zu 2.2.1 b)

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_m}{m_T} = \frac{m_G \cdot \vec{g}}{m_T} = \vec{g}$$

Träge Masse

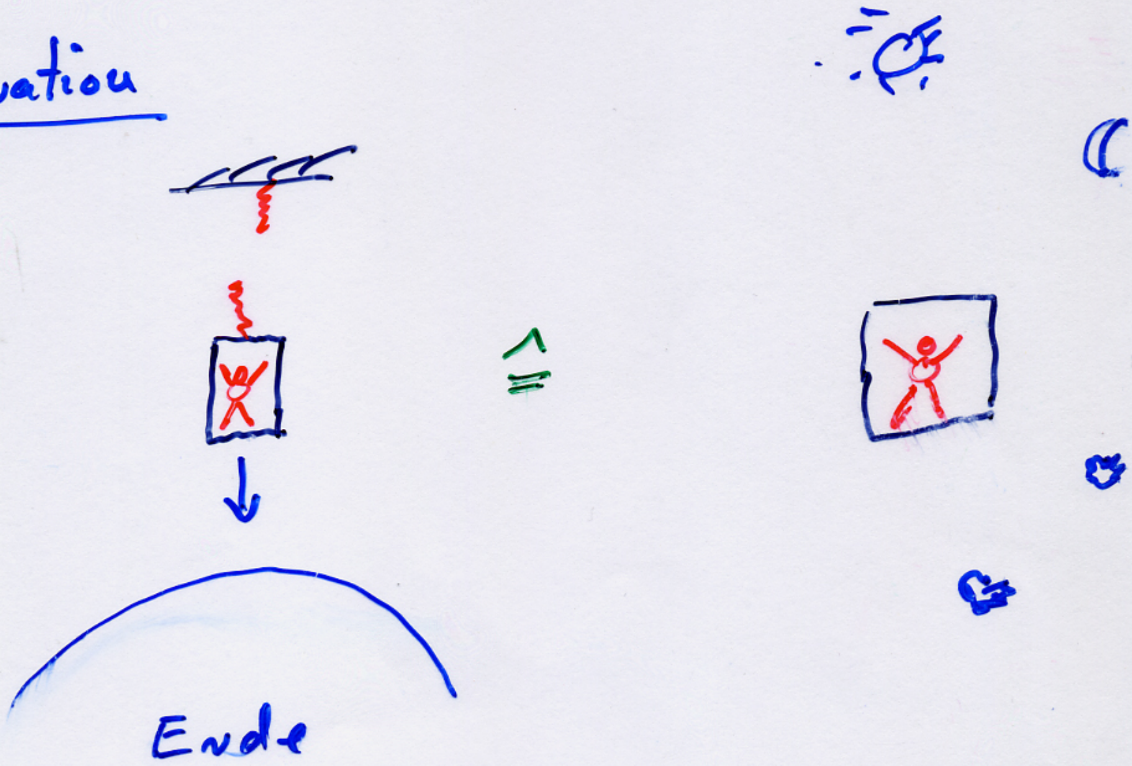
Gravitative Masse

[$\vec{a} = \vec{g}$ unabhängig von Masse, Art der Objekten, da]

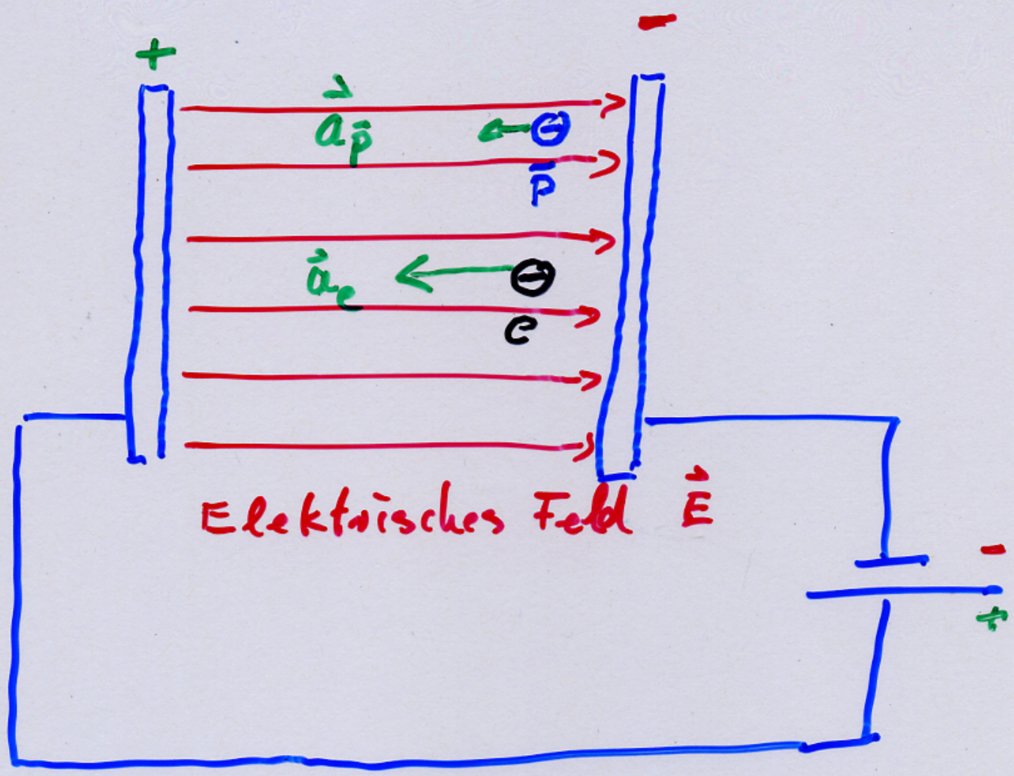
$m_G = m_T$

Äquivalenzprinzip

Illustration



C] Beschleunigung im Elektrischen Feld



Ladung

⊖ Elektron, m_e

Elektrostat. Kraft $\quad \vec{F}_e = -e \cdot \vec{E}$

Beschleunigung $\quad \vec{F}_e = -e \cdot \vec{E} = m_e \cdot \vec{a}$

$$\Rightarrow \vec{a}_e = \frac{-e}{m_e} \cdot \vec{E}$$

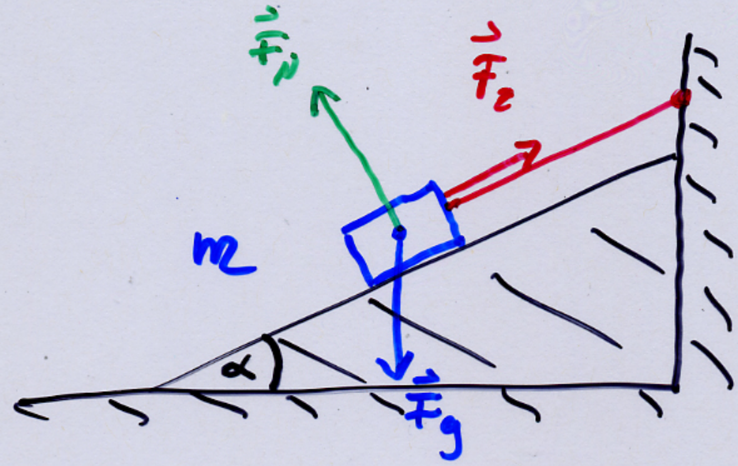
⊖ Antiproton, $m_{\bar{p}}$ $(= m_p) \approx 2000 \cdot m_e$

Elektrostat. Kraft $\quad \vec{F}_{\bar{p}} = -e \cdot \vec{E}$

Beschleunigung $\quad \vec{a}_{\bar{p}} = \frac{-e}{m_{\bar{p}}} \cdot \vec{E}$

$$\approx \frac{1}{2000} \cdot \vec{a}_e$$

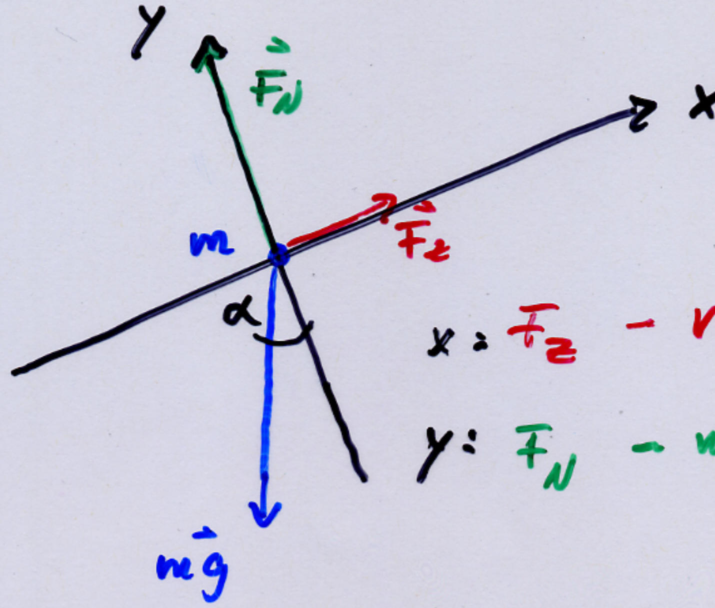
d) Aufhängung an schrägen Rampe



$\underline{N1}$: $\sum \vec{F}_i = \vec{F}_g + \vec{F}_Z + \vec{F}_N = 0$

Bearbeitung:

- Körper punktförmig
- Definiere optimales Koordinatensystem
- Beachte alle Kräfte, die auf Körper wirken
- Reibung?



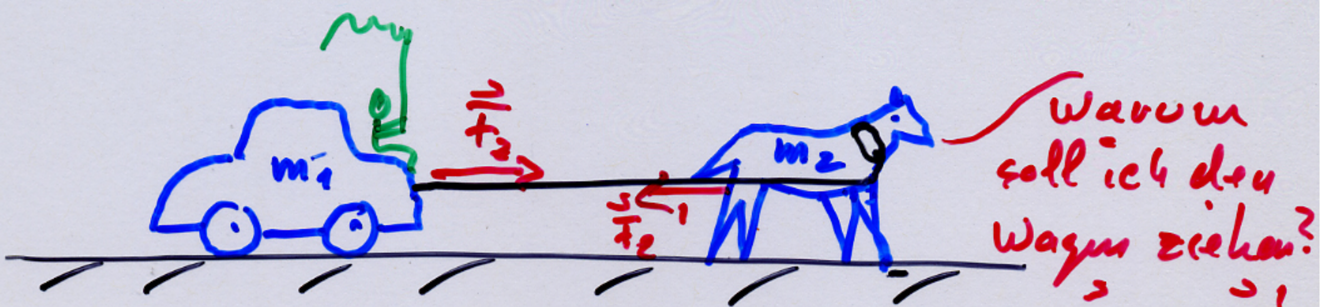
$x: F_Z - mg \sin\alpha = 0$

$y: F_N - mg \cos\alpha = 0$

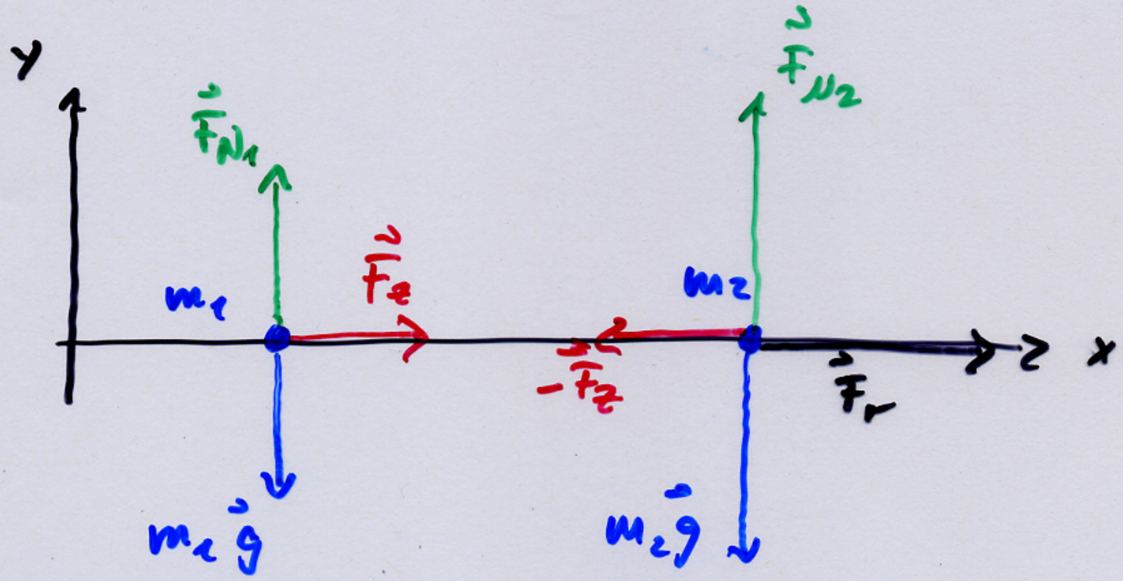
$\Rightarrow F_g = m \cdot g \; ; \; F_Z = mg \sin\alpha \; ;$

$; \; F_N = mg \cos\alpha$

e) Faules Pferd



$N_3: \vec F_z = -\vec F_z'$



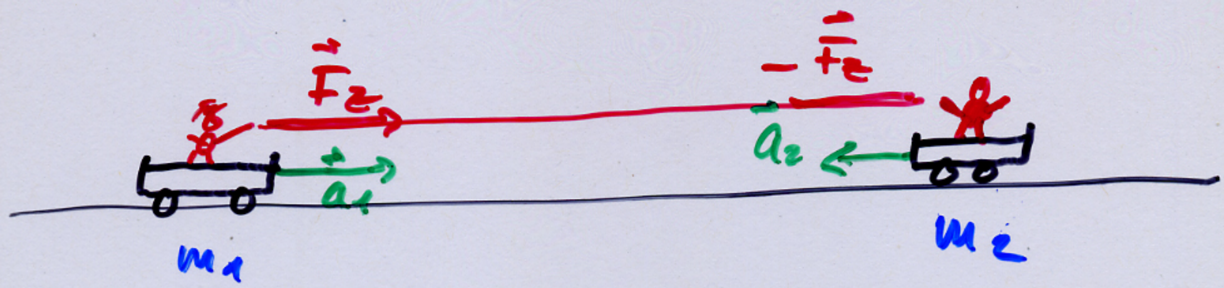
Wagen: $\vec F_z + m_1\vec g + \vec F_{N_1} = m_1 \vec a$ Bewegt sich

Pferd: $-\vec F_z + m_2\vec g + \vec F_{N_2} + \vec F_R = m_2 \vec a$

$$F_r = (m_1 + m_2)\cdot a$$

$$\Rightarrow a = \frac{F_r}{m_1 + m_2}$$

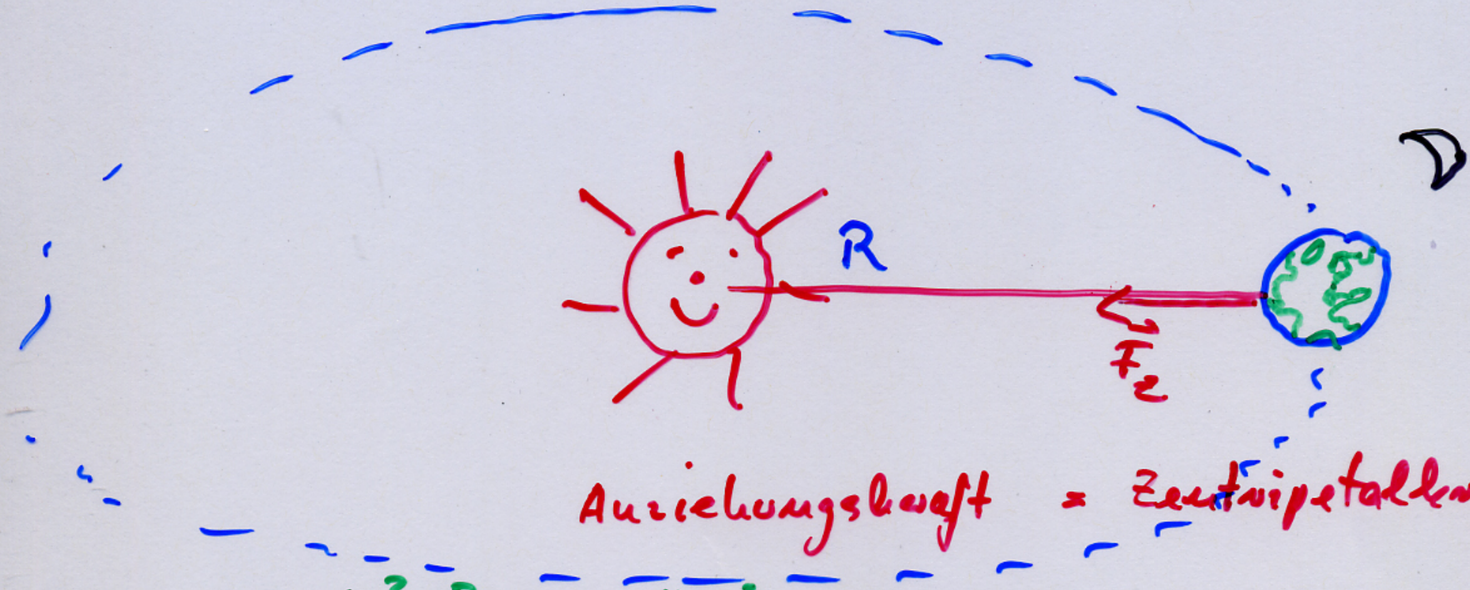
f) Experiment



$\vec{F}_z = m_1 \, \vec{a}_1$ $\qquad$ $-\vec{F}_z = m_2 \, \vec{a}_2$

$$\boxed{\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1}}$$

g) Kraft zwischen Erde u. Sonne



Anziehungskraft = Zentripetalkraft

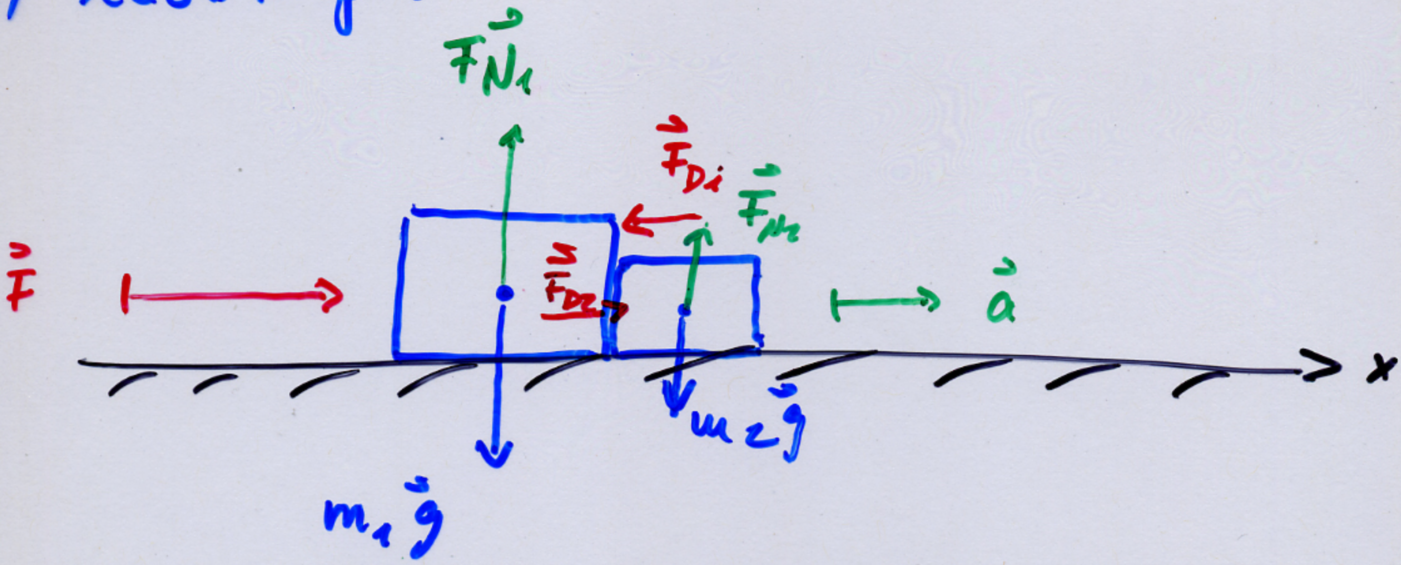
$$a_z = \omega^2 \cdot R = \frac{4\pi^2}{(1\,\text{Jahr})^2} \cdot 1\,\text{AE}$$

$$= 6 \cdot 10^{-3} \, \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \qquad (\approx 6 \cdot 10^{-4} \, g)$$

$$m_E = 6 \cdot 10^{24} \, \text{kg}$$

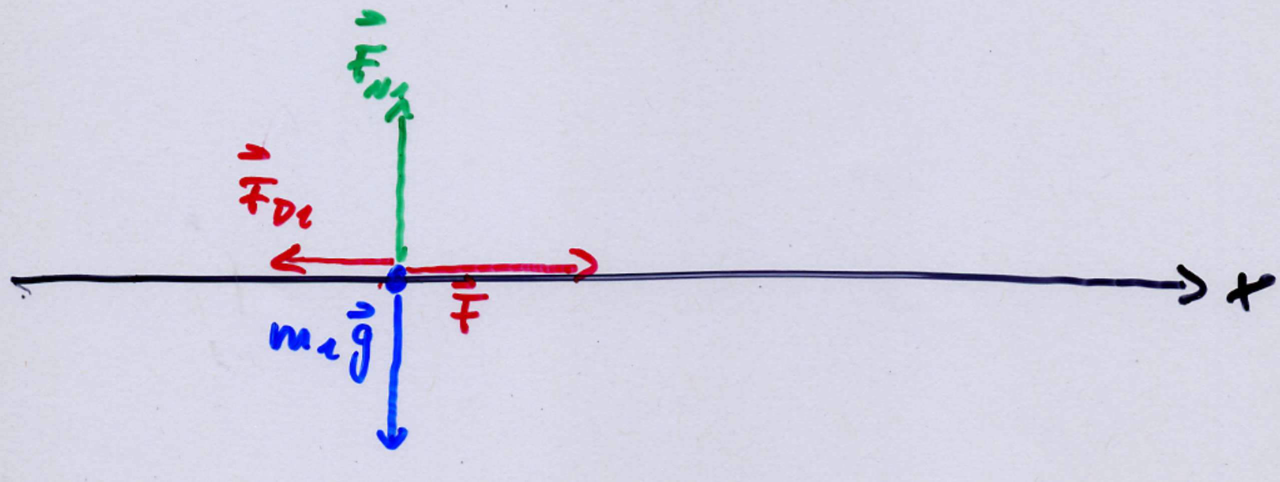
$$\underline{F_z = m_E \cdot a_z = 3{,}6 \cdot 10^{22} \, \text{N}}$$

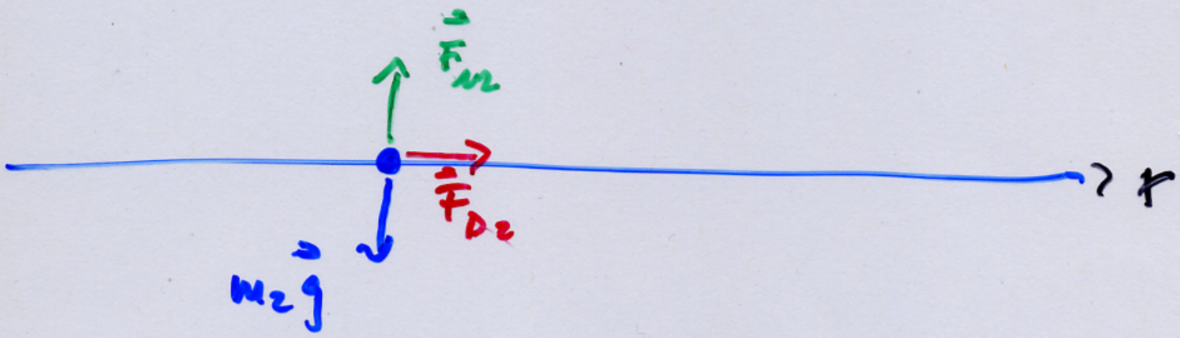
b) Schubkräfte



- Klotz 1: $\vec F + \vec F_{N1} + m_1 \vec g + \vec F_{D1} = m_1 \vec a$

- Klotz 2: $\vec F_{D2} + \vec F_{N2} + m_2 \vec g = m_2 \vec a$





Verbindung Klotz 1, Klotz 2 : $\vec F_{D1} = - \vec F_{D2}$

$= \vec F_D$

Gesamtsystem:

$$\vec{F} + \vec{F}_{N1} + m_1\vec{g} + \vec{F}_D +$$
$$-\vec{F}_D + \vec{F}_{N2} + m_2\vec{g} = (m_1 + m_2)\,\vec{a}$$

x-Richtung:

$$F = (m_1 + m_2)\,a$$

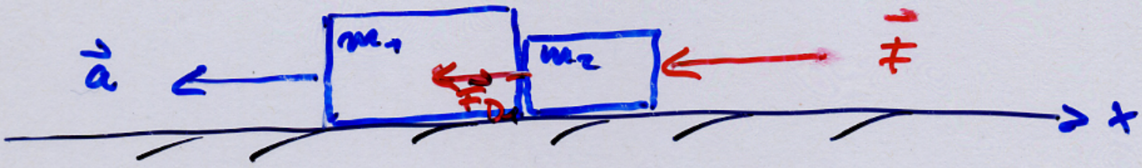
bzw. $a = \dfrac{F}{m_1 + m_2}$

Schubkräfte:

$$\vec{F}_{D1} = -\vec{F}_{D2} = \vec{F}_D$$

$$\Rightarrow F_{D2} = m_2\,a$$
$$= F \cdot \frac{m_2}{m_1 + m_2}$$

o Schub in entgegengesetzter Richtung



Gesamtsystem in <u>x - Richtung:</u>

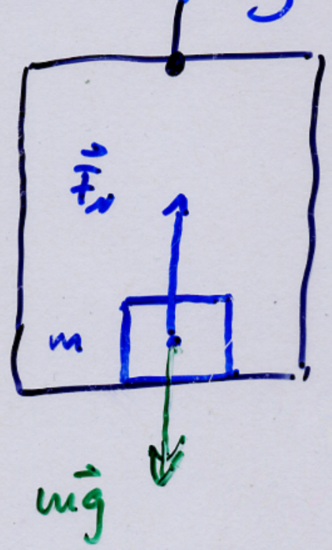
$$-F = -a(m_1 + m_2)$$

schubkraft :

$$-F_{D1} = -a\, m_1$$

$$F_{D1} \; (= F_{D2}) = \frac{m_1}{m_1 + m_2} F$$

i) Kräfte im Aufzug



1. Aufzug steht:*

$$m\vec{g} + \vec{F}_N = 0$$

$$F_N = mg$$

* fährt gleichförmig

2. Aufzug beschleunigt: $m\vec{g} + \vec{F}_N = m \cdot \vec{a}$

- Beschleunigung nach oben

$$\vec{F}_N + m\vec{g} \quad > 0$$
$$= m\vec{a}$$
$$F_N = m(g+a)$$

Gewicht erhöht

- Beschleunigung nach unten

$$\vec{F}_N + m\vec{g} \quad < 0$$
$$= m \cdot \vec{a}$$
$$F_N = m(g-a)$$

Gewicht nimmt ab.

Sonderfall 1: $|\vec{a}| = |\vec{g}|$

$\rightarrow F_N = 0$

Sie fallen

Sonderfall 2: $\vec{a} > \vec{g}$

$\rightarrow F_N < 0$

Sie fallen und stoßen Ihren Kopf!

Anhang

zu 2.2 Newtonsche Gesetze

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

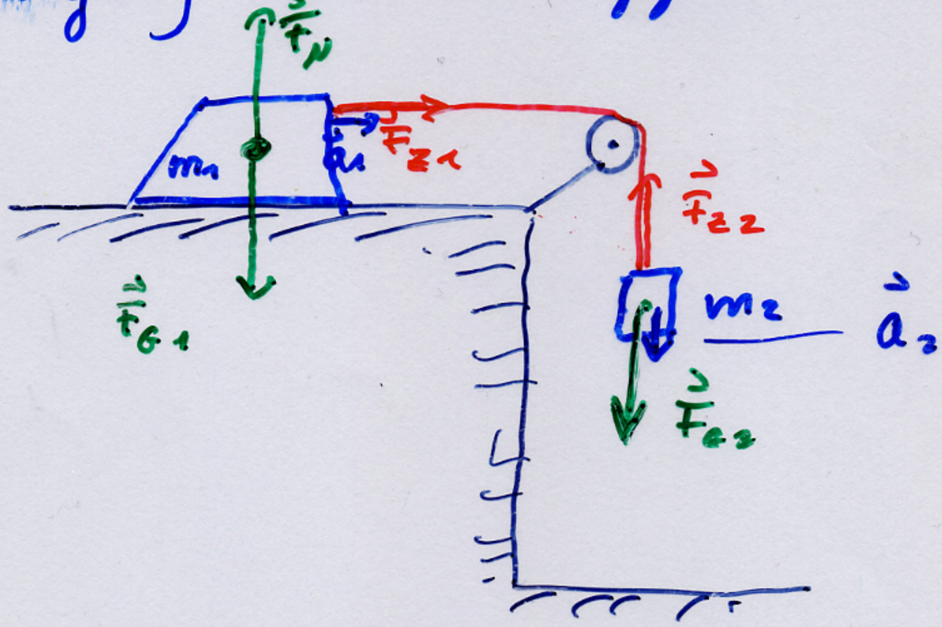
$$\vec{a} = \frac{\sum \vec{F}_i}{m}$$

$$\vec{F}_{12} = - \vec{F}_{21}$$

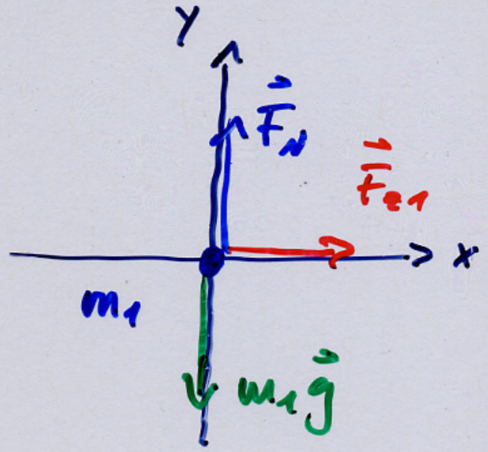
sinngemäß

Anwendungen fortgesetzt ...

f) Bewegung eines reibungsfreien Klotzes

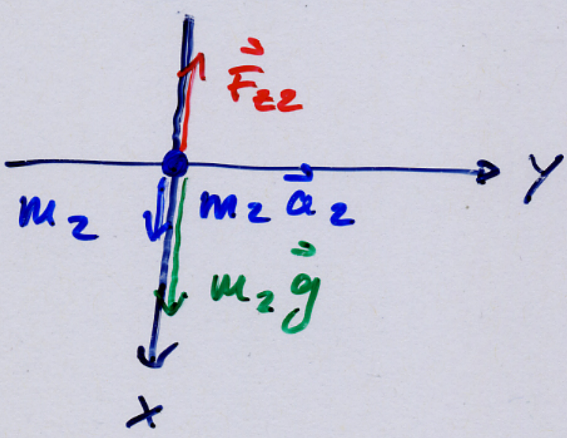


1. $\vec{F}_N + \vec{F}_{Z1} + m_1 \vec{g} = m_1 \vec{a}_1$
2. $\vec{F}_{Z2} + m_2 \vec{g} = m_2 \vec{a}_2$



y: $F_N - m_1 g = 0$

x: $F_{z1} = m_1 a_1$



y: ./.

x: $-F_{z2} + m_2 g = m_2 a_2$

Kopplung beider Systeme:

$$|\vec{F}_{z1}| = |\vec{F}_{z2}|$$

$$|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| \equiv a$$

$$\Rightarrow \quad -m_1 a + m_2 g = m_2 a$$

$$\Rightarrow \quad a = \frac{m_2}{m_1 + m_2} g$$

Bewegungsgleichung: $v = a \cdot t \; (+ \underbrace{v_0}_{=0})$

$$\underline{x = \frac{a}{2} t^2}$$

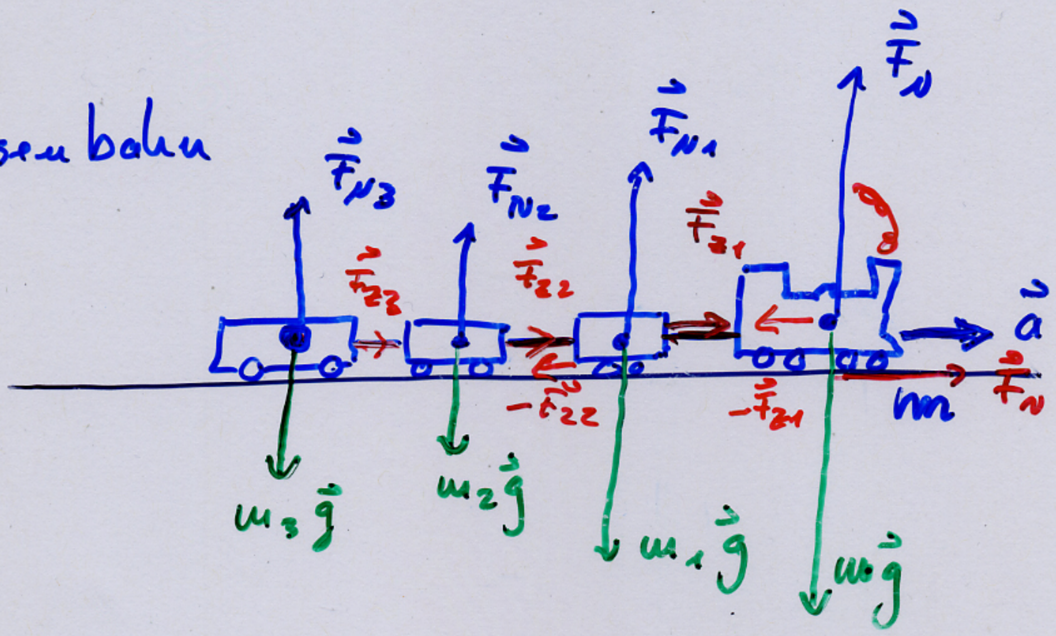
Prüfung :

$m_2 \to \infty \quad \Rightarrow a = g$

$m_1 \to 0 \quad \Rightarrow a = g$

$m_1 \to \infty \quad \Rightarrow a = 0$

k) Eisenbahn



$$\vec{F}_{Z1} = (m_1 + m_2 + m_3)\,\vec{a}$$

$$\vec{F}_{Z2} = (m_2 + m_3)\,\vec{a}$$

$$\vec{F}_{Z3} = m_3\,\vec{a}$$

$$a = \frac{F_{Z1}}{m_1 + m_2 + m_3}$$

$$\Rightarrow \quad F_{Z2} = \frac{m_2 + m_3}{m_1 + m_2 + m_3} F_{Z1}$$

$$F_{Z3} = \frac{m_3}{m_1 + m_2 + m_3} F_{Z1}$$

Lok : $-F_{Z1} + F_N = m \cdot a$