

Mittwoch, 13. Mai 2020 10:06

↳ $\vec{F}$ = "force"

z.B. Gewichtskraft $\rightarrow$ Erdbeschleunigung $\vec{g}$

Allgemein:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Vektorgrößen

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

↳ Newton

↳ Newton

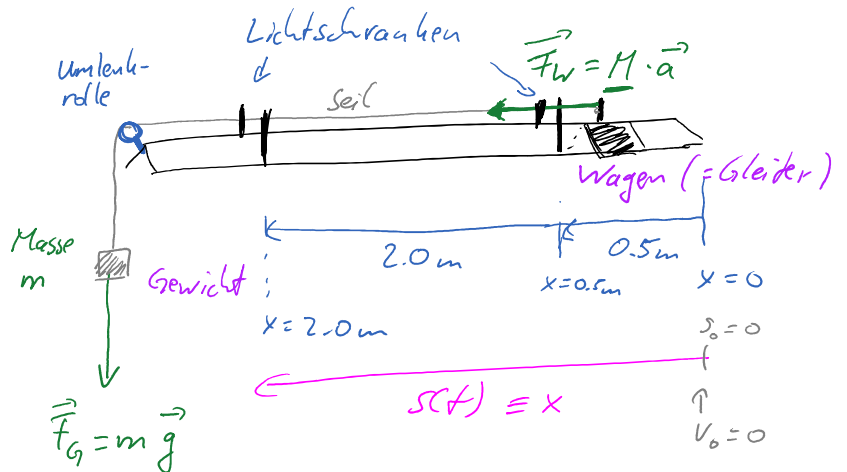
↳ Kraft hat eine Richtung und einen Betrag

↳ Beschleunigung immer in Richtung der Kraft

Arten von Kräften

- Kontaktkräfte (z.B. Reibung)
- Fernkräfte (z.B. Gravitation, elektrische / magn. Kräfte)
- Scheinkräfte (in geschlossenen System, z.B. Zentrifugalkraft)

Versuche Luftkissenbahn



Messung der Zeit

t_1 bei $x_1 = 0.5 \text{ m}$

t_2 bei $x_2 = 2.0\text{m}$

Ansatz: Kraft am Wagen F_W = Gewichtskraft F_G der kleinen Masse m

Masse des Wagens (Gleiter) $\downarrow$ $\underline{M \cdot a} = F_W = F_G = \underline{m \cdot g}$

$$a = g \cdot \frac{m}{M}$$

Bewegungsgleichung:

Messung	Messung
---------	---------

Bewegungsgleichung:

$$s(t) = \frac{1}{2}at^2 + \cancel{v_0 \cdot t} + \cancel{s_0}$$

$= 0 \quad \quad = 0$

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

mit $a = g \cdot \frac{m}{M}$

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{2sM}{gm}} \quad \checkmark$$

Massen	Messung
$M = 270g$ $m = 10g$	$t_1 = 7.64s$ $t_2 = 3.29s$
$M = 270g$ $m = 20g$	$t_1 = 7.16s$ $t_2 = 2.32s$
$M = 540g$ $m = 20g$	$t_1 = 7.64s$ $t_2 = 3.29s$

- doppelte Kraft $\hat{=}$ doppelte Beschleunigung
- doppelte Masse & Kraft $\hat{=}$ gleiche Beschleunigung

$$\begin{array}{ccc} F & = & m \cdot a \\ \uparrow & & \uparrow \\ & & \end{array} \Rightarrow a = \frac{F}{m}$$

Schwere Masse vs. träge Masse

m : Masse der Gewichte $\rightarrow$ **schwere** Masse m_g

M : Masse Wagen + Gewicht $\rightarrow$ **träge** Masse m_a

- schwere Masse m_g der Gewichte entspricht träge Masse m_a , die beschleunigt wird

$$\begin{array}{ccc} m_a \cdot a & = & F = m_g \cdot g \\ \uparrow & & \uparrow \\ \text{träge Masse} & & \text{schwere Masse} \end{array}$$

- Experimente zeigen $a = g \Rightarrow m_a = m_g$
(exp. Genauigkeit 10^{-12})

2.3.1. SUPERPOSITIONSPRINZIP

haben Betrag und Richtung

2.3.1. SUPERPOSITIONSPRINZIP

haben Betrag und Richtung

Vektorielle Größen der Bewegung

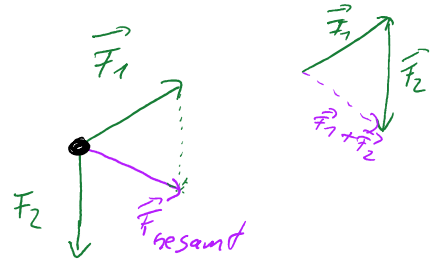
(Geschwindigkeit $\vec{v}$, Beschleunigung $\vec{a}$, Kraft $\vec{F}$)

addieren sich vektoriell!

Konsequenzen

- Wirken auf einen Körper mehrere Kräfte, entspricht die effektive Kraft der Vektorsumme aller Kräfte

Vektorsumme



$$\vec{F}_{\text{Gesamt}} = \sum_i \vec{F}_i = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots$$

z.B. $\vec{F}_{\text{Gewicht}} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -mg \end{pmatrix}$ z.B.

$\vec{g} \downarrow$

Versuch: Kräfte dreieck

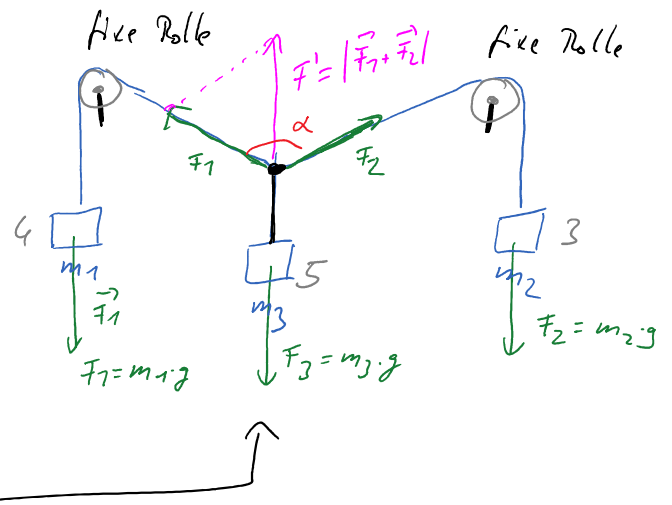
Winkel α für Massen im Verh. 3:4:5

$\alpha = 90^\circ$ rechter Winkel

nur dann wenn

$$F' = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{(3mg)^2 + (4mg)^2}$$

$$= \sqrt{25m^2g^2} = 5mg = F_3$$



- Für statische Systeme (in Ruhe)

$$\sum_i \vec{F}_i = 0$$

- Zerlegung in Einzelkomponenten

$$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y + \vec{F}_z$$

$$\begin{pmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

entsprechendes gilt auch für $\vec{v}$

$$\vec{F} = \begin{pmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} F_x \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ F_y \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ F_z \end{pmatrix}$$

für v

Beispiel: schiefe Ebene

- Gewichtskraft $F_G = mg$
wird zerlegt in
- Normalkraft $F_N = F_G \cdot \cos \alpha$
↳ senkrecht zur Fläche
↳ wirkt auf die schiefe Ebene
- Hangabtriebskraft $F_H = F_G \cdot \sin \alpha$
↳ wirkt entlang der schiefen Ebene
- Federkraft F_D : Körper in Ruhe

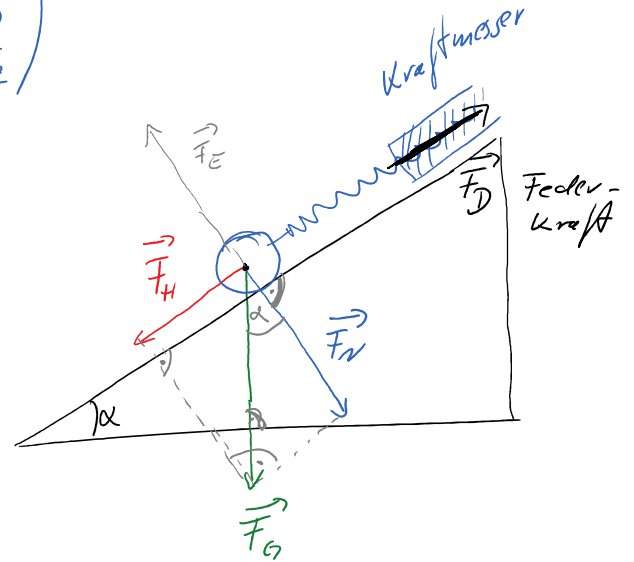
$$\vec{F}_D = -\vec{F}_H$$

$$\vec{F}_N = -\vec{F}_E$$

Gegenkraft durch die schiefe Ebene

$$\boxed{\sum \vec{F}_i = 0}$$

↳ Ball ist in Ruhe



$$\sum \vec{F}_i = 0$$

→ Ball in Ruhe

2.3.2. NEWTONSCHE AXIOME

1687

① Trägheitsprinzip

Ein sich selbst überlassener Körper ← keine Kräfte
verharrt in Ruhe oder
in gleichförmiger, geradliniger Bewegung.

(Alltag: Reibungskräfte stoppen Bewegungen)

② Aktionsprinzip $\vec{F} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$

Die **Beschleunigung** ist umgekehrt proportional
zu **seiner Masse** und direkt proportional
zur **resultierenden Kraft**, die auf ihn wirkt

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

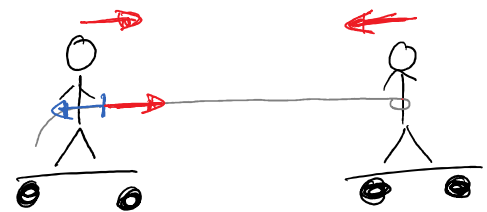
Für $\vec{F} = 0 \Rightarrow a = 0 \rightarrow$ Trägheitsprinzip

$$\vec{F} = \sum \vec{F}_i = \text{resultierende Kraft}$$

③ Wechselwirkungsgesetz

"actio = reactio"

Jede Kraft ruft stets eine
dem Betrag nach gleiche
aber
entgegengesetzt gerichtete
Gegenkraft hervor.



Beide Personen auf
Rollwagen bewegen sich
aufeinander zu,
unabhängig davon, wer
die Kraft ausübt

Gilt auch für Fernkräfte

Bsp.: Münchhausen

Warum kann sich Münchhausen nicht
an den eigenen Haaren aus dem



an den eigenen Haaren aus dem
Sumpf ziehen?



Kraft am Haar

Gegenkraft am Arm

$\hookrightarrow \sum \vec{F}_i = 0 \rightarrow M. \text{ bleibt im Sumpf}$

Durch innere Kräfte eines Systems kann die
Bewegung des Schwerpunktes dieses Systems nicht
verändert werden.