

Physik * Jahrgangsstufe 9 * Bewegung mit konstanter Beschleunigung

Bewegt sich ein Gegenstand geradlinig mit konstanter Beschleunigung a und hat er zum Startzeitpunkt $t_0 = 0$ an der Stelle $x_0 = 0$ die Geschwindigkeit $v_0 = 0$, dann gelten für die Geschwindigkeit $v(t)$ und für den Ort $x(t)$ folgende Gleichungen:

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

Löse mit Hilfe dieser so genannten Bewegungsgleichungen die folgenden Aufgaben.

- Ein PKW beschleunigt aus der Ruhe mit $2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.
 - Nach welcher Zeit erreicht der PKW eine Geschwindigkeit von 100 km/h ?
 - Welche Wegstrecke hat der PKW bis zum Erreichen von 100 km/h zurückgelegt?
- Ein Motorradfahrer fährt mit der konstanten Geschwindigkeit von 72 km/h an einem stehenden PKW vorbei. Genau während des Vorbeifahrens startet der PKW mit der konstanten Beschleunigung von $2,0 \text{ m/s}^2$ und versucht den Motorradfahrer einzuholen.
 - Wie lange dauert es, bis der PKW den Motorradfahrer eingeholt hat?
 - Welche Wegstrecke hat der PKW bis zum Zeitpunkt des Einholens zurückgelegt und welche Geschwindigkeit hat der PKW dann?
- Ein Radfahrer fährt mit der konstanten Geschwindigkeit von 36 km/h an einem stehenden PKW vorbei. 20 Sekunden nach dem Vorbeifahren startet der PKW mit der konstanten Beschleunigung von $2,0 \text{ m/s}^2$ und versucht den Radfahrer einzuholen.
 - Wie lange dauert es, bis der PKW den Radfahrer eingeholt hat?
 - Welche Wegstrecke hat der PKW bis zum Zeitpunkt des Einholens zurückgelegt und welche Geschwindigkeit hat der PKW dann?



- Am Start bzw. Ziel einer 100-Meter-Bahn stehen sich ein PKW und ein Sprinter gegenüber. PKW und Sprinter starten auf ein Signal hin gleichzeitig und bewegen sich (auf benachbarten Bahnen) aufeinander zu. Vereinfachend nehmen wir an, dass der Sprinter sofort mit der konstanten Geschwindigkeit von 10 m/s läuft und der PKW mit der konstanten Beschleunigung von $2,0 \text{ m/s}^2$ losfährt.
 - Nach welcher Zeit begegnen sich PKW und Sprinter?
 - An welcher Stelle der 100m-Bahn begegnen sich die beiden?
 - Welche Geschwindigkeit haben die beiden zum Zeitpunkt der Begegnung?



Physik * Jahrgangsstufe 9 * Bewegung mit konstanter Beschleunigung * Lösungen

$$1. \text{ a) } v = a \cdot t \Rightarrow t = \frac{v}{a} = \frac{100 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \frac{100 \cdot \frac{1000 \text{m}}{3600 \text{s}}}{2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \frac{100}{2,5 \cdot 3,6} \text{ s} = 11,11... \text{ s} \approx 11 \text{ s}$$

$$\text{b) } x = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (11,1 \text{ s})^2 = 154,0... \text{ m} \approx 0,15 \text{ km}$$

$$2. \text{ a) } x_{\text{Motorrad}} = v \cdot t = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot t = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t \quad \text{und} \quad x_{\text{PKW}} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t^2 = 1,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t^2$$

$$x_{\text{Motorrad}} = x_{\text{PKW}} \Leftrightarrow 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t = 1,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t^2 \Rightarrow t_{\text{eingeholt}} = 20 \text{ s}$$

Der PKW holt den Motorradfahrer nach 20s ein!

$$\text{b) } x_{\text{eingeholt}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 20 \text{ s} = 400 \text{ m} \quad \text{oder} \quad x_{\text{eingeholt}} = 1,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (20 \text{ s})^2 = 400 \text{ m}$$

$$3. \quad 36 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} ; \text{ in } 20 \text{ s legt der Radfahrer eine Strecke von } 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 20 \text{ s} = 200 \text{ m zurück.}$$

$$\text{a) } x_{\text{Rad}} = x_{\text{PKW}} \Leftrightarrow 200 \text{ m} + 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t^2 \Leftrightarrow$$

$$1,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t^2 - 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t - 200 \text{ m} = 0 \Leftrightarrow t^2 - 10 \text{ s} \cdot t - 200 \text{ s}^2 = 0 \Leftrightarrow$$

$$t_{1/2} = \frac{1}{2} \cdot \left(10 \text{ s} \pm \sqrt{100 \text{ s}^2 + 4 \cdot 200 \text{ s}^2} \right) = \frac{1}{2} \cdot (10 \text{ s} \pm 30 \text{ s}) \Rightarrow t_{\text{eingeholt}} = 20 \text{ s}$$

Nach 20s hat der PKW den Radfahrer eingeholt.

$$\text{b) } x_{\text{eingeholt}} = \frac{1}{2} \cdot 2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (20 \text{ s})^2 = 400 \text{ m}$$

$$v_{\text{PKW, eingeholt}} = 2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 20 \text{ s} = 40 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 144 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$4. \text{ a) } x_{\text{Sprinter}} + x_{\text{PKW}} = 100 \text{ m} \Leftrightarrow 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t + \frac{1}{2} \cdot 2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t^2 = 100 \text{ m} \Leftrightarrow$$

$$10 \text{ s} \cdot t + t^2 = 100 \text{ s}^2 \Leftrightarrow t^2 + 10 \text{ s} \cdot t - 100 \text{ s}^2 = 0 \Leftrightarrow t_{1/2} = \frac{1}{2} \cdot \left(-10 \text{ s} \pm \sqrt{100 \text{ s}^2 + 4 \cdot 100 \text{ s}^2} \right) \Rightarrow$$

$$t_{\text{Begegnung}} = \frac{1}{2} \cdot \left(-10 \text{ s} + \sqrt{500 \text{ s}^2} \right) = -5 \text{ s} + 5 \cdot \sqrt{5} \text{ s} = 5 \cdot (\sqrt{5} - 1) \text{ s} = 6,180... \text{ s} \approx 6,2 \text{ s}$$

$$\text{b) } x_{\text{Sprinter}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 6,2 \text{ s} = 62 \text{ m} \quad \text{und} \quad x_{\text{PKW}} = 38 \text{ m}$$

$$\text{c) } v_{\text{Sprinter}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{und} \quad v_{\text{PKW, Begegnung}} = 2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 6,2 \text{ s} = 12,4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$