciata la biglia;
2. se la biglia ricade ad una distanza di $D = 1,41 \text{ m}$ sul piano orizzontale determinare l'angolo rispetto all'orizzontale con cui è stata lanciata.

Soluzione: Applicando la conservazione dell'energia meccanica:

$$\frac{1}{2}k\Delta\ell^2 = \frac{1}{2}mv^2$$

dunque:

$$v = \sqrt{\frac{k}{m}}\Delta\ell = 1.26$$

La gittata di un proiettile è data da:

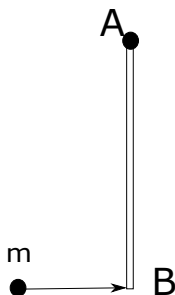
$$D = \frac{v^2}{2g} \sin 2\alpha$$

da cui:

$$\alpha = \frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{2gD}{v^2} \right) = 1,3$$

ESERCIZIO 2. Un'asta omogenea di massa $M = 1 \text{ kg}$ e lunghezza ℓ è ferma su un piano orizzontale liscio ed è vincolata nell'estremo A . Nell'altro estremo B , viene sparato un proiettile di massa m , perpendicolarmente all'asta, con velocità $v = 58 \text{ m s}^{-1}$ e questi si conficca nell'asta. Sapendo che il momento delle forze d'attrito in A è $M_A = 3 \text{ N m}$ calcolare la massa del proiettile affinché l'asta compia $N = 11$ giri.

10 punti



Soluzione: La velocità iniziale con cui l'asta comincia a muoversi per effetto del proiettile la possiamo ricavare dalla conservazione del momento della quantità di moto:

$$mv\ell = I\omega_0 + m\omega_0\ell^2 \quad (1)$$

$$I = \frac{m\ell^2}{3}$$

da cui:

$$\omega_0 = \frac{mv}{\ell \left(\frac{M}{3} + m \right)} \quad (2)$$

Possiamo applicare la legge della conservazione dell'energia dicendo che, quando si ferma, il lavoro compiuto dalle forze d'attrito è pari all'energia cinetica iniziale di rotazione. Detto $I_{Tot} = I + m\ell^2$, sarà:

$$\frac{1}{2}I_{Tot}\omega_0^2 = 22\pi M_A \quad (3)$$

Sostituendo la l'espressione di ω_0 , otteniamo: da cui:

$$\frac{1}{2} \left[\frac{mv}{\ell \left(\frac{M}{3} + m \right)} \right]^2 \left(\frac{M}{3} + m \right) \ell^2 = 22\pi$$

ovvero

$$22\pi = \frac{m^2 v^2}{2 \left(\frac{M}{3} + m \right) M_A} \quad (4)$$

che dà un'equazione di II grado in m . Detta $\alpha = 0.12 \text{ kg}$

$$m^2 - \alpha m - \alpha \frac{M}{3} = 0$$

da cui:

$$m = \frac{\alpha}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\alpha}{2} \right)^2 + \alpha \frac{M}{3}}$$

$m = 0,06 \pm \sqrt{0 + 0,04}$ $m_1 = 0,27$ $m_2 = -0,15$ e possiamo scartare la soluzione negativa.

ESERCIZIO 3. In un thermos ideale si mescolano del vapore acqueo a 100°C e del ghiaccio fondente a 0°C . Determinare la composizione e temperatura dello stato finale se inizialmente ci sono :

1. 11 g di vapore e 40 g di ghiaccio;

2. 4 g di vapore e 40 g di ghiaccio.

10 punti

Si ricordano i calori latenti dell'acqua nei rispettivi processi: $\lambda_{ev} = 2260 \text{ kJ/kg}$, $\lambda_{fus} = 333 \text{ kJ/kg}$ e $C_{H_2O} = 4,18 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$

Soluzione: Il calore che serve a fondere tutto il ghiaccio è: $Q_{tot} = m_g \lambda_{fus} = 13.32$. Il calore massimo ceduto dal vapore nel primo caso è $Q_{max} = m_v \lambda_{ev} + m_v C_{H_2O} (T_v - T_g) = 29,46 > 13.32$, dunque la composizione sarà sola acqua alla temperatura:

$$\frac{m_v \lambda_{ev} - m_g \lambda_{fus} + m_v C_{H_2O} T_v + m_g C_{H_2O} T_g}{C_{H_2O} (m_v + m_g)} = 348.7 \text{ K}$$

Nel secondo caso: $Q_{max} = m_v \lambda_{ev} + m_v C_{H_2O} (T_v - T_g) = 10.71 \text{ kJ} < 13.32$ dunque la composizione è acqua e ghiaccio. La massa di ghiaccio che si è trasformata in acqua è data da: $Q_{max} = \lambda_{fus} m_{H_2O}$ dunque $m_{H_2O} = Q_{max} / \lambda_{fus} = 32,16 \text{ g}$ che va aggiunta alla massa di vapore che si è interamente trasformata in acqua.

Scritto di Fisica Generale 1 per Ingegneria Edile (N41) 15 maggio 2018	Prof. Fabio Garufi	Firma leggibile dello studente
Cognome:	Nome:	Matricola:

ESERCIZIO 1. Su un piano inclinato avente angolo di inclinazione $\alpha = 45^\circ$, un corpo di massa $m = 8 \text{ kg}$ è trattenuto in quiete mediante una fune disposta parallelamente al piano nella direzione di massima pendenza. Determinare:

1. la forza che la fune esercita sul corpo se il piano è liscio ;
2. se invece il piano è scabro con coefficiente di attrito statico $\mu_s = 0.6$, il corpo rimarrebbe in quiete se la fune fosse tagliata? In caso negativo quanto vale la minima tensione necessaria per tenere in equilibrio il corpo?

10 punti

Soluzione:

$$\begin{cases} -T + mg \sin \alpha = 0 \\ N + mg \cos \alpha = 0 \end{cases}$$

da cui: $T = mg \sin \alpha$

Se c'è l'attrito, affinché il corpo resti fermo la forza d'attrito statico deve essere uguale alla forza lungo il piano inclinato: $mg\mu_s \cos \alpha = mg \sin \alpha$ dunque $\mu_s = \tan \alpha = 1 > 0.5$, dunque si muove.

$$\begin{cases} -T + mg \sin \alpha - N\mu_s = 0 \\ N + mg \cos \alpha = 0 \end{cases}$$

Quindi la minima tensione da applicare è $T = mg(\sin \alpha - \mu_s \cos \alpha) = 22,19$

ESERCIZIO 2. Un disco di grammofono di massa $M = 88\text{g}$ e raggio $R = 12\text{ cm}$ gira intorno al suo asse centrale alla velocità angolare di $\omega_i = 45$ giri/minuto. Un pezzetto di stucco di massa $m = 26\text{g}$ cade dall'alto verticalmente sul disco e si attacca al suo bordo. Determinare:

<i>10 punti</i>

1. il momento d'inerzia del disco I_0 ;
2. la velocità angolare del disco subito dopo che lo stucco si è attaccato;
3. l'energia meccanica dissipata nell'urto

Soluzione: Momento d'inerzia del disco: $I_0 = 1/2MR^2 = 6,3 \cdot 10^{-4} \text{ kgm}^2$. Conserviamo il momento della quantità di moto: $I_0\omega_i = (I_0 + mR^2)\omega_f$, dunque:

$$\omega_f = \frac{I_0\omega_i}{(I_0 + mR^2)} = \omega_i \frac{M}{M + 2m} = 2,96 \text{ rad/s}$$

L'energia meccanica dissipata nell'urto è data dalla differenza delle energie cinetiche iniziale e finale.

ESERCIZIO 3. Si scaldano 5 litri di acqua in un bollitore a resistenza elettrica che converte energia elettrica in energia termica con una potenza di $W = 1706 \text{ W}$. Trascurando le perdite, stimare il tempo necessario per portare l'acqua da $T_i = 17^\circ\text{C}$ fino a $T_f = 100^\circ\text{C}$. Si ricorda che il calore specifico dell'acqua è $C = 4.18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$

Soluzione: L'energia (quantità di calore) erogata è $Q = W \cdot t = mC\Delta T$. Dunque:

$$t = \frac{mC(T_f - T_i)}{W} = 1016,82 \text{ s}$$

8 punti

