

Università degli Studi di Siena, Corso di Laurea in Biotecnologie
Prova d'esame di Fisica nelle Scienze della Vita – 01/02/2019

Nota: la valutazione della prova tiene conto della correttezza dei risultati analitici e numerici (attenzione ai segni, alle cifre significative ed alle unità di misura!) e della chiarezza dell'esposizione della soluzione. Spiegare sinteticamente la strategia di soluzione seguita, giustificare i principali passaggi e definire esplicitamente i simboli usati, anche con l'aiuto di figure (sistemi di riferimento, ecc.)

Problema 1

Un oggetto cade da un elicottero fermo in aria ad un'altezza h_1 e tocca terra dopo un tempo $t_1 = 4.0$ s. Un secondo oggetto cade da un'altezza $h_2 = 130$ m mentre l'elicottero sta decollando in verticale con velocità v_{eli} , e tocca terra dopo un tempo $t_2 = 6.0$ s. Trascurando l'attrito dell'aria si calcolino:

- a) l'altezza h_1 da cui cade il primo oggetto;
- b) la velocità ascensionale v_{eli} dell'elicottero;
- c) la velocità v_2 con la quale il secondo oggetto arriva a terra.

Svolgimento:

La quota di un oggetto che cade è descritta dall'equazione

$$y(t) = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

con $g = -9.81$ m/s².

- a) Nel caso del primo oggetto, $y_0 = h_1$ e $v_0 = 0$, e quindi per $y(t_1) = 0$ si ha

$$h_1 = -\frac{1}{2} g t_1^2 = 78.5 \text{ m}$$

- b) Nel caso del secondo oggetto, $y_0 = h_2$ e $v_0 = v_{\text{eli}}$, e quindi per $y(t_2) = 0$ si ottiene

$$v_{\text{eli}} = -\frac{h_2 + \frac{1}{2} g t_2^2}{t_2} = 7.76 \text{ m/s} = 27.9 \text{ km/h.}$$

- c) La velocità finale del secondo oggetto può essere calcolata usando la rappresentazione temporale:

$$v_2 = v(t_2) = v_{\text{eli}} + g t_2 = -\frac{h_2 - \frac{1}{2} g t_2^2}{t_2} = -51.1 \text{ m/s} = -184 \text{ km/h}$$

oppure attraverso il teorema delle forze vive:

$$v_2 = -\sqrt{v_{\text{eli}}^2 - 2gh_2}$$

dove si è scartato il risultato con segno positivo.

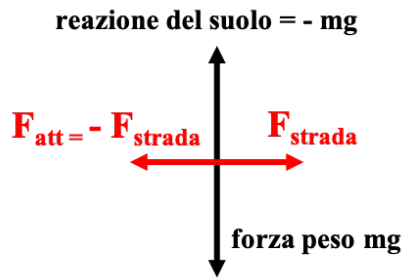
Problema 2

Un autoveicolo di massa $m = 1020$ kg si muove in orizzontale con velocità costante $v = 110$ km/h. Tenendo conto dell'attrito dovuto all'aria:

- a) si disegni il diagramma di corpo libero dell'autoveicolo;
- b) se il motore sviluppa una potenza $W = 20$ kW, si calcoli la forza F_{att} dovuta all'attrito dell'aria;
- c) si calcoli la velocità angolare ω delle ruote (diametro $D = 65$ cm).

Svolgimento:

- a)



b) Dal momento che la potenza W è spesa tutta per vincere la forza d'attrito si ha

$$W = \mathbf{F}_{\text{strada}} \cdot \mathbf{v} = -\mathbf{F}_{\text{att}} \cdot \mathbf{v}$$

dove \mathbf{v} è la velocità dell'autoveicolo. Si ottiene

$$F_{\text{att}} = W/v = 655 \text{ N.}$$

c) La velocità di rotazione delle ruote è legata alla velocità lineare del veicolo da

$$\omega \frac{D}{2} = v$$

da cui

$$\omega = \frac{2v}{D} = 94.0 \text{ rad/s.}$$

Problema 3

In una giornata d'inverno una persona inspira ogni 5 secondi un volume $V = 3.0 \text{ L}$ d'aria secca alla temperatura $t_{\text{aria}} = 0^\circ\text{C}$. Assumendo che la pressione dell'aria sia costante e pari a $P = 1.0 \text{ atm}$, si calcoli:

- il calore Q necessario per riscaldare il gas alla temperatura corporea $t_{\text{corpo}} = 37^\circ\text{C}$;
- il consumo metabolico W legato a questo processo;
- il volume finale V_{fin} dell'aria riscaldata.

Svolgimento:

a) $Q = nC_P(t_{\text{corpo}} - t_{\text{aria}})$, dove il numero n di moli d'aria è

$$n = \frac{PV}{R(273^\circ\text{C} + t_{\text{aria}})} = 0.134 \text{ mol}$$

dove $R = 8.31 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K}) = 0.0821 \text{ atm}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$. Il numero di moli n risulta uguale al rapporto tra V e il volume $V_0 = 22.4 \text{ L/mol}$ occupato da una mole di gas ideale a temperatura 0°C e pressione atmosferica. Essendo l'aria un gas bi-atomico, il calore molare a pressione costante è $C_P = \frac{7}{2}R$. Quindi

$$Q = \frac{7}{2}PV \frac{t_{\text{corpo}} - t_{\text{aria}}}{273^\circ\text{C} + t_{\text{aria}}} = 144 \text{ J} = 34.5 \text{ cal.}$$

b)

$$W = \frac{Q}{5 \text{ s}} = 28.8 \text{ W.}$$

c) Dall'equazione di stato dei gas perfetti

$$V_{\text{fin}} = V \left(1 + \frac{t_{\text{corpo}} - t_{\text{aria}}}{t_{\text{aria}} + 273^\circ\text{C}} \right) = 3.41 \text{ L.}$$

Dal momento che $t_{\text{aria}} = 0^\circ\text{C}$, questo risultato esprime anche la prima legge di Gay-Lussac.