



## Lösung

1 Ein Tennisball besitzt etwa die Masse  $m=50\text{ g}$ .

1.1 Berechne die Höhe, die ein Tennisball erreichen würde, wenn er mit der Geschwindigkeit  $v=50\frac{\text{m}}{\text{s}}$  senkrecht nach oben geschlagen würde.

*Die kinetische Energie beim Abschlag ist gleich der potentiellen Energie ganz oben:*

$$E_{\text{Kin, unten}} = E_{\text{Pot, oben}} \rightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h \rightarrow h = \frac{v^2}{2 \cdot g} = \frac{50^2}{2 \cdot 10} \text{ m} = \frac{2500}{20} \text{ m} = 125 \text{ m}$$

1.2 Berechne den Faktor, um den sich die erreichte Höhe verringern würde, wenn die Abschlagsgeschwindigkeit nur halb so groß wäre wie bei 1.1.

$$E_{\text{Kin, 1/2}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left(\frac{v}{2}\right)^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \frac{v^2}{4} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{4} \cdot E_{\text{Kin, 1}}$$

*Die Energie wäre also nur noch 1/4 der Energie bei 1.1.*

$$\text{Rechnung dazu: } h = \frac{v^2}{2 \cdot g} = \frac{25^2}{2 \cdot 10} \text{ m} = \frac{625}{20} \text{ m} = 31,25 \text{ m} = \frac{1}{4} \cdot 125 \text{ m}$$

1.3 Ein Tennisball muss beim Fallenlassen aus 250 cm Höhe von einem festen Boden so reflektiert werden, dass er eine Höhe von 140 cm erreicht.

Berechne, um wie viel Grad sich der Ball ( $c_{\text{Ball}} = 1,5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ ) bei einem solchen Fall erwärmt, wobei der Untergrund keine innere Energie aufnehmen soll.

*Der Verlust an potentieller Energie geht in innere Energie über:*

$$\Delta E_{\text{Pot}} = \Delta E_{\text{innere}} \rightarrow m \cdot g \cdot h_1 - m \cdot g \cdot h_2 = c_{\text{Ball}} \cdot m \cdot \Delta \vartheta \rightarrow m \cdot g \cdot (h_1 - h_2) = c_{\text{Ball}} \cdot m \cdot \Delta \vartheta \rightarrow g \cdot (h_1 - h_2) = c_{\text{Ball}} \cdot \Delta \vartheta \rightarrow$$

$$\Delta \vartheta = \frac{g \cdot (h_1 - h_2)}{c_{\text{Ball}}} = \frac{10 \cdot (2,5 - 1,4)}{1500} \cdot ^\circ\text{C} = \frac{1,1}{150} \cdot ^\circ\text{C} \approx 0,0073 \cdot ^\circ\text{C}$$

*Der Ball hat sich also (fast unmerklich) um  $0,0073^\circ\text{C}$  erwärmt.*

2 Ein Gepard beschleunigt auf einer Strecke von  $s=45\text{ m}$  in nur  $t=3\text{ s}$  auf seine Höchstgeschwindigkeit. Berechne diese Geschwindigkeit  $v$ .

*Beschleunigte Bewegung:*

$$v = a \cdot t \quad a = \frac{v}{t} ; \quad s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \rightarrow s = \frac{1}{2} \cdot \frac{v}{t} \cdot t^2 = \frac{v \cdot t}{2} \rightarrow v = \frac{2 \cdot s}{t} = \frac{2 \cdot 45 \text{ m}}{3 \text{ s}} = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

*Der Gepard kommt also auf eine Geschwindigkeit von etwa  $30\text{ m/s}$  oder etwas über  $100\text{ km/h}$ .*

- 3 In Bremen steht ein Fallturm, in dem im Vakuum Fallversuche durchgeführt werden. Ein Katapult wirft dabei ein Versuchsgerät senkrecht nach oben. Nach dem Herabfallen wird das Versuchsgerät dann in einem 8 m tiefen mit lockeren Füllstoffen gefüllten Zylinder abgebremst.

- 3.1 Das Katapult beschleunigt in  $\Delta t = \frac{1}{4} \text{ s}$  das Versuchsgerät auf die Anfangsgeschwindigkeit  $v = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Berechne die dazu notwendige Beschleunigung.

*Beschleunigte Bewegung:*  $v = a \cdot t \rightarrow a = \frac{v}{t} = \frac{50 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,25 \text{ s}^2} = 200 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

- 3.2 Berechne die gesamte Flugzeit (nach oben und nach unten) des Versuchsgeräts.

*Senkrechter Wurf:*

$y = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$  mit der Bedingung  $y=0$  (der Körper kommt zum Schluss unten wieder an).

*Rechnung ohne Einheiten, alle Größen werden im m-kg-s-System angegeben:*

$0 = 50 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2 = t \cdot (50 - 5 \cdot t)$  Faktor  $t=0$  bedeutet: Anfang des Fluges.

*Klammer gleich Null ergibt die Zeit zum Ende des Fluges:*  $50 - 5 \cdot t = 0 \rightarrow 50 = 5 \cdot t \rightarrow t = 10$

*Die gesamte Flugzeit beträgt also 10 s.*

- 3.3 Zum Schluss wird auf der Strecke  $s = 7 \text{ m}$  der Versuch bis zum Stillstand abgebremst. Berechne die Kraft, die dabei auf einen Körper der Masse  $m = 10 \text{ kg}$  einwirkt.

*Newtonsche Bewegungsgleichung:*  $F = m \cdot a$

*a wird berechnet aus dem Bremsweg s und der Geschwindigkeit v, die gleich der*

*Abfluggeschwindigkeit ist:*  $v = a \cdot t \rightarrow t = \frac{v}{a}$  ;  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot \frac{v^2}{a^2} = \frac{v^2}{2 \cdot a} \rightarrow a = \frac{v^2}{2 \cdot s} \rightarrow$

$F = m \cdot a = m \cdot \frac{v^2}{2 \cdot s} = 10 \cdot \frac{50^2}{2 \cdot 7} \text{ N} = \frac{25000}{14} \text{ N} \approx 1786 \text{ N}$

*Die Kraft ist also so groß wie die Gewichtskraft einer Masse von etwa 179 kg.*

- 4 Nach einer Naturkatastrophe wirft ein Flugzeug über zerstörtem Gebiet Hilfspakete ab.

Das Flugzeug hat die Geschwindigkeit  $v = 360 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  und

fliegt in der Höhe  $h = 125 \text{ m}$ .

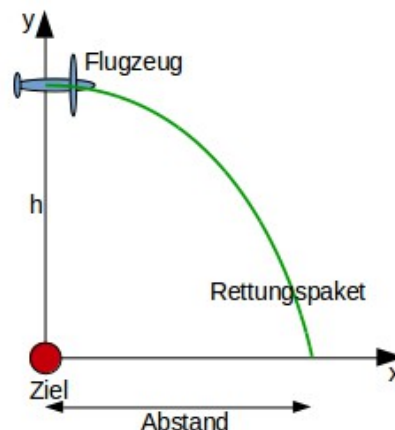
- 4.1 Berechne, wie weit vom Zielpunkt entfernt das Hilfspaket landen würde, wenn das Flugzeug das Paket direkt über dem Ziel hätte fallen lassen?

*Waagerechter Wurf:*

$x = v_0 \cdot t$  ;  $y = h - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$  gesucht  $x$  für  $y=0$ .

$t = \frac{x}{v_0} \rightarrow y = h - \frac{1}{2} \cdot g \cdot \frac{x^2}{v_0^2} = 0 \rightarrow h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot \frac{x^2}{v_0^2} \rightarrow$

$x^2 = \frac{2 \cdot h \cdot v_0^2}{g} \rightarrow x = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} \cdot v_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 125}{10}} \cdot \frac{360}{3,6} \text{ m} = 100 \cdot \sqrt{25} \text{ m} \approx 500 \text{ m}$



4.2 Berechne, wie viel Sekunden vor Erreichen des Zielortes das Flugzeug das Paket hätte abwerfen müssen, damit es genau im Ziel gelandet wäre.

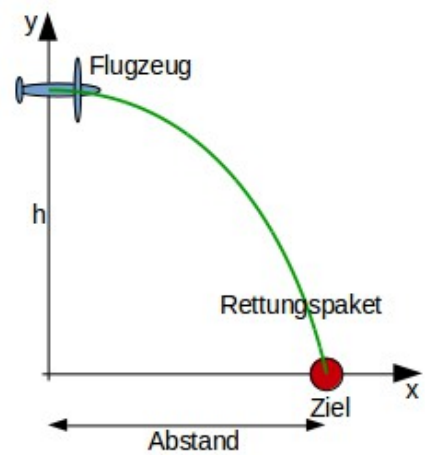
Bei 4.1 wurde  $t$  aus den Gleichungen entfernt.  $t$  ist nun gesucht und kann mit dem Ergebnis aus 4.1 bestimmt werden:

$$x = v_0 \cdot t \rightarrow t = \frac{x}{v_0} = \frac{500}{\frac{360}{3,6}} = \frac{500}{100} = 5 \text{ s}$$

Man hätte auch einfach die Fallzeit für die Strecke  $h$  berechnen können:

$$y = h - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 ; y = 0 \rightarrow h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \rightarrow t^2 = \frac{2 \cdot h}{g} \rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 125}{10}} = \sqrt{25} = 5 \text{ s}$$



Formeln:

Energien:  $E_{Pot} = m \cdot g \cdot h$        $E_{Kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$        $\Delta E_{innere} = c \cdot m \cdot \Delta \vartheta$

Bewegungsgleichungen:  $s = v \cdot t$        $v = v_0$        $a = 0$   
 $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$        $v = a \cdot t$        $a = a_0$

Newtonsche Bewegungsgleichung:  $F = m \cdot a$

Viel Erfolg bei der Bearbeitung der Aufgaben!