Månadens problem – MARS 2015

Lösningsförslag

1. Man kan anta att popcorn från början är klotformiga och att rumstemperaturen är 22°C.

   (a) Medeldensiteten blir

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{3m}{4\pi r^3} = \frac{3 \cdot 0{,}170}{4\pi \cdot 0{,}31^3}\ \text{g/cm}^3 = 1{,}362\ \text{g/cm}^3 \approx 1{,}4\ \text{g/cm}^3. \tag{1}$$

   Svar: Medeldensiteten är 1,4 g/cm^3.

   (b) Den nya medeldensiteten är

$$\rho = \frac{1{,}362\ \text{g/cm}^3}{8} = 0{,}170\ \text{g/cm}^3 \tag{2}$$

   och den nya volymen blir

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{0{,}165}{170}\ \text{cm}^3 = 0{,}9689\ \text{cm}^3 \approx 0{,}97\ \text{cm}^3. \tag{3}$$

   Svar: Volymen blir 0,97 cm^3.

   (c) Energin beräknas separat för olika faser och fasövergångar. Vattnet värms först till 100°C. Vattnets specifika värmekapacitet är 4190 J/kgK och temperaturändringen är 78 grader.

$$E_1 = cm\Delta T = 4190\ \text{J/kgK} \cdot 5 \cdot 10^{-6}\ \text{kg} \cdot 78\ \text{K} = 1{,}68\ \text{J} \tag{4}$$

   Sen förångas vattnet. Vattnets ångbildningsvärme är $2{,}26 \cdot 10^6$ J/kg.

$$E_2 = c_k m = 2{,}26 \cdot 10^6\ \text{J/kg} \cdot 5 \cdot 10^{-6}\ \text{kg} = 11{,}3\ \text{J} \tag{5}$$

   Avslutningsvis värms vattenångan till 180°C. Vattenångans specifika värmekapacitet är 2080 J/kgK.

$$E_3 = cm\Delta T = 2080\ \text{J/kgK} \cdot 5 \cdot 10^{-6}\ \text{kg} \cdot 80\ \text{K} = 0{,}832\ \text{J} \tag{6}$$

Totala energin som går åt är

$$E_{tot} = E_1 + E_2 + E_3 = 13{,}8\ \text{J}. \tag{7}$$

Svar: Det går åt ca 14 J.

2. (a) Popcornet roterar 495° under 75,9 ms.

$$\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{495° \cdot \pi}{180° \cdot 0{,}0759 \text{ s}} = 113 \text{ rad/s} \tag{1}$$

Svar: Vinkelhastigheten är 113 rad/s.

(b) Vi använder skalan i första bilden till att bestämma den horisontella rörelsen. Under samma tid som i (a) rör sig popcornet ca 0,865 cm åt höger.

$$v_x = \frac{x}{t} = \frac{0{,}00865 \text{ m}}{0{,}0759 \text{ s}} = 0{,}11 \text{ m/s} \tag{2}$$

Svar: Horisontella hastigheten är 0,11 m/s.

(c) **Svar:** Höjden mäts och räknas om till ca 5,4 mm.

(d) Om man antar att man har fritt fall från högsta höjden, och inget luftmotstånd, så kan man skriva

$$E_p = E_k \quad \Rightarrow \quad v_y = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9{,}82 \text{ m/s}^2 \cdot 5{,}4 \text{ mm}} = 0{,}33 \text{ m/s}. \tag{3}$$

Svar: Vertikala hastigheten är 0,33 m/s vid landningen.

(e) Om man kan bortse från luftmotståndet så är hastigheten vid upphoppet samma som vid landningen. Totala hastigheten vid landningen är

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{(0{,}11 \text{ m/s})^2 + (0{,}33 \text{ m/s})^2} = 0{,}35 \text{ m/s}. \tag{4}$$

Tiden för accelerationen är

$$t = \frac{6{,}9 \text{ ms}}{4} = 1{,}72 \text{ ms} \tag{5}$$

så medelaccelerationen är

$$a = \frac{v}{t} = \frac{0{,}35 \text{ m/s}}{1{,}72 \cdot 10^{-3} \text{ s}} = 200 \text{ m/s}^2. \tag{6}$$

Svar: Medelaccelerationen är 200 m/s^2.

(f) Totala (accelererande) kraften på popcornet är

$$F = ma = 165 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \cdot 200 \text{ m/s}^2 = 0{,}033 \text{ N}. \tag{7}$$

Normalkraften från underlaget är lika med accelererande kraften plus tyngdkraften.

$$N = ma + mg = m(a+g) = 165 \cdot 10^{-6} \cdot (200 + 9{,}82) \text{ N} = 35 \text{ mN} \tag{8}$$

Svar: Kraften från underlaget är 35 mN.