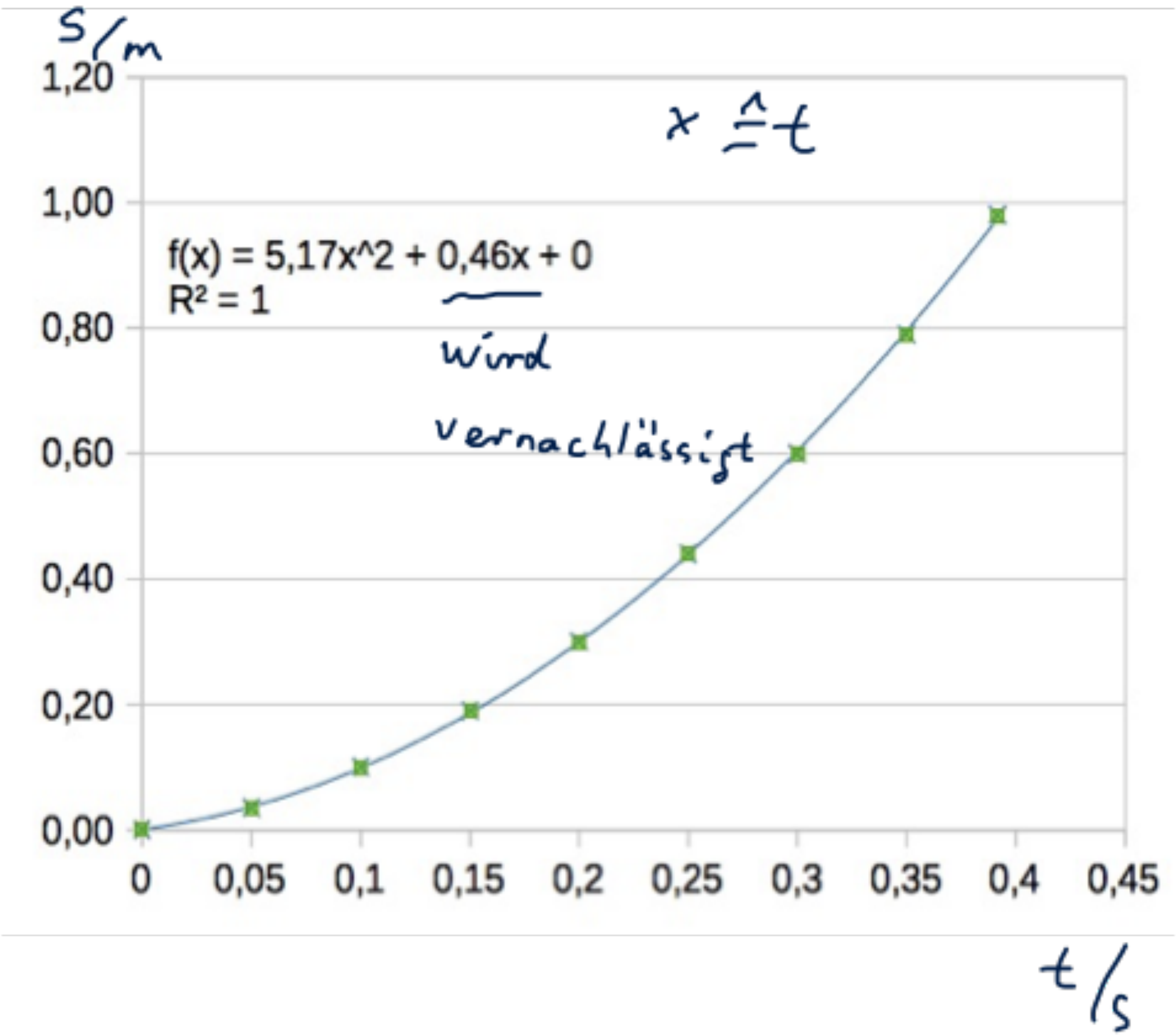
Gleichmäßig beschleunigte Bewegungen unter dem Einfluss der Schwerkraft

Lies S. 22 und leite die Bewegungsgesetze her:

Zeit-Geschwindigkeit-Gesetz: $v = a \cdot t,$

Zeit-Ort-Gesetz: $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2.$

Exp. freier Fall:



$\Rightarrow \quad s = 5{,}17 t^2$

Koeffizienten-vergleich:

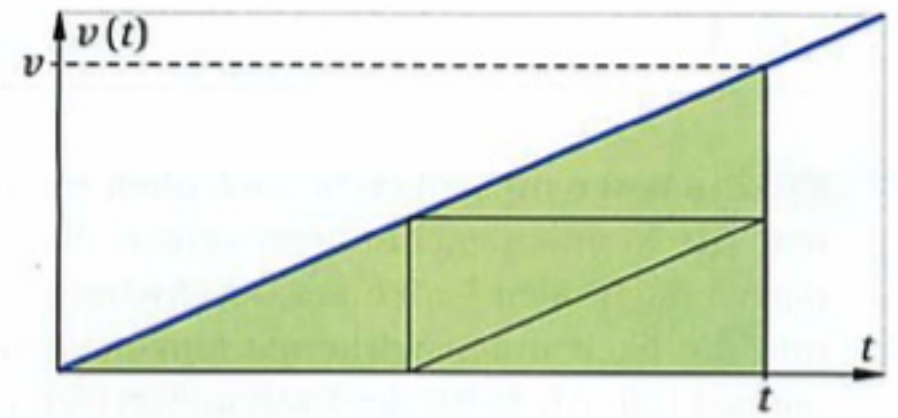
$\frac{1}{2} a = 5{,}17 \, \mathrm{m/s^2}$

$\Rightarrow \quad a = 2 \cdot 5{,}17 \, \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$

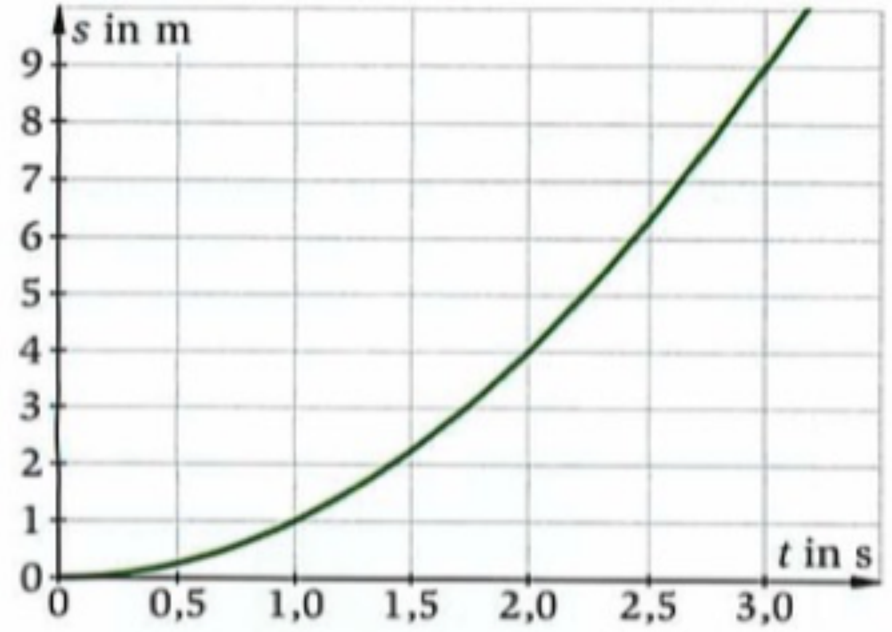
$\approx 10{,}3 \, \mathrm{m/s^2}$

erwartet: $a = g = 9{,}81 \, \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$

(5% Abweichung)



B2 Die Geschwindigkeit nimmt proportional zur Zeit zu. Der Weg bis zum Zeitpunkt t entspricht der Fläche unter der *t-v*-Kurve: $s = \frac{1}{2} v \cdot t = \frac{1}{2} (a \cdot t) \cdot t = \frac{1}{2} a \cdot t^2.$



B3 Das *t-s*-Diagramm ist eine Parabel mit Streckfaktor $\frac{1}{2} a$: $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2.$

t-s-Bewegungsgesetz beim freien Fall

$$\boxed{s(t) = \frac{1}{2} g t^2}$$

(wird durch das Exp. gut bestätigt)

Anwendung der Bew.-Gesetze auf allgemeine gleichmäßige Beschl.

S. 22

A2 Ein Auto ($m = 1500$ kg) fährt mit der konstanten Beschleunigung 2 m/s² an.
a) Berechnen Sie die zur Beschleunigung nötige Kraft.
b) Berechnen Sie die Geschwindigkeit und den Ort nach 3,0 s.
c) Bestimmen Sie den in den nächsten 5,0 s zurückgelegten Weg, wenn man nach 3,0 s Anfahrzeit die beschleunigende Kraft wegnimmt (ohne Reibung).

a) $F = ma = 1500\,kg \cdot 2\,\frac{m}{s^2} = 3000\,N$

b) $v = a \cdot t = 2\,\frac{m}{s^2} \cdot 3\,s = 6\,\frac{m}{s}$

$s = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \cdot 2\,\frac{m}{s^2} \cdot (3\,s)^2 = 9\,m$

c) nach 3 s ist $v = \text{konst.} = 6\,\frac{m}{s}$

$\Rightarrow s(t) = v \cdot t$ (gleichförmige Bew.)

$= 6\,\frac{m}{s} \cdot 5\,s = 30\,m$

HA: S. 22/A3

A3 Ein mit konstanter Kraft anfahrender Wagen kommt in den ersten 12 s eine Strecke der Länge 133 m weit. Berechnen Sie seine Beschleunigung und Geschwindigkeit nach 12 s.

$s = \frac{1}{2} a t^2 \Leftrightarrow a = \frac{s \cdot 2}{t^2} = \frac{133\,m \cdot 2}{144\,s^2} = 1{,}85\,\frac{m}{s^2}$

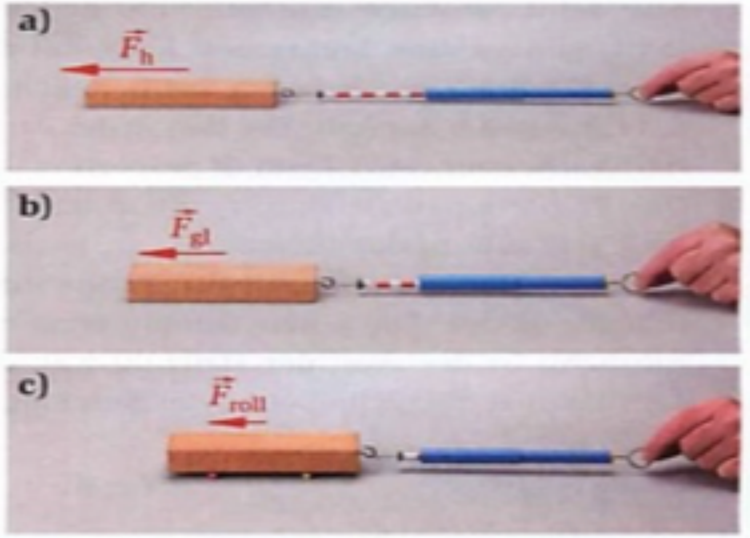
$v = a \cdot t = 22{,}2\,\frac{m}{s}$

Exkurs: „von 0 auf 100 $\frac{km}{h}$ in 3 s": $a = \frac{28\,m/s}{3\,s} \approx 9\,\frac{m}{s^2}$

Reibung

Lies S. 27 und führe die Exp. V3/a,b aus!

Zusammenfassung:



V3 **a)** Mit einem Kraftmesser ziehen wir vorsichtig am Klotz, bis er zu rutschen beginnt. Der zuletzt abgelesene Wert ist der Betrag $F_{h,\,max}$ der maximalen Haftreibungskraft.
b) Während wir den Klotz gleichfömig über die Platte ziehen, lesen wir den Betrag F_{gl} der Gleitreibungskraft ab.
c) Untergelegte runde Bleistifte liefern den Betrag F_{roll} der Rollreibungskraft.
Nach Auflegen eines Wägestücks werden die Messungen wiederholt.

Stoffpaar	f_h	f_{gl}
Stahl/Stahl (trocken)	0,15	0,05
Stahl/Teflon	0,04	0,04
Holz/Holz	≤ 0,6	≤ 0,5
Holz/Stein	0,7	0,3
Gummi/Straße	0,9	0,8
Schlittschuh/Eis	0,03	0,01

Reibungskräfte

Ergebnis:
In vielen Situationen gilt in guter Näherung

$$F_{h,\,max} = f_{h,\,max} \cdot F_N \quad \text{und} \quad F_{gl} = f_{gl} \cdot F_N .$$

Schlussfolgerungen für das Bremsen eines Autos (vgl. S. 28):
Für einen Gummireifen bei trockener Fahrbahn ist der Wert der Haftzahl 0,9.
Damit ist der maximal mögliche Betrag der Beschleunigung:

$$F_{Brems} = 0,9 \cdot F_G = 0,9 \cdot m \cdot g \Rightarrow a = \frac{F_{Brems}}{m} = \frac{0,9\, m \cdot g}{m} = 0,9\, g$$

$$= 8,8 \, \frac{m}{s^2}$$

Bsp.: $v_2 = 0 \, \frac{m}{s}$, $v_1 = 100\, km/h = 28 \, \frac{m}{s} \Rightarrow \Delta v = 28 \, \frac{m}{s}$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta v}{a} = 3,2\, s \Rightarrow s = \frac{1}{2} a t^2 = 45\, m$$ Bremsweg

Bremsen

Geschw. am Anfang v_0. Ziel: $v = 0$, Bremsen: $a = -8{,}8\,\frac{m}{s^2}$ (maximal)

$$v(t) = v_0 + a\cdot t \overset{\text{(hier)}}{=} v_0 - 8{,}8\,\frac{m}{s^2}\cdot t \overset{!}{=} 0$$

$$\left(F_{Brems} = f_{h,max}\cdot m\cdot g \Rightarrow a = \frac{f_{h,max}\cdot m\cdot g}{m} = 0{,}9\cdot g = 8{,}8\,\frac{m}{s^2} \right)$$

$$\Rightarrow \quad t = \frac{v_0}{8{,}8\,m/s^2} \quad \text{oder allg.} \quad t = \frac{v_0}{a}$$

$$\Rightarrow \quad s(t) = \frac{1}{2}\,a\,t^2 = \frac{1}{2}\,a\,\frac{v_0^2}{a^2} = \frac{v_0^2}{2a}$$

Merkhilfe: $\text{Bremsweg} = \left[\frac{v\ (\text{in km/h})}{10}\right]^2$ (Ergebnis in m), Bsp. $v = v_0 = 100\ km/h$

$\Rightarrow$ 100 m Bremsweg

präzise: $100\ km/h = 28\,\frac{m}{s} \Rightarrow s = \frac{\left(28\,\frac{m}{s}\right)^2}{2\cdot 8{,}8\,m/s^2} = 45\ m$

Besser zu lang als zu kurz abschätzen!