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
  * wiki.lehrer-kimmig.de
  * ab.lehrer-kimmig.de

GFS möglich

Material:
  * Geodreieck (jeder)
  * Bleistift und einige Farben

Inhalte:

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

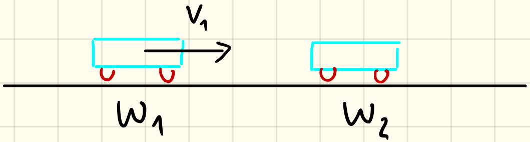
Diesen Zusammenhang nennen wir den Impuls:

$$p = m \cdot v$$

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

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 $\frac{m}{s} \leftrightarrow \frac{km}{h}$

$$
\begin{tikzcd}
\frac{m}{s} \arrow[r, bend left, "\cdot 3{,}6"] & \frac{km}{h} \arrow[l, bend left, ": 3{,}6"]
\end{tikzcd}
$$

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

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

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!*

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

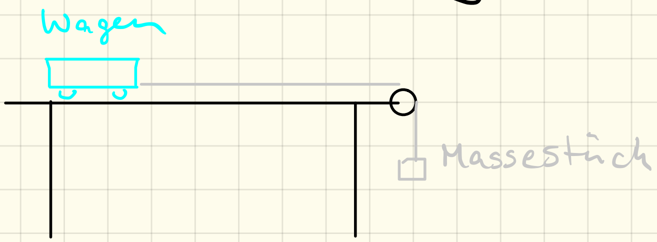
21.9.18

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	1700 kg	13,9 $\frac{m}{s}$	23.630kg $\cdot \frac{m}{s}$
Schüler	3	2	2	2	1	55 kg	8,5 $\frac{m}{s}$	467,5kg $\cdot \frac{m}{s}$
Kleinwagen	4	4	1	3	2	1100 kg	1,11 $\frac{m}{s}$	1221 kg $\cdot \frac{m}{s}$
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 ↔ Kraft

Versuch:



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

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

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

Durchführung:

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

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

28.9.18

Teil 3: Durchführung: statt dem 10g - Massestück

hängen wir die doppelte Masse von 20g an.

Messung: in 59ms werden 3cm zurückgelegt

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

Wir berechnen den Impuls aus Teil 2 und 3:

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

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

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

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

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

$$p \sim F$$

Impuls proportional Kraft

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

Messung: $s = 3cm$ $t = 37ms$

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

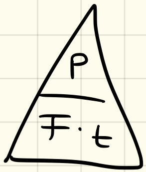
Impuls $p = m \cdot v = 0{,}38\,kg \cdot 0{,}81\,\frac{m}{s} = 0{,}31\,kg \cdot \frac{m}{s}$

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

$$\underset{\text{Impuls}}{p} \quad \underset{\text{proportional}}{\sim} \quad \underset{\text{Zeit}}{t}$$

Endergebnis:

$$\underset{\text{Impuls}}{p} = \underset{\text{Kraft}}{F} \cdot \underset{\text{Zeit}}{t}$$



Beispiel:

Ein Auto mit m=1,1t beschleunigt gleichmäßig aus dem Stillstand auf 108km/h und benötigt dafür 8s.
Berechne die Kraft, mit der das Auto angetrieben wird.

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

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

$t = 8\,s$

ges: $F = ?$

$p = ?$

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

$p = m \cdot v$

Rechnung: $p = 1100\,kg \cdot 30\,\frac{m}{s}$

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

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

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

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.

geg: $m = 30.000\ kg$

$v = 10\ \frac{m}{s}$

$F = 10.000\ N$

ges: $t = ?$

$p = ?$

Formel:

Rechnung: $p = m \cdot v = 30.000 \cdot 10\ \frac{m}{s}$

$= 300.000\ kg \cdot \frac{m}{s}$

$t = \frac{p}{F} = \frac{300.000\ kg \cdot \frac{m}{s}}{10.000\ N}$

$= \underline{\underline{30\ sek}}$

Lg an Bruno

I. 2. gleichmäßig beschleunigte Bewegung

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

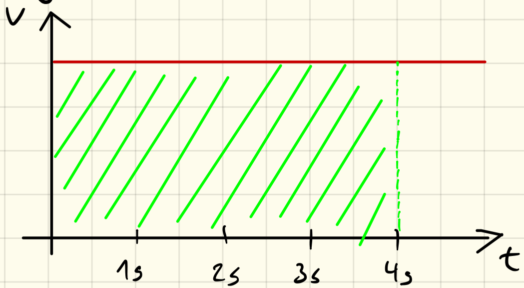
Ist der Quotient $\frac{v}{t}$ konstant, so sprechen wir von einer <u>gleichmäßig beschleunigten Bewegung</u> mit einer Beschleunigung von $a = \frac{v}{t}$ und der Einheit

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

5.10.18

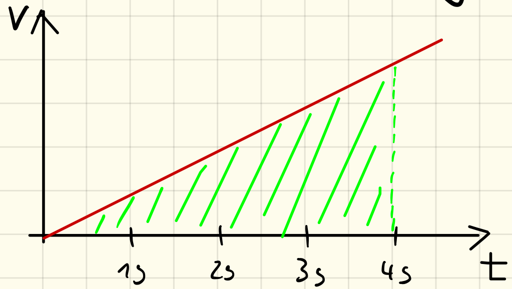
Wir interessieren uns außerdem für die zurückgelegte Strecke, dazu vergleichen wir v-t-Diagramme

gleichförmige Bewegung



$$s = v \cdot t$$

beschleunigte Bewegung



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

Die zurückgelegte Strecke ist gleich dem Flächeninhalt unter der Kurve.

Für eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung gilt also:

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

$$v = a \cdot t$$

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

Beispiel: $a = 8\,\frac{m}{s^2}$ $t = 12s$

ges: $v = ?$ $s = ?$

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

einsetzen: $v = 8\,\frac{m}{s^2} \cdot 12s$ $s = \frac{1}{2} \cdot 8\,\frac{m}{s^2} \cdot (12s)^2$

$= 96\,\frac{m}{s}$ $= 576\,m$

beschleunigte Bewegung – LÖSUNGEN

1. Aufgabe

a) Wie schnell ist es nach 12 s?

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

a) Berechne die Beschleunigung.

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

gesucht: $a = ?$

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

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

b) Mit welcher Geschwindigkeit läufst du über die Ziellinie?

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

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 welche Geschwindigkeit fährt er nach 16 s?

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

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

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

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

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 $g = 9{,}81 \frac{N}{kg}$. Für eine beschleunigte Bewegung gilt $a = \frac{F}{m}$.

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

Man nennt den Ortsfaktor g deshalb auch <u>Erdbeschleunigung</u>

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

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

ges: $t = ?$

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

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

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

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

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

$t = 1{,}43s$

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 $y_0 = 20\,\mathrm{m}$ 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 $g = 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$.

a) Berechne die Höhe y_1 des Körpers zum Zeitpunkt $t_1 = 1\,\mathrm{s}$.
geg: $t = 1\,s$, $a = 10\,\frac{m}{s^2}$ ges: $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 10\,\frac{m}{s^2} \cdot (1\,s)^2 = 5\,m$ $\rightarrow y = 20\,m - 5\,m = 15\,m$

b) Berechne den Zeitpunkt t_2, zu dem sich der Körper in der Höhe $y_2 = 10\,\mathrm{m}$ befindet.

c) Berechne die Fallzeit t_F des Körpers, d. h. die Zeitspanne vom Loslassen des Körpers bis zu seinem Auftreffen auf dem Boden.

d) Berechne die Geschwindigkeit v_{y_1} des Körpers zum Zeitpunkt $t_1 = 1\,\mathrm{s}$.

e) Berechne den Zeitpunkt t_3, zu dem der Körper eine Geschwindigkeit von $v_{y_3} = 15\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ besitzt.

f) Berechne die Geschwindigkeit v_{y_F} 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: $v_S = 340\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

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 $1{,}2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ von der Haltestelle los.

a) Berechne, wie lange es dauert, bis sie die Geschwindigkeit $72\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ erreicht hat.

b) Die Bahn fährt gleichförmig 25 s lang mit der Geschwindigkeit $72\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$. Berechne, welche Strecke sie dabei zurücklegt.

c) 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 $g = 9{,}81\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ geschieht.

a) Berechne die mittlere Beschleunigung während des Beschleunigungsvorgangs.

b) Berechne die Strecke, die man während des Beschleunigungsvorgangs zurücklegt.

c) Berechne die Zeit, die der „Sturz in die Tiefe" dauert.

d) 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.

e) Diskutiere den letzten Satz im obigen Zitat. Was bedeutet „$4{,}8g$"?

f) Berechne die Zeitspanne, die der Beschleunigungsvorgang dauert.

g) Berechne die Strecke, die man während des Beschleunigungsvorgangs zurücklegt.

Aufgabe: Ein Auto fährt mit einer konstanten Geschwindigkeit von 15m/s. Aus dieser Fahrt heraus beschleunigt es mit 3m/s für 5 Sekunden.

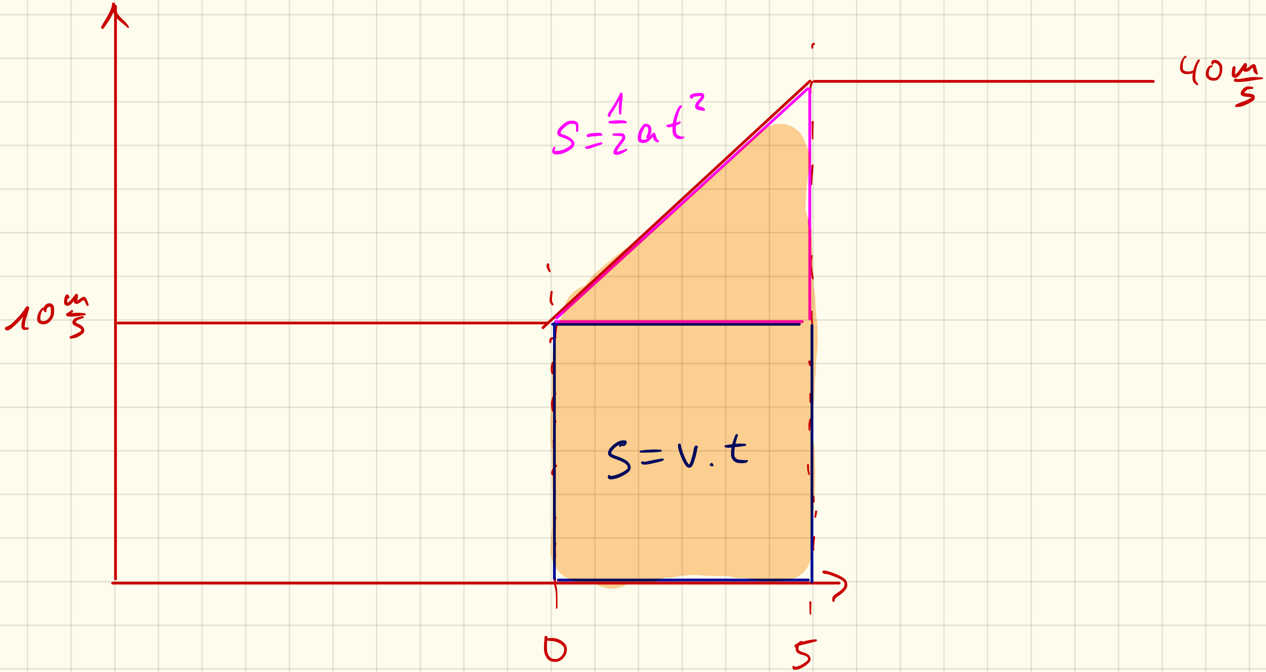
a) Wie schnell ist das Auto danach?
b) Welche Strecke hat das Auto während der Beschleunigung insgesamt zurückgelegt?

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

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

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

$$v = a \cdot t$$


$40 \frac{m}{s}$
$S = \frac{1}{2} a t^2$
$10 \frac{m}{s}$
$S = v \cdot t$
0
5

Aufgabe:

5. Aufgabe

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

a) Berechne, wie lange es dauert, bis sie die Geschwindigkeit $72\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ erreicht hat.

b) Die Bahn fährt gleichförmig 25 s lang mit der Geschwindigkeit $72\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$. Berechne, welche Strecke sie dabei zurücklegt.

c) Für das Abbremsen bis zur nächsten Haltestelle hat der Zugführer noch 14 s Zeit. Berechne, wie groß dafür die Bremsverzögerung der Bahn sein muss.

a) geg: $v = 72\,\frac{km}{h} \xrightarrow{:3,6} = 20\,\frac{m}{s}$

$a = 1{,}2\,\frac{m}{s^2}$

ges: $t = ?$

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

einsetzen: $t = \frac{20\,\frac{m}{s}}{1{,}2\,\frac{m}{s^2}} = 16{,}67\,s$

b) geg: $t = 25\,s$

$v = 72\,\frac{km}{h} = 20\,\frac{m}{s}$

ges: $s = ?$

Formel: $s = v \cdot t$

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

c) geg: $t = 14\,s$ $\quad v = 20\,\frac{m}{s}$

ges: a

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

Aufgabe: eine Achterbahn startet mit einer Geschwindigkeit von $36\,km/h$. Anschließend wird sie mit einem Raketenstart über 3 Sekunden auf eine Geschwindigkeit von $40\,\frac{m}{s}$ beschleunigt.

16.11.18

a) berechne die Beschleunigung

b) welche Strecke wurde in diesen 3s zurückgelegt?

a) geg: $t = 3\,s$

$V_1 = 36\,\frac{km}{h} = 10\,\frac{m}{s}$

$V_2 = 40\,\frac{m}{s}$

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

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

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

$s_k = v_1 \cdot t = 30\,m$

$s_{ges} = 75\,m$

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 $v_0 = 1\,\frac{m}{s}$ 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 $v_0 = 1\,\frac{m}{s}$ nach unten. Dieser wird durch die Schwerkraft beschleunigt. Wie lange dauert es, bis er 10 m weit gefallen ist.

ges: $t = ?$

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

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

$s = 10\,m$

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

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

auflösen: $5t^2 + t - 10 = 0$

$\longrightarrow$ Mitternachtsformel!

$a = 5$

$b = 1$

$c = -10$

MNF:

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

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

$$\boxed{\begin{array}{l} t_1 = -1{,}52\,s \\ t_2 = 1{,}32\,s \end{array}}$$

Antwort: nach 1,32 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: $5t^2 + 2t - 240 = 0$

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

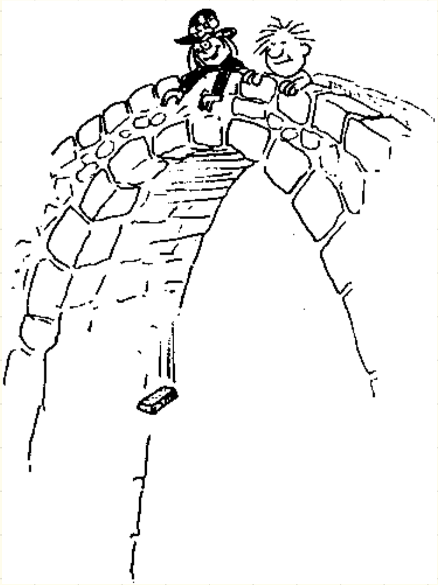
$$t_{1,2} = \frac{-2 \pm \sqrt{2^2 - 4 \cdot 5 \cdot (-240)}}{2 \cdot 5}$$

$\cancel{t_1 = -7{,}13s} \qquad t_2 = 6{,}73s$

Antwort: es dauert 6,73s

30.11.2018

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



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

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

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

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

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

$t_1 = 1{,}3s$

$\cancel{t_2 = -2{,}3s}$

=> Der Stein braucht 1,3s

b) ges: s_1

geg: $t = 1\,s$

$h = 15\,m$

$v_0 = 5\,m/s$

$a = 10\,m/s^2$

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

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

$s = 5\,m + 5\,m = 10\,m$ => zurückgelegte Strecke

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

c) gesucht: v nach $1{,}3\,s$

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

$$= a \cdot t + v_0$$

Anfangs-/Grundgeschwindigkeit

beschleunigte Bewegung

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

$v = a \cdot t$

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

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

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

$t = 1{,}3\,s$

$v_0 = 5\,m/s$

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

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

$\Rightarrow$ mit einer Geschwindigkeit von $18\,m/s$ taucht der Stein ins Wasser.

geg:

$v_0 = 3m/s$ Abwurfgeschwindigkeit

$a = 10\ m/s^2$

$h = 200m$

a) ges: t bis zum Boden $s = \frac{1}{2}\ a \cdot t^2 + v_0 \cdot t$

b) ges: Höhe nach t=2s $s = \frac{1}{2}\ a\ t^2 + v_0 \cdot t$

c) ges: v nach 2s $v_{ges} = a \cdot t + v_0$

d) ges: v beim Aufprall auf den Boden $v_{ges} = a \cdot t + v_0$

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

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

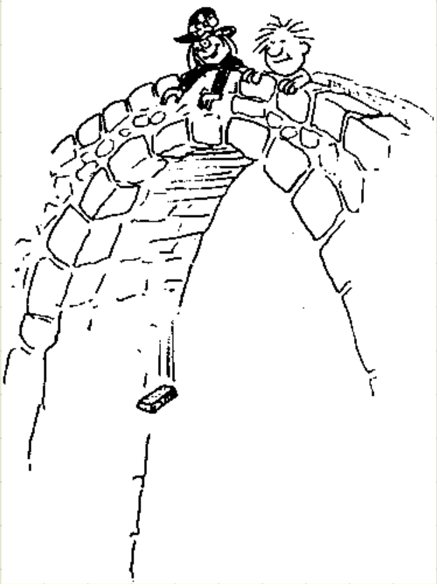
$$\frac{-3 + \sqrt{3^2 - 4 \cdot 5 \cdot (-200)}}{2 \cdot 5}$$

$t_1 = 6{,}03s$

$\cancel{t_2 = -6{,}63}$

Lausbuben werfen von einer Brücke aus der Höhe von h=15m einen Stein mit der Geschwindigkeit v_0=5,0m/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 0,2s?
c) Mit welcher Geschwindigkeit taucht der Stein ins Wasser ein?
d) Wie hoch ist der Stein maximal?

a) geg: $s = 15\,m$

$v_0 = -5\,\frac{m}{s}$ ← nach oben

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

ges: $t = ?$

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

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

b) geg: $t = 0{,}2\,s$ ges: $s = ?$

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

$v_0 = -5\,m/s$

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

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

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

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

c) geg: $v_0 = -5\,m/s$ ges: $v_{ges} = ?$

$a = 10\,m/s^2$

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

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

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

d) geg: $v_0 = -5\,m/s$ ges: $s = ?$

$a = 10\,m/s^2$ $t = ?$

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

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

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

einsetzen: $0 = 10 \cdot t - 5 \quad | +5$

$5 = 10\,t \quad | :10$

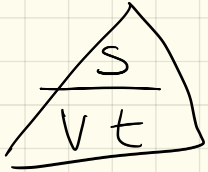
$0{,}5\,s = t$

$s = -1{,}25\,m$ => der höchste Punkt ist 16,25 m hoch

Formelzusammenfassung Bewegungen:

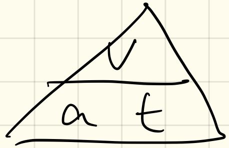
gleichförmige Bewegung

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



beschleunigte Bewegung

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



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

($s = \frac{1}{2} \cdot v_{end} \cdot t$ $\qquad v_{end}$ ist Geschwindigkeit nach Beschleunigung)

zusammengesetzte Bewegung

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

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

v_0 ist Grundgeschwindigkeit bzw. Abwurfgeschwindigkeit 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

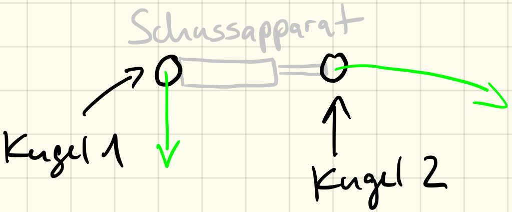
ab. Wie hoch fliegt die Kugel?

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

I.4. zweidimensionale Bewegungen

14.12.

Versuch



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 $3\,m/s$ abgeschossen.

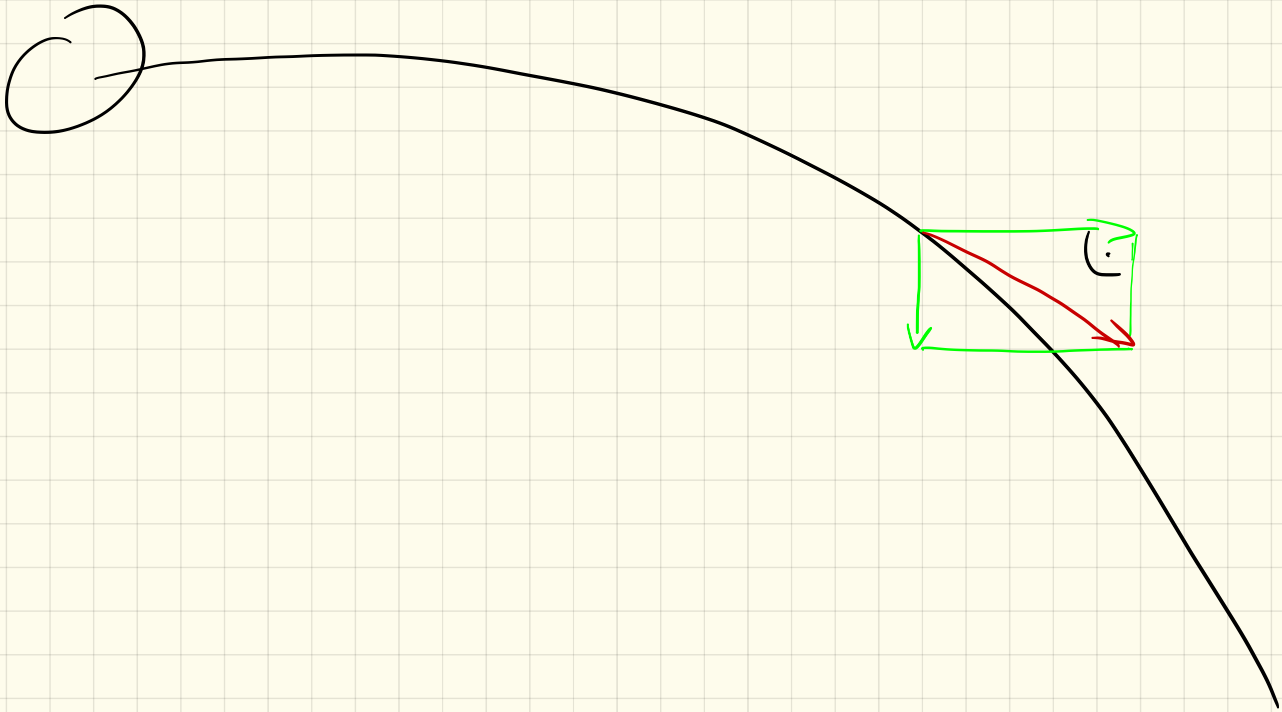
-> wir haben in y-Richtung eine beschleunigte Bewegung

-> wir haben in x-Richtung eine gleichförmige Bewegung

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

geg: $a_y = 10\,m/s^2$ ges: $t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$

$s_y = 1m$ $t = 0{,}45s$



Beispiel: eine Kugel wird aus 1m Höhe mit einer Horizontalgeschwindigkeit von $3\,m/s$ 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: $v_x = 3\,m/s$ ges: $s_x = ?$

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

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

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?

$\boxed{\text{HA: Nr 2}}$

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

b) betrachte nur y-Richtung

geg: $s_y = 2\,m$

$a_y = 10\,m/s^2$

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

c) betrachte nur x-Richtung

geg: $v_x = 20\,m/s$

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

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

2. Aufgabe

Aus 2 m Höhe wird ein Stein mit der Geschwindigkeit $v_y = 20\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ 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 $v_y = 20\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ 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 $v_y = 20\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ 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 $v_y = 20\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ 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 $v_y = 20\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ 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 $v_y = 20\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ 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 Teibstoffes die Masse der Rakete abnimmt.

a) Beschreibe kurz die Bewegung, die die Rakete zurücklegt.

b) Berechne den Impuls mit der die Rakete am Explosionspunkt ankommt.

c) Berechne die Endgeschwindigkeit.

d) Welche Strecke hat die Rakete insgesamt zurückgelegt?

gleichförmig: $s = v \cdot t$

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

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

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

2. Aufgabe

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

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

b) Welche Geschwindigkeit hast du, wenn du ins Wasser eintauchst?

3. Aufgabe

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

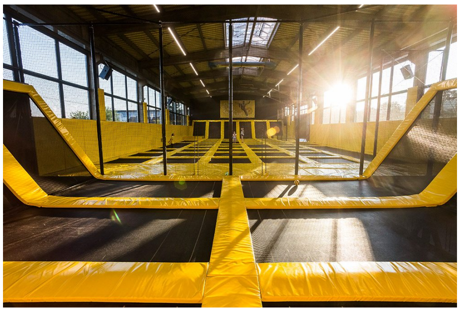
a) Berechne die Anfangsgeschwindigkeit v_0 des Körpers.

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 m vom Boden hat.

4. Aufgabe



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

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 $m = 90\,\mathrm{kg}$. 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) Beschreibe kurz die Bewegung, die die Rakete zurücklegt.

b) Berechne den Impuls mit der die Rakete am Explosionspunkt ankommt.

c) Berechne die Endgeschwindigkeit.

d) Welche Strecke hat die Rakete insgesamt zurückgelegt?

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

b) geg: $F = 4\,N$
$t = 4\,s$

Formel: $p = F \cdot t = 16\,Ns$

c) geg: $p = 16\,Ns$

$m = 0{,}2\,kg$

ges: $v = \frac{p}{m} = \frac{16\,Ns}{0{,}2\,kg} = 80\,\frac{m}{s}$

d) beschleunigt: 160 m

gleichförmig: 240 m

gesamt: 400 m

beschleunigt

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

$v = a \cdot t$

$a = \frac{v}{t} = \frac{80}{4}$

$= 20\,\frac{m}{s^2}$

4 s

gleichförmig

$s = v \cdot t$

$v = 80\,\frac{m}{s}$

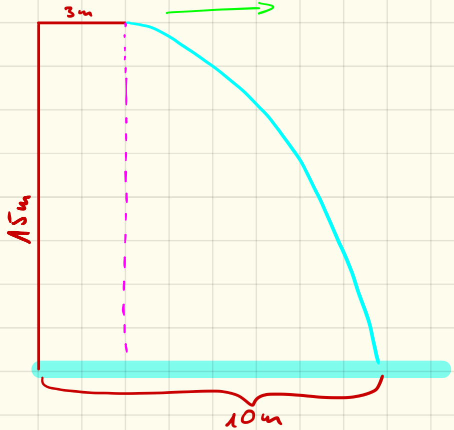
3 s

2. Aufgabe

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

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

b) Welche Geschwindigkeit hast du, wenn du ins Wasser eintauchst?



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

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

ges: $t = ?$

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

einsetzen: $15 = \cancel{\frac{1}{2} \cdot 10}^{\,5} \cdot t^2 \quad | :5$

$3 = t^2 \quad | \sqrt{}$

$\sqrt{3} = t = 1{,}73\,s$

in x-Richtung: gleichförmige Bewegung

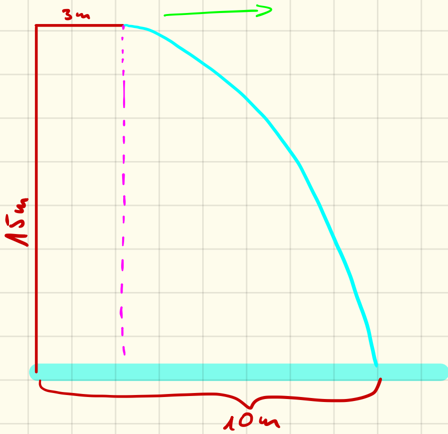
geg: $s_x = 7\,m$ $t = 1{,}73\,s$, ges $v_x = \frac{s}{t} = \frac{7}{1{,}73} = 4{,}05\,\frac{m}{s}$

2. Aufgabe

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

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

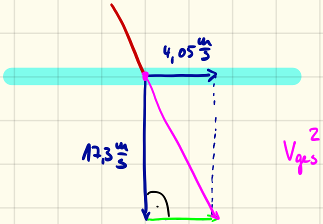
b) Welche Geschwindigkeit hast du, wenn du ins Wasser eintauchst?



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

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

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



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

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

3. Aufgabe

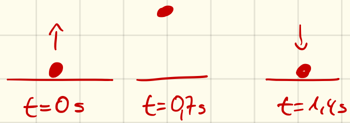
Ein senkrecht nach oben geschossener Körper trifft nach der Zeit $t = 1{,}4\,\mathrm{s}$ wieder auf dem Boden auf.

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 $1{,}0\,\mathrm{m}$ vom Boden hat.



a) geg: $a = 10\,\frac{m}{s^2}$

$t = 1{,}4\,s$

$s = 0\,m$ ← effektiv zurückgelegte Strecke ist Null

ges: $v_0 = ?$

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

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

auflösen $0 = 9{,}8 + 1{,}4 \cdot v_0 \quad | -9{,}8$

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

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

3. Aufgabe

Ein senkrecht nach oben geschossener Körper trifft nach der Zeit $t = 1{,}4\,\mathrm{s}$ 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 m vom Boden hat.

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

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

ges h_{max}, t

Formel $v = a \cdot t + v_0$

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

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

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

$h_{max} = -2{,}45\,m$

$\Rightarrow$ also 2,45 m hoch

3. Aufgabe

Ein senkrecht nach oben geschossener Körper trifft nach der Zeit $t = 1{,}4\,\mathrm{s}$ 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 $1{,}0\,\mathrm{m}$ vom Boden hat.

c) geg: $t = 1{,}4\,s$

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

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

ges: $v_{ges} = ?$

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

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

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

3. Aufgabe

Ein senkrecht nach oben geschossener Körper trifft nach der Zeit $t = 1{,}4\,\mathrm{s}$ 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 m vom Boden hat.

d) geg: $a = 10\,\frac{m}{s^2}$

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

$s = -1\,m$ ← negativ, da über Abwurfpunkt

ges: $t = ?$

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

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

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

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

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

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

4. Aufgabe

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

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 $m = 90\,\mathrm{kg}$. Berechne die Kraft, die dabei auf jedes seiner Beine wirkt.

a) geg: $s = 2{,}5\,m$
$a = 10\,\frac{m}{s}$

ges: $t = ?$

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

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

auflösen $2{,}5 = 5 \cdot t^2 \quad |:5$
$0{,}5 = t^2 \quad |\sqrt{\ }$

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

4. Aufgabe

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

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 $m = 90\,\mathrm{kg}$. Berechne die Kraft, die dabei auf jedes seiner Beine wirkt.

b) geg: $a = 10\frac{a}{s}$

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

ges $v = ?$

Formel $v = a \cdot t$

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

4. Aufgabe

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

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 $m = 90\,\mathrm{kg}$. Berechne die Kraft, die dabei auf jedes seiner Beine wirkt.

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

$s = 0{,}5\,m$

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

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

$a = 7{,}1^2$

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

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.

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

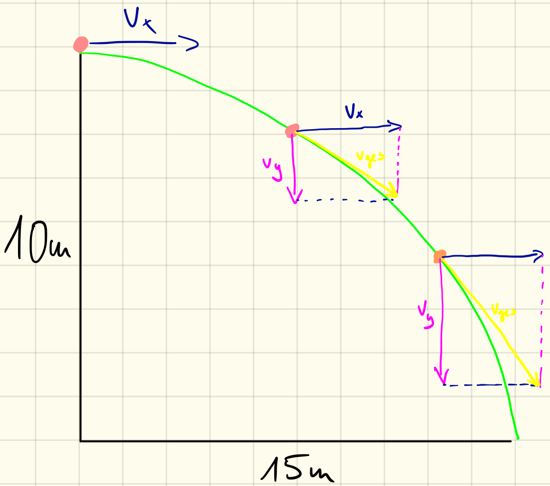
$m = 90\,kg$

ges: $F = ?$

Formel: $F = m \cdot a$

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

d.h. auf jedes Bein 2268,45 N



17.1.15

a) mit welcher Geschwindigkeit v_x muss man oben abspringen

dazu berechnen wir die Flugzeit t (y-Richtung)

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

ges: $t = ?$

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

umgestellt: $t = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10}{10}} = 1{,}41s$

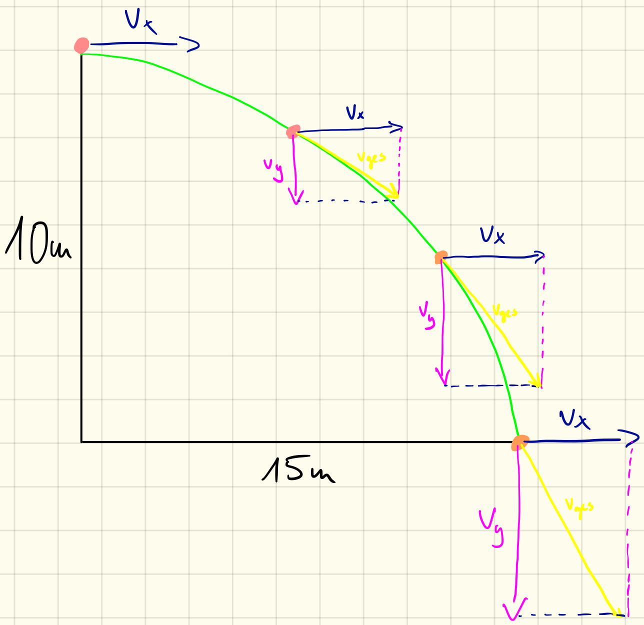
2. Schritt: x-Richtung

geg: $t = 1{,}41s$ $s_x = 15m$

ges: v

Formel: $s_x = v \cdot t$

umgeformt: $v = \frac{s_x}{t} = \frac{15m}{1{,}41s} = 10{,}63\frac{m}{s}$



b) wie groß ist die Gesamtgeschwindigkeit, wenn man unten ankommt

geg: $v_x = 10{,}63 \frac{m}{s}$

$t = 1{,}41 s$

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

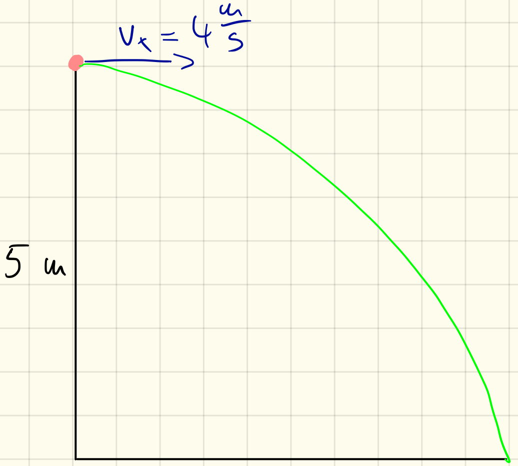
ges: $v_y = ?$

$v_{ges} = ?$

Formel: $v_y = a \cdot t = 10 \cdot 1{,}41 = 14{,}1 \frac{m}{s}$

$v_{ges} = \sqrt{14{,}1^2 + 10{,}63^2}$

$v_{ges} = 17{,}66 \frac{m}{s}$



Aufgabe 2

1. Schritt: wie lange ist man in der Luft? (y-Richtung)

geg: $s = 5m$
$a = 10 \frac{m}{s^2}$

ges: t

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

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

$1 = t^2 \quad | \sqrt{}$

$1s = t$

2. Schritt: x-Richtung

geg: $v_x = 4 \frac{m}{s}$ $\quad t = 1s$

ges: $s_x = ?$

Formel: $s = v \cdot t = 4 \frac{m}{s} \cdot 1s = 4m$

Klassenarbeit

Name: ______________________ Punkte: ______/26P Note: ______ mündlich: ______

Hinweise

- Bei jeder (Rechen-)Aufgabe: gegeben, gesucht, Formel(n) und Ergebnis mit Einheit aufschreiben. **Ohne gibt's Abzug!**
- Gib bei jeder (Teil-)Aufgabe bei einer zweidimenionalen Bewegung an, ob du in x- oder in y-Richtung rechnest!
- Werte auf 2 Nachkommastellen runden.
- Reibungen werden komplett vernachlässigt.
- Beim Ortsfaktor darf mit dem Wert $10\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ gerechnet werden.

1. Aufgabe (3P)

Ergänze die Formeln:

a) gleichförmige Bewegung
$s =$ $v \cdot t$

b) beschleunigte Bewegung
$s =$ $\frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ $v =$ $a \cdot t$

c) zusammengesetzte Bewegung
$s =$ $\frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t$ $v =$ $a \cdot t + v_0$

d) Impuls
$p =$ $m \cdot v$ $p =$ $F \cdot t$

2. Aufgabe (9P$^{2/2/2/3}$)

Ein Raketenauto ($m = 2\,\text{t}$) fährt zum Zeitpunkt $t = 0\,\text{s}$ mit einer Geschwindigkeit von $144\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Nach 20 s zündet es ~~seinen~~ Raketenantrieb und wird daraufhin ~~mit~~ einer Kraft von $F = 100\,\text{kN}$ für weitere 10 s beschleunigt.

a) Gib an, wie sich das Auto
 i) in den ersten 20 Sekunden gleichförmige Bewegung
 ii) in den darauffolgenden 10 Sekunden zusammengesetzt
 bewegt.

b) Berechne den Impuls des Autos nach 30 Sekunden.

c) Berechne die Endgeschwindigkeit nach 30 Sekunden.

d) Welche Strecke hat das Auto insgesamt zurückgelegt?

$m = 2000\,kg$

$s_{ges} = 3700\,m$

gleichförmig

$v = 144\,\frac{km}{h} = 40\,\frac{m}{s}$

$t = 20\,s$

$s = v \cdot t = 40 \cdot 20 = 800\,m$

zusammengesetzt

$F = 100\,kN = 100000\,N$

$t = 10\,s$

$v_0 = 40\,\frac{m}{s}$

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

$v = a \cdot t + v_0$

$= 50\,\frac{m}{s^2} \cdot 10\,s + 40\,\frac{m}{s} = 540\,\frac{m}{s}$

$p = m \cdot v = 2000 \cdot 540 = 1080000\,kg \cdot \frac{m}{s}$

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

$= \frac{1}{2} \cdot 50 \cdot 10^2 + 40 \cdot 10 = 2900\,m$

3. Aufgabe (5P$^{1/2/2}$)

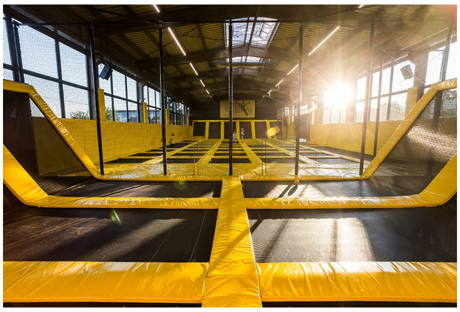
Ein Jäger sitzt auf einem 5,50 m hohen Jägersitz. Er schießt mit seinem Gewehr waagerecht, die Kugel fliegt mit einer Geschwindigkeit von 288 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Er trifft damit ein 0,5 m großes Wildschwein.

a) Skizziere die Aufgabe und trage die bekannten Werte in die Skizze ein.

b) In welcher Entfernung steht das Wildschwein?

c) Welche Gesamtgeschwindigkeit hat die Kugel wenn sie das Wildschwein trifft?

4. Aufgabe (6P$^{1/1/1/1/2}$)



Monika springt auf einem Trampolin. Beim Springen drückt sie das Sprungtuch maximal 90 cm weit nach unten. Sie wiegt 60 kg, das Trampolin katapultiert sie mit einer Kraft von 1200 N nach oben.

a) Zeichne eine Skizze und trage die gegebenen Werte ein.

b) Bestimme die Beschleunigung, die Monika durch das Trampolin erfährt.

c) Berechne die Zeit, in der Monika vom Trampolin beschleunigt wird.

d) Berechne, mit welcher Geschwindigkeit Monika das Trampolin verlässt.

e) Wie hoch springt Monika maximal? Berechne!

5. Aufgabe (3P$^{1/1/1}$)

Du fährst mit einer Geschwindigkeit von 14 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ mit deinen Skiern (oder Snowboard) über eine horizontale Schanze. Du landest 5,6 m danach wieder sicher.

a) Zeichne eine Skizze und trage die gegebenen Werte ein.

b) Wie lange bist du in der Luft?

c) Wie hoch war die Schanze?

Berechne, wie hoch die Schanze war.

Videoanalyse von Würfen

Viana-App

Mithilfe der App **Viana** lassen sich Bewegungen aufnehmen und analysieren. Man kann damit Bewegungsdiagramme direkt aus einem Video generieren.

1. freier Fall

1. Öffnet die App und erstellt ein neues Projekt, indem ihr ein Video aufnehmt. Lasst darin eine Kugel aus etwa 2 Metern Höhe auf den Boden fallen.

   Neben der fallenden Kugel stellt ihr ein Meterstab senkrecht auf den Boden, damit ihr später im Video die Höhe ausmessen könnt.

   Wichtig: während der Aufnahme muss das iPad so ruhig wie möglich gehalten werden und darf nicht bewegt werden!

   Um das Video besser analysieren zu können ändert ihr – vor der Aufnahme – die Eigenschaften `fps` (rechts oben) auf den höchsten, die `Shutter Zeit` (unten) auf einen möglichst kleinen Wert.

   Hinweis: ihr könnt am Anfang bereits mit der Aufnahme beginnen, solange die Kugel noch festgehalten wird.

2. Nachdem ihr das Video aufgenommen habt schneidet ihr den gewünschten Bereich aus. Dazu verschiebt ihr auf dem Schiebebalken den Start- und Endpunkt so, dass gerade der freie Fall ab dem Loslassen bis zum Auftreffen auf dem Boden eingeschlossen wird.

3. Anschließend legt ihr den **Maßstab** fest. Dazu wählt ihr diesen Menüpunkt aus, verschiebt die beiden roten Kreise auf euren Meterstab und gebt oben die entsprechende Länge an. Jetzt rechnet die App automatisch alle Längen um.

4. Unter **Manuelle Erfassung** wird euch das Video nun Bild für Bild angezeigt und ihr könnt für jedes Bild die Position mithilfe des roten Fadenkreuzes festlegen. Hierfür schiebt ihr das Fadenkreuz an die Position eurer Kugel (möglichst immer mittig). Mit einem Tap auf den Bildschirm bestätigt ihr diese Position und springt zum nächsten Bild.

   *Tipp: Bei ausreichendem Kontrast zwischen der fallenden Kugel und dem Hintergrund funktioniert auch die automatische **Bewegungserkennung***

5. Habt ihr die Position der Kugel auf allen Bildern bestimmt, so könnt ihr nun unter **Diagramme** 3 Diagramme anzeigen lassen:

   - x-y-Diagramm
   - x-t-Diagramm sowie v_x-t-Diagramm: Hierbei wird ausschließlich die x-Richtung betrachtet. Diese sollte beim freien Fall ungefähr konstant bleiben.
   - y-t-Diagramm sowie v_y-t-Diagramm: Hierbei wird ausschließlich die y-Richtung betrachtet.

Aufgabe: wie sieht das y-t-Diagramm, wie das v_y-t-Diagramm aus?

2. Wurf nach oben

Werft im zweiten Versuch die Kugel **leicht** nach oben (die Kugel sollte nicht aus dem Bild heraus schießen!) und analysiert wieder die y-Richtung. Was hat sich zum vorherigen Versuch geändert?

3. Wurf nach unten

Analysiert die y-Richtung, wenn ihr die Kugel am Anfang **leicht** nach unten loswerft. Was ändert sich?

4. waagerechter Wurf

Werft nun die Kugel möglichst waagerecht los. Analysiert nun zunächst die y-Richtung. Was fällt auf, wenn ihr die Ergebnisse mit den vorherigen Versuchen vergleicht.

Untersucht außerdem auch die x-Richtung. Wie sehen hier die Diagramme aus, was schließt ihr daraus?

5. schräger Wurf

Werft nun die Kugel schräg nach oben los. Analysiert nun zunächst die y-Richtung. Was fällt auf, wenn ihr die Ergebnisse mit den vorherigen Versuchen vergleicht.

Untersucht außerdem auch die x-Richtung. Wie sehen hier die Diagramme aus, was schließt ihr daraus?

Allgemeine Hinweise

Die Versuche müssen schriftlich ausgewertet und abgegeben werden. Die Protokolle werden bewertet, jede Gruppe gibt ein gemeinsames Protokoll ab.

Das Protokoll muss enthalten:

- Deckblatt
- Für jeden Versuch eine kurze Beschreibung, was gemacht wurde
- Pro Versuch die Diagramme der y- und ggf. der x-Richtung (können z. B. als Screenshot eingefügt werden)
- Für jeden einzelnen Versuch eine kurze Auswertung und Diskussion der Ergebnisse.

Gruppen:

Leni, Samira, Chris, Aaron

Tobi, Claudio, Emil, Nils

Johanna, Ella, Rebecca, Jasmin R, Alexandra

Katja, Debora, Naemi, Melanie

Jasmin, Kim, Vanessa, Lisa

Philip, Antonia, Maren

Vanessa, Abemi, Sarah, Lena

Salat, Nachtisch, 2 Hauptgerichte, Snacks

II Energie

Energie kann in verschiedenen Energieformen vorkommen:

- elektrische Energie
- Wärmeenergie / thermische Energie
- atomare Energie
- Bewegungsenergie / kinetische Energie
- Strahlungsenergie
- biologische / chemische Energie
- potenzielle Energie / Lageenergie / Höhenenergie

II.1 potenzielle Energie

Die potenzielle Energie bzw. Lageenergie bzw. Höhenenergie hängt ab von:

- der Höhe h
- der Masse m
- dem Ortsfaktor g

Damit ergibt sich für die potenzielle Energie:

$$E_{pot} = m \cdot g \cdot h$$

Die Einheit der Energie ist

$$[E] = 1 \text{ Joule} = 1 \text{ J}$$

II. 2. kinetische Energie

Die kinetische Energie bzw. Bewegungsenergie hängt ab von:

- der Masse m
- der Geschwindigkeit v

Es gilt:

$$E_{kin} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Beispiel:

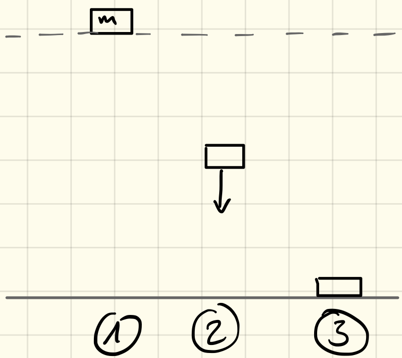
Ein Fahrradfahrer ($m = 50\,kg$) fährt auf einen 200 m hohen Hügel. Ein anderer Fahrradfahrer ($m = 60\,kg$) fährt mit einer Geschwindigkeit von $8\,\frac{m}{s}$ auf der Ebene. Welcher von beiden hat mehr Energie?

Fahrradfahrer 1:	Fahrradfahrer 2:
geg: $m = 50\,kg$, $g = 10\,\frac{m}{s^2}$, $h = 200\,m$	geg: $m = 60\,kg$, $v = 8\,\frac{m}{s}$
ges: $E_{pot} = ?$	ges: $E_{kin} = ?$
Formel: $E_{pot} = m \cdot g \cdot h$	Formel: $E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$
Ergebnis: $E_{pot} = 100\,000\,J$	$E_{kin} = 1920\,J$

II 3. Energieerhaltungssatz

Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden. Sie kann lediglich in verschiedene Energieformen umgewandelt werden.

Beispiel:



$$E_{pot} = E_{pot} + E_{kin} = E_{kin}$$

Wir lassen einen Gegenstand fallen.

Im 1. Zustand (vor dem Loslassen) besitzt er nur Lageenergie.

Im 2. Zustand (während dem Fall) besitzt er Bewegungsenergie und Lageenergie.

Im 3. Zustand (direkt beim Aufprall) besitzt er nur noch Bewegungsenergie.

Während dem Fall wird die Lageenergie in Bewegungsenergie umgewandelt.

13.3.19

Beispielrechnung:

Wir lassen eine Masse $m = 1kg$ aus einer Höhe von $h = 12m$ fallen. Mit welcher Geschwindigkeit kommt sie unten an?

Oben gilt: $E_{pot} = m \cdot g \cdot h = 1kg \cdot 10 \frac{N}{kg} \cdot 12m = 120J$

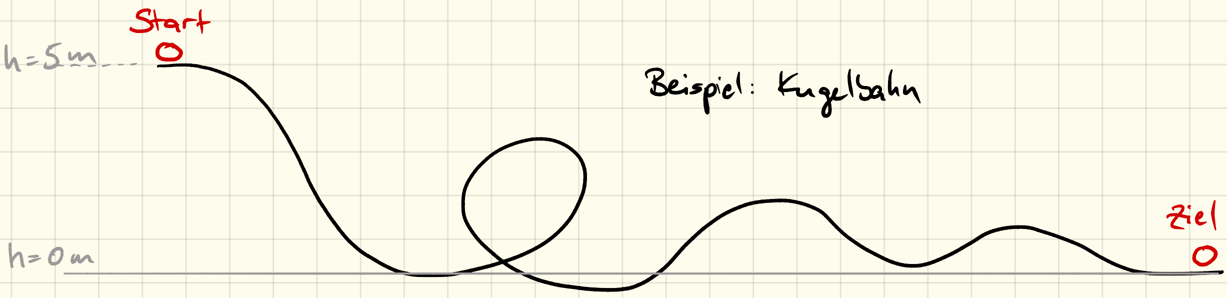
Unten gilt: $E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = 120J$

$$\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot v^2 = 120J \quad | : \frac{1}{2}$$

$$v^2 = 240J \quad | \sqrt{}$$

$$v = 15{,}49 \, m/s$$

Anmerkung: Bei der energetischen Betrachtung spielt es keine Rolle, auf welchem Weg der Gegenstand nach unten kommt!



Berechne die Geschwindigkeit der Kugel am Ende der Bahn

Es gilt: $\underbrace{E_{pot} = m \cdot g \cdot h}_{\text{Anfang}} = \underbrace{\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = E_{kin}}_{\text{Ende}}$

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad | : m$$
$$g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot v^2$$

$V = 10 \, m/s$

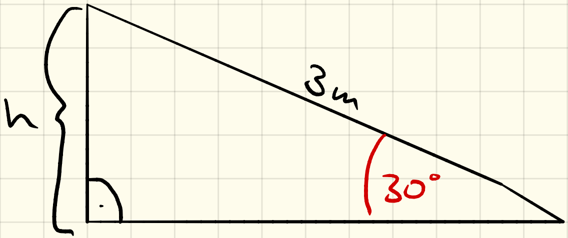
1. Beispiel: Murmelbahn

Ein Murmel rollt eine Murmelbahn mit verschiedenen Steigungen und Kurven hinunter. Die Bahn hat eine Höhe von $h = 0{,}50\,\mathrm{m}$, die Reibung wird vernachlässigt.
Mit welcher Geschwindigkeit kommt die Murmel unten an?

$v = 3{,}16\ \mathrm{m/s}$

2. Aufgabe: rollende Kugel

Eine Kugel rollt aus der Ruhe reibungsfrei eine schräge Ebene hinab. Diese ist gegenüber dem (horizontalen) Boden um $\alpha = 30°$ geneigt. Die Kugel legt eine Strecke von 3,0 Metern zurück bevor sie auf dem Boden auftrifft.
Berechne mit dem Energieerhaltungssatz die Geschwindigkeit, mit der die Kugel auf dem Boden auftrifft.



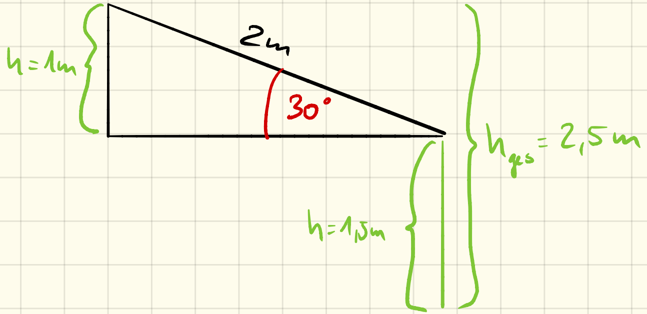
$$h = 3\,m \cdot \sin(30°) = 1{,}5\,m$$

$$V = 5{,}48\,m/s$$

G	A	G	A
H	H	A	G
sin	cos	tan	cot

3. Aufgabe: rollende und fallende Kugel

Eine Kugel rollt aus der Ruhe reibungsfrei eine schräge Ebene hinab. Diese ist gegenüber dem (horizontalen) Boden um $\alpha = 30°$ geneigt. Die Kugel legt eine Strecke von $s_1 = 2{,}0\,\mathrm{m}$ zurück bevor sie das Ende der schrägen Ebene erreicht. Von dort aus fällt sie noch weitere $s_2 = 1{,}5\,\mathrm{m}$ ohne Untergrund nach unten.
Berechne mit dem Energieerhaltungssatz die Geschwindigkeit, mit der die Kugel auf dem Boden auftrifft.



$v = 7{,}07\ \mathrm{m/s}$

4. Aufgabe: Hüpfball

Ein Hüpfball wird fallengelassen und trifft mit einer Geschwindigkeit von $v = 4{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ auf den Boden. Berechne, aus welcher Höhe der Ball fallengelassen wurde.
Durch Reibung an der Tischoberfläche verliert der Ball ein Viertel seiner Geschwindigkeit und hüpft wieder nach oben. Welche Höhe erreicht er dann noch?
Welche Höhe könnte er maximal erreichen, wenn es keine Reibung gäbe?

geg: $g = 10\,\frac{m}{s^2}$

$v = 4{,}5\,\frac{m}{s}$

ges: $h = ?$

Formel: $g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot v^2$

$10 \cdot h = \frac{1}{2} \cdot 4{,}5^2$

$10 \cdot h = 10 \quad |:10$

$h = 1\,m$

b) $4{,}5 \cdot \frac{3}{4} = 3{,}375$

$g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot v^2$

$10 \cdot h = \frac{1}{2} \cdot 3{,}375^2$

$h \cdot 10 = 5{,}7$

$h = 0{,}57\,m$

c) gleiche Höhe wie bei a)

5. Aufgabe: Pistolenkugel

Eine Pistole wird senkrecht nach oben abgeschossen. Die Pistolenkugel fliegt mit einer Geschwindigkeit von $v = 300\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ aus dem Lauf.
Berechne, welche Höhe die Pistolenkugel unter Vernachlässigung von Reibung maximal erreichen kann.

geg: $v = 300\,\mathrm{m/s}$

$g = 10\,\mathrm{m/s^2}$

ges: $h = ?$

Formel: $g \cdot h = \frac{1}{2} v^2$

$10 \cdot h = \frac{1}{2} \cdot 300^2 \quad | : 10$

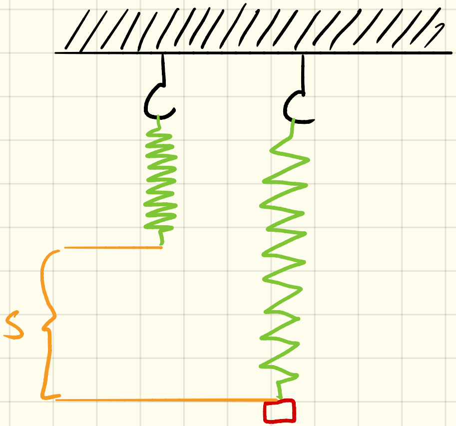
$h = 4500\,\mathrm{m}$

19.3.19

II.4 Spannenergie

II.4.1. Hooke'sches Gesetz

Robert Hooke (1635-1703)



Das Hooke'sche Gesetz besagt, dass die Ausdehnung s einer Feder proportional zur wirkenden Kraft ist.

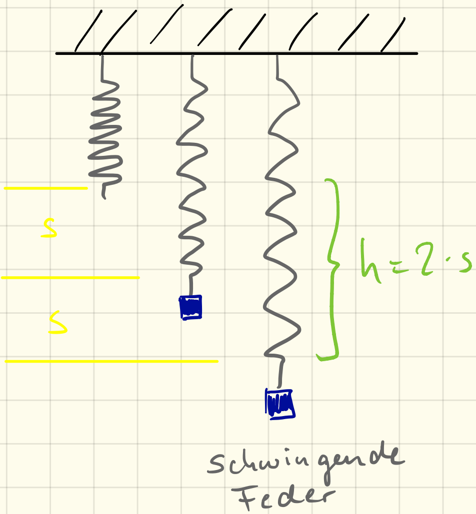
Es gilt also $\frac{F}{s} = \text{konstant}$, diesen Quotienten nennen wir die Federhärte D

26.3.19

II. 4. 2 Herleitung der Spannenergie

Formeln: $F_G = m \cdot g$ $\qquad$ $E_{pot} = m \cdot g \cdot h$

$D = \frac{F}{s} \iff F = D \cdot s$



Im oberen Umkehrpunkt liegt die Energie als potenzielle Energie vor, im unteren Umkehrpunkt als Spannenergie

In der mittleren Ruhelage gilt:

$$F_G = m \cdot g = D \cdot s$$

Oben gilt:

$$E_{pot} = m \cdot g \cdot h$$

Für die Spannenergie gilt damit

$$E_{spann} = D \cdot s \cdot h = D \cdot \frac{1}{2} s \cdot s = \boxed{\frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2}$$

Beispiel: Feder mit $D = 5\,\frac{N}{m}$ wird um 20 cm zusammengedrückt. Welche Energie steckt in der Feder?

geg: $D = 5\,\frac{N}{m}$

$\Delta s = 20\,cm = 0{,}2\,m$

ges: E_{sp}

Formel $E_{sp} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot \Delta s^2 = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 0{,}2^2 = 0{,}1\,J$

Übersicht Formeln für Energie

$E_{pot} = m \cdot g \cdot h$		m	in	kg
		h	in	m
$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$		v	in	$\frac{m}{s}$
$E_{sp} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$		D	in	$\frac{N}{m}$
		s	in	m

1. Aufgabe

Eine Stahlfeder mit der Federhärte $D = 120\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$ wird um 8,0 cm zusammengepresst. Mit dieser Feder wird eine Kugel der Masse $m = 50\,\mathrm{g}$ nach oben geschossen.
Welche maximale Flughöhe erreicht die Kugel?

$h = 0{,}77\ \mathrm{m}$

2. Aufgabe

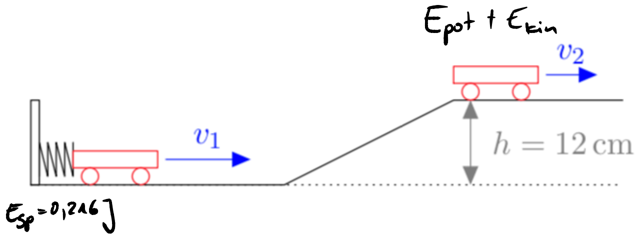
Mit welcher Geschwindigkeit kommt die Kugel aus Aufgabe 1 nach dem Flug wieder auf dem Boden auf?

$v = 3{,}82\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

5.4.19

3. Aufgabe

Eine Feder mit $D = 120\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$ wird um 6,0 cm zusammengepresst. Beim Entspannen beschleunigt diese Feder auf der Ebene einen kleinen Wagen der Masse $m = 150\,\mathrm{g}$, welcher anschließend einen Hang der Höhe 12 cm hinauffährt.



a) Mit welcher Geschwindigkeit v_1 startet der Wagen unten?

b) Mit welcher Geschwindigkeit v_2 kommt der Wagen oben an?

c) Welche Höhe könnte der Wagen maximal erreichen?

a) geg: $D = 120\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$ $\quad m = 0{,}15\,\mathrm{kg}$

$s = 0{,}06\,\mathrm{m}$

ges $E_{sp} = ?$ $\quad v = ?$

Formel $E_{sp} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2 = 0{,}216\,\mathrm{J}$

$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$

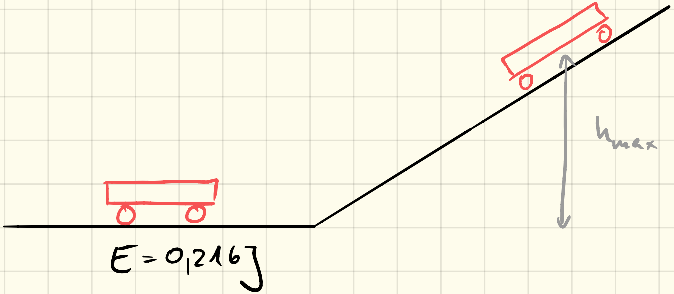
$v = \sqrt{\frac{2 \cdot E}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0{,}216\,\mathrm{J}}{0{,}15\,\mathrm{kg}}} = 1{,}7\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

b) $E_{pot} = m \cdot g \cdot h = 0{,}15\,\mathrm{kg} \cdot 10\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}} \cdot 0{,}12\,\mathrm{m}$

$= 0{,}18\,\mathrm{J}$

$E_{kin} = 0{,}216\,\mathrm{J} - 0{,}18\,\mathrm{J} = 0{,}036\,\mathrm{J}$

$v = \sqrt{\frac{2 \cdot E}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0{,}036\,\mathrm{J}}{0{,}15\,\mathrm{kg}}} = 0{,}7\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$



$$E_{pot} = m \cdot g \cdot h$$

$$h = \frac{E_{pot}}{g \cdot m} = \frac{0{,}216\,J}{10\,\frac{N}{kg} \cdot 0{,}15\,kg} = 0{,}14\,m$$

$$E_{pot} = \overset{\text{Masse}}{m} \cdot \overset{\text{Ortsfaktor}}{g} \cdot \overset{\text{Höhe}}{h}$$

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot \overset{\text{Masse}}{m} \cdot \overset{\text{Geschwindigkeit}}{v}^2$$

$$E_{sp} = \frac{1}{2} \cdot \underset{\text{Federhärte}}{D} \cdot \underset{\text{Ausdehnung}}{s}^2$$

4. Aufgabe

Wie ~~stark~~ weit man müsste eine Feder mit $D = 500\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$ zusammendrücken, dass eine Kugel mit $m = 2\,\mathrm{g}$ mit einer Geschwindigkeit $v = 540\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ losgeschossen wird?

geg: $D = 500\,\frac{N}{m}$

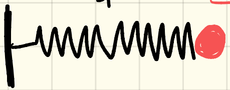
$v = 540\,\frac{km}{h} = 150\,\frac{m}{s}$

$m = 2\,g = 0{,}002\,kg$

ges: $E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 0{,}002\,kg \cdot \left(150\,\frac{m}{s}\right)^2 = 22{,}5\,J$

$E_{sp} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2 \iff s = \sqrt{\frac{2 \cdot E}{D}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 22{,}5}{500}} = 0{,}3\,m$

$E_{sp} = E_{kin}$



9.4.19

III. Stöße

Wir betrachten Stöße zweier Körper / Wagen auf einer Schiene. Dabei gelten folgende Bezeichnungen:

m_1 bzw m_2: Masse der beiden Körper.

v_1 bzw v_2: Geschwindigkeit vor dem Stoß

v_1' bzw v_2': Geschwindigkeit nach dem Stoß

p_1 bzw p_2: Impuls vor dem Stoß

p_1' bzw p_2': Impuls nach dem Stoß

III.1. inelastischer Stoß

Beim sogenannten inelastischen Stoß hängen die beiden Körper nach dem Stoß zusammen, es gilt also

$$v_1' = v_2' = v'$$

Es gilt der Impulserhaltungssatz:

$$\underbrace{p_1 + p_2}_{\text{Impuls vor Stoß}} = p'$$

Impuls nach Stoß

$$\boxed{m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) \cdot v'}$$

Beispiel: Ein Wagen der Masse m_1=500g fährt mit der Geschwindigkeit von 0,4m/s auf einen zweiten, ruhenden Wagen der Masse m_2=300g. Beide fahren nach dem Stoß gemeinsam weiter. Berechne die Geschwindigkeit.

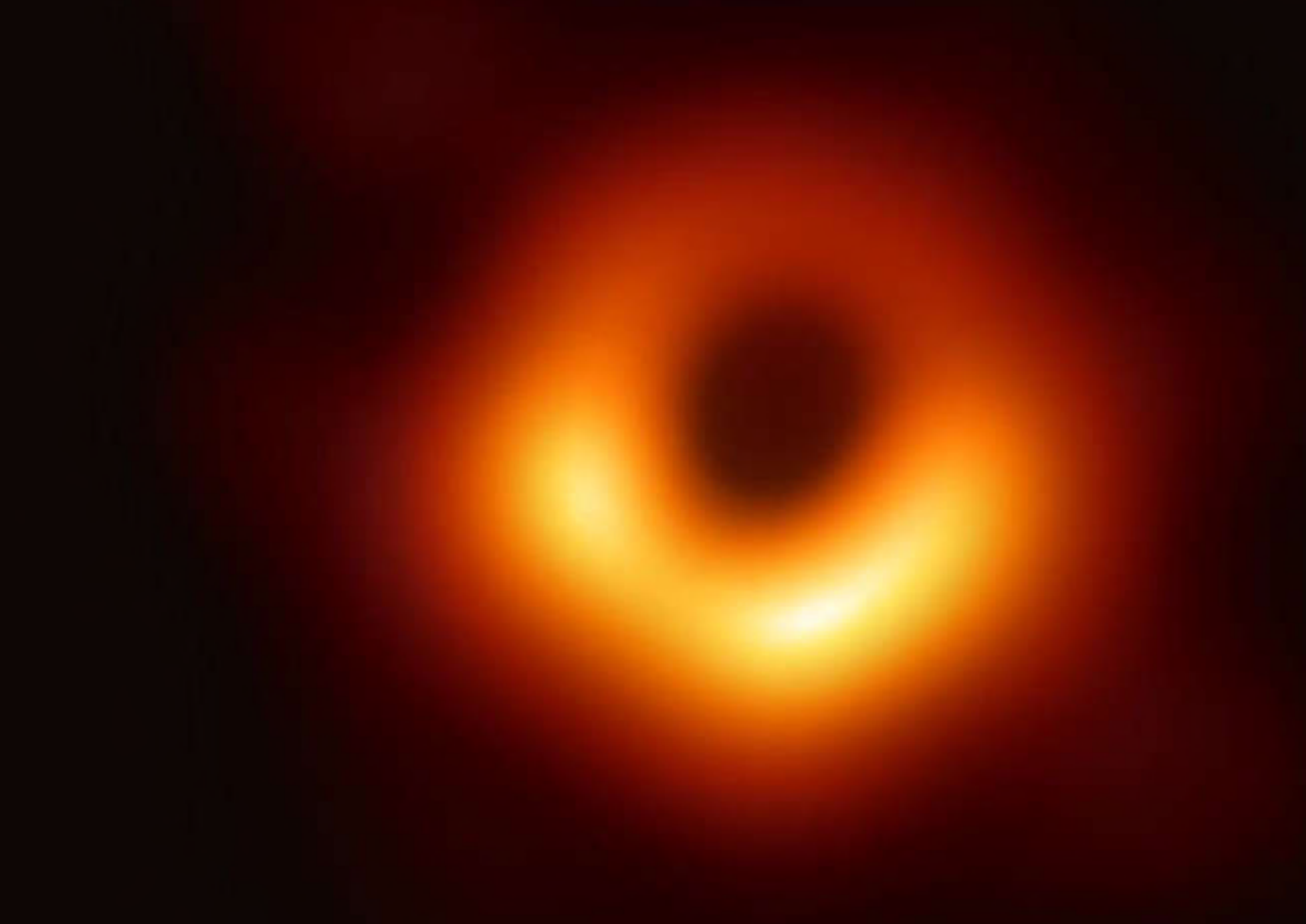
geg: $m_1 = 500g = 0{,}5kg$ $m_2 = 0{,}3kg$ $v_1 = 0{,}4\,\frac{m}{s}$ $V_2 = 0\,\frac{m}{s}$

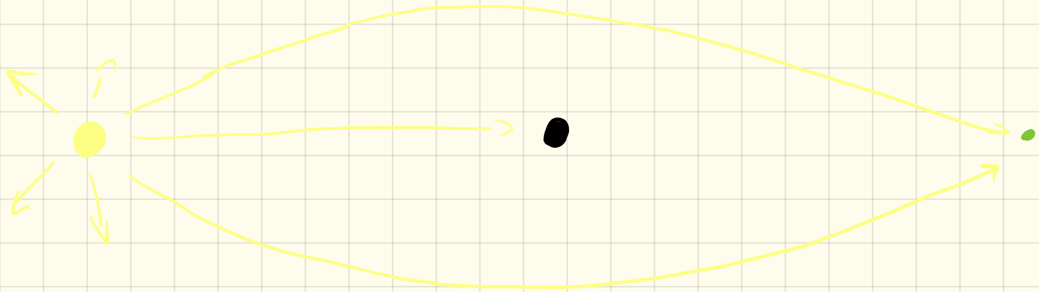
ges: v'

Formel: $m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) \cdot v' \quad | :(m_1+m_2)$

umformen: $\frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = v'$

einsetzen: $\frac{0{,}5 \cdot 0{,}4 + 0{,}3 \cdot 0}{0{,}5 + 0{,}3} = 0{,}25\,\frac{m}{s}$





$$300\,000 \,\frac{km}{s} \cdot 60 \,\frac{s}{min} = 18\,000\,000 \,\frac{km}{min} \cdot 60 \,\frac{min}{h} =$$

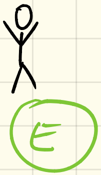
$$1\,080\,000\,000 \,\frac{km}{h} \cdot 24 \,\frac{h}{d} =$$

$$= 25\,920\,000\,000 \,\frac{km}{d} \cdot 365 \,\frac{d}{a} =$$

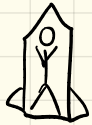
$$= 9{,}5 \cdot 10^{12} \,\frac{km}{a}$$

1 Lichtjahr = 9,5 Billionen km

50 Jahre

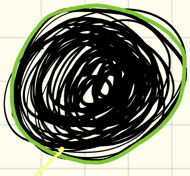


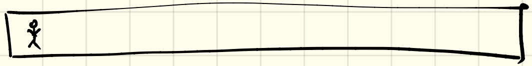
60

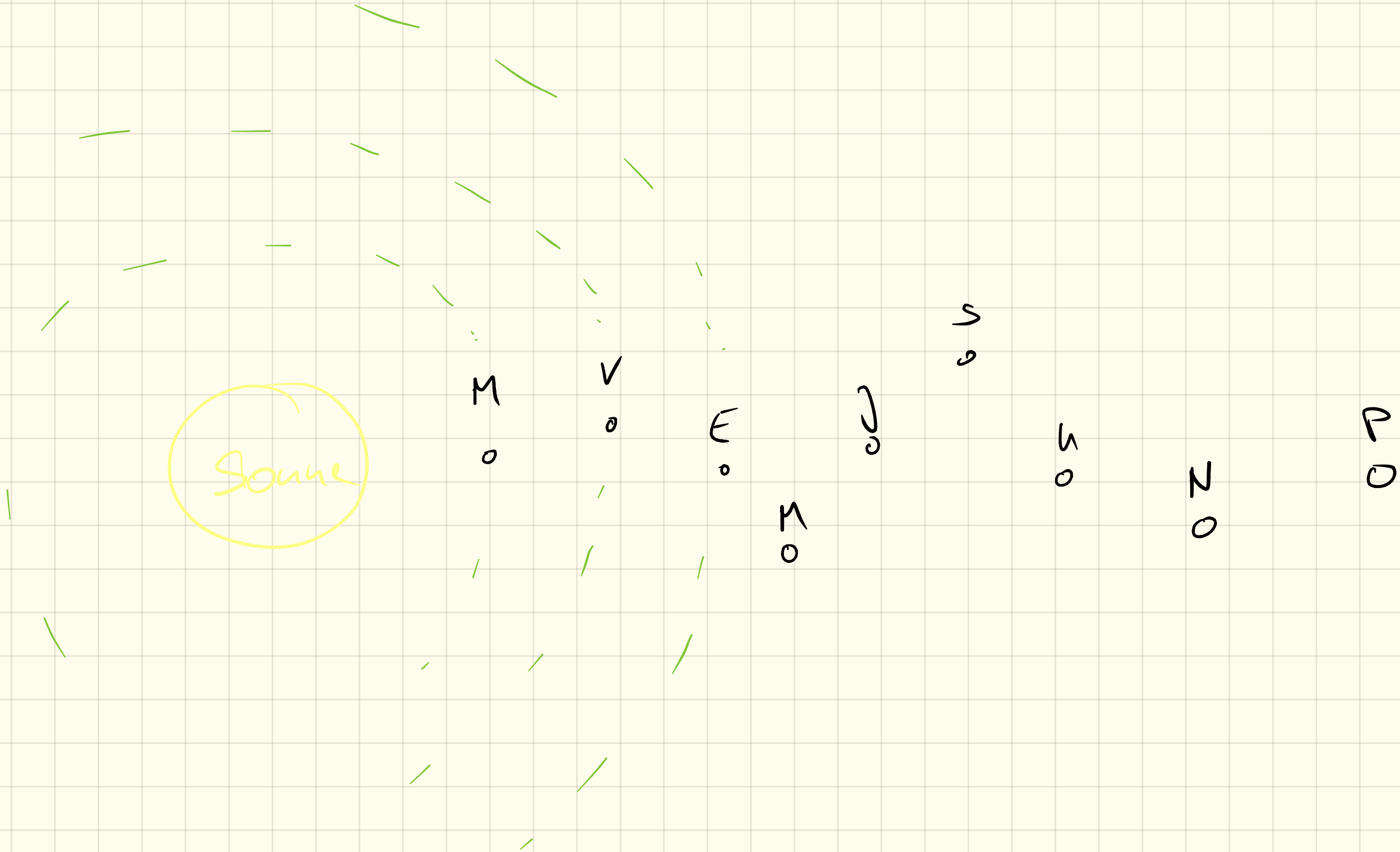


21 Jahre

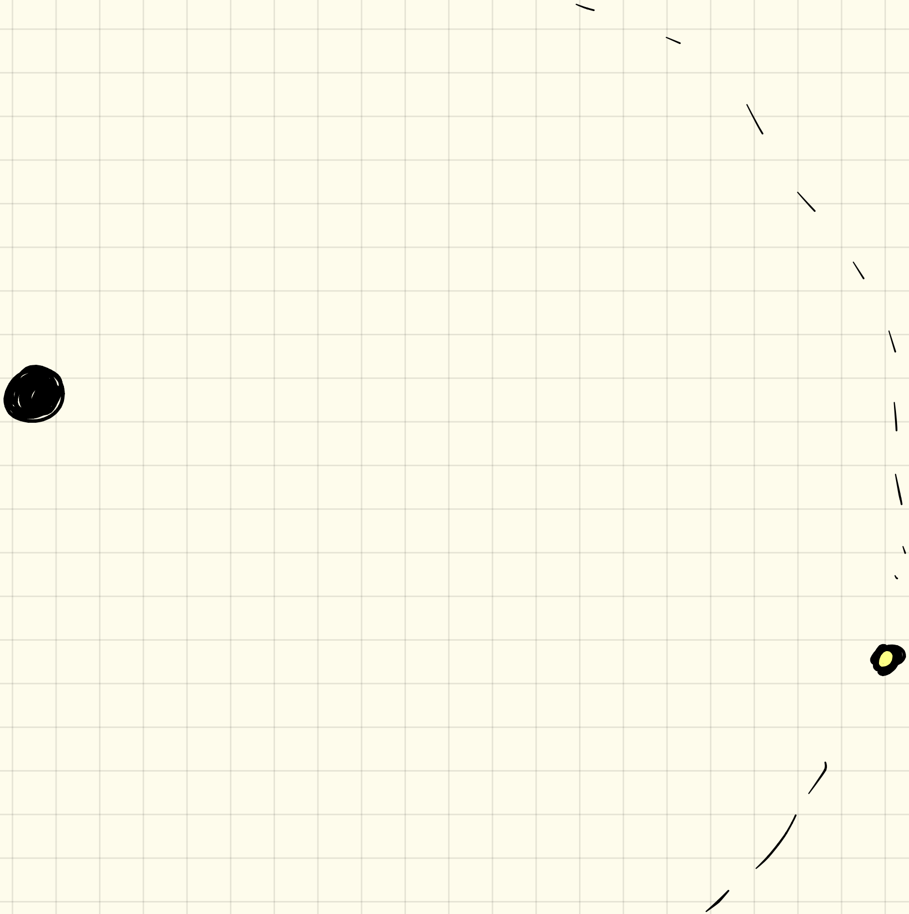
31

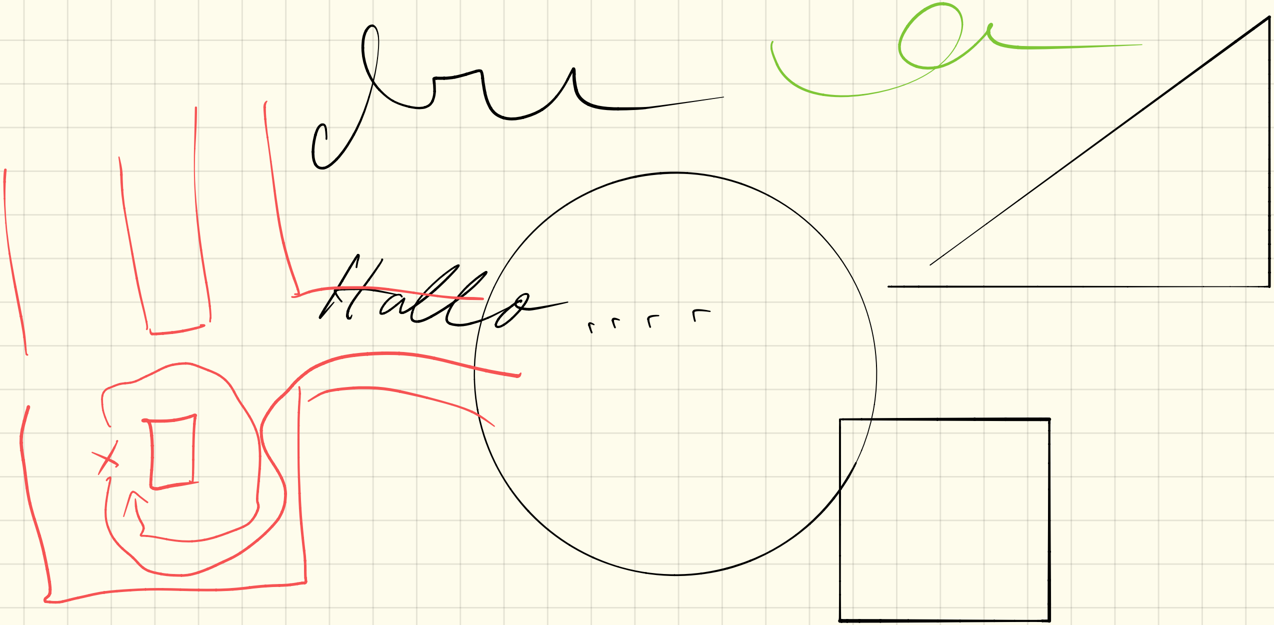






Sonne
M
V
E
M
J
S
U
N
P




Hallo

30.4.19

Aufgabe: Ein Wagen der Masse m_1=1,5kg fährt mit der Geschwindigkeit von 1m/s auf einen zweiten, fahrenden Wagen der Masse m_2=2kg. Beide fahren nach dem Stoß gemeinsam mit der Geschwindigkeit v'=0,6m/s weiter. Wie schnell war der zweite Wagen vor dem Stoß?

geg: $m_1 = 1{,}5\,kg$ $\quad v_1 = 1\,\frac{m}{s}$

$m_2 = 2\,kg$

$m' = 3{,}5\,kg$ $\quad v' = 0{,}6\,\frac{m}{s}$

ges: $v_2 = ?$

Formel: $m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) \cdot v'$

einsetzen: $1{,}5\,kg \cdot 1\,\frac{m}{s} + 2\,kg \cdot v_2 = 3{,}5\,kg \cdot 0{,}6\,\frac{m}{s}$

$$1{,}5\,kg \cdot \frac{m}{s} + 2\,kg \cdot v_2 = 2{,}1\,kg \cdot \frac{m}{s} \quad \Big| -1{,}5\,kg\,\frac{m}{s}$$

$$2\,kg \cdot v_2 = 0{,}6\,kg\,\frac{m}{s} \quad \Big| :2\,kg$$

$$\underline{\underline{v_2 = 0{,}3\,\frac{m}{s}}}$$

Aufgabe: Ein Wagen der Masse m_1=4kg fährt mit der Geschwindigkeit von 4m/s auf einen zweiten, fahrenden Wagen der Masse m_2=8kg. Beide fahren nach dem Stoß gemeinsam mit der Geschwindigkeit v'=1m/s weiter. Wie schnell war der zweite Wagen vor dem Stoß?

geg: $m_1 = 4\,kg$ $\quad v_1 = 4\,\frac{m}{s}$

$m_2 = 8\,kg$

$v' = 1\,\frac{m}{s}$

ges: $v_2 = ?$

Formel: $m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) \cdot v'$

$$4\,kg \cdot 4\,\frac{m}{s} + 8\,kg \cdot v_2 = 12\,kg \cdot 1\,\frac{m}{s}$$

$$16\,kg \cdot \frac{m}{s} + 8\,kg \cdot v_2 = 12\,kg\,\frac{m}{s} \quad \Big| -16\,kg\,\frac{m}{s}$$

$$8\,kg \cdot v_2 = -4\,kg\,\frac{m}{s} \quad \Big| : 8\,kg$$

$$\underline{\underline{v_2 = -0{,}5\,\frac{m}{s}}}$$

→ der zweite Wagen fährt also in die entgegengesetzte Richtung

III.2 elastischer Stoß

Bei einem sogenannten elastischen Stoß bewegen sich die beiden Körper nach dem Stoß unabhängig voneinander weiter.

Es gilt dabei der Impulserhaltungssatz

$$p_1 + p_2 = p_1' + p_2' \qquad (p = m \cdot v)$$

Außerdem gilt auch der Energieerhaltungssatz

$$E_1 + E_2 = E_1' + E_2' \qquad \left(\text{kinetische Energie } E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2\right)$$

Diese beiden Gleichungen können wir umschreiben: 3. 5. 19

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad \text{(Impulserhaltungssatz)}$$

$$\cancel{\tfrac{1}{2}} m_1 v_1^2 + \cancel{\tfrac{1}{2}} m_2 v_2^2 = \cancel{\tfrac{1}{2}} m_1 v_1'^2 + \cancel{\tfrac{1}{2}} m_2 v_2'^2 \quad | \cdot 2 \quad \text{(Energieerhaltungssatz)}$$

$$m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 = m_1 v_1'^2 + m_2 v_2'^2$$

Beispiel: $m_1 = 500g = 0{,}5kg \quad v_1 = 2\,\frac{m}{s}$

$m_2 = 200g \quad v_2 = 1\,\frac{m}{s}$

gesucht: $v_1' = ? \quad v_2' = ?$

einsetzen in EES:

$$0{,}5 \cdot 2^2 + 0{,}2 \cdot 1^2 = 0{,}5 \cdot v_1'^2 + 0{,}2 \cdot v_2'^2 \qquad \text{I}$$

einsetzen in IES:

$$0{,}5 \cdot 2 + 0{,}2 \cdot 1 = 0{,}5 \cdot v_1' + 0{,}2 \cdot v_2' \qquad \text{II}$$

Gleichung I vereinfachen:

$$2{,}2 = 0{,}5\, v_1'^2 + 0{,}2 \cdot v_2'^2 \qquad \text{I}$$

Gleichung II vereinfachen:

$$1{,}2 = 0{,}5\, v_1' + 0{,}2\, v_2' \qquad \text{II}$$

Aus Klasse 7 wissen wir, wie wir dieses Gleichungssystem lösen können: man löst die Gleichung II nach der ersten Unbekannten Variablen v_1' auf und setzt das Ergebnis in die Gleichung I ein. Damit kann v_2' berechnet werden.

Mit diesem Ansatz erhält man die beiden Formeln:

$$v_1' = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot (2 \cdot v_2 - v_1)}{m_1 + m_2} \qquad v_2' = \frac{m_2 \cdot v_2 + m_1 \cdot (2 v_1 - v_2)}{m_1 + m_2}$$

Damit erhält man im Beispiel $\left(m_1 = 0{,}5\,\text{kg},\ m_2 = 0{,}2\,\text{kg},\ v_1 = 2\,\frac{m}{s},\ v_2 = 1\,\frac{m}{s}\right)$

$$v_1' = \frac{0{,}5 \cdot 2 + 0{,}2 \cdot (2 \cdot 1 - 2)}{0{,}5 + 0{,}2} = 1{,}43\,\frac{m}{s}$$

$$v_2' = \frac{0{,}2 \cdot 1 + 0{,}5 \cdot (2 \cdot 2 - 1)}{0{,}5 + 0{,}2} = 2{,}43\,\frac{m}{s}$$

Impuls- und Energieerhaltung, Stöße

1. Aufgabe: inelastischer Stoß

Ein Torwart springt senkrecht empor und fängt einen waagrecht mit 80 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ heran fliegenden Ball der Masse 400 g.
Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich nach dem inelastischen Stoß der Torwart rückwärts, wenn er selbst die Masse 80 kg hat?

2. Aufgabe: inelastischer Stoß

Ein Eisenbahnwaggon mit der Masse 15 t fährt mit 8,0 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ und stößt dabei auf einen zweiten Waggon (Masse 18 t), der sich in gleiche Richtung bewegt, aber nur die Geschwindigkeit 3,0 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ hat.
Bestimme die Geschwindigkeit, mit der die beiden eingekuppelten Waggons zusammen weiterfahren!

3. Aufgabe: elastischer Stoß

Eine Kugel der Masse 2,0 kg stößt mit 8,0 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ zentral auf eine ruhende Kugel unbekannter Masse. Nach dem vollkommen elastischen Stoß bewegen sich die beiden Kugeln mit je 4,0 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ in entgegengesetzte Richtung.
Bestimme die Masse der zweiten Kugel!

geg: $v_1 = 8\,\frac{m}{s}$ $v_1' = -4\,\frac{m}{s}$ $m_1 = 2\,kg$

$v_2 = 0\,\frac{m}{s}$ $v_2' = 4\,\frac{m}{s}$

ges: $m_2 = ?$

4. Aufgabe: elastischer Stoß

Zwei Kugeln bewegen sich mit gleicher Geschwindigkeit aufeinander zu und stoßen zentral vollkommen elastisch zusammen.
Bestimme geeignete Massen so, dass eine der beiden Kugeln nach dem Stoß ruht.
Wie ändert sich dabei die Geschwindigkeit der zweiten Kugel?

5. Aufgabe: inelastischer Stoß

Peter (Masse 60 kg) läuft mit der Geschwindigkeit von 18 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ und holt dabei einen Wagen der Masse 80 kg ein, der sich in gleicher Richtung mit nur 5,4 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ bewegt.
Peter springt auf den Wagen auf.

a) Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich dann der Wagen weiter?

b) Wie lautet die Antwort, wenn bei sonst gleichen Bedingungen der Wagen unserem Peter entgegen kommt?

6. Aufgabe: Impulserhaltung

In eine Lore von 600 kg Masse, die waagrecht mit einer Geschwindigkeit 2,5 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ fährt, fallen von oben 400 kg Schotter.
Auf welchen Betrag sinkt dadurch die Geschwindigkeit der Lore?

elastischer Stoß

$$v_1' = \frac{m_1 v_1 + m_2 (2v_2 - v_1)}{m_1 + m_2}$$

$$v_2' = \frac{m_2 v_2 + m_1 (2v_1 - v_2)}{m_1 + m_2}$$

inelastischer Stoß

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) \cdot v'$$

1. $v' = 0{,}11 \frac{m}{s} = 0{,}4 \frac{km}{h}$
2. $v' = 1{,}4 \frac{m}{s} = 5{,}3 \frac{km}{h}$
3. $m_2 = 6\,kg$
4. z.B. $m_1 = 2\,kg$ $m_2 = 6\,kg$
5. a) $v' = 3 \frac{m}{s}$

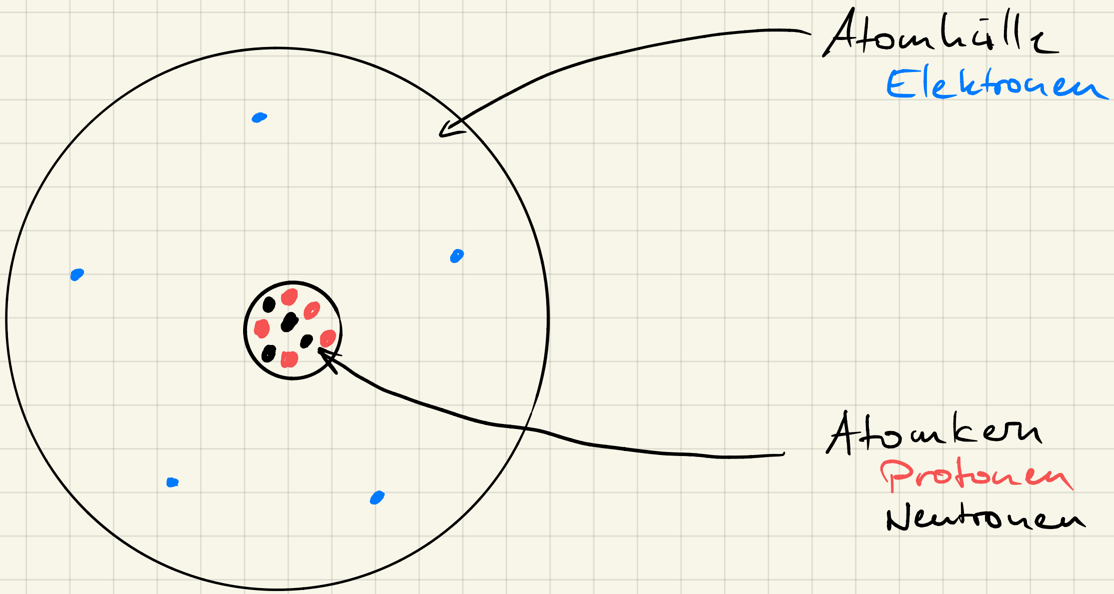
   b) $v' = 1{,}3 \frac{m}{s}$
6. $v' = 1{,}5 \frac{m}{s}$

IV Atomphysik

IV.1 Aufbau der Atome

Atome bestehen aus:

- Elektronen (negativ geladen)
- Protonen (positiv geladen)
- Neutronen (neutral)



Größenverhältnis:

Stellt man sich ein Atom als Fußballstadion vor, so ist der Atomkern etwa so groß wie ein Reiskorn im Anstoßpunkt.

Ein Atom hat einen Durchmesser von etwa

$$d \approx 1 \cdot 10^{-10}\ \text{m}$$
$$10^{-7}\ \text{mm}$$
$$10^{-4}\ \mu\text{m} \quad \text{(Mikrometer)}$$
$$10^{-1}\ \text{nm} \quad \text{(Nanometer)}$$
$$= \tfrac{1}{10}\ \text{nm}$$

Ordnungszahl	1
Relative Atommasse in u	1,008
Normalpotential (Reduktionspotential) E^0 in V mit Oxidationsstufen (n)	-0,00(1)
Elektronegativität (nach Allred / Rochow)	2,20
Elektronenkonfiguration	$1s^1$
Schmelz- / Siedetemperatur in °C	-259 / -253
Oxidationszahlen (häufigste)	**1,-1**
Symbol	H
Name	Wasserstoff

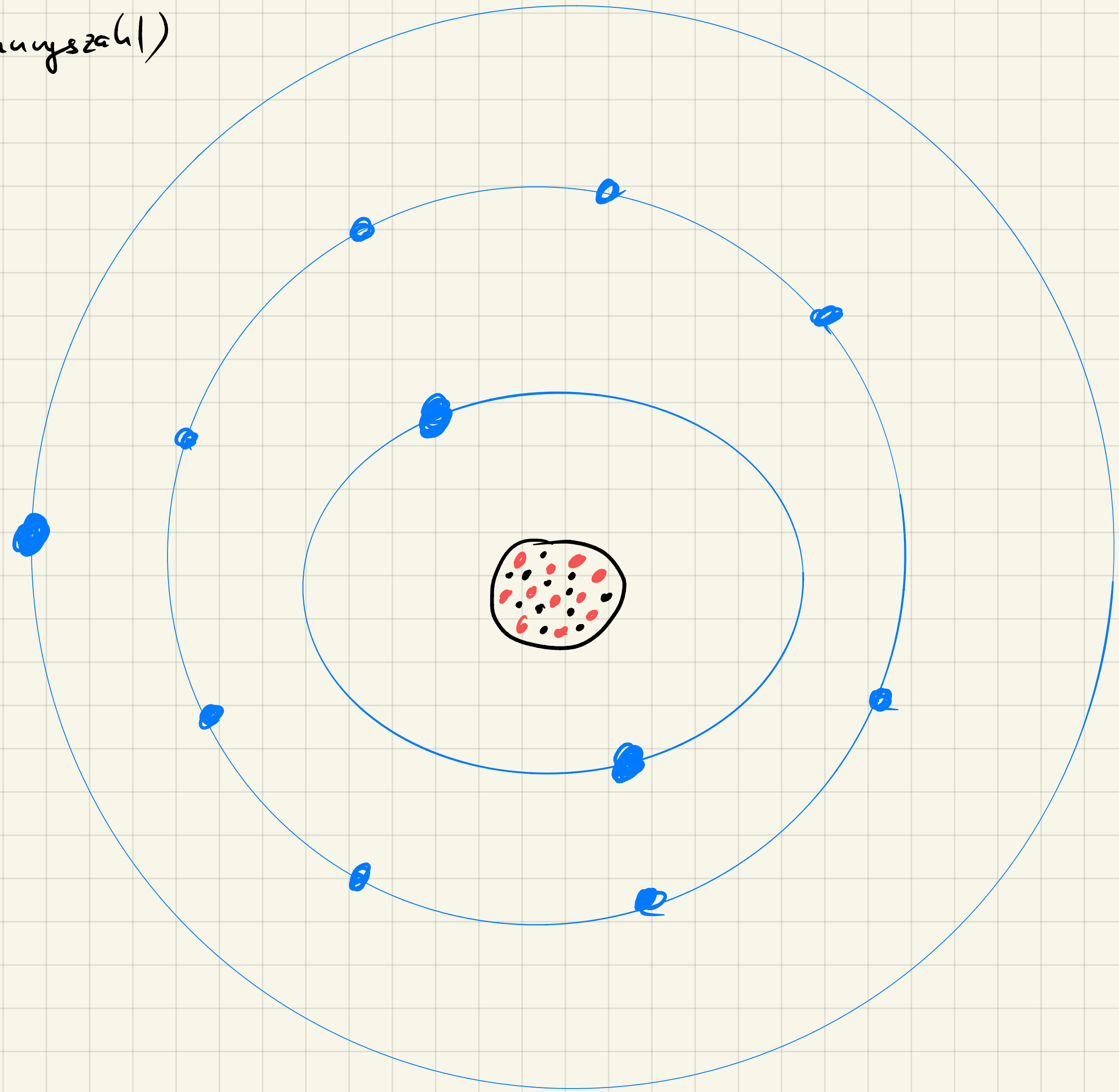
Ordnungszahl	Relative Atommasse in u	Normalpotential	Elektronegativität	Elektronenkonfiguration	Schmelz- / Siedetemperatur in °C	Oxidationszahlen	Symbol	Name
1	1,008	0,00(1)	2,20	$1s^1$	-259 / -253	**1,-1**	H	Wasserstoff
2	4,0026		5,50	$1s^2$	- / -269		He	Helium
3	6,94	-3,040(1)	0,97	$[He]2s^1$	181 / 1347	**1**	Li	Lithium
4	9,0122	-1,79(2)	1,47	$[He]2s^2$	1278 / 2470	**2**	Be	Beryllium
5	10,81	-0,890(3)	2,01	$[He]2s^22p^1$	2180 B / 3650	**3**	B	Bor
6	12,011	0,206(4)	2,50	$[He]2s^22p^2$	3750 G / 4830	**4**, 2, **-4**	C	Kohlenstoff
7	14,007	1,45(3)	3,07	$[He]2s^22p^3$	-210 / -196	5, 4, 3, 2, **-3**	N	Stickstoff
8	15,999	1,229(-2)	3,50	$[He]2s^22p^4$	-219 / -183	**-2**, -1	O	Sauerstoff
9	18,998	3,053(-1)	4,10	$[He]2s^22p^5$	-220 / -188	**-1**	F	Fluor
10	20,180		4,84	$[He]2s^22p^6$	-249 / -246		Ne	Neon
11	22,990	-2,713(1)	1,01	$[Ne]3s^1$	98 / 883	**1**	Na	Natrium
12	24,305	-2,356(2)	1,23	$[Ne]3s^2$	649 / 1107	**2**	Mg	Magnesium
13	26,982	-1,676(3)	1,47	$[Ne]3s^23p^1$	660 / 2467	**3**	Al	Aluminium
14	28,085	-0,909(4)	1,74	$[Ne]3s^23p^2$	1412 / 2355	**4**, -4	Si	Silicium
15	30,974	-0,502(3)	2,06	$[Ne]3s^23p^3$	44 / 281	**5**, 3, -3	P	Phosphor
16	32,06	0,144(-2)	2,44	$[Ne]3s^23p^4$	113 / 445 B	**6**, 4, 2, -2	S	Schwefel
17	35,45	1,358(-1)	2,83	$[Ne]3s^23p^5$	-101 / -34	7, 5, 3, 1, **-1**	Cl	Chlor
18	39,948		3,20	$[Ne]3s^23p^6$	-189 / -186		Ar	Argon
19	39,098	-2,925(1)	0,91	$[Ar]4s^1$	63 / 760	**1**	K	Kalium
20	40,078	-2,84(2)	1,04	$[Ar]4s^2$	839 / 1484	**2**	Ca	Calcium
21	44,956	-2,03(3)	1,20	$[Ar]3d^14s^2$	1541 / 2836	**3**	Sc	Scandium
22	47,867	-1,63(2)	1,32	$[Ar]3d^24s^2$	1668 / 3262	**4**, 3	Ti	Titan
23	50,942	-1,186(2)	1,45	$[Ar]3d^34s^2$	1890 / 3378	**5**, 4, 3, 2, 0	V	Vanadium
24	51,996	-0,913(2)	1,56	$[Ar]3d^54s^1$	1890 / 2640	6, **3**, 2, 0	Cr	Chrom
25	54,938	-1,180(2)	1,60	$[Ar]3d^54s^2$	1244 / 2032	7, 6, 4, 3, **2**, 0, -1	Mn	Mangan
26	55,845	-0,440(2)	1,64	$[Ar]3d^64s^2$	1535 / 2750	6, **3**, 2, 0, -2	Fe	Eisen
27	58,933	-0,277(2)	1,70	$[Ar]3d^74s^2$	1495 / 2870	3, **2**, 0, -1	Co	Cobalt
28	58,693	-0,257(2)	1,75	$[Ar]3d^84s^2$	1453 / 2732	3, **2**, 0	Ni	Nickel
29	63,546	0,340(2)	1,75	$[Ar]3d^{10}4s^1$	1083 / 2595	**2**, 1	Cu	Kupfer
30	65,38	-0,763(2)	1,66	$[Ar]3d^{10}4s^2$	420 / 907	**2**	Zn	Zink
31	69,723	-0,529(3)	1,82	$[Ar]3d^{10}4s^24p^1$	30 / 2403	**3**	Ga	Gallium
32	72,63	-0,036(4)	2,02	$[Ar]3d^{10}4s^24p^2$	937 / 2830	**4**	Ge	Germanium
33	74,922	0,240(3)	2,20	$[Ar]3d^{10}4s^24p^3$	817 / 615 subl.	5, **3**, -3	As	Arsen
34	78,96	-0,40(-2)	2,48	$[Ar]3d^{10}4s^24p^4$	217 / 685	6, **4**, -2	Se	Selen
35	79,904	1,065(-1)	2,74	$[Ar]3d^{10}4s^24p^5$	-7 / 59	7, 5, 3, 1, **-1**	Br	Brom
36	83,798		2,94	$[Ar]3d^{10}4s^24p^6$	-157 / -153	**2**	Kr	Krypton
37	85,468	-2,924(1)	0,89	$[Kr]5s^1$	39 / 688	**1**	Rb	Rubidium
38	87,62	-2,89(2)	0,99	$[Kr]5s^2$	769 / 1384	**2**	Sr	Strontium
39	88,906	-2,37(3)	1,11	$[Kr]4d^15s^2$	1522 / 3338	**3**	Y	Yttrium
40	91,224	-1,55(4)	1,22	$[Kr]4d^25s^2$	1852 / 4377	**4**	Zr	Zirconium
41	92,906	-1,099(3)	1,23	$[Kr]4d^45s^1$	2468 / 4928	**5**, 3	Nb	Niob
42	95,962	-0,20(3)	1,30	$[Kr]4d^55s^1$	2617 / 4825	**6**, 5, 4, 3, 2, 0	Mo	Molybdän
43	98,906	0,28(4)	1,36	$[Kr]4d^65s^1$	2172 / 4877	**7**	Tc	Technetium
44	101,07	0,623(3)	1,42	$[Kr]4d^75s^1$	2310 / 3900	8, 6, **4**, **3**, 2, 0, -2	Ru	Ruthenium
45	102,91	-0,76(3)	1,45	$[Kr]4d^85s^1$	1966 / 3730	5, 4, **3**, 2, **1**, 0	Rh	Rhodium
46	106,42	0,915(2)	1,3	$[Kr]4d^{10}$	1554 / 3140	4, **2**, 0	Pd	Palladium
47	107,87	0,799(1)	1,42	$[Kr]4d^{10}5s^1$	962 / 2163	2, **1**	Ag	Silber
48	112,41	-0,403(2)	1,46	$[Kr]4d^{10}5s^2$	321 / 765	**2**	Cd	Cadmium
49	114,82	-0,343(3)	1,49	$[Kr]4d^{10}5s^25p^1$	157 / 2080	**3**	In	Indium
50	118,71	-0,137(2)	1,72	$[Kr]4d^{10}5s^25p^2$	232 B / 2687	**4**, **2**	Sn	Zinn
51	121,76	0,150(3)	1,82	$[Kr]4d^{10}5s^25p^3$	631 A / 1635	5, **3**, -3	Sb	Antimon
52	127,60	-0,69(-2)	2,01	$[Kr]4d^{10}5s^25p^4$	450 / 990	6, **4**, -2	Te	Tellur
53	126,90	0,536(-1)	2,21	$[Kr]4d^{10}5s^25p^5$	114 / 184	7, 5, 1, **-1**	I	Iod
54	131,29		2,40	$[Kr]4d^{10}5s^25p^6$	-112 / -108	2, 4, 6	Xe	Xenon
55	132,91	-2,923(1)	0,86	$[Xe]6s^1$	28 / 678	**1**	Cs	Caesium
56	137,33	-2,92(2)	0,97	$[Xe]6s^2$	725 / 1696	**2**	Ba	Barium
57	138,91	-2,38(3)	1,08	$[Xe]5d^16s^2$	920 / 3469	**3**	La	Lanthan
58	140,12	-1,33(4)	1,08	$[Xe]4f^26s^2$	798 / 3443	4, **3**	Ce	Cer
59	140,91	-0,96(4)	1,07	$[Xe]4f^36s^2$	931 / 3250	4, **3**	Pr	Praseodym
60	144,24	-2,2(2)	1,07	$[Xe]4f^46s^2$	1024 / 3074	**3**	Nd	Neodym
61	146,92	-2,29(3)	1,07	$[Xe]4f^56s^2$	931 / 2730	**3**	Pm	Promethium
62	150,36	-2,67(2)	1,07	$[Xe]4f^66s^2$	1074 / 1794	**3**, 2	Sm	Samarium
63	151,96	-2,80(2)	1,01	$[Xe]4f^76s^2$	826 / 1439	**3**, 2	Eu	Europium
64	157,25	-2,28(3)	1,11	$[Xe]4f^75d^16s^2$	1312 / 3273	**3**	Gd	Gadolinium
65	158,93	-2,31(3)	1,10	$[Xe]4f^96s^2$	1356 / 3230	4, **3**	Tb	Terbium
66	162,50	-2,29(3)	1,10	$[Xe]4f^{10}6s^2$	1407 / 2562	**3**	Dy	Dysprosium
67	164,93	-2,33(3)	1,10	$[Xe]4f^{11}6s^2$	1474 / 2720	**3**	Ho	Holmium
68	167,26	-2,32(3)	1,11	$[Xe]4f^{12}6s^2$	1497 / 2863	**3**	Er	Erbium
69	168,93	-2,32(3)	1,11	$[Xe]4f^{13}6s^2$	1545 / 1947	**3**, 2	Tm	Thulium
70	173,05	-2,22(3)	1,06	$[Xe]4f^{14}6s^2$	819 / 1196	**3**, 2	Yb	Ytterbium
71	174,97	-2,30(3)	1,14	$[Xe]4f^{14}5d^16s^2$	1663 / 3395	**3**	Lu	Lutetium
72	178,49	-1,70(4)	1,23	$[Xe]4f^{14}5d^26s^2$	2227 / 4602	**4**	Hf	Hafnium
73	180,95	-0,812(5)	1,33	$[Xe]4f^{14}5d^36s^2$	2996 / 5425	**5**	Ta	Tantal
74	183,84	-0,199(4)	1,40	$[Xe]4f^{14}5d^46s^2$	3410 / 5657	**6**, 5, 4, 3, 2, 0	W	Wolfram
75	186,21	0,22(4)	1,46	$[Xe]4f^{14}5d^56s^2$	3180 / 5630	**7**, 6, 4, 2, -1	Re	Rhenium
76	190,23	0,687(4)	1,52	$[Xe]4f^{14}5d^66s^2$	3054 / 5027	8, 6, **4**, 3, 2, 0, -2	Os	Osmium
77	192,22	1,156(3)	1,55	$[Xe]4f^{14}5d^76s^2$	2410 / 4530	6, **4**, 3, 2, **1**, 0, -1	Ir	Iridium
78	195,08	1,188(2)	1,42	$[Xe]4f^{14}5d^96s^1$	1772 / 3827	**4**, **2**, 0	Pt	Platin
79	196,97	1,691(1)	1,42	$[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^1$	1064 / 2808	**3**, 1	Au	Gold
80	200,59	0,860(2)	1,44	$[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^2$	-39 / 357	**2**, 1	Hg	Quecksilber
81	204,38	-0,336(1)	1,44	$[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^1$	303 / 1457	3, **1**	Tl	Thallium
82	207,2	-0,125(2)	1,55	$[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^2$	328 / 1740	4, **2**	Pb	Blei
83	208,98	0,317(3)	1,67	$[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^3$	271 / 1560	5, **3**	Bi	Bismut
84	209,98	<-1,0(-2)	1,76	$[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^3$	254 / 962	6, **4**, 2	Po	Polonium
85	210,99	0,25(-1)	1,96	$[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^5$	302 / 370	7, 5, 3, 1, **-1**	At	Astat
86	222,02		2,06	$[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^6$	-71 / -62	**2**	Rn	Radon
87	223,02	-2,9(1)	0,86	$[Rn]7s^1$	27 / 677	**1**	Fr	Francium
88	228,03	-2,916(2)	0,97	$[Rn]7s^2$	700 / 1140	**2**	Ra	Radium
89	227,03	-2,13(3)	1,00	$[Rn]6d^17s^2$	1050 / 3200	**3**	Ac	Actinium
90	232,04	-1,83(4)	1,11	$[Rn]6d^27s^2$	1750 / 4788	**4**	Th	Thorium
91	231,04	-1,19(5)	1,14	$[Rn]5f^26d^17s^2$	1845 / 4027	**5**, 4	Pa	Protactinium
92	238,05	-0,836(3)	1,22	$[Rn]5f^36d^17s^2$	1132 / 3930	**6**, 5, 4, 3	U	Uran
93	237,05	-1,01(5)	1,22	$[Rn]5f^46d^17s^2$	630 / 3902	6, **5**, 4, 3	Np	Neptunium
94	244,06	-1,25(4)	1,22	$[Rn]5f^67s^2$	641 / 3232	6, 5, **4**, 3	Pu	Plutonium
95	243,06	-1,95(2)	~1,2	$[Rn]5f^77s^2$	994 / 2607	6, 5, 4, **3**	Am	Americium
96	248,07	-2,06(3)	~1,2	$[Rn]5f^76d^17s^2$	1340 / 3110	4, **3**	Cm	Curium
97	249,08	-1,96(3)	~1,2	$[Rn]5f^97s^2$	986 / 2950	4, **3**	Bk	Berkelium
98	252,08	-1,91(3)	~1,2	$[Rn]5f^{10}7s^2$	950 / -	4, **3**	Cf	Californium
99	254,09	-1,98(3)	~1,2	$[Rn]5f^{11}7s^2$	860 / -	**3**	Es	Einsteinium
100	257,1	-2,5(2)	~1,2	$[Rn]5f^{12}7s^2$	900 / -	**3**	Fm	Fermium
101	260,10	-2,53(2)	~1,2	$[Rn]5f^{13}7s^2$	- / -	**3**	Md	Mendelivium
102	259,10	-2,6(2)		$[Rn]5f^{14}7s^2$	- / -	3, **2**	No	Nobelium
103	262,11	-2,1(3)		$[Rn]5f^{14}6d^17s^2$	- / -	**3**	Lr	Lawrencium
104	267,12			$[Rn]5f^{14}6d^27s^2$			Rf	Rutherfordium
105	268,13			$[Rn]5f^{14}6d^37s^2$			Db	Dubnium
106	271,13			$[Rn]5f^{14}6d^47s^2$			Sg	Seaborgium
107	267,13			$[Rn]5f^{14}6d^57s^2$			Bh	Bohrium
108	277,15			$[Rn]5f^{14}6d^67s^2$			Hs	Hassium
109	276,15			$[Rn]5f^{14}6d^77s^2$			Mt	Meitnerium
110	281,16			$[Rn]5f^{14}6d^97s^1$			Ds	Darmstadtium
111	280,16			$[Rn]5f^{14}6d^{10}7s^1$			Rg	Roentgenium
112	285,17			$[Rn]5f^{14}6d^{10}7s^2$			Cn	Copernicium
113	284,18			$[Rn]5f^{14}6d^{10}7s^27p^1$			Uut	Ununtrium
114	289,19			$[Rn]5f^{14}6d^{10}7s^27p^2$			Fl	Flerovium
115	288,19			$[Rn]5f^{14}6d^{10}7s^27p^3$			Uup	Ununpentium
116	292,20			$[Rn]5f^{14}6d^{10}7s^27p^4$			Lv	Livermorium
117	(294)			$[Rn]5f^{14}6d^{10}7s^27p^5$			Uus	Ununseptium
118	(294)			$[Rn]5f^{14}6d^{10}7s^27p^6$			Uuo	Ununoctium

W Wolfenthal

Na: 11 Protonen (Ordnungszahl)

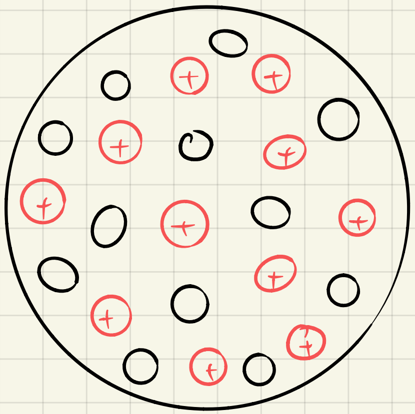
11 Elektronen

12 Neutronen



IV.2 Atomkerne

- Ein Atomkern besteht aus positiv geladenen Protonen und neutralen Neutronen
- Die elektrische Kraft zwischen den Protonen würde zu einer Abstoßung führen, jedoch werden die Kerne von der sogenannten <u>Kernkraft</u> zusammengehalten. Diese ist auf kurze Entfernungen stärker als die Abstoßung
- Werden die Atomkerne zu groß, so überwiegt die Abstoßung und die Kerne „zerfallen"



4.6.19

IV.2.1. Isotope

Die Anzahl der Protonen gibt die grundlegenden Eigenschaften eines Elementes an. Die Anzahl der Neutronen kann variieren, man spricht hier von „Isotopen"

Diese Isotope schreibt man:

$$^{\text{Kernmasse}}_{\text{protonen}}\text{Element} \qquad \text{z.B.} \qquad ^{238}_{92}U \quad \text{oder} \quad ^{235}_{92}U$$

7.6.19

Themen Klassenarbeit:

- Energie + Energieerhaltung
  - potenzielle Energie $E = m \cdot g \cdot h$
  - kinetische Energie $E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$
  - Spannenergie $E = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$
  - Energieumwandlungen
- Impuls und Stöße
  - inelastischer Stoß $p = p'$ / $m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v'$
  - elastischer Stoß $p = p'$ / $E = E'$ / $v_1' = \frac{m_1 v_1 + m_2 (2 v_2 - v_1)}{m_1 + m_2}$
- Atomphysik
  - Aufbau von Atomen
  - Zerfall + Strahlung

IV 2.2 α - Zerfall

Beim α-zerfall „bricht" vom Kern ein Heliumkern $^{4}_{2}He$ ab

α-Teilchen

Beispiel: $^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$

Diese α-Teilchen sind so „groß", dass man sie mit einem Blatt Papier abschirmen kann.

IV.2.3. β^- - Zerfall

Beim β^- - Zerfall wandelt sich ein Neutron in ein Proton und ein Elektron um, also $n \rightarrow p + e$

β-Teilchen

Beispiel: $^{234}_{90}Th \longrightarrow {}^{234}_{91}Pa + e$

Diese β-Teilchen sind deutlich kleiner als α-Teilchen, man benötigt zur Abschirmung ein Aluminium-Blech

IV.2.4 β^+ - Zerfall

Der Kern „fängt" sich ein Elektron ein und wandelt dabei ein Proton in ein Neutron um.

$$p + e \longrightarrow n$$

Beispiel: $^{231}_{92}U + e \longrightarrow {}^{231}_{91}Pa$

IV.2.5 γ - Strahlung

Die γ-Strahlung entsteht u.a. als „Nebenprodukt" der anderen Zerfallsarten.

γ-Strahlung ist sehr energiereiches (unsichtbares) Licht, so dass man zur Abschirmung sehr dicke Bleiwände benötigt.

Table of Isotopes (1996) Z=0-50