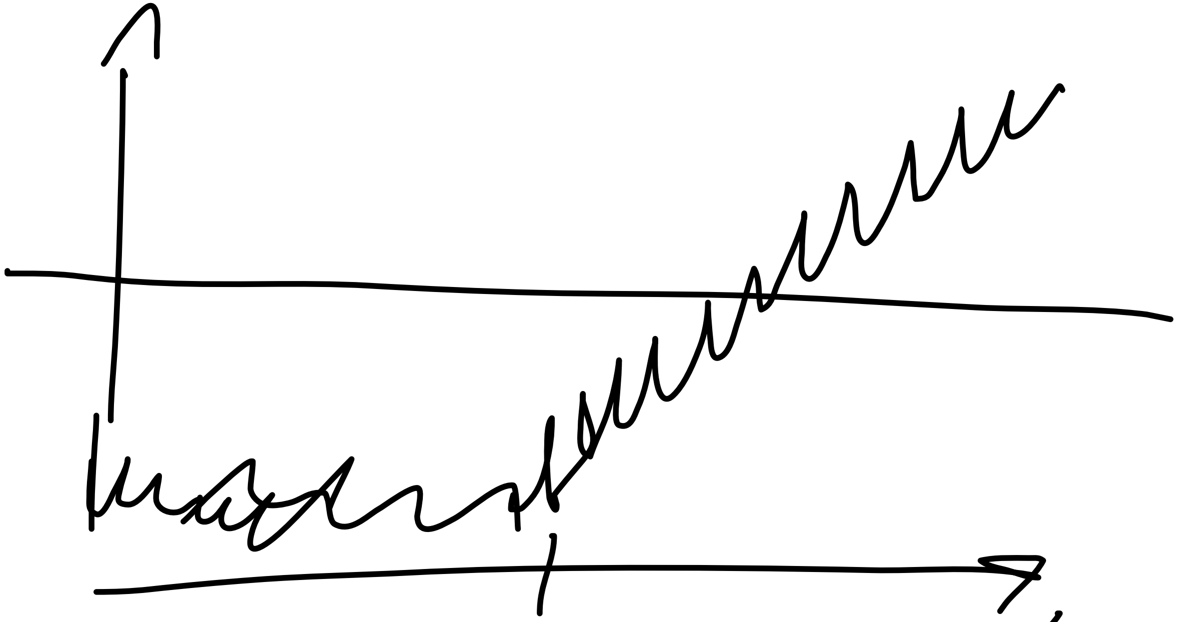
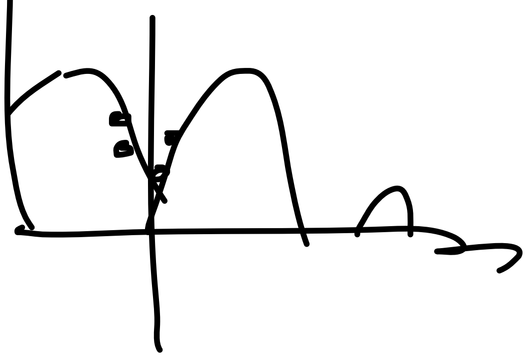
Lecture 2 50   Sruker

% klanser





physikal. Größen u. Maßeinheiten

Messung einer Größe erfordert <u>Vergleich</u> mit einer Standardmaß-einheit

→ Einheitensysteme:

SI

$[\text{Zeit}] = s$

$[\text{Länge}] = m$

$[\text{Masse}] = kg$

CGS Zentimeter, Gramm, Sekunde

" $\hbar \equiv c \equiv m \equiv 1$ "

→ Dimension:

$$[\text{Länge}] = l$$

$$[\text{Fläche}] = l^2$$

$$[\text{Geschwindigkeit}] = \frac{l}{t}$$

$$[\text{Kraft}] = 1\ N = 1\ \frac{kg \cdot m}{s^2}$$

$$[\text{Leistung}] = 1\ W = 1\ \frac{Nm}{s}$$

$$\text{Leistung} = \frac{\text{Arbeit}}{\text{Zeit}}$$

→ <u>alle</u> Terme einer Gleichung müssen gleiche Dimension haben:

$A = B + C$; $[A] = [B] = [C]$

Bsp: $A = 2\pi r$?

$[A] = \ell^2$

$[r] = \ell$

→ signifikante Stellen:

$2{,}5\underline{0}$: $\underline{3}$ sign. St.

$2{,}501$: 4 — " —

$0{,}00103 = 1{,}03 \cdot 10^{-3} = 3$ sig.S.

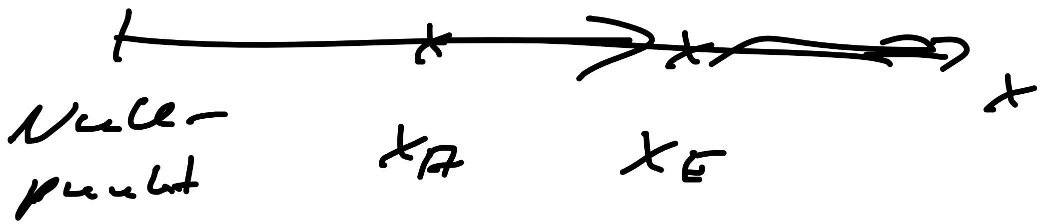
↳ Endergebnis:

sign. St. mit größer als die ~~kleinste~~ # s. S. aller Angaben

Mechanik

→ Verschiebung:

Ort



Ortsverschiebung: $\Delta x \equiv x_E - x_A$

→ Geschwindigkeit:

Zeit $\longmapsto$ t

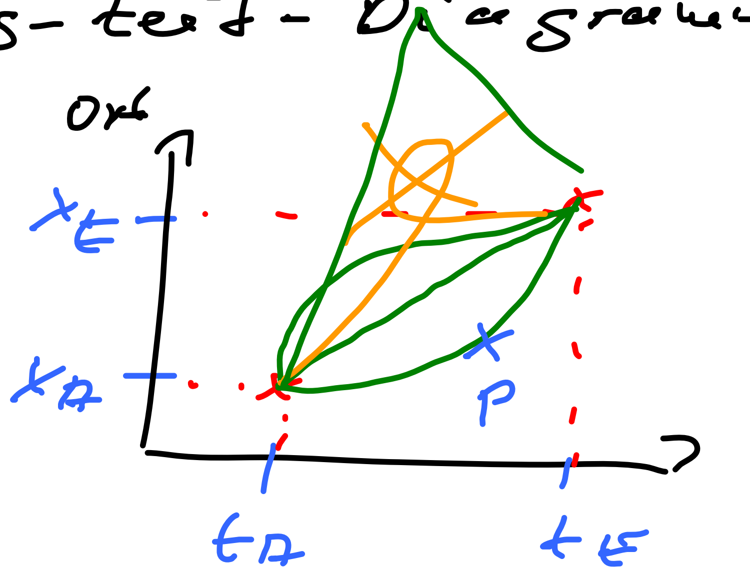
t_A t_E

Zeitintervall: $\Delta t \equiv t_E - t_A > 0$

<u>mittlere</u> Geschw.: $\langle v \rangle \equiv \bar{v} \equiv \frac{\Delta x}{\Delta t}$

↳ warum <u>mittlere</u> Geschw

Weg-Zeit-Diagramm:



alle 3 Wege haben gleiches $\langle v \rangle$

→ Momentangeschw. = Steigung $\frac{\Delta x}{\Delta t}$

am Punkt P

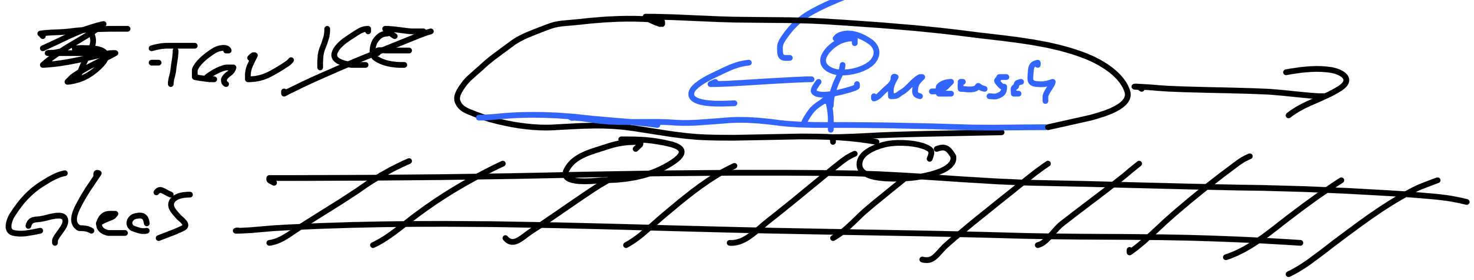
$$= v(t) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \equiv \dot{x}$$

infinitesimal

→ Relativgeschwindigkeit:

Bsp: Zugfahrt

$$v_M^{(Zug)} = -0.5\,\frac{m}{s}$$



$$v_{Zug}^{(Gleis)} = 100\ m/s$$ $\underline{\text{relativ zum}}$ Gleis

→ Geschw. d. Menschen relativ zu dem Gleis:

$$v_{M}^{(Gleis)} = v_{M}^{(Zug)} + v_{Zug}^{(Gleis)}$$

→ Bezugssystem = ausgedehntes System, dessen Teile relativ zueinander in Ruhe sind

↳ Teilchen T mit $v_T^{(A)}$ relativ zu Bezugssystem A, das sich wiederum relativ zu B mit $v_A^{(B)}$ bewegt:

$$v_T^{(B)} = v_T^{\cancel{(A)}} + v_{\cancel{A}}^{(B)}$$

$\rightarrow$ "$0.5c + c = 1.5c$"

$v_L = 0.5c$

↳ später (Einstein!)

$$v_T^{(B)} = \frac{v_T^{(A)} + v_A^{(B)}}{1 + \frac{v_T^{(A)} \cdot v_A^{(B)}}{c^2}}$$

Alltag: $v_T^{(A)}, v_A^{(B)} \ll c$

$c \simeq 3 \cdot 10^8$ m/s

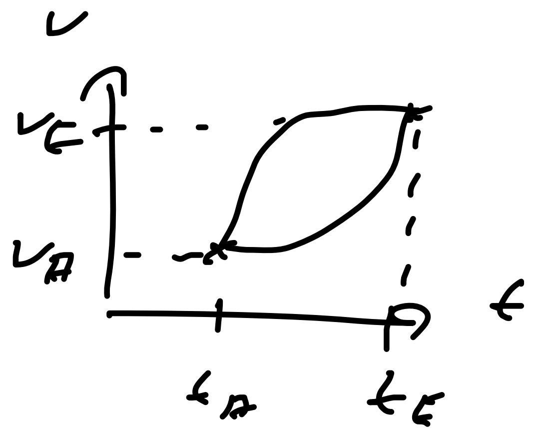
→ Beschleunigung:

$$\langle a \rangle = \frac{\Delta v}{\Delta t} \qquad \Delta v = v_E - v_A$$

$$[a] = \frac{m}{s^2} \quad !!!!$$

↳ Momentanbeschleunigung

$$a = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \text{Tangente an } v(t) =$$



$$= \dot{v} = \frac{dv}{dt}$$

$$\dot{v} = \frac{dv}{dt}$$

$$v = \dot{x} = \frac{dx}{dt} \Rightarrow \dot{v} = \frac{d\dot{x}}{dt} = \frac{d(dx/dt)}{dt} =$$

$$= \frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{x}$$

↳ Erdbeschleunigung $\equiv g = 9.81 \frac{m}{s^2}$

→ freier Fall

Bsp: Stein fällt von Turm

ohne Luftreibung

⇒ konstante Beschleunigung

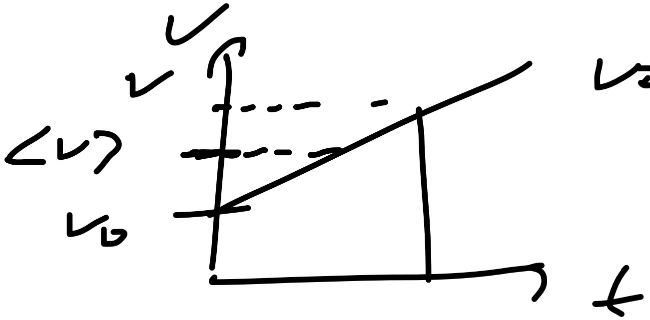
$$\langle a \rangle = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} = a =$$

$$= \frac{v - v_0}{t} \qquad t_A \equiv t_0 \equiv 0$$

$$\Rightarrow \quad a t = v - v_0$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{v = v_0 + a \cdot t}$$

da $\quad a = \text{const} \quad \Rightarrow \quad \langle v \rangle = \underbrace{\frac{1}{2}(v + v_0)}_{\text{Durchschnitt}}$



$v = v_0 + a \cdot t$

weil $\quad \Delta x = x - x_0 = \langle v \rangle \cdot \Delta t =$

$$= \langle v \rangle \cdot t$$

$$\Rightarrow \quad \Delta x = \frac{1}{2}(v + v_0) \cdot t$$

$$\Rightarrow \quad \Delta x = \frac{1}{2}(a t + v_0 + v_0)t = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 \cdot t$$

allgemein:

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a t^2$$

Anfangs-~~...~~ort

Anfangs-geschw.

Beschleunigung

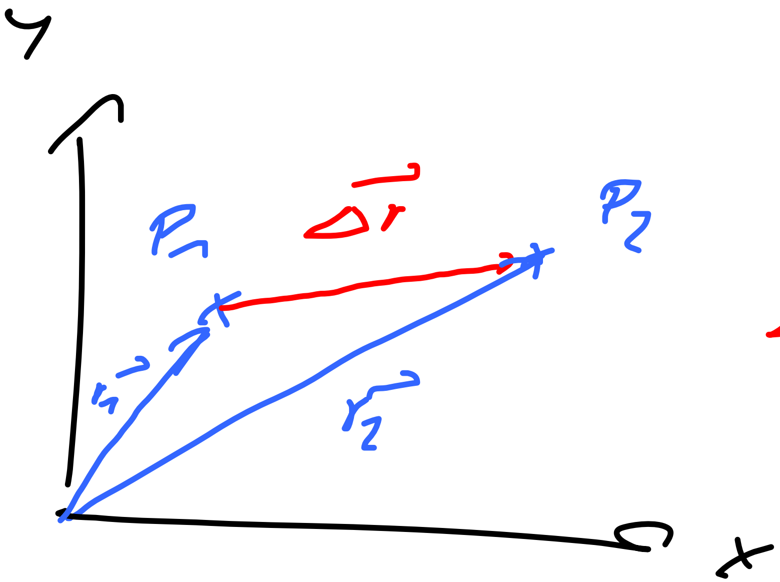
Bewegung in 2 Dimensionen

Skalar → Vektor

→ Ortsvektor $\vec{r} = \underbrace{x \cdot \hat{e}_x + y \cdot \hat{e}_y}$

Einheitsvektoren

$|\hat{e}_x| = |\hat{e}_y| = 1$



$\vec{\Delta r} = \overrightarrow{P_1 P_2} = \vec{r_2} - \vec{r_1}$

$$\langle \vec{v} \rangle = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

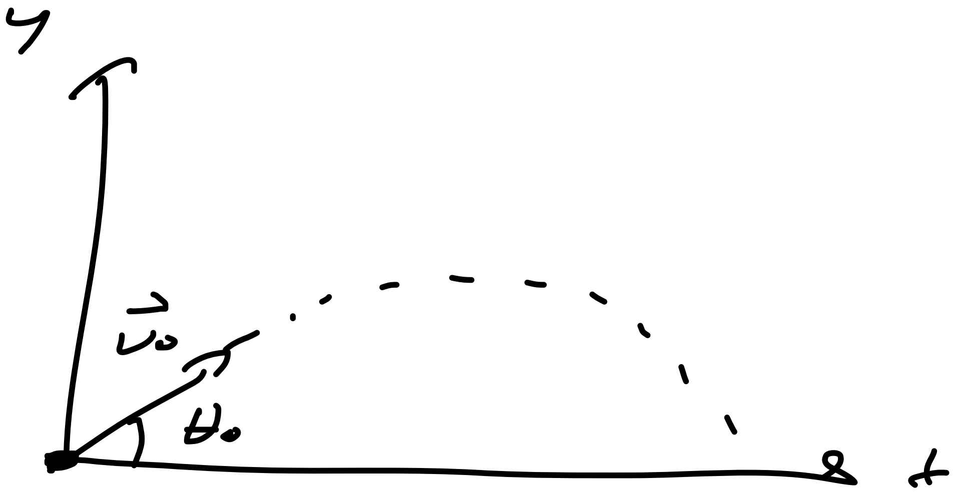
$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \dot{\vec{r}}$$

Relativgeschw. $\vec{v}^{(B)} = \vec{v}^{(A)} + \vec{v}_A^{(B)}$

$$\langle \vec{a} \rangle = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \dot{\vec{v}}$$

→ der schräge Wurf – ohne Luftreibung



Beschleunigungsvektoren:

$a_x = 0$ (keine Beschl. in x)

$a_y = -g$

↑ weil Erdbeschleunigung nach unten

$$\Rightarrow \quad \dot{v}_x = a_x = 0 \quad \Rightarrow \quad v_x = \text{const} \equiv v_{x,0}$$

$$\dot{v}_y = a_y = -g \quad \Rightarrow \quad v_y = \int \dot{v}_y \, dt =$$

$$= \int \underbrace{\frac{dv_y}{dt}}_{=-g} \cdot dt = -\int_{t_0 \equiv 0}^{t_1} g \, dt =$$

$$= -g \cdot t + \underline{\underline{\text{const}}}$$

$$\equiv v_{y,0}$$

$\uparrow$

Anfangswert

☺ Bewegungen in x- und y-Richtung sind <u>unabhängig</u> voneinander, weil einzige Kraft nur entlang <u>einer</u> Richtung

$$x = \int \dot{x}\, dt = \int v_x \cdot dt =$$

$$= x_0 + v_{x,0} \cdot t$$

s. vorher

$$y = y_0 + v_{y,0} \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

↳ Wurfparabel

sei $x_0 = y_0 \equiv 0$

(1) $x(t) = v_{x,0} \cdot t \Rightarrow t = \frac{x}{v_{x,0}}$ in (2)

(2) $y(t) = v_{y,0} \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$

$$\Rightarrow y = v_{y,0} \cdot \frac{x}{v_{x,0}} - \frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_{x,0}^2} =$$

$\tan \theta_0 =$

$$= \frac{v_{y,0}}{v_{x,0}} \cdot x - \frac{1}{2} \frac{g}{v_{x,0}^2} \cdot x^2$$

Parabel: $y = a \cdot x + b \cdot x^2$