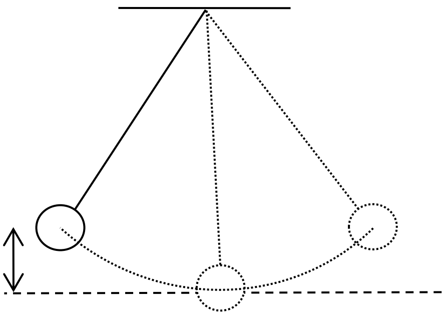
Physik * Jahrgangsstufe 8

Mechanische Energieformen * Energieerhaltungssatz

1. Die Kugel des abgebildeten Pendels wird ausgelenkt und dabei die Höhe h = 12cm angehoben.
   a) Mit welcher Geschwindigkeit schwingt die Kugel durch die Ruhelage?
   b) Wie hoch müsste man die Kugel auslenken, damit die Geschwindigkeit doppelt so groß wie bei Aufgabe a) ist?

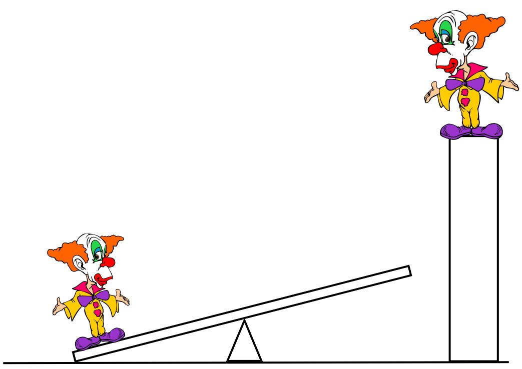


2. Peter springt vom 10-Meter-Turm ins Wasser.
   a) Mit welcher Geschwindigkeit taucht er in das Wasser ein?
   b) Aus welcher Höhe müsste Peter springen, wenn er nur die Hälfte der Geschwindigkeit von Aufgabe a) beim Eintauchen haben will?
   c) In welcher Höhe über dem Wasser hat Peter die Hälfte der Geschwindigkeit von Aufgabe a) ?

3. Ein PKW der Masse 1,2 Tonnen fährt bei einem Crashtest mit 30 km/h gegen eine Wand.
   a) Wie groß ist die kinetische Energie des Autos? Was passiert mit dieser Energie beim Crashtest?
   b) Aus welcher Höhe müsste der PKW fallen, um mit einer Geschwindigkeit von 30 km/h am Boden zu landen?

4. Ein Ball wird aus einer Ausgangshöhe von 1,6m über dem Boden nach oben geworfen und erreicht eine maximale Höhe von 8,8 Metern.
   a) Beschreibe die Energieumwandlungen!
   b) Mit welcher Geschwindigkeit wurde der Ball abgeworfen?
   c) Welche Geschwindigkeit hat der Ball in einer Höhe von 5,0m über dem Boden?

5. Ein Artist (mit der Masse 72 kg) springt aus einer Höhe von 2,50m auf ein Schleuderbrett.
   a) Wie hoch wird sein Partner (mit 56 kg) höchstens geschleudert?
   b) Für den Bau einer Menschenpyramide muss der Partner 4,0 m hoch geschleudert werden.
      Mache Vorschläge, wie man das erreichen kann!



Physik * Jahrgangsstufe 8 * Mechanische Energieformen * Energieerhaltung * Lösungen

1. a) $E_{ges} = E_{pot,oben} = E_{kin,unten} \;\Rightarrow\; m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_{unten})^2 \;\Rightarrow\; (v_{unten})^2 = 2 \cdot g \cdot h \;\Rightarrow$

$$(v_{unten})^2 = 2 \cdot 9{,}8\frac{m}{s^2} \cdot 0{,}12m \;\Rightarrow\; (v_{unten})^2 = 2{,}352\frac{m^2}{s^2} \;\Rightarrow\; v_{unten} = \sqrt{2{,}352}\,\frac{m}{s} \approx 1{,}5\frac{m}{s}$$

b) Wegen $h \sim v^2$ gehört zur doppelten (d.h. zweifachen) Geschwindigkeit die vierfache (d.h. die 2^2 – fache = 4 – fache) Höhe. Die Kugel müsste also 4 · 12cm = 48 cm nach oben ausgelenkt werden.

2. a) $E_{ges} = E_{pot,oben} = E_{kin,unten} \;\Rightarrow\; m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_{unten})^2 \;\Rightarrow\; (v_{unten})^2 = 2 \cdot g \cdot h \;\Rightarrow$

$$(v_{unten})^2 = 2 \cdot 9{,}8\frac{m}{s^2} \cdot 10m \;\Rightarrow\; (v_{unten})^2 = 196\frac{m^2}{s^2} \;\Rightarrow\; v_{unten} = \sqrt{196}\,\frac{m}{s} = 14\frac{m}{s} \approx 50\frac{km}{h}$$

b) Wegen $h \sim v^2$ gehört zur halben Geschwindigkeit nur ein Viertel der Höhe.
Peter müsste also aus 2,5m Höhe springen, um mit 25 km/h ins Wasser einzutauchen.

c) Nach einer Fallhöhe von 2,5m hat Peter die Hälfte der Geschwindigkeit.
Beim Sprung vom 10m-Turm erreicht Peter diese Geschwindigkeit also 7,5m über dem Wasser.

3. a) $E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 1200kg \cdot (30 \cdot \frac{1000m}{3600s})^2 = 600kg \cdot (\frac{300}{36} \cdot \frac{m}{s})^2 = 41666{,}6...J \approx 42\,kJ$

Diese Energie dient zum Verformen und „Erwärmen“ des Autos.

b) $E_{ges} = E_{pot,oben} = E_{kin,unten} \;\Rightarrow\; m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_{unten})^2 \;\Rightarrow\; (v_{unten})^2 = 2 \cdot g \cdot h \;\Rightarrow$

$$h = \frac{(v_{unten})^2}{2 \cdot g} = \frac{(30\frac{km}{h})^2}{2 \cdot 9{,}8\frac{m}{s^2}} = \frac{\left(\frac{30}{3{,}6}\frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 9{,}8\frac{m}{s^2}} = 3{,}543...\frac{\frac{m^2}{s^2}}{\frac{m}{s^2}} = 3{,}543...m \approx 3{,}5\,m$$

Das Auto müsste aus einer Höhe von etwa 3,5 m fallen.

4. a) Die kinetische Energie beim Abwurf wandelt sich vollständig in Höhenenergie um. Nachdem der Ball seine maximale Höhe von 8,8m erreicht hat, wandelt sich die Höhenenergie beim Herabfallen wieder in kinetische Energie um.

b) $\frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_{Abwurf})^2 = m \cdot g \cdot (h - h_o) \;\Rightarrow\; (v_{Abwurf})^2 = 2 \cdot 9{,}8\frac{m}{s^2} \cdot (8{,}8m - 1{,}6m) \;\Rightarrow$

$$(v_{Abwurf})^2 = 141{,}12\frac{m^2}{s^2} \;\Rightarrow\; v_{Abwurf} = \sqrt{141{,}12}\,\frac{m}{s} = 11{,}879...\frac{m}{s} \approx 12\frac{m}{s}$$

c) $E_{ges} = E_{pot,oben} = m \cdot g \cdot (h - h_o) = E_{pot}(\text{in 5m Höhe}) + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \;\Rightarrow$

$$m \cdot g \cdot (h - h_o) = m \cdot g \cdot (5{,}0m - h_o) + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \;\Rightarrow\; g \cdot (h - h_o) = g \cdot (5{,}0m - h_o) + \frac{1}{2} \cdot v^2$$

$$\Rightarrow\; g \cdot (8{,}8m - 1{,}6m) = g \cdot (5{,}0m - 1{,}6m) + \frac{1}{2} \cdot v^2 \;\Rightarrow\; \frac{1}{2} \cdot v^2 = g \cdot 7{,}2m - g \cdot 3{,}4m \;\Rightarrow$$

$$\frac{1}{2} \cdot v^2 = g \cdot 3{,}8m \;\Rightarrow\; v^2 = 2 \cdot 9{,}8\frac{m}{s^2} \cdot 3{,}8m \;\Rightarrow\; v^2 = 74{,}48\frac{m^2}{s^2} \;\Rightarrow$$

$v = \sqrt{74{,}48}\,\frac{m}{s} = 8{,}63...\frac{m}{s} \approx 8{,}6\frac{m}{s}$ beträgt die Geschwindigkeit in 5,0m Höhe.

5. a) Die potenzielle Energie des Artisten 1 wird insgesamt in die potentielle Energie des Artisten 2 umgewandelt, wenn man alle Reibungs- und Verformungseffekte vernachlässigt. Damit gilt:

$$E_{pot,Artist1} = E_{pot,Artist2} \quad \Rightarrow \quad m_1 \cdot g \cdot h_1 = m_2 \cdot g \cdot h_2 \quad \Rightarrow$$

$$h_2 = \frac{m_1}{m_2} \cdot h_1 = \frac{72\,kg}{56\,kg} \cdot 2{,}50\,m = \frac{9}{7} \cdot 2{,}50m \approx 3{,}2\,m$$

b) Es gilt $m_1 \cdot h_1 = m_2 \cdot h_2$

Artist 1 könnte aus größerer Höhe h_1 abspringen! Diese neue Höhe h_1 sollte

$h_1 = \frac{m_2 \cdot h_2}{m_1} = \frac{7}{9} \cdot 4{,}0m \approx 3{,}1m$ betragen.

Wenn Artist 1 seine Absprunghöhe von 2,5m beibehält, könnte er seine Masse m_1 mit Zusatzgewichten vergrößern. $m_1 = \frac{m_2 \cdot h_2}{h_1} = \frac{56\,kg \cdot 4{,}0m}{2{,}5\,m} = 89{,}6kg \approx 90\,kg$

Artist 1 könnte also z.B. einen Bleigürtel der Masse 90kg – 72kg = 18kg anlegen.