

Balistické kyvadlo (krabice naplněná pískem o celkové hmotnosti 6 kg) je zavěšeno na svislém laně. Střela o hmotnosti 12 g byla krabicí zachycena a vychýlila krabici tak, že její těžiště se zvedlo o 1,6 cm. Vypočítejte rychlost střely před srážkou s krabicí.

Řešení:

$$m_1 = 12 \text{ g} = 0,012 \text{ kg}, m_2 = 6 \text{ kg}, h = 1,6 \text{ cm} = 0,016 \text{ m}, v_1 = ? \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

Zákon zachování hybnosti ve vodorovném směru má tvar

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v \quad (1)$$

kde v_1 je rychlost střely před srážkou, rychlost kyvadla před srážkou v_2 je nulová, v představuje společnou rychlost soustavy střely a kyvadla po srážce. Proto platí rovnice

$$v_1 = \frac{m_1 + m_2}{m_1} v \quad (2)$$

Po zachycení střely v kyvadle můžeme využít zákon zachování mechanické energie v tom smyslu, že kinetická energie střely s krabicí v okamžiku nárazu

$$E_k = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2 \quad (3)$$

se celá přemění na potenciální energii

$$E_p = (m_1 + m_2) g h \quad (4)$$

Porovnáním pravých stran rovnic (3) a (4) dostáváme pro rychlost soustavy střely a kyvadla

$$v = \sqrt{2 g h} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,016} \doteq 0,57 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

a pro rychlost střely dostáváme dosazením do rovnice (2)

$$v_1 = \frac{m_1 + m_2}{m_1} v = \frac{6 + 0,012}{0,012} \cdot 0,57 \doteq 285 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

Odpověď:

Počáteční rychlost střely byla přibližně 285 m s⁻¹.