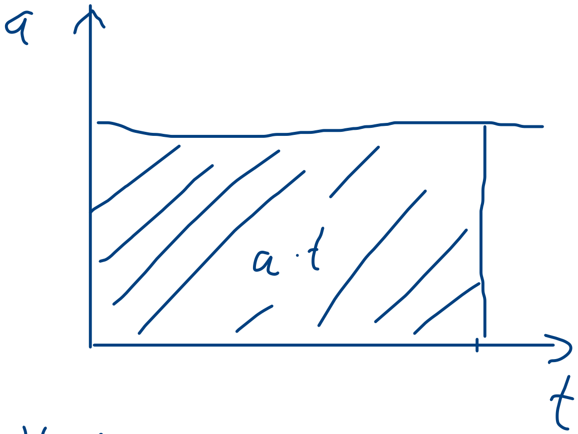
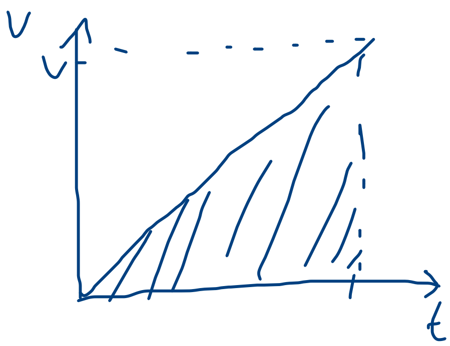
Wdh.:



$$\Rightarrow \quad v = a \cdot t$$



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

Wurfbewegungen

S.28 (Wdh. Vektoren S.26/27)

Waagerechter Wurf:

x - Bewegung:

$a_x = 0$

$v_x = \text{konst.}$

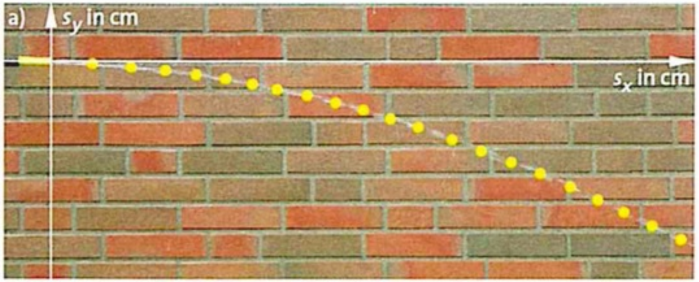
$s_x = v_{0x} \cdot t \qquad (*)$

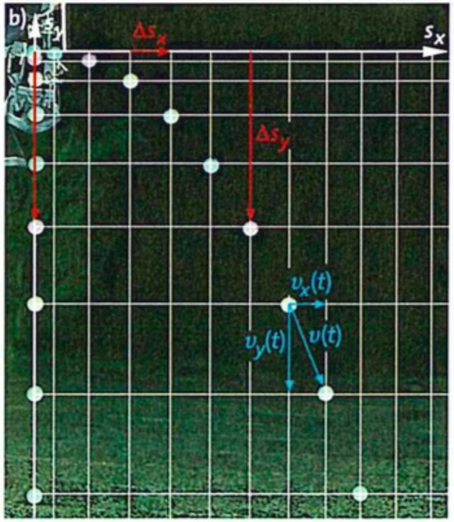
y - Bew.:

$a_y = -g$

$v_y = a_y \cdot t$

$s_y = \frac{1}{2} a_y \cdot t^2$





28.1 a) Ein Wasserstrahl verlässt waagerecht eine Düse, die Wassertropfen führen einen waagerechten Wurf aus; **b)** Vergleich eines waagerechten Wurfs mit einem freien Fall

$(*) \Rightarrow t = \frac{s_x}{v_{0x}} \Rightarrow \underline{\underline{s_y}} = \frac{1}{2} a_y \cdot \left(\frac{s_x}{v_{0x}}\right)^2 = \underbrace{\frac{1}{2} \frac{a_y}{v_{0x}^2}} \cdot s_x^2$

$= \text{konst.} \cdot \underline{\underline{s_x^2}}$

Parabel

Wurfweite beim waagerechten Wurf:

max. $s_y = h$, dazugehöriges s_x = Wurfweite w

$$h = \frac{g}{2 \cdot v_{0x}^2} \cdot w^2 \quad | : g$$

$$\Leftrightarrow \frac{h}{g} = \frac{1}{2 v_{0x}^2} w^2 \quad | \cdot (2 v_{0x}^2)$$

$$\Leftrightarrow \frac{2h}{g} v_{0x}^2 = w^2$$

$$\Leftrightarrow w^2 = \frac{2h}{g} v_{0x}^2 \quad | \sqrt{}$$

$$\Rightarrow w = \sqrt{\frac{2h}{g}} v_{0x}$$

Wurfdauer: $t_w = \frac{w}{v_{0x}} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ (denn $s_x = v_{0x} \cdot t$ $\Leftrightarrow t = \frac{s_x}{v_{0x}}$)

s_x s_y

1. a) Berechnen Sie Wurfweiten und Fallwege der waagerechten Würfe für $v_0 = 5 \text{m/s}$ bzw. 10 m/s nach $t = 0{,}1$ s; 0,5 s; 1,0 s; 1,5 s; [redacted]

b) Berechnen Sie die Wurfweiten und Wurfzeiten, wenn die geworfenen Körper 5 m; 10 m gefallen sind.

s_x s_y

1. a) Berechnen Sie Wurfweiten und Fallwege der waagerechten Würfe für v_{0x} = 5m/s bzw. 10 m/s nach t = 0,1 s; 0,5 s; 1,0 s; 1,5 s; [redacted]

b) Berechnen Sie die Wurfweiten und Wurfzeiten, wenn die geworfenen Körper 5 m; 10 m gefallen sind.

a)

v_{0x}		$t=0{,}1\,s$	$t=0{,}5\,s$	$t=1\,s$	$t=1{,}5\,s$
5 m/s	s_x	0,5 m	2,5 m	5 m	7,5 m
	s_y	0,05 m	1,23 m	4,9 m	11,04 m
10 m/s	s_x	1 m	5 m	10 m	15 m
	s_y	0,05 m	1,23 m	4,9 m	11,04 m

$s_x = v_{0x} \cdot t$ $\qquad$ $s_y = \frac{1}{2} g t^2$

b) $h = 5\,m$: ges. t_w , w

$$w = \sqrt{\frac{2h}{g}} \cdot v_{0x} = \begin{cases} 5{,}05\,m & \text{bei } v_{0x} = 5\,m/s \\ 10{,}1\,m & \text{" " } 10\,m/s \end{cases}$$

$$t_w = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 1{,}01\,s$$

$h = 10\,m$:

$$w = \begin{cases} 7{,}14\,m & \text{" " } 5\,m/s \\ 14{,}28\,m & \text{" " } 10\,m/s \end{cases}$$

$$t_w = 1{,}43\,s$$

Geschwindigkeit beim waagerechten Wurf:

Die Zeit-Geschwindigkeit-Gesetze der Teilbewegungen

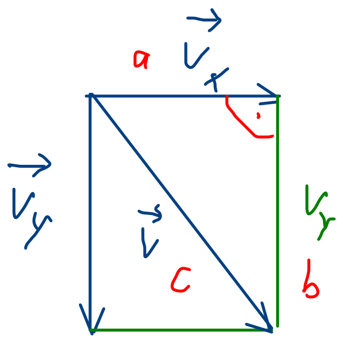
$$\vec{v}_x = \vec{v}_{0x}; \quad \vec{v}_y = \vec{g}\, t$$

ergeben das Zeit-Geschwindigkeit-Gesetz des waagerechten Wurfs

$$\vec{v} = \vec{v}_x + \vec{v}_y = \vec{v}_{0x} + \vec{g}\, t.$$

Der Betrag der Geschwindigkeit ist

$$v = \sqrt{v_x^{\,2} + v_y^{\,2}} = \sqrt{v_{0x}^{\,2} + (g t)^2}\,.$$



$$a^2 + b^2 = c^2$$

$$v_x^2 + v_y^2 = v^2$$

$$\Rightarrow \quad v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

3. Ein Stein wird mit der Geschwindigkeit $v_{0x} = 20$ m/s horizontal von der Höhe h aus abgeworfen. Er erreicht in der Horizontalen eine Wurfweite von $w = 40$ m.
   a) Berechnen Sie die Abwurfhöhe und die Flugzeit.
   b) Bestimmen Sie die Geschwindigkeit und den Winkel zur Horizontalen, unter dem der Stein auf den Boden trifft.

3. Ein Stein wird mit der Geschwindigkeit $v_{0x} = 20$ m/s horizontal von der Höhe h aus abgeworfen. Er erreicht in der Horizontalen eine Wurfweite von $w = 40$ m.

a) Berechnen Sie die Abwurfhöhe und die Flugzeit.

b) Bestimmen Sie die Geschwindigkeit und den Winkel zur Horizontalen, unter dem der Stein auf den Boden trifft.

a) ges.: h, t_w

geg.: $w = 40$ m, $v_{0x} = 20$ m/s, $g = 9{,}81$ m/s²

$$t_w = \frac{w}{v_{0x}} = 2\,s$$

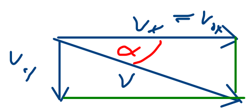
$$h = 20\,m$$

$$s_y = \frac{1}{2} g t^2$$

$$\Rightarrow h = \frac{1}{2} g t_w^2$$

$$\left(h = \frac{g}{2 v_{0x}^2} w^2 = 20\,m \right)$$

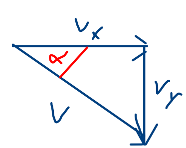
b)



ges.: α, v

$$\tan\alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{20\,m/s}{20\,m/s} = 1$$

$$v_y = g \cdot t_w = 20\,m/s$$

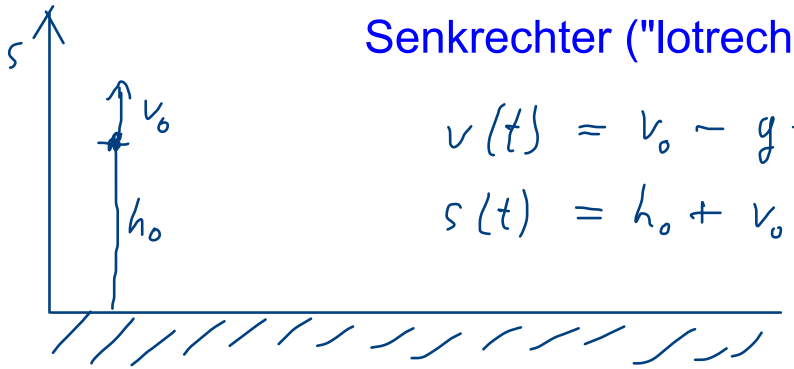


$\alpha = 45°$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 28{,}28\,m/s$$

oder: $\cos\alpha = \frac{v_x}{v} \Leftrightarrow v = \frac{v_x}{\cos\alpha} = \frac{20\,m/s}{\cos 45°} = 28{,}28\,m/s$

Senkrechter ("lotrechter") Wurf (S. 29)



$$v(t) = v_0 - g \cdot t \qquad (*)$$

$$s(t) = h_0 + v_0 \cdot t - \frac{1}{2} g t^2 \qquad (**)$$

$(*)$ Im oberen Umkehrpunkt ist v = 0

$$\Rightarrow \quad 0 = v_0 - g \cdot t_h \quad \Rightarrow \quad \boxed{\text{Steigzeit } t_h = \frac{v_0}{g}}$$

$(**)$

$$\underline{\underline{s(t_h)}} = h_0 + v_0 t_h - \frac{1}{2} g t_h^2$$

$$= h_0 + \frac{v_0^2}{g} - \frac{1}{2} g \frac{v_0^2}{g^2} = \underline{\underline{h_0 + \frac{v_0^2}{2g}}}$$

$\Rightarrow$ Höhendifferenz $\underline{\underline{h}} = s(t_h) - h_0 = \underline{\underline{\frac{v_0^2}{2g}}}$

$(**)$ Nach der Wurfdauer ist s wieder h_0 : $s(t_w) = h_0$

$$= h_0 + v_0 t_w - \frac{1}{2} g t_w^2$$

$\Rightarrow$ Wurfdauer $\boxed{t_w = \frac{2 v_0}{g}}$ $\quad (= 2 t_h)$

1. Hilfslieferungen können bei günstigen Bedingungen aus einer Höhe von 30 m abgeworfen werden. Berechnen Sie, wie weit vor dem Ziel eine solche Lieferung abgeworfen werden muss, wenn das Flugzeug mit 180 km/h fliegt, und mit welcher Geschwindigkeit die Lieferung aufkommt.

geg.: $v_{0x} = 180 \, km/h = 50 \, m/s$

$h = 30 \, m$

ges.: w, v_y (oder v; am besten beides berechnen!)

$$w = v_{0x} \, t_w = v_{0x} \sqrt{\frac{2h}{g}} = 123{,}7 \, m$$

$$v_y = g \cdot t_w = 24{,}6 \, m/s$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 55{,}5 \, m/s$$

$w = v_{0x} \cdot t_w$

$h = \frac{1}{2} g \, t_w^2$

$\Rightarrow t_w = \sqrt{\frac{2h}{g}}$