Soluzioni Compito di Fisica per CdL Farmacia e CdL CTF
14 ottobre 2008 – A. Lascialfari

Esercizio 1

Soluzione

Il periodo T è correlato con il modulo costante v della velocità del peso. Dal momento che quest'ultimo percorre un tratto $2\pi R$ durante un periodo, $v = 2\pi R/T$. Una relazione tra v e g può essere trovata applicando la seconda legge di Newton.

L'accelerazione verticale è nulla, e quindi la seconda legge fornisce $\Sigma F_y = 0$, ossia

$$F_T \cos\theta = mg \tag{A}$$

dove F_T è la tensione del filo. Siccome il peso percorre una traiettoria circolare orizzontale, l'accelerazione orizzontale è v^2/R. La forza centripeta è la componente orizzontale della tensione del filo, cosicché la componente orizzontale della seconda legge dà

$$F_T \sin\theta = \frac{mv^2}{R} \tag{B}$$

Dividendo l'Equazione (B) per l'Equazione (A), si trova

$$\tan\theta = \frac{v^2}{Rg}$$

Sostituendo $v = 2\pi R/T$ e $R = L\sin\theta$, e risolvendo poi rispetto a g, si ottiene

$$g = \frac{4\pi^2 L\cos\theta}{T^2}$$

Newton si servì di un pendolo con $L = 81$ pollici mantenendo $\theta = 45°$, e misurò il periodo. Pervenne così a un valore di g con un errore non superiore al 4 per cento.

Esercizio 2

Soluzione

Cominciamo a considerare il lavoro compiuto dalla forza esercitata sullo slittino dalla superficie priva d'attrito del ghiaccio. Tale lavoro è nullo perché la forza normale $\mathbf{F}_n$ è perpendicolare a ogni spostamento infinitesimo $d\mathbf{r}$ dello slittino, spostamento che è tangente al percorso: $\mathbf{F}_n \cdot d\mathbf{r} = 0$. L'unica altra forza è il peso della slitta, il cui lavoro è determinabile ed è indipendente dal percorso.

(a) Per il moto da i a f, $W_{tot} = W_g = -mg(y_f - y_i)$ e la differenza $y_f - y_i = -2R$.
Il teorema lavoro-energia dà

$$-mg(-2R) = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}m(0)^2 = \frac{1}{2}mv_f^2$$

Risolvendo rispetto a v_f, si ottiene

$$v_f = \sqrt{4gR} = 14\ m/s$$

(b) Dalla figura si può vedere che la forza risultante che agisce sulla slitta nella posizione f ha intensità $F_n - F_t = F_n - mg$ ed è diretta verso il centro della circonferenza. Questa forza risultante è la forza centripeta, e, per la seconda legge di Newton, il suo modulo deve essere mv_f^2/R.
Si ha allora $F_n - mg = mv_f^2/R$, ossia

$$F_n = mg + \frac{mv_f^2}{R}$$

Dalla parte (a), $v_f^2 = 4gR$ e quindi $mv_f^2/R = 4mg$. Ai piedi del pendio, la forza normale esercitata sulla slitta è

$$F_n = mg + 4mg = 5mg \approx 9.8\ kN$$

ossia cinque volte il peso della slitta!
(c) Quando lo slittino va da i a q, il lavoro compiuto dalla forza risultante è di nuovo dovuto soltanto alla forza gravitazionale ed è $-mg(y_q - y_i) = mgR$. Applicando il teorema lavoro-energia come sopra si ha $mgR = \frac{1}{2}mv_q^2$ e quindi $v_q = \sqrt{2gR}$. Quando lo slittino passa per il punto q, la forza normale fornisce da sola la forza centripeta poiché il peso in questo punto è diretto tangenzialmente. $F_n = mv_q^2/R$. Siccome $v_q = \sqrt{2gF}$ e $v_q^2 = 2gR$, si ha

$$F_n = \frac{mv_q^2}{R} = \frac{m(2gR)}{R} = 2mg = 3.92\ kN$$

■

Esercizio 3

Soluzione

Consideriamo una trasformazione nella quale a 1.00 kg di acqua liquida a 100 °C viene fornito calore a pressione atmosferica costante per convertirlo in vapore a 100 °C. L'acqua è contenuta in un cilindro dotato di un pistone a tenuta che si muove verso l'esterno per mantenere costante la pressione. La variazione del volume è 1700 l − 1 l = 1.7 m³. il lavoro compiuto dal sistema è

$$W = p\Delta V = (101\ \text{kPa})(1.7\ \text{m}^3) = 170\ \text{kJ}$$

La quantità di calore assorbita durante la trasformazione può essere calcolata utilizzando il calore latente di vaporizzazione dato nella Tabella 17.2:

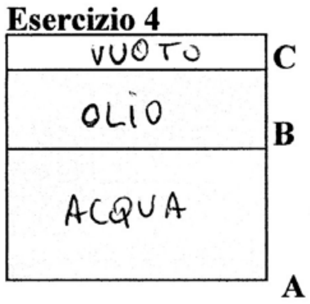
$$Q = mL_v = (1.00\ \text{kg})(2260\ \text{kJ/kg}) = 2260\ \text{kJ}$$

La differenza tra le energie interne di questi due stati dell'acqua è

$$U_f - U_i = Q - W = 2260\ \text{kJ} - 170\ \text{kJ} = 2090\ \text{kJ} \approx 2100\ \text{kJ}$$

Il calcolo indica che, dei 2260 kJ di calore forniti al sistema, circa 170 kJ costituiscono il lavoro compiuto dal sistema, e il resto, circa 2100 kJ, si manifesta come un incremento dell'energia interna. Benché ci siamo serviti di una particolare trasformazione per calcolare la differenza tra le energie interne di questi due stati dell'acqua, va sottolineato che la differenza di 2100 kJ è indipendente dalla trasformazione. ■

Esercizio 4



LA SUPERFICE SUPERIORE DEL CILINDRO E' CHIUSA QUINDI IN QUESTO CASO NON DOBBIAMO CONSIDERARE LA PRESSIONE ATMOSFERICA. UTILIZZANDO LA LEGGE DI STEVINO ABBIAMO:

$$p_C = 0$$

$$p_A - \rho_{OLIO} g h_{OLIO} = \rho_{ACQUA} g h_{ACQUA}$$

$$p_B - p_C = \rho_{OLIO} g h_{OLIO}$$

$$p_A - p_B = \rho_{ACQUA} g h_{ACQUA}$$

$$p_A - \rho_{OLIO} g h_{OLIO} = \rho_{ACQUA} g h_{ACQUA}$$

$$h_{OLIO} = \frac{p_A}{\rho_{OLIO} g} - h_{ACQUA} \cdot \frac{\rho_{ACQUA}}{\rho_{OLIO}}$$

$$V_{OLIO} = S_{BASE} \cdot h_{OLIO} = \pi \left(\frac{D_{BASE}}{2} \right)^2 \cdot h_{OLIO} = 3.14 \cdot 25 \cdot 10^{-4} m^2 \cdot 0.44 m = 3.52 \cdot 10^{-3} m^3 = 3.52 l$$

$$h_{OLIO} = \frac{6 \cdot 10^3 Pa}{0.9210^3 \frac{Kg}{m^3} 9.8 \frac{m}{s^2}} - 0.2 m \cdot \frac{1}{0.92} = 0.44 m$$

Esercizio 5

Prendiamo il sistema di coordinate com'è mostrato nella figura Abbiamo visto nella domanda precedente che il potenziale di un campo elettrico uniforme nella direzione x è

$$V = -Ex.$$

L'energia potenziale di una carica q in questo campo è (equazione 22.1)

$$U = qV.$$

L'energia potenziale della carica positiva è

$$U_+ = qV_+$$

dove V_+ è il potenziale elettrico nella posizione occupata dalla carica positiva; e ugualmente

$$U_- = -qV_- .$$

V_- è zero poiché la carica negativa è posta nell'origine ($x = 0$). E inoltre

$$V_+ = -Ea\cos\theta$$

dato che la coordinata x della carica positiva è $a\cos\theta$. Ne segue che l'energia potenziale totale è

$$U = -qEa\cos\theta = -pE\cos\theta = 20\cdot 10^{-6}\cdot 0.02\cdot 5\cdot 0.866 =$$

$$= 2.87\cdot 10^{-6}\ \mathrm{J}$$

o, in forma vettoriale,

$$U = -\mathbf{p}\cdot\mathbf{E}.$$