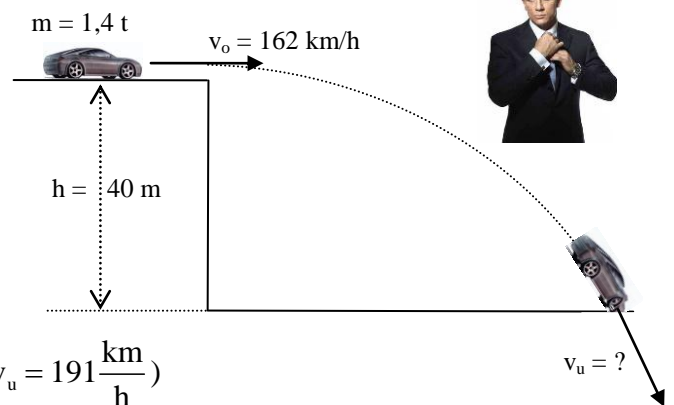


Physik * Jahrgangsstufe 8 * Tolle Männer und die Energieerhaltung

1. Bond braust mit seinem Sportwagen (Masse 1,4 t) mit der Geschwindigkeit von $v_o = 162 \text{ km/h}$ über eine Klippe und stürzt dann 40 m in die Tiefe.

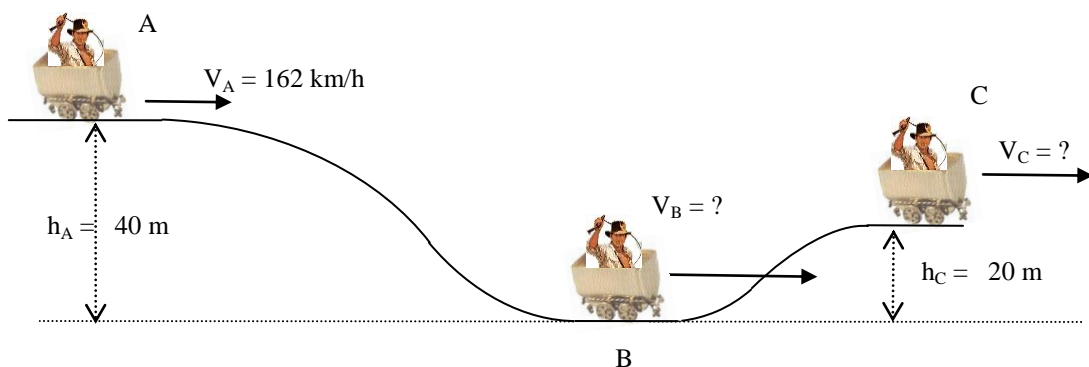


- a) Wie groß ist die kinetische Energie des Sportwagens bei der Geschwindigkeit von 162 km/h ?
- b) Mit welcher Geschwindigkeit v_u schlägt der Sportwagen am Boden auf? (Ergebnis: $v_u = 191 \frac{\text{km}}{\text{h}}$)
- c) Tatsächlich schlägt Bonds Sportwagen aber nur mit einer Geschwindigkeit von 186 km/h am Boden auf! Welcher Prozentsatz der mechanischen Energie ist damit „verloren gegangen“? Was ist mit dieser Energie passiert?

2. Indiana Jones rast in einer Lore eine Berg- und Talbahn entlang. An der höchsten Stelle A der Bahn besitzt die Lore die Geschwindigkeit $v_o = 162 \text{ km/h}$.



- a) Welche Geschwindigkeit v_B hat die Lore an der Stelle B ?
- b) Welche Geschwindigkeit v_C hat die Lore an der Stelle C ?



3. Aus welcher Höhe muss Superman herunter springen, damit er mit einer Geschwindigkeit von 50 km/h landet?

Schätze zuerst und berechne dann die Höhe!

Welche Höhe ist für eine Auftreffgeschwindigkeit von 100 km/h nötig?



Physik * Jahrgangsstufe 8 * Tolle Männer und die Energieerhaltung * Lösungen

$$1. a) \quad E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 1400 \text{ kg} \cdot \left(\frac{162 \cdot 1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} \right)^2 = 700 \text{ kg} \cdot \left(45 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 =$$

$$1,4 \cdot 10^6 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 1,4 \cdot 10^6 \text{ Nm} = 1,4 \cdot 10^6 \text{ J} \quad (= 1,4 \text{ MJ})$$



$$b) \quad E_{\text{gesamt, oben}} = E_{\text{gesamt, unten}} \Leftrightarrow E_{\text{pot, oben}} + E_{\text{kin, oben}} = E_{\text{kin, unten}} \Leftrightarrow$$

$$m \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_o^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_u^2 \Leftrightarrow 2 \cdot g \cdot h + v_o^2 = v_u^2 \Leftrightarrow$$

$$v_u^2 = 2 \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 40 \text{ m} + \left(45 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 = 2809 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \Rightarrow v_u = \sqrt{2809 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = 53 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 191 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$c) \quad E_{\text{gesamt, mechanisch}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_u^2 = \frac{1}{2} \cdot 1400 \text{ kg} \cdot \left(53 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 = 1,97 \cdot 10^6 \text{ J} = 1,97 \text{ MJ}$$

$$E_{\text{gesamt, tatsächlich}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{\text{tatsächlich}}^2 = \frac{1}{2} \cdot 1400 \text{ kg} \cdot \left(\frac{186000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} \right)^2 = 1,87 \cdot 10^6 \text{ J} = 1,87 \text{ MJ}$$

$$\frac{E_{\text{verloren}}}{E_{\text{gesamt}}} = \frac{1,97 \text{ MJ} - 1,87 \text{ MJ}}{1,97 \text{ MJ}} = \frac{0,10 \text{ MJ}}{1,97 \text{ MJ}} = \frac{10}{197} = 0,0507... \approx 5,1\%$$

Ca. 5,1% der mechanischen Energie gehen wegen des Luftwiderstands „verloren“. Letztlich bewirkt diese Energie eine Erwärmung von Luft und Auto.

$$2. a) \quad \text{Der Ansatz entspricht genau dem Ansatz von 1a)}$$

$$m \cdot g \cdot h_A + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_A^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_B^2 \Leftrightarrow 2 \cdot g \cdot h_A + v_A^2 = v_B^2 \Leftrightarrow$$

$$v_B^2 = 2 \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 40 \text{ m} + \left(45 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 = 2809 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \Rightarrow v_B = \sqrt{2809 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = 53 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$b) \quad E_{\text{gesamt, A}} = E_{\text{gesamt, C}} \Leftrightarrow E_{\text{pot, A}} + E_{\text{kin, A}} = E_{\text{pot, C}} + E_{\text{kin, C}} \Leftrightarrow$$

$$m \cdot g \cdot h_A + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_A^2 = m \cdot g \cdot h_C + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_C^2 \Leftrightarrow$$

$$v_C^2 = 2 \cdot g \cdot h_A + v_A^2 - 2 \cdot g \cdot h_C \Leftrightarrow v_C^2 = 2 \cdot g \cdot (h_A - h_C) + v_A^2 \Leftrightarrow$$

$$v_C^2 = 2 \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 20 \text{ m} + \left(45 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 = 2417 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \Rightarrow v_C = \sqrt{2417 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = 49 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



$$3. \quad E_{\text{gesamt, oben}} = E_{\text{gesamt, unten}} \Leftrightarrow E_{\text{pot, oben}} = E_{\text{kin, unten}} \Leftrightarrow m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \Leftrightarrow$$

$$2 \cdot g \cdot h = v^2 \Leftrightarrow h = \frac{v^2}{2 \cdot g} = \frac{\left(\frac{50 \text{ m}}{3,6 \text{ s}} \right)^2}{2 \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 9,8 \text{ m}$$



Für die doppelte Auftreffgeschwindigkeit ist wegen $v^2 \sim h$ die vierfache Höhe erforderlich, als $h_{\text{neu}} = 39 \text{ m}$.