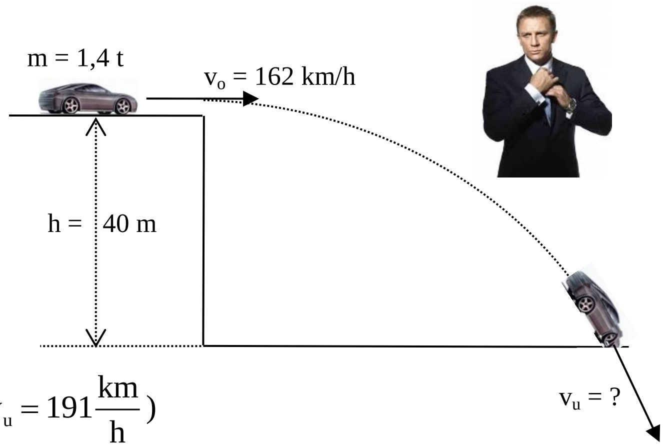
Physik * Jahrgangsstufe 8 * Tolle Männer und die Energieerhaltung

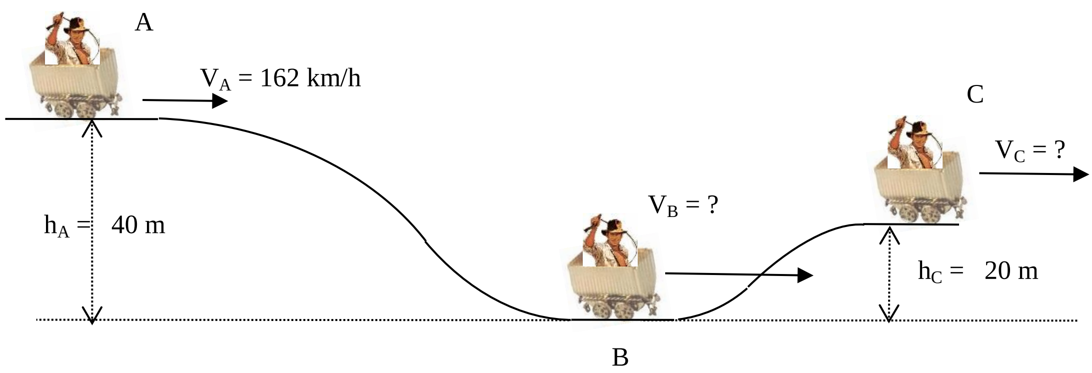
1. Bond braust mit seinem Sportwagen (Masse 1,4 t) mit der Geschwindigkeit von $v_o = 162$ km/h über eine Klippe und stürzt dann 40 m in die Tiefe.



   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: $v_u = 191\frac{km}{h}$)
   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 $v_o = 162$ 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) $E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 1400\,kg \cdot \left(\frac{162 \cdot 1000m}{3600\,s} \right)^2 = 700kg \cdot \left(45 \frac{m}{s} \right)^2 =$

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

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

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

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

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

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

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

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

2. a) Der Ansatz entspricht genau dem Ansatz von 1a)

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

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

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

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

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

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

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

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

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