Physik * Jahrgangsstufe 9 * Bewegungsgleichungen

Beachte:

Bewegt sich ein Gegenstand mit der konstanter Beschleunigung a, so kann man zu jedem Zeitpunkt t sowohl den Ort x(t) als auch die Geschwindigkeit v(t) des Gegenstands angeben:

$$x(t) = x_o + v_o \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \quad \text{und} \quad v(t) = v_o + a \cdot t \ .$$

Hierbei ist x_o der Ort, an dem sich der Gegenstand zum Zeitpunkt $t = 0$ befindet und v_o die Geschwindigkeit des Gegenstand zum Zeitpunkt $t = 0$.

1. Gib jeweils x(t) und v(t) an. Lege dabei zuerst fest, für welchen Ort $x = 0$ gelten soll. Für die Erdbeschleunigung darfst du den Wert $g = 10\ m/s^2$ verwenden.

   a) Ein Ball wird aus einer Höhe von 10m über dem Boden mit einer Geschwindigkeit von 15 m/s nach oben geworfen.

   b) Ein Ball wird aus einer Höhe von 20m über dem Boden mit einer Geschwindigkeit von 20 m/s nach unten geworfen.

   c) Ein Ball wird aus einem Brunnen 10m unter der Erdoberfläche mit einer Geschwindigkeit von 15 m/s nach oben geworfen.

   d) Ein Lift bewegt sich aus einer Ausgangshöhe von 45m mit einer konstanten Geschwindigkeit von 2,5 m/s nach unten.

   e) Ein Lift bewegt sich aus einer Ausgangshöhe von 10m mit einer konstanten Geschwindigkeit von 2,0 m/s nach oben.

2. Ein Lift bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit von 2,0 m/s aus einer Ausgangshöhe von 12 m nach oben. 5,0 Sekunden nach dem Start des Lifts nach oben wird aus einem Fenster in 48m Höhe ein Ball frei fallengelassen.

   a) Lege einen geeigneten Zeitpunkt $t = 0s$ fest und gib dann x(t) sowohl für den Lift wie für den Ball an.

   b) Bestimme jetzt den Zeitpunkt und den Ort, an dem sich Ball und Lift begegnen. Wie groß ist bei dieser Begegnung die Geschwindigkeit des Balls?

3. Ein Radfahrer fährt mit der Geschwindigkeit von 10 m/s an einem PKW vorbei. 4,0 Sekunden danach startet der PKW mit einer konstanten Beschleunigung von $5{,}0\ m/s^2$ und versucht den Radfahrer einzuholen.

   a) Lege einen geeigneten Zeitpunkt $t = 0s$ fest und gib dann sowohl für den Radfahrer als auch für den PKW x(t) an.

   b) Wann und wo holt der PKW den Radfahrer ein? Welche Geschwindigkeit hat der PKW beim Überholen des Radfahrers?

Physik * Jahrgangsstufe 9 * Bewegungsgleichungen * Lösungen

1. a) $x(t) = 10\text{m} + 15\frac{\text{m}}{\text{s}}\cdot t - \frac{1}{2}\cdot 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot t^2$ und $v(t) = 15\frac{\text{m}}{\text{s}} - 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot t$

   b) $x(t) = 20\text{m} - 20\frac{\text{m}}{\text{s}}\cdot t - \frac{1}{2}\cdot 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot t^2$ und $v(t) = -20\frac{\text{m}}{\text{s}} - 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot t$

   c) $x(t) = -10\text{m} + 15\frac{\text{m}}{\text{s}}\cdot t - \frac{1}{2}\cdot 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot t^2$ und $v(t) = 15\frac{\text{m}}{\text{s}} - 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot t$

   d) $x(t) = 45\text{m} - 2{,}5\frac{\text{m}}{\text{s}}\cdot t$ und $v(t) = -2{,}5\frac{\text{m}}{\text{s}}$

   e) $x(t) = 10\text{m} + 2{,}0\frac{\text{m}}{\text{s}}\cdot t$ und $v(t) = 2{,}0\frac{\text{m}}{\text{s}}$

2. Zum Zeitpunkt $t = 0\text{s}$ beginnt der Ball seinen freien Fall nach unten, d.h. der Lift befindet sich zu diesem Zeitpunkt in einer Höhe von $12\text{m} + 5\text{s}\cdot 2{,}0\text{ m/s} = 22\text{m}$.

   a) $x_{\text{Ball}}(t) = 48\text{m} - \frac{1}{2}\cdot 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot t^2$ und $v_{\text{Ball}}(t) = -10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot t$

   $x_{\text{Lift}}(t) = 22\text{m} + 2{,}0\frac{\text{m}}{\text{s}}\cdot t$ und $v_{\text{Lift}}(t) = 2{,}0\frac{\text{m}}{\text{s}}$

   b) Begegnung von Ball und Lift bedeutet:

   $x_{\text{Ball}}(t) = x_{\text{Lift}}(t) \Leftrightarrow 48\text{m} - \frac{1}{2}\cdot 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot t^2 = 22\text{m} + 2{,}0\frac{\text{m}}{\text{s}}\cdot t \Leftrightarrow$

   $0 = 5\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot t^2 + 2{,}0\frac{\text{m}}{\text{s}}\cdot t - 26\text{m} \Leftrightarrow 5\cdot t^2 + 2\text{s}\cdot t - 26\text{s}^2 = 0 \Leftrightarrow$

   $$t_{1/(2)} = \frac{-2\text{s} \pm \sqrt{(2\text{s})^2 - 4\cdot 5\cdot(-26\text{s}^2)}}{2\cdot 5} = \frac{-2\text{s} + \sqrt{524\text{s}^2}}{2\cdot 5} = 2{,}089...\text{s} \approx 2{,}1\text{s} = t_{\text{Begegnung}}$$

   $x_{\text{Lift}}(2{,}1\text{s}) = 22\text{m} + 2{,}0\frac{\text{m}}{\text{s}}\cdot 2{,}1\text{s} \approx 26\text{m}$ und $v_{\text{Ball}}(2{,}1\text{s}) = -10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot 2{,}1\text{s} = -21\frac{\text{m}}{\text{s}}$

3. Zum Zeitpunkt $t = 0\text{s}$ startet der PKW an der Stelle $x = 0\text{m}$.
   Der Radfahrer befindet sich zu diesem Zeitpunkt an der Stelle $x = 4\text{ s}\cdot 10\text{ m/s} = 40\text{m}$

   a) $x_{\text{Radfahrer}}(t) = 40\text{m} + 10\frac{\text{m}}{\text{s}}\cdot t$ und $x_{\text{PKW}}(t) = \frac{1}{2}\cdot 5{,}0\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot t^2$ und $v_{\text{PKW}}(t) = 5{,}0\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot t$

   b) Überholen bedeutet $x_{\text{Radfahrer}}(t) = x_{\text{PKW}}(t) \Leftrightarrow 40\text{m} + 10\frac{\text{m}}{\text{s}}\cdot t = \frac{1}{2}\cdot 5{,}0\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot t^2 \Leftrightarrow$

   $0 = 2{,}5\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot t^2 - 10\frac{\text{m}}{\text{s}}\cdot t - 40\text{m} \Leftrightarrow t^2 - 4\text{s}\cdot t - 16\text{s}^2 = 0 \Leftrightarrow$

   $$t_{1/(2)} = \frac{4\text{s} \pm \sqrt{(4\text{s})^2 - 4\cdot 1\cdot(-16\text{s}^2)}}{2\cdot 1} = \frac{4\text{s} + \sqrt{80\text{s}^2}}{2} = 6{,}47...\text{s} \approx 6{,}5\text{s} = t_{\text{Überholen}}$$

   $x_{\text{Radfahrer}}(t_{\text{Überholen}}) = 40\text{m} + 10\frac{\text{m}}{\text{s}}\cdot 6{,}5\text{s} = 105\text{m}$ und

   $v_{\text{PKW}}(t_{\text{Überholen}}) = 5{,}0\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot 6{,}5\text{s} = 32{,}5\frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 33\frac{\text{m}}{\text{s}}$

   Der PKW holt 6,5 s nach seinem Start den Radfahrer nach 105m ein.
   Der PKW hat dabei die Geschwindigkeit 33 m/s.