



Physik 10b  
Schuljahr 18/19



# Organisation:

14.9.18

## Heft/Ordner:

- \* Heft (oder Ordner)
- \* kariert A4

## Klassenarbeiten:

- \* 2 KA

## Verhältnis:

- \* 50% schriftlich
- \* 20% Praktikum
- \* 30% mündlich

## Kontakt:

- \* [schule@lehrer-kimmig.de](mailto:schule@lehrer-kimmig.de)
- \* [wiki.lehrer-kimmig.de](http://wiki.lehrer-kimmig.de)
- \* [ab.lehrer-kimmig.de](http://ab.lehrer-kimmig.de)

GFS möglich

## Material:

- \* Geodreieck (jeder)
- \* Bleistift und einige Farben

# Inhalte:

## I. Mechanik

- I.1 Impuls und Kraft
- I.2 gleichmäßig beschleunigte Bewegung
- I.3 Wurf nach oben
- I.4 waagerechter Wurf
- I.5 schiefer Wurf

## II. Energie

- II.1 potenzielle Energie
- II.2 kinetische Energie
- II.3 Energieerhaltung
- II.4 Spannenergie

## III. Stöße

- III.1 inelastischer Stoß
- III.2 elastischer Stoß

## IV. Kreisbewegungen

## V. Atomphysik

- V.1 Atommodelle
- V.2 Atomkerne und Radioaktivität

# I. Mechanik

14.9.18

## I. 1. Impuls und Kraft

### I. 1.1. Impuls

Versuch: Durchführung: Wir probieren mit verschiedenen „Bällen“ einen Becherturm umzuwerfen.

Beobachtung: Es ist umso einfacher

- je größer die Masse ist
- je höher die Geschwindigkeit ist

Diesen Zusammenhang nennen wir den Impuls:

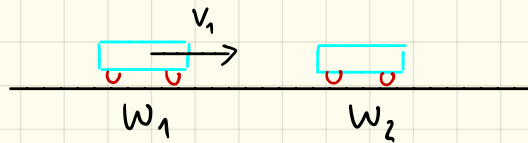
$$p = m \cdot v$$

Die Einheit ist  $[p] = 1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$



## I. 1.2 Impulsübertragung

Versuch:



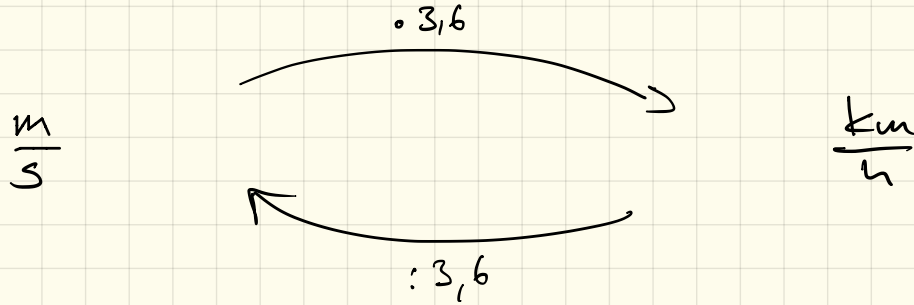
Durchführung: Wir lassen einen fahrenden Wagen auf einen stehenden Wagen prallen. Dieser hat die selbe Masse wie der erste Wagen.

Beobachtung:  $W_1$  bleibt stehen,  $W_2$  fährt mit der Geschwindigkeit  $v_1$  weiter.

Erklärung: Durch den Stoß wird der Impuls von  $W_1$  an  $W_2$  weitergegeben, dabei gilt der

Impulserhaltungssatz: Die Summe aller Impulse in einem abgeschlossenen System bleibt immer gleich groß.

Erinnerung: Umrechnung  $\frac{m}{s} \leftrightarrow \frac{km}{h}$



$$10 \frac{m}{s} = 36 \frac{km}{h}$$

$$108 \frac{km}{h} = 30 \frac{m}{s}$$

# Vergleich von Impulsen

Welche Körper haben den größten, welche den kleinsten Impuls?

- Scharf geschlagener Tennisball
- ICE bei voller Fahrt
- Formel 1-Wagen
- BMW in der Stadt
- Schüler beim 100 m-Lauf
- Kleinwagen in der Fußgängerzone
- Gewehrkugel
- Titanic vor dem Aufprall auf den Eisberg

## 1. Aufgabe

Ordne zunächst – nach Gefühl und **ohne Rechnung** – alleine die Körper nach der Größe ihres Impulses. Beginne mit dem Körper mit dem größten Impuls.

## 2. Aufgabe

Vergleiche deine Ergebnisse mit dem Nachbarn und entscheidet euch – ebenfalls noch ohne Rechnung – für eine gemeinsame Reihenfolge.

## 3. Aufgabe

Berechnet nun die zugehörigen Impulse. Ordnet dazu die unten angegebenen Massen und Geschwindigkeiten richtig zu.

**Masse  $m$**

*Hinweis: Rechnet die angegebenen Werte für die Rechnung in kg um!*

- 1100 kg
- 280 t
- 500 mg
- 57 g
- 55 kg
- 600 kg
- 1700 kg
- 60000 t

**Geschwindigkeit  $v$**

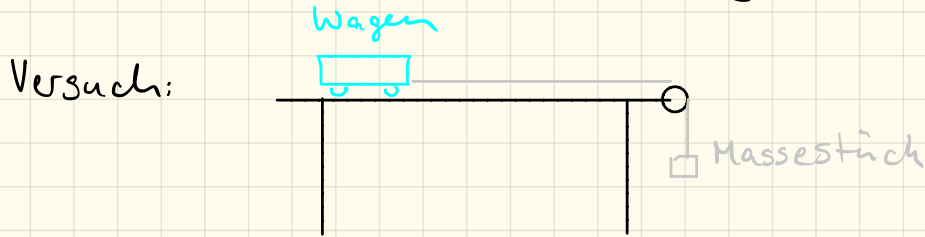
*Hinweis: Rechnet die angegebenen Werte für die Rechnung in  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$  um!*

- $8,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- $4 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
- $300 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
- $13,9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- $200 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
- $140 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- $340 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
- $41 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

## Vergleich von Impulsen:

					m	v	p	
Tennisball	(2)	1	4	1	3	0,057kg	55,5 $\frac{m}{s}$	3,167kg $\cdot \frac{m}{s}$
ICE	(7)	7	7	7	7	280 000kg	83,3 $\frac{m}{s}$	23.324.000kg $\cdot \frac{m}{s}$
Formel 1	(6)	6	6	6	6	600kg	94,4 $\frac{m}{s}$	56.640kg $\cdot \frac{m}{s}$
BMW in Stadt	(5)	5	3	4	4	1700kg	13,9 $\frac{m}{s}$	23.630kg $\cdot \frac{m}{s}$
Schüler	(3)	2	2	2	1	55kg	8,5 $\frac{m}{s}$	467,5kg $\cdot \frac{m}{s}$
Kleinwagen	(4)	4	1	3	2	1100kg	1,11 $\frac{m}{s}$	1 221kg $\cdot \frac{m}{s}$
Gewehrkugel	(1)	3	5	5	5	0,0005kg	140 $\frac{m}{s}$	0,07kg $\cdot \frac{m}{s}$
Titanic	(8)	8	8	8	8	60.000.000kg	11,4 $\frac{m}{s}$	684.000.000kg $\cdot \frac{m}{s}$

# I. 1. 3. Zusammenhang Impuls $\leftrightarrow$ Kraft



Teil 1: Durchführung: Die Masse  $m = 0,01 \text{ kg}$  zieht mit einer Gewichtskraft von  $F = 0,1 \text{ N}$  am Wagen.

Beobachtung: Der Wagen bewegt sich und wird schneller, wir sprechen von einer beschleunigten Bewegung.

Teil 2: Mithilfe einer Lichtschranke wird die  
Durchführung: Geschwindigkeit des Wagens nach 1s gemessen.

Messung: in  $118\text{ms} = 0,118\text{s}$  wird eine Strecke von  
 $3\text{cm} = 0,03\text{m}$  zurückgelegt.

$$v = \frac{s}{t} = \frac{0,03\text{m}}{0,118\text{s}} = 0,25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

28.9.18

Teil 3: Durchführung: statt dem 10g-Massestück  
hängen wir die doppelte Masse von 20g an.

Messung: in 59ms werden 3cm zurückgelegt

$$v = \frac{s}{t} = \frac{0,03m}{0,059s} = 0,51 \frac{m}{s}$$

Wir berechnen den Impuls aus Teil 2 und 3:

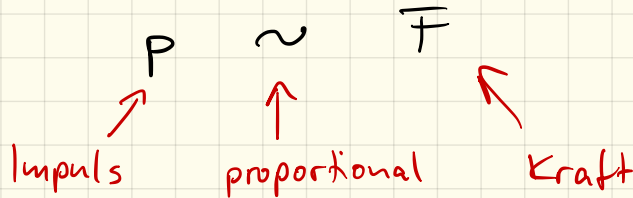
Teil 2:  $m = 360g + 10g = 370g$

$$p = m \cdot v = 0,37kg \cdot 0,25 \frac{m}{s} = 0,093 kg \cdot \frac{m}{s}$$

Teil 3:  $m = 360g + 20g = 380g$

$$p = m \cdot v = 0,38kg \cdot 0,51 \frac{m}{s} = 0,19 kg \cdot \frac{m}{s}$$

Fazit: verdoppelt man die ziehende Kraft,  
so verdoppelt sich auch der Impuls.



Teil 4: Durchführung: Wir messen die Geschwindigkeit  
des Wagens nach 2 Sekunden (ebenfalls 20g  
Zuggewicht)

Messung:  $s = 3 \text{ cm}$   $t = 37 \text{ ms}$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{0,03 \text{ m}}{0,037 \text{ s}} = 0,81 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Impuls } p = m \cdot v = 0,38 \text{ kg} \cdot 0,81 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,31 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



Fazit: verdoppelt man die Zeit, die das Gewicht am Wagen zieht, so sollte sich auch der Impuls verdoppeln.

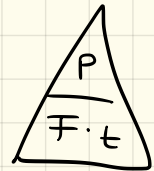
$$p \sim t$$

Impuls      proportional      Zeit

Endergebnis:

$$p = F \cdot t$$

Impuls      Kraft      Zeit



Beispiel:

Ein Auto mit  $m=1,1\text{t}$  beschleunigt gleichmäßig aus dem Stillstand auf  $108\text{km/h}$  und benötigt dafür  $8\text{s}$ .

Berechne die Kraft, mit der das Auto angetrieben wird.

geg:  $m = 1,1\text{t} = 1100\text{kg}$

$$v = 108 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$t = 8\text{s}$$

ges:  $F = ?$

$$p = ?$$

Formel:  $F = \frac{p}{t}$

$$p = m \cdot v$$

Berechnung:  $p = 1100\text{kg} \cdot 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$= 33000 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$F = \frac{33000 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}{8\text{s}}$$

$$= \underline{\underline{4125 \text{ N}}}$$

## Aufgabe:

Ein LKW mit 30t beschleunigt von 40km/h auf 76km/h. Der Motor hat eine Kraft von 10kN.

Berechne, wie lange der LKW für den Vorgang benötigt.

$$\begin{aligned}\text{geg: } m &= 30.000 \text{ kg} \\ v &= 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ F &= 10.000 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ges: } t &= ? \\ p &= ?\end{aligned}$$

Formel:



$$\begin{aligned}\text{Rechnung: } p &= m \cdot v = 30.000 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ &= 300.000 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ t &= \frac{p}{F} = \frac{300.000 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}{10.000 \text{ N}} \\ &= \underline{\underline{30 \text{ sek}}}\end{aligned}$$

## I. 2. gleichmäßig beschleunigte Bewegung

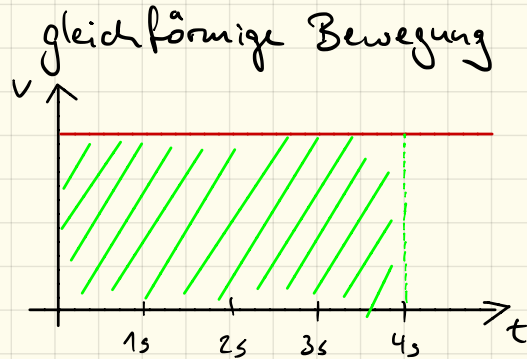
Ans  $F = \frac{p}{t}$  und  $p = m \cdot v$  folgt  $F = m \cdot \frac{v}{t}$

Ist der Quotient  $\frac{v}{t}$  konstant, so sprechen wir von einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung mit einer Beschleunigung von  $a = \frac{v}{t}$  und der Einheit

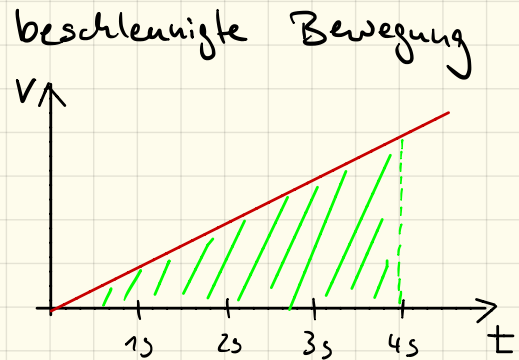
$$[a] = 1 \frac{\text{m/s}}{\text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

5.10.18

Wir interessieren uns außerdem für die zurückgelegte Strecke, dazu vergleichen wir  $v-t$ -Diagramme



$$s = v \cdot t$$



$$s = \frac{1}{2} \cdot v \cdot t$$

Die zurückgelegte Strecke ist gleich dem Flächeninhalt unter der Kurve.

Für eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung gilt also:

$$a = \frac{v}{t} \quad (\text{konstant})$$

$$v = a \cdot t$$

$$s = \frac{1}{2} \cdot v \cdot t = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t \cdot t = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

Beispiel:

$$a = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$t = 12 \text{ s}$$

ges:

$$v = ?$$

$$s = ?$$

Formeln:  $v = a \cdot t$

einsetzen:  $v = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 12 \text{ s}$   
 $= 96 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$s = \frac{1}{2} \cdot 8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (12 \text{ s})^2$$
$$= 576 \text{ m}$$

# beschleunigte Bewegung – LÖSUNGEN

## 1. Aufgabe

a) Wie schnell ist es nach 12 s?

gegeben:  $t = 12 \text{ s}$   $a = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

gesucht:  $v = ?$

Formel:  $v = a \cdot t$

einsetzen:  $v = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 12 \text{ s} = \underline{\underline{96 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$

b) Wie weit ist es bis dahin gefahren?

gegeben:  $t = 12 \text{ s}$   $a = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

gesucht:  $s = ?$

Formel:  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$

einsetzen:  $s = \frac{1}{2} \cdot 8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (12 \text{ s})^2 = \underline{\underline{576 \text{ m}}}$

## 2. Aufgabe

a) Berechne seine Beschleunigung.

gegeben:  $t = 5 \text{ s}$   $v = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

gesucht:  $a = ?$

Formel:  $a = \frac{v}{t}$

einsetzen:  $a = \frac{30 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{5 \text{ s}} = \underline{\underline{6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$

b) Wie weit ist der Porsche in diesen 5 s gefahren?

gegeben:  $t = 5 \text{ s}$   $a = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

gesucht:  $s = ?$

Formel:  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$

einsetzen:  $s = \frac{1}{2} \cdot 6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (5 \text{ s})^2 = \underline{\underline{75 \text{ m}}}$

c) Wie weit kommt der Porsche damit in 10 s, wenn er mit gleicher Beschleunigung weiterfährt?

gegeben:  $t = 10 \text{ s}$   $a = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

gesucht:  $s = ?$

Formel:  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$

einsetzen:  $s = \frac{1}{2} \cdot 6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (10 \text{ s})^2 = \underline{\underline{300 \text{ m}}}$



### 3. Aufgabe

a) Berechne die Beschleunigung.

gegeben:  $t = 12 \text{ s}$   $s = 100 \text{ m}$

gesucht:  $a = ?$

Formel:  $a = \frac{2 \cdot s}{t^2}$

einsetzen:  $a = \frac{2 \cdot 100 \text{ m}}{(12 \text{ s})^2} = \underline{\underline{1.4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$

$$\begin{aligned} s &= \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 & | \cdot 2 \\ 2s &= a \cdot t^2 & | : t^2 \\ \frac{2s}{t^2} &= a \\ a &= \frac{2s}{t^2} \end{aligned}$$

b) Mit welcher Geschwindigkeit läufst du über die Ziellinie?

gegeben:  $t = 12 \text{ s}$   $a = 1.4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

gesucht:  $v = ?$

Formel:  $v = a \cdot t$

einsetzen:  $v = 1.4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 12 \text{ s} = \underline{\underline{16.7 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$

### 4. Aufgabe

a) Mit welcher Geschwindigkeit fährt er nach 16 s?

gegeben:  $t = 16 \text{ s}$   $a = 2.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

gesucht:  $v = ?$

Formel:  $v = a \cdot t$

einsetzen:  $v = 2.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 16 \text{ s} = \underline{\underline{40 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$

b) Wie weit ist er bis dahin gefahren?

gegeben:  $t = 16 \text{ s}$   $a = 2.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

gesucht:  $s = ?$

Formel:  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$

einsetzen:  $s = \frac{1}{2} \cdot 2.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (16 \text{ s})^2 = \underline{\underline{320 \text{ m}}}$

c) Wie weit kommt er dann noch in 1 : 44 min?

gegeben:  $t = 104 \text{ s}$   $v = 40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

gesucht:  $s = ?$

Formel:  $s = v \cdot t$

einsetzen:  $s = 40 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 104 \text{ s} = \underline{\underline{4160 \text{ m}}}$

d) Wie weit ist er also insgesamt in diesen 2 min gefahren?

gegeben:  $s_{\text{beschleunigt}} = 320 \text{ m}$   $s_{\text{gleichförmig}} = 4160$

gesucht:  $s = ?$

Formel:  $s = s_{\text{beschleunigt}} + s_{\text{gleichförmig}}$

einsetzen:  $s = 320 \text{ m} + 4160 \text{ m} = \underline{\underline{4480 \text{ m}}}$

$$s : \frac{1}{2}$$

$$s \cdot 2$$

## I. 2.1. Fallbeschleunigung

Auf einen Körper im freien Fall wirkt die Schwerkraft / Gewichtskraft  $F_g = m \cdot g$  mit dem Ortsfaktor  $g = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ . Für eine beschleunigte Bewegung gilt  $a = \frac{F}{m}$ .

Damit gilt für den freien Fall:  $a = g$

Man nennt den Ortsfaktor  $g$  deshalb auch Erdbeschleunigung

Beispiel: wie lange würde eine Kugel brauchen um aus 10m Höhe nach freiem Fall am Boden anzukommen?

geg:  $h = 10\text{m}$        $a = g = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

ges:  $t = ?$

Formel:  $h = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$  |  $\cdot 2$

$$2 \cdot h = a t^2 \quad | : a$$

$$\frac{2 \cdot h}{a} = t^2$$

$$\sqrt{\frac{2 \cdot h}{a}} = t$$

einsetzen:  $t = \sqrt{\frac{2 \cdot 10\text{m}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$

$$t = 1,43\text{s}$$

## Versuch: Freier Fall im Vakuum

Wir nehmen eine Röhre, darin ist eine Kugel, ein Stück Papier und eine Feder. Lassen wir die 3 Dinge fallen, so fällt die Kugel am schnellsten, die Feder am langsamsten.

Saugen wir mit einer Vakuumpumpe die Luft aus der Röhre, so fallen alle Dinge gleich schnell.

Erklärung: der Luftwiderstand fehlt.

# Übungen beschleunigte Bewegung

## 1. Aufgabe

Ein Körper wird aus einer Höhe von  $y_0 = 20\text{ m}$  losgelassen und fällt dann frei, d. h. allein unter dem Einfluss der Erdanziehungskraft und ohne Berücksichtigung von Reibungskräften zum Boden. Rechne die folgenden Aufgaben mit  $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .

- Berechne die Höhe  $y_1$  des Körpers zum Zeitpunkt  $t_1 = 1\text{ s}$ .  
*geg:  $t=1\text{s}$ ,  $a=10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$     ges:  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (1\text{s})^2 = 5\text{m} \rightarrow y = 20\text{m} - 5\text{m} = 15\text{m}$*
- Berechne den Zeitpunkt  $t_2$ , zu dem sich der Körper in der Höhe  $y_2 = 10\text{ m}$  befindet.
- Berechne die Fallzeit  $t_F$  des Körpers, d. h. die Zeitspanne vom Loslassen des Körpers bis zu seinem Auftreffen auf dem Boden.
- Berechne die Geschwindigkeit  $v_{y1}$  des Körpers zum Zeitpunkt  $t_1 = 1\text{ s}$ .
- Berechne den Zeitpunkt  $t_3$ , zu dem der Körper eine Geschwindigkeit von  $v_{y3} = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  besitzt.
- Berechne die Geschwindigkeit  $v_{yF}$  des Körpers beim Aufprall auf den Boden.

## 2. Aufgabe

Ein Stein fällt von einer Brücke ins Wasser. Die Flugzeit beträgt 3,19 s. Berechne die Höhe der Brücke.

## 3. Aufgabe

Zur Bestimmung der Tiefe eines Brunnens lässt jemand eine Münze in den Brunnen fallen. Er hört das Auftreffen auf den Boden 1,5 s nach dem Loslassen der Münze. Berechne die Tiefe des Brunnens.

*Hinweis: Schallgeschwindigkeit in Luft:  $v_S = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$*

## 4. Aufgabe

### Geht es in der Schweiz so schnell? - Aus der Berufsmaturaprüfung der HTW Chur

Aus dem Tages-Anzeiger vom 15.05.2001: Bericht über den Besuch einer holländischen Ministerin in der Schweiz

*„[...] Doch als erste Ministerin durfte sie die Schweiz dann auch von unten besichtigen. Mit dem zur Zeit schnellsten Personenlift ging es von Sedrun in zehn Sekunden 800 Meter in die Tiefe, mitten ins kristalline Urgestein. Dort unten, in einer kathedralenartigen Kaverne bereiten zur Zeit Mineure [...] den Vortrieb der Gotthard-Neat vor. [...]“*

Daraufhin meldete sich ein Leser in Form eines Briefes an die Zeitung:

In 10 Sekunden 800 Meter!

*„[...] ihr Korrespondent hatte sich wie auch die übrigen Gäste am Boden des superschnellen Lifts fest verankern müssen, um nicht während der Beschleunigungsphase zu Beginn der Fahrt an die Liftdecke geschleudert zu werden. Der Tages-Anzeiger wäre gut beraten, vor der Publikation etwas physikalischen Sachverstand walten zu lassen.“*

Nimm zu dem Artikel und dem Leserbrief Stellung. Begründe deine Stellungnahme mit Hilfe einer kleinen Rechnung.

## 5. Aufgabe

Eine U-Bahn fährt mit einer Beschleunigung von  $1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  von der Haltestelle los.

- Berechne, wie lange es dauert, bis sie die Geschwindigkeit  $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  erreicht hat.
- Die Bahn fährt gleichförmig 25 s lang mit der Geschwindigkeit  $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Berechne, welche Strecke sie dabei zurücklegt.
- Für das Abbremsen bis zur nächsten Haltestelle hat der Zugführer noch 14 s Zeit. Berechne, wie groß dafür die Bremsverzögerung der Bahn sein muss.

## 6. Aufgabe

*Hinweis: Die in Anführungszeichen gesetzten Zitate in dieser Aufgabe stammen aus dem Artikel „Ein Mann zum Fürchten“ über den Achterbahnkonstrukteur Andreas Wild in „DIE ZEIT“ 35/2014 S. 24. Auf dem Kingda-Ka-Coaster im Six-Flags-Freizeitpark im US-Bundesstaat New Jersey „[...] wird man erst in 3,5 Sekunden auf 206 Stundenkilometer beschleunigt, um dann 139 Meter senkrecht in die Tiefe zu stürzen.“*

Wir nehmen an, dass die Bewegung aus der Ruhe heraus startet und die Beschleunigung während des Beschleunigungsvorgangs konstant ist. Wir nehmen weiter an, dass der „Sturz in die Tiefe“ ebenfalls wieder aus der Ruhe startet und ungebremst, d. h. mit der Erdbeschleunigung  $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  geschieht.

- Berechne die mittlere Beschleunigung während des Beschleunigungsvorgangs.
- Berechne die Strecke, die man während des Beschleunigungsvorgangs zurücklegt.
- Berechne die Zeit, die der „Sturz in die Tiefe“ dauert.
- Berechne die Geschwindigkeit, die man am Ende des „Sturzes in die Tiefe“ besitzt.

„Die zurzeit schnellste Bahn der Welt - die Formula Rossa in der Ferrari World in Abu Dhabi - beschleunigt ihre Insassen auf 240 Stundenkilometer. Dabei entstehen kurzfristig Kräfte von bis zu  $4,8g$ .“

Wir nehmen zur einfacheren Berechnung an, dass die Bewegung aus der Ruhe heraus startet und die Beschleunigung während des Beschleunigungsvorgangs konstant den Wert  $1,3g$  hat.

- Diskutiere den letzten Satz im obigen Zitat. Was bedeutet „ $4,8g$ “?
- Berechne die Zeitspanne, die der Beschleunigungsvorgang dauert.
- Berechne die Strecke, die man während des Beschleunigungsvorgangs zurücklegt.

Aufgabe: Ein Auto fährt mit einer konstanten Geschwindigkeit von  $15\text{m/s}$ . Aus dieser Fahrt heraus beschleunigt es mit  $3\text{m/s}^2$  für 5 Sekunden.

- a) Wie schnell ist das Auto danach?
- b) Welche Strecke hat das Auto während der Beschleunigung insgesamt zurückgelegt?

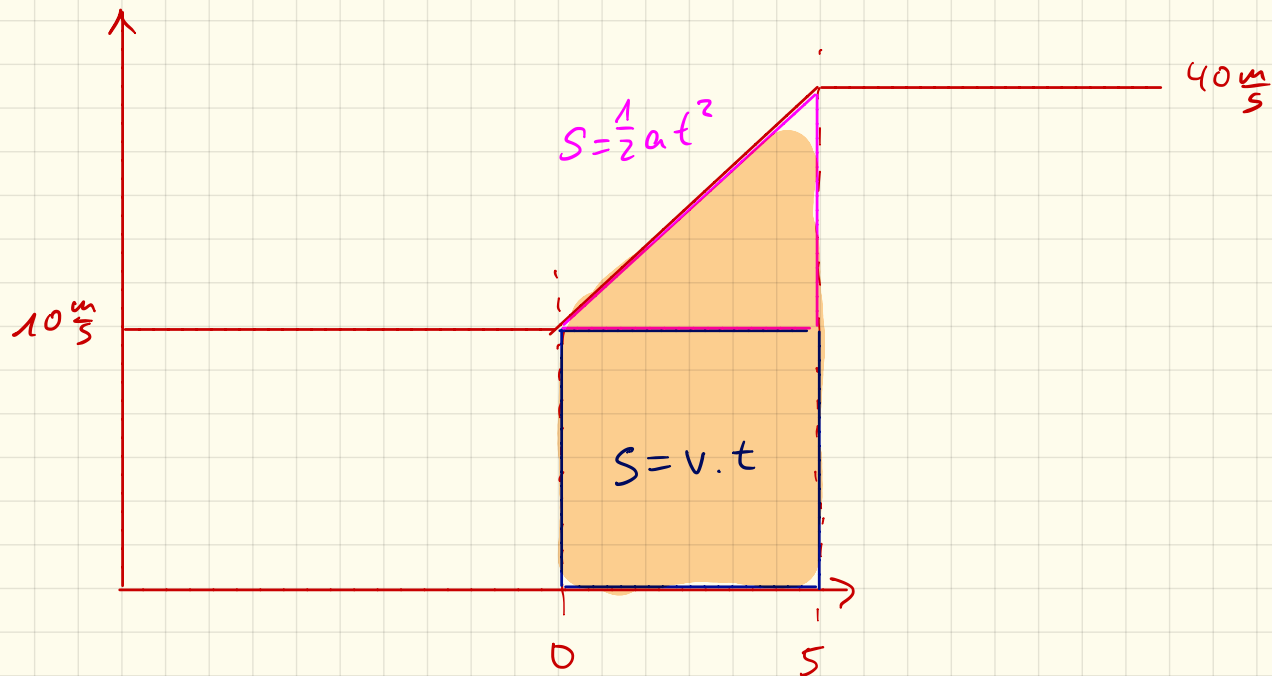


$$S = \frac{1}{2} a t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$$

$$a = \frac{v}{t}$$

$$v = a \cdot t$$



Aufgabe:

## 5. Aufgabe

Eine U-Bahn fährt mit einer Beschleunigung von  $1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  von der Haltestelle los.

- Berechne, wie lange es dauert, bis sie die Geschwindigkeit  $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  erreicht hat.
- Die Bahn fährt **gleichförmig** 25s lang mit der Geschwindigkeit  $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Berechne, welche Strecke sie dabei zurücklegt.
- Für das Abbremsen bis zur nächsten Haltestelle hat der Zugführer noch 14s Zeit. Berechne, wie groß dafür die Bremsverzögerung der Bahn sein muss.

a)  $\overset{36}{\curvearrowright}$   
geg:  $v = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
 $a = 1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$   
ges:  $t = ?$   
Formel:  $v = a \cdot t \Leftrightarrow t = \frac{v}{a}$   
einsetzen:  $t = \frac{20 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 16,67 \text{ s}$

b) geg:  $t = 25 \text{ s}$   
 $v = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

ges:  $s = ?$

Formel:  $s = v \cdot t$

einsetzen:  $s = 25 \text{ s} \cdot 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 500 \text{ m}$

c) geg:  $t = 14 \text{ s}$        $v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
ges:  $a$

Formel:  $a = \frac{v}{t} = \frac{20 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{14 \text{ s}} = 1,43 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \Rightarrow \text{Er wird mit } -1,43 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \text{ abgebremsst.}$

Aufgabe: eine Achterbahn startet mit einer

16.11.18

Geschwindigkeit von  $36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Anschließend wird sie mit einem Raketenstart über 3 Sekunden auf eine Geschwindigkeit von  $40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  beschleunigt.

a) berechne die Beschleunigung

b) welche Strecke wurde in diesen 3s zurückgelegt?

a) geg:  $t = 3 \text{ s}$

$$v_1 = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_2 = 40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{ges: } a = \frac{v}{t} = \frac{30 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{3 \text{ s}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

b) geg:  $a = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ,  $t = 3 \text{ s}$ ,  $v_1 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$s_b = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = 45 \text{ m}$$

$$s_k = v_1 \cdot t = 30 \text{ m}$$

$$s_{\text{ges}} = 75 \text{ m}$$

## I. 3. zusammengesetzte Bewegungen

Wir sprechen von einer zusammengesetzten Bewegung, wenn diese aus mehreren Bewegungsarten besteht.

Beispiel: gleichförmige Bewegung und beschleunigte Bewegung in die selbe Richtung.

Beispielaufgabe: wir werfen einen Gegenstand mit einer Grundgeschwindigkeit  $v_0 = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  nach unten. Dieser wird durch die Schwerkraft beschleunigt. Wie lange dauert es, bis er 10m weit gefallen ist.

Beispielaufgabe: wir werfen einen Gegenstand mit einer Grundgeschwindigkeit  $v_0 = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  nach unten. Dieser wird durch die Schwerkraft beschleunigt. Wie lange dauert es, bis er 10m weit gefallen ist.

ges:  $t = ?$

geg:  $v_0 = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$a = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$s = 10 \text{ m}$$

Formel:  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t$

einsetzen:  $10 = 5t^2 + t \quad | -10$

auflösen:  $5t^2 + t - 10 = 0$

→ Mitternachtsformel!

$$a = 5$$

$$b = 1$$

$$c = -10$$

$$t_{1,2} = \frac{-1 \pm \sqrt{1^2 - 4 \cdot 5 \cdot (-10)}}{2 \cdot 5}$$

Antwort: nach 1,32s

MNF:

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$t_1 = 1,52 \text{ s}$$

$$t_2 = 1,32 \text{ s}$$

Aufgabe: du wirfst vom Thyssen-Turm (240m) einen Gegenstand mit einer Grundgeschwindigkeit von 2m/s nach unten. Wie lange dauert der Fall?

geg:  $v_0 = 2 \frac{m}{s}$

$$a = 10 \frac{m}{s^2}$$

$$s = 240 m$$

ges:  $t = ?$

Formel:  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t$

einsetzen:  $240 = 5t^2 + 2t \quad | -240$

umformen:  $5t^2 + 2t - 240 = 0$

$a = 5 \quad b = 2 \quad c = -240$

$$t_{1,2} = \frac{-2 \pm \sqrt{2^2 - 4 \cdot 5 \cdot (-240)}}{2 \cdot 5}$$

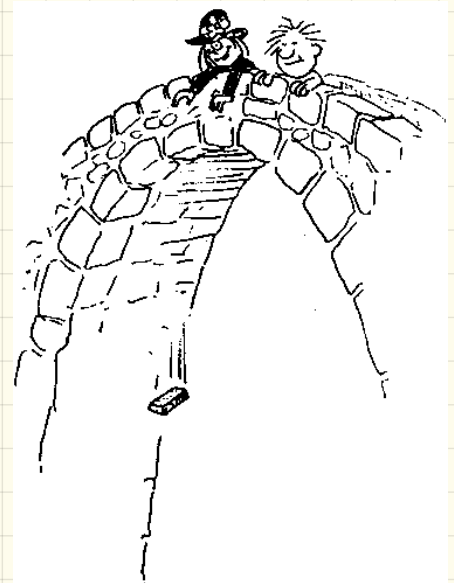
~~$t_1 = -7,13s$~~

$$t_2 = 6,73s$$

Antwort: es dauert 6,73s



Lausbuben werfen von einer Brücke aus der Höhe von  $h=15\text{m}$  einen Stein mit der Geschwindigkeit  $v_0=5,0\text{m/s}$  nach unten ins Wasser ab.



- Wie lange dauert es, bis der Stein ins Wasser fällt?
- Wie hoch ist der Stein nach 1s?
- Mit welcher Geschwindigkeit taucht der Stein ins Wasser ein?

$$a) \quad s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t$$

$$15 = 5 \cdot t^2 + 5 \cdot t \quad | -15$$

$$0 = 5t^2 + 5t - 15$$

$$t_{1/2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad \begin{matrix} t_1 = 1,3\text{s} \\ t_2 = -2,3\text{s} \end{matrix}$$

$\Rightarrow$  Der Stein braucht 1,3s

b) ges:  $s_1$

geg:  $t = 1s$   
 $h = 15m$   
 $v_0 = 5 \frac{m}{s}$   
 $a = 10 \frac{m}{s^2}$

Formel:  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t$

$$s = \frac{1}{2} \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot (1s)^2 + 5 \frac{m}{s} \cdot 1s$$

$$s = 5m + 5m = 10m \Rightarrow \text{zurückgelegte Strecke}$$

$\Rightarrow$  also ist der Stein noch  $15m - 10m = 5m$  hoch

c) gesucht:  $v$  nach  $1,3s$

$$v_{\text{ges}} = v_{\text{beschl.}} + v_{\text{gleichf.}}$$

$$= a \cdot t + v_0$$

← Anfangs- / Grundgeschwindigkeit

geg:  $a = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$   
 $t = 1,3s$   
 $v_0 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

einsetzen:  $v_{\text{ges}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1,3s + 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$v_{\text{ges}} = 18 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

beschleunigte Bewegung

$$a = \frac{v}{t}$$

$$v = a \cdot t$$

$$t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$$

$$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \quad s = \frac{1}{2} \cdot v \cdot t$$

⇒ mit einer Geschwindigkeit von  $18 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  taucht der Stein ins Wasser.

geg:

$$v_0 = 3 \text{ m/s} \quad \text{Abwurfgeschwindigkeit}$$

$$a = 10 \text{ m/s}^2$$

$$h = 200 \text{ m}$$

a) ges: t bis zum Boden

$$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t$$

b) ges: Höhe nach t=2s

$$s = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 \cdot t$$

c) ges: v nach 2s

$$v_{\text{ges}} = a \cdot t + v_0$$

d) ges: v beim Aufprall auf den Boden

$$v_{\text{ges}} = a \cdot t + v_0$$

$$a) 200\text{m} = 5t^2 + 3t \quad | -200$$

$$0 = 5t^2 + 3t - 200$$

$$\frac{-3 \pm \sqrt{3^2 - 4 \cdot 5 \cdot (-200)}}{2 \cdot 5}$$

$$t_1 = 6,03\text{s}$$

$$~~t_2 = -6,63~~$$

Lausbuben werfen von einer Brücke aus der Höhe von  $h=15\text{m}$  einen Stein mit der Geschwindigkeit  $v_0=5,0\text{m/s}$  nach oben ab.

7.12.19

- a) Wie lange dauert es, bis der Stein ins Wasser fällt?
- b) Wie hoch ist der Stein nach  $0,2\text{s}$ ?
- c) Mit welcher Geschwindigkeit taucht der Stein ins Wasser ein?
- d) Wie hoch ist der Stein maximal?



a) geg:  $s = 15\text{m}$   
 $v_0 = -5\text{m/s}$  ← nach oben  
 $a = 10\text{m/s}^2$

ges:  $t = ?$

Formel:  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t$

Ergebnis:  $t = 2,3\text{s}$

b)

geg:  $t = 0,2 \text{ s}$

$$a = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$v_0 = -5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

ges:  $s = ?$

Formel:  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t$

$$= \frac{1}{2} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (0,2 \text{ s})^2 + (-5 \frac{\text{m}}{\text{s}}) \cdot 0,2 \text{ s}$$

$$= -0,8 \text{ m}$$

$\Rightarrow$  Insgesamt ist der Stein 15,8 m hoch

c)

$$\text{geg: } v_0 = -5 \text{ m/s}$$

$$a = 10 \text{ m/s}^2$$

$$t = 2,3 \text{ s}$$

$$\text{ges: } v_{\text{ges}} = ?$$

$$\text{Formel: } v_{\text{ges}} = a \cdot t + v_0$$

$$\text{Einsetzen: } v_{\text{ges}} = 10 \cdot 2,3 - 5 = 18 \text{ m/s}$$

d)

$$\text{geg: } v_0 = -5 \text{ m/s}$$

$$a = 10 \text{ m/s}^2$$

$$v_{\text{ges}} = 0 \text{ m/s}$$

$$\text{ges: } s = ?$$

$$t = ?$$

$$\text{Formel: } v_{\text{ges}} = a \cdot t + v_0$$

$$s = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 \cdot t$$

$$\begin{array}{lcl} \text{einsetzen: } 0 & = & 10 \cdot t - 5 \\ 5 & = & 10 t \\ 0,5 \text{ s} & = & t \end{array} \quad \begin{array}{l} +5 \\ | :10 \end{array}$$

$$s = -1,25 \text{ m} \Rightarrow \text{der h\u00f6chste Punkt ist } 1,25 \text{ m hoch}$$

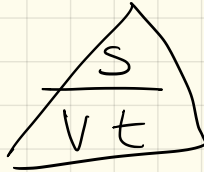


# Formelzusammenfassung Bewegungen:

## gleichförmige Bewegung

$$s = v \cdot t \quad v = \frac{s}{t}$$

$$t = \frac{s}{v}$$



## beschleunigte Bewegung

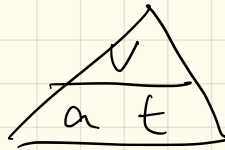
$$v = a \cdot t \quad a = \frac{v}{t}$$

$$t = \frac{v}{a}$$

$$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \quad t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$$

$$s = \frac{1}{2} \cdot v_{\text{end}} \cdot t \quad v_{\text{end}} \text{ ist}$$

Geschwindigkeit nach  
Beschleunigung)



## zusammengesetzte Bewegung

$$s = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 \cdot t$$

$$v_{\text{ges}} = a \cdot t + v_0$$

$v_0$  ist Grundgeschwindigkeit  
bzw. Abwärtsgeschwindigkeit  
in die selbe / entgegengesetzte  
Richtung

Ein Katapult ( $h=0$ ) schießt eine Kugel senkrecht nach oben mit einer Anfangsgeschwindigkeit von

a) 3m/s

b) 6m/s

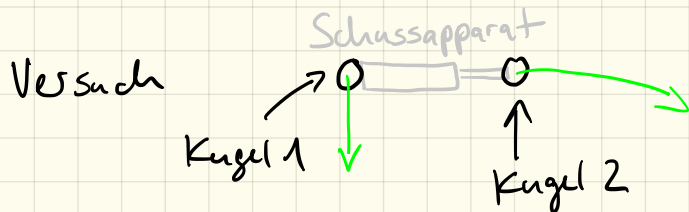
c) 12m/s

ab. Wie hoch fliegt die Kugel?

Wie hoch muss die Absprunggeschwindigkeit eines Menschen sein, der aus dem Stand 1m hoch springen möchte?

# I. 4. zweidimensionale Bewegungen

14.12.



Aufbau: auf dem  
Schussapparat stecken  
zwei Kugeln:

die erste Kugel fällt senkrecht nach unten  
die zweite Kugel wird horizontal weggeschossen.

Beobachtung: beide Kugeln treffen gleichzeitig auf den Boden

Erklärung: die senkrecht fallende Kugel legt einen kürzeren  
Weg zurück als die abgeschossene Kugel, diese hat  
dafür aber eine höhere Geschwindigkeit.

Anmerkung: wir können deshalb bei einer zweidimensionalen Bewegung beide Richtungen (also x- und y-Richtung) getrennt voneinander berechnen.

Beispiel: eine Kugel wird aus 1m Höhe mit einer Horizontalgeschwindigkeit von  $3 \text{ m/s}$  abgeschossen.

→ wir haben in y-Richtung eine beschleunigte Bewegung

→ wir haben in x-Richtung eine gleichförmige Bewegung

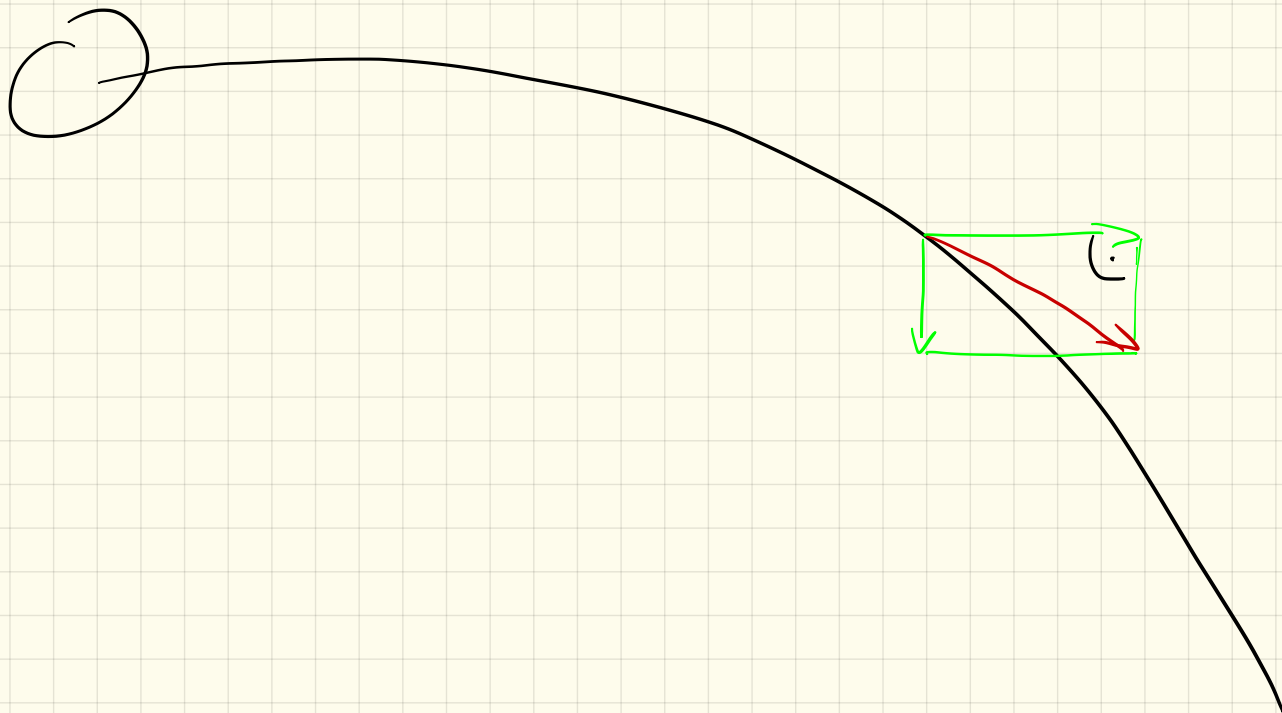
a) wie lange braucht die Kugel bis sie auf den Boden trifft?

geg:  $a_y = 10 \text{ m/s}^2$

$$s_y = 1 \text{ m}$$

ges:  $t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$

$$t = 0,45 \text{ s}$$



Beispiel: eine Kugel wird aus 1m Höhe mit einer Horizontalgeschwindigkeit von  $3\text{ m/s}$  abgeschossen.

→ wir haben in y-Richtung eine beschleunigte Bewegung

→ wir haben in x-Richtung eine gleichförmige Bewegung

b) wie weit fliegt die Kugel in x-Richtung?

geg:  $v_x = 3\text{ m/s}$

ges:  $s_x = ?$

$t = 0,45\text{ s}$

Formel:  $s_x = v \cdot t = 1,35\text{ m}$

# 1. Aufgabe

Aus 2 m Höhe wird ein Stein mit der Geschwindigkeit  $v_x = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  weggeschleudert.

- a) Wie bewegt sich der Stein in  $x$ -Richtung und wie in  $y$ -Richtung (z.B. beschleunigt oder gleichförmig), wenn man von der Reibung absieht?
- b) Wie lange ist der Stein unterwegs?
- c) Wie weit wird der Stein fliegen?

a)  $x$ -Richtung: gleichförmig  
 $y$ -Richtung: beschleunigt

b) betrachte nur  $y$ -Richtung

geg:  $s_y = 2 \text{ m}$

$a_y = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

ges:  $t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = 0,63 \text{ s}$

c) betrachte nur  $x$ -Richtung

geg:  $v_x = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$t = 0,63 \text{ s}$

ges:  $s_x = v_x \cdot t = 12,65 \text{ m}$

HA: Nr 2



## 2. Aufgabe

Aus 2 m Höhe wird ein Stein mit der Geschwindigkeit  $v_y = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  senkrecht nach oben abgeworfen.

- a) Beschreibe die Bewegung des Steines.
- b) Wie lange ist der Stein unterwegs?
- c) Wann hat der Stein seinen höchsten Punkt erreicht?
- d) Wie hoch ist er dann?
- e) Wo befindet er sich nach 1s?
- f) Wie groß ist die Geschwindigkeit des Steines, wenn er am Abwurfpunkt vorbei wieder nach unten fällt?
- g) Wie hoch ist die Geschwindigkeit beim Aufprall?

## 2. Aufgabe

Aus 2 m Höhe wird ein Stein mit der Geschwindigkeit  $v_y = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  senkrecht nach oben abgeworfen.

- a) Beschreibe die Bewegung des Steines.
- b) Wie lange ist der Stein unterwegs?
- c) Wann hat der Stein seinen höchsten Punkt erreicht?
- d) Wie hoch ist er dann?
- e) Wo befindet er sich nach 1s?
- f) Wie groß ist die Geschwindigkeit des Steines, wenn er am Abwurfpunkt vorbei wieder nach unten fällt?
- g) Wie hoch ist die Geschwindigkeit beim Aufprall?

## 2. Aufgabe

Aus 2 m Höhe wird ein Stein mit der Geschwindigkeit  $v_y = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  senkrecht nach oben abgeworfen.

- a) Beschreibe die Bewegung des Steines.
- b) Wie lange ist der Stein unterwegs?
- c) Wann hat der Stein seinen höchsten Punkt erreicht?
- d) Wie hoch ist er dann?
- e) Wo befindet er sich nach 1s?
- f) Wie groß ist die Geschwindigkeit des Steines, wenn er am Abwurfpunkt vorbei wieder nach unten fällt?
- g) Wie hoch ist die Geschwindigkeit beim Aufprall?

## 2. Aufgabe

Aus 2 m Höhe wird ein Stein mit der Geschwindigkeit  $v_y = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  senkrecht nach oben abgeworfen.

- a) Beschreibe die Bewegung des Steines.
- b) Wie lange ist der Stein unterwegs?
- c) Wann hat der Stein seinen höchsten Punkt erreicht?
- d) Wie hoch ist er dann?
- e) Wo befindet er sich nach 1s?
- f) Wie groß ist die Geschwindigkeit des Steines, wenn er am Abwurfpunkt vorbei wieder nach unten fällt?
- g) Wie hoch ist die Geschwindigkeit beim Aufprall?

## 2. Aufgabe

Aus 2 m Höhe wird ein Stein mit der Geschwindigkeit  $v_y = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  senkrecht nach oben abgeworfen.

- a) Beschreibe die Bewegung des Steines.
- b) Wie lange ist der Stein unterwegs?
- c) Wann hat der Stein seinen höchsten Punkt erreicht?
- d) Wie hoch ist er dann?
- e) Wo befindet er sich nach 1s?
- f) Wie groß ist die Geschwindigkeit des Steines, wenn er am Abwurfpunkt vorbei wieder nach unten fällt?
- g) Wie hoch ist die Geschwindigkeit beim Aufprall?

## 2. Aufgabe

Aus 2 m Höhe wird ein Stein mit der Geschwindigkeit  $v_y = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  senkrecht nach oben abgeworfen.

- a) Beschreibe die Bewegung des Steines.
- b) Wie lange ist der Stein unterwegs?
- c) Wann hat der Stein seinen höchsten Punkt erreicht?
- d) Wie hoch ist er dann?
- e) Wo befindet er sich nach 1s?
- f) Wie groß ist die Geschwindigkeit des Steines, wenn er am Abwurfpunkt vorbei wieder nach unten fällt?
- g) Wie hoch ist die Geschwindigkeit beim Aufprall?

## 2. Aufgabe

Aus 2 m Höhe wird ein Stein mit der Geschwindigkeit  $v_y = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  senkrecht nach oben abgeworfen.

- a) Beschreibe die Bewegung des Steines.
- b) Wie lange ist der Stein unterwegs?
- c) Wann hat der Stein seinen höchsten Punkt erreicht?
- d) Wie hoch ist er dann?
- e) Wo befindet er sich nach 1s?
- f) Wie groß ist die Geschwindigkeit des Steines, wenn er am Abwurfpunkt vorbei wieder nach unten fällt?
- g) Wie hoch ist die Geschwindigkeit beim Aufprall?

# Übungen zur Klassenarbeit

## 1. Aufgabe

Eine Silvesterrakete hat eine Masse von 80 g und besitzt 4 N Schubkraft. Diese wird auf ein 120 g schweres Modellauto gebunden, welches über die Straße fährt.

Die Rakete beschleunigt 4 s lang, bevor sie nach weiteren 3 s dann explodiert.

*Hinweis: Sämtliche Reibung soll hierbei vernachlässigt werden. Ebenso wird vernachlässigt, dass durch das Abbrennen des Treibstoffes die Masse der Rakete abnimmt.*



gleichförmig:  $s = v \cdot t$

beschleunigt:  $v = a \cdot t$   
 $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$

zusammengesetzt:  $v_{\text{ges}} = a \cdot t + v_0$   
 $s_{\text{ges}} = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 \cdot t$

- Beschreibe kurz die Bewegung, die die Rakete zurücklegt.
- Berechne den Impuls mit der die Rakete am Explosionspunkt ankommt.
- Berechne die Endgeschwindigkeit.
- Welche Strecke hat die Rakete insgesamt zurückgelegt?

## 2. Aufgabe



Der links abgebildete 15 m-Turm ragt 3 m über das Wasserbecken. ( $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

- Mit welcher Geschwindigkeit musst du abspringen, um 10 m vom Rand entfernt im Wasser zu landen? (Du springst dabei nicht nach oben ab!)
- Welche Geschwindigkeit hast du, wenn du ins Wasser eintauchst?

Impuls:  $p = m \cdot v$   
 $p = F \cdot t$

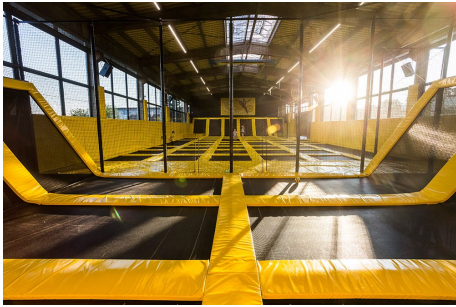
## 3. Aufgabe

Ein senkrecht nach oben geschossener Körper trifft nach der Zeit  $t = 1,4 \text{ s}$  wieder auf dem Boden auf.

- Berechne die Anfangsgeschwindigkeit  $v_0$  des Körpers.
- Berechne die maximale Höhe  $h_{\text{max}}$ , die der Körper erreicht.
- Berechne die Geschwindigkeit, mit der der Körper wieder am Boden aufkommt.
- Berechne, zu welchen Zeiten der Körper den Abstand 1,0 m vom Boden hat.



## 4. Aufgabe



Herr K. springt aus 2,50 m Höhe auf ein Trampolin. ( $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

- a) Berechne die Zeit, die Herr K. in der Luft ist.
- b) Berechne, mit welcher Geschwindigkeit Herr K. auf dem Trampolin ankommt.

Der Sprung wird vom Trampolin gleichmäßig über eine Strecke von 50 cm abgebremst.

- c) Berechne die (negative) Beschleunigung  $a$  für diesen Bremsvorgang durch das Trampolin.
- d) Angenommen, Herr K. hat eine Masse von  $m = 90 \text{ kg}$ . Berechne die Kraft, die dabei auf jedes seiner Beine wirkt.

## 1. Aufgabe

Eine Silvesterrakete hat eine Masse von 80 g und besitzt 4 N Schubkraft. Diese wird auf ein 120 g schweres Modellauto gebunden, welches über die Straße fährt.

Die Rakete beschleunigt 4 s lang, bevor sie nach weiteren 3 s dann explodiert.

*Hinweis: Sämtliche Reibung soll hierbei vernachlässigt werden. Ebenso wird vernachlässigt, dass durch das Abbrennen des Teibstoffes die Masse der Rakete abnimmt.*



a) zuerst 4 s lang beschleunigt, danach 3 s lang gleichförmig

b) geg:  $F = 4 \text{ N}$   
 $t = 4 \text{ s}$

Formel:  $p = F \cdot t = 16 \text{ Ns}$

- Beschreibe kurz die Bewegung, die die Rakete zurücklegt.
- Berechne den Impuls mit der die Rakete am Explosionspunkt ankommt.
- Berechne die Endgeschwindigkeit.
- Welche Strecke hat die Rakete insgesamt zurückgelegt?

c) geg:  $p = 16 \text{ Ns}$

$m = 0,12 \text{ kg}$

ges:  $v = \frac{p}{m} = \frac{16 \text{ Ns}}{0,12 \text{ kg}} = 80 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

d) beschleunigt: 160 m

gleichförmig: 240 m

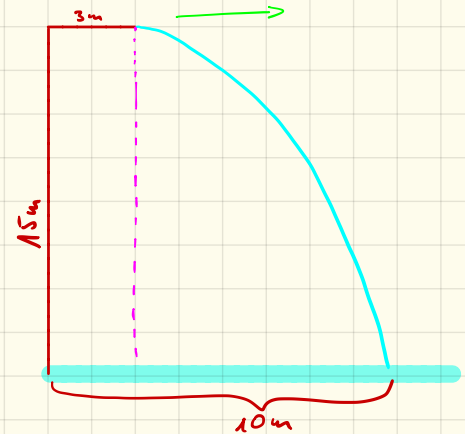
gesamt: 400 m

## 2. Aufgabe



Der links abgebildete 15m-Turm ragt 3m über das Wasserbecken. ( $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

- Mit welcher Geschwindigkeit musst du abspringen, um 10m vom Rand entfernt im Wasser zu landen? (Du springst dabei nicht nach oben ab!)
- Welche Geschwindigkeit hast du, wenn du ins Wasser eintauchst?



a) Zeit in der Luft: (y-Richtung)

geg:  $s_y = 15\text{m}$   
 $a = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

ges:  $t = ?$

Formel:  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$

einsetzen:  $15 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2 \quad | :5$   
 $3 = t^2$   
 $\sqrt{3} = t = 1,73\text{s}$

in x-Richtung: gleichförmige Bewegung

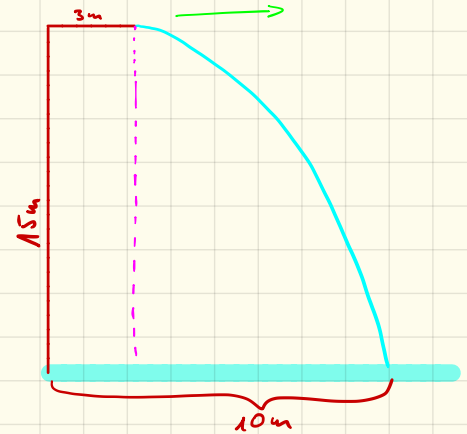
geg:  $s_x = 7\text{m}$   $t = 1,73\text{s}$  , ges  $v_x = \frac{s}{t} = \frac{7}{1,73} = 4,05 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

## 2. Aufgabe



Der links abgebildete 15m-Turm ragt 3m über das Wasserbecken. ( $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

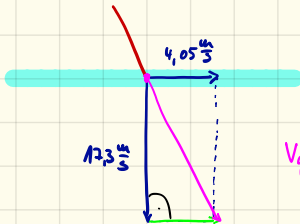
- a) Mit welcher Geschwindigkeit musst du abspringen, um 10m vom Rand entfernt im Wasser zu landen? (Du springst dabei nicht nach oben ab!)
- b) Welche Geschwindigkeit hast du, wenn du ins Wasser eintauchst?



b) in x-Richtung:  $v_x = 4,05 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

in y-Richtung: geg:  $a = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$   $t = 1,73 \text{ s}$

ges:  $v_y = a \cdot t = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1,73 \text{ s} = 17,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$



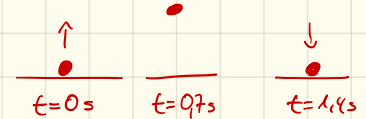
$$v_{\text{ges}}^2 = v_y^2 + v_x^2$$

$$v_{\text{ges}} = \sqrt{17,3^2 + 4,05^2} = 17,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

### 3. Aufgabe

Ein senkrecht nach oben geschossener Körper trifft nach der Zeit  $t = 1,4\text{s}$  wieder auf dem Boden auf.

- Berechne die Anfangsgeschwindigkeit  $v_0$  des Körpers.
- Berechne die maximale Höhe  $h_{\max}$ , die der Körper erreicht.
- Berechne die Geschwindigkeit, mit der der Körper wieder am Boden aufkommt.
- Berechne, zu welchen Zeiten der Körper den Abstand  $1,0\text{m}$  vom Boden hat.



a) geg:  $a = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$   
 $t = 1,4\text{s}$   
 $s = 0\text{m} \leftarrow \text{effektiv zurückgelegte Strecke ist Null}$

ges:  $v_0 = ?$

Formel:  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t$

einsetzen:  $0 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 1,4^2 + v_0 \cdot 1,4$

aufösen  $0 = 9,8 + 1,4 \cdot v_0 \quad | - 9,8$

$$-9,8 = 1,4 v_0 \quad | : 1,4$$

$$-7 \frac{\text{m}}{\text{s}} = v_0$$

### 3. Aufgabe

Ein senkrecht nach oben geschossener Körper trifft nach der Zeit  $t = 1,4\text{s}$  wieder auf dem Boden auf.

- Berechne die Anfangsgeschwindigkeit  $v_0$  des Körpers.
- Berechne die maximale Höhe  $h_{\max}$ , die der Körper erreicht.
- Berechne die Geschwindigkeit, mit der der Körper wieder am Boden aufkommt.
- Berechne, zu welchen Zeiten der Körper den Abstand  $1,0\text{m}$  vom Boden hat.

b)  $h_{\max}$  bei  $v = 0$

geg:  $v_0 = -7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
 $a = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$   
 $v = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

ges  $h_{\max}$ ,  $t$

Formel  $v = a \cdot t + v_0$

einsetzen:  $0 = 10 \cdot t - 7$   $\quad | +7$   
 $7 = 10 \cdot t$   $\quad | :10$   
 $0,7\text{s} = t$

Formel:  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t$

einsetzen:  $h_{\max} = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 0,7^2 - 7 \cdot 0,7$   
 $h_{\max} = -2,45\text{m}$

$\Rightarrow$  also  $2,45\text{m}$  hoch

### 3. Aufgabe

Ein senkrecht nach oben geschossener Körper trifft nach der Zeit  $t = 1,4\text{s}$  wieder auf dem Boden auf.

- a) Berechne die Anfangsgeschwindigkeit  $v_0$  des Körpers.
- b) Berechne die maximale Höhe  $h_{\max}$ , die der Körper erreicht.
- c) Berechne die Geschwindigkeit, mit der der Körper wieder am Boden aufkommt.
- d) Berechne, zu welchen Zeiten der Körper den Abstand  $1,0\text{m}$  vom Boden hat.

c) geg:  $t = 1,4\text{s}$   
 $a = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$   
 $v_0 = -7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

ges:  $v_{\text{ges}} = ?$

Formel  $v_{\text{ges}} = a \cdot t + v_0$

einsetzen  $v_{\text{ges}} = 10 \cdot 1,4 - 7$

$$v_{\text{ges}} = 7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

### 3. Aufgabe

Ein senkrecht nach oben geschossener Körper trifft nach der Zeit  $t = 1,4\text{ s}$  wieder auf dem Boden auf.

- a) Berechne die Anfangsgeschwindigkeit  $v_0$  des Körpers.
- b) Berechne die maximale Höhe  $h_{\text{max}}$ , die der Körper erreicht.
- c) Berechne die Geschwindigkeit, mit der der Körper wieder am Boden aufkommt.
- d) Berechne, zu welchen Zeiten der Körper den Abstand  $1,0\text{ m}$  vom Boden hat.

d) geg:  $a = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$   
 $v_0 = -7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
 $s = -1 \text{ m} \leftarrow \text{negativ, da über Abwurfpunkt}$

ges:  $t = ?$

Formel:  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t$

einsetzen  $-1 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2 - 7 \cdot t \quad | +1$

$$0 = 5t^2 - 7t + 1$$

$$t_{1,2} = \frac{7 \pm \sqrt{49 - 4 \cdot 5 \cdot 1}}{2 \cdot 5} = \frac{7 \pm 5,39}{10}$$

$$t_1 = 1,24 \text{ s}$$

$$t_2 = 0,16 \text{ s}$$



#### 4. Aufgabe



Herr K. springt aus 2,50 m Höhe auf ein Trampolin. ( $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

- Berechne die Zeit, die Herr K. in der Luft ist.
- Berechne, mit welcher Geschwindigkeit Herr K. auf dem Trampolin ankommt.

Der Sprung wird vom Trampolin gleichmäßig über eine Strecke von 50 cm abgebremst.

- Berechne die (negative) Beschleunigung  $a$  für diesen Bremsvorgang durch das Trampolin.
- Angenommen, Herr K. hat eine Masse von  $m = 90 \text{ kg}$ . Berechne die Kraft, die dabei auf jedes seiner Beine wirkt.

$$\begin{aligned} a) \quad \text{geg: } s &= 2,5 \text{ m} \\ a &= 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \end{aligned}$$

$$\text{ges: } t = ?$$

$$\text{Formel: } s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \quad \text{oder} \quad t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$$

$$\text{einsetzen: } 2,5 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$$

$$\begin{aligned} \text{auflösen} \quad 2,5 &= 5 \cdot t^2 & | : 5 \\ 0,5 &= t^2 & | \sqrt{\phantom{x}} \end{aligned}$$

$$0,71 \text{ s} = t$$

#### 4. Aufgabe



Herr K. springt aus 2,50 m Höhe auf ein Trampolin. ( $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

- Berechne die Zeit, die Herr K. in der Luft ist.
- Berechne, mit welcher Geschwindigkeit Herr K. auf dem Trampolin ankommt.

Der Sprung wird vom Trampolin gleichmäßig über eine Strecke von 50 cm abgebremst.

- Berechne die (negative) Beschleunigung  $a$  für diesen Bremsvorgang durch das Trampolin.
- Angenommen, Herr K. hat eine Masse von  $m = 90 \text{ kg}$ . Berechne die Kraft, die dabei auf jedes seiner Beine wirkt.

b) geg:  $a = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$   
 $t = 0,71 \text{ s}$

ges  $v = ?$

Formel  $v = a \cdot t$

einsetzen:  $v = 10 \cdot 0,71 = 7,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

#### 4. Aufgabe



Herr K. springt aus 2,50 m Höhe auf ein Trampolin. ( $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

- Berechne die Zeit, die Herr K. in der Luft ist.
- Berechne, mit welcher Geschwindigkeit Herr K. auf dem Trampolin ankommt.

Der Sprung wird vom Trampolin gleichmäßig über eine Strecke von 50 cm abgebremst.

- Berechne die (negative) Beschleunigung  $a$  für diesen Bremsvorgang durch das Trampolin.
- Angenommen, Herr K. hat eine Masse von  $m = 90 \text{ kg}$ . Berechne die Kraft, die dabei auf jedes seiner Beine wirkt.

c)    geg:     $v = 7,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
               $s = 0,5 \text{ m}$

ges:     $a = ?$

Formel     $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$     und     $a \cdot t = v$

↖  
2x einsetzen

$$s = \frac{1}{2} \cdot \frac{v^2}{a}$$

einsetzen     $0,5 = \frac{1}{2} \cdot \frac{7,1^2}{a} \quad | \cdot a$

$$0,5 a = \frac{1}{2} \cdot 7,1^2 \quad | : 0,5$$

$$a = 7,1^2$$

$$a = 50,41 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

#### 4. Aufgabe



Herr K. springt aus 2,50 m Höhe auf ein Trampolin. ( $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

- Berechne die Zeit, die Herr K. in der Luft ist.
- Berechne, mit welcher Geschwindigkeit Herr K. auf dem Trampolin ankommt.

Der Sprung wird vom Trampolin gleichmäßig über eine Strecke von 50 cm abgebremst.

- Berechne die (negative) Beschleunigung  $a$  für diesen Bremsvorgang durch das Trampolin.
- Angenommen, Herr K. hat eine Masse von  $m = 90 \text{ kg}$ . Berechne die Kraft, die dabei auf jedes seiner Beine wirkt.

d)    geg:     $a = 50,41 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$   
               $m = 90 \text{ kg}$

ges:     $F = ?$

Formel:  $F = m \cdot a$

einsetzen:  $F = 50,41 \cdot 90 = 4536,9$

d.h. auf jedes Bein  $2268,45 \text{ N}$