

# Organisatorisches

Vorlesung: Di, Mi, Do 9<sup>05</sup>-10<sup>05</sup> s.t. HNB

Dr. F.-H. Heinsius, E-Mail: heinsius@ep1.rub.de

**Material (kein Skript) und aktuelle Informationen  
und Übungsblätter:**

<http://www.ep1.rub.de/lehre/veranstaltungen/ws0910/physikcbg/>

**Übungen: Abgabe Dienstags vor der Vorlesung in die  
Kästen.**

**Bitte Gruppennummer und Namen nicht vergessen!**

Heute: zu 3. Newton Axiome, Impuls, Kräfte

## 3. Dynamik: Kraft, Impuls, Reibung

*Letzte Stunde*

- 1. Newtonsches Axiom: Trägheitssatz

Ohne äußere Kraft bleibt ein Körper in Ruhe  
oder bewegt sich geradlinig mit  $v = \text{konst.}$

- 2. Newtonsches Axiom: Aktionsprinzip

Jede Beschleunigung erfordert die  
Anwendung von Kraft:  $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$

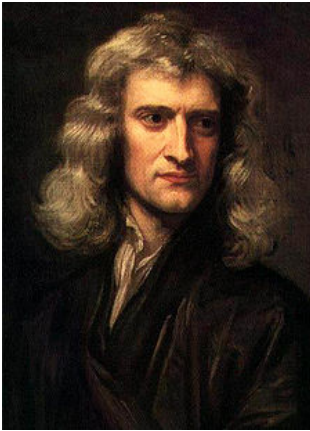
- Im Gleichgewicht heben sich Kräfte auf
- Gewichtskraft auf der Erde:  $F_G = m g$  mit  $g=9,81\text{m/s}^2$
- Einheit der Kraft:  $[F]=\text{N}=\text{kg m/s}^2$  Newton

*Heute*

- *Reaktionsgesetz, Impulserhaltung, weitere Kräfte*

# zu 3. Dynamik: Kraft, Impuls, Reibung

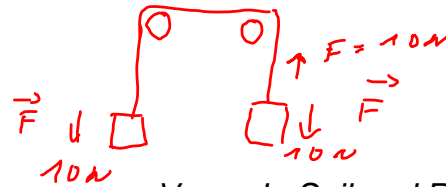
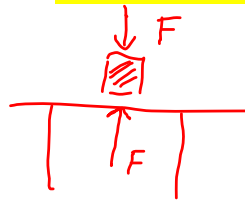
## 3.4 3. Newtonsches Axiom: Reaktionsgesetz



Isaac Newton  
(1642-1727)

Wirkt ein Körper auf einem zweiten mit einer bestimmten Kraft, so wirkt der zweite auf den ersten zurück mit der gleichen aber entgegen gerichteten Kraft.

$$\vec{F}_{\text{actio}} = -\vec{F}_{\text{reactio}}$$



Versuch: Seil und Rollwagen

## 3.5 Impuls

Kurzer Kraftstoß

$$\int_{t_0}^{t_1} \vec{F} dt = \int_{t_0}^{t_1} m \cdot \vec{a} dt$$

$$= m v_1 - m v_0$$

Impuls  $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$

Neudefinition 2. Axiom (Aktionsprinzip)

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \dot{\vec{p}}$$

für  $m = \text{const.}$

$$F = \frac{dp}{dt} = \frac{d(m \cdot v)}{dt} = m \cdot \frac{dv}{dt} = \underline{\underline{m \cdot a}}$$

### 3.6 Impulserhaltungssatz

2. + 3. Newtonsche Axiom:

$$F = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0$$

$$\frac{d}{dt} \vec{p}_1 + \frac{d}{dt} \vec{p}_2 = 0$$

$$\frac{d}{dt} (m_1 \vec{v}_1) + \frac{d}{dt} (m_2 \vec{v}_2) = 0$$

$$\frac{d}{dt} (m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2) = 0$$

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = \text{const.}$$

Impuls-  
erhaltung

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \text{const.}$$

In einem abgeschlossenen System ist die Summe der Impulse konstant

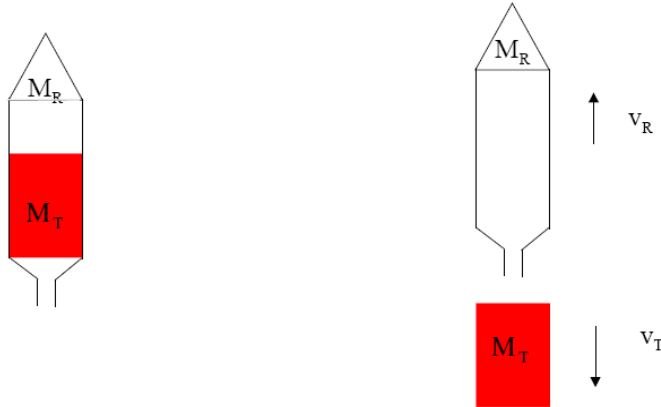


$$\vec{p}_1 = m \cdot \vec{v}_1$$

$$\vec{p}_2 = m \cdot \vec{v}_2$$

$$\vec{p}_1 = -\vec{p}_2$$

# Rückstossprinzip: Rakete



*vereinfacht!*

vorher:

$$0 = (M_R v_R + M_T v_T)$$

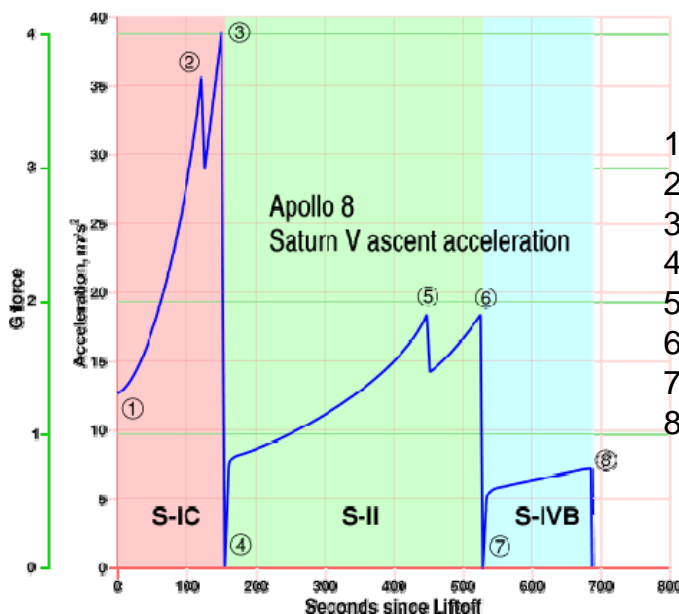
nachher:

$$v_R = -\frac{M_T}{M_R} v_T$$

Versuch: Rakete

## Saturn V Rakete: Beschleunigung

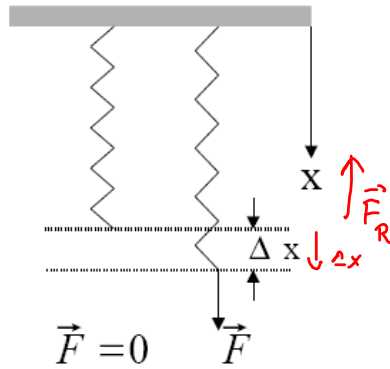
- ca. 111 m hoch, ca. 3000 t Masse



- 1 - liftoff
- 2 - first stage inboard (center) engine cutoff
- 3 - first stage outboard engine cutoff
- 4 - second stage ignition
- 5 - second stage inboard engine cutoff
- 6 - second stage outboard engine cutoff
- 7 - third stage ignition
- 8 - third stage cutoff

[http://en.wikipedia.org/wiki/Saturn\\_V](http://en.wikipedia.org/wiki/Saturn_V)

## 3.7 Hookesches Gesetz (Federkraft)

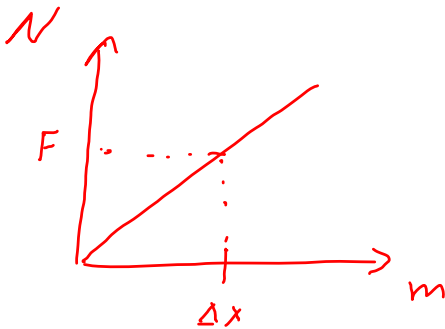


$$\vec{F}_R = -k \cdot \Delta \vec{x}$$

$k$  = Federkonstante

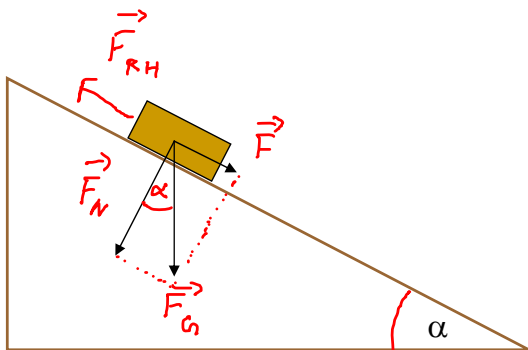
$$k = \frac{N}{m} \quad m$$

Einheit:  $[k] = \frac{N}{m}$



## 3.8 Reibung

Versuch: schiefe Ebene



$$\vec{F}_G = \vec{F} + \vec{F}_N$$

$$F = F_G \cdot \sin \alpha$$

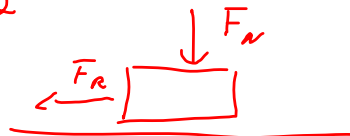
$$F_N = F_G \cdot \cos \alpha$$

$$\hookrightarrow F_G = \frac{F_N}{\cos \alpha}$$

$$|\vec{F}_{RH}| = F = F_G \cdot \sin \alpha$$

$$= \frac{F_N}{\cos \alpha} \cdot \sin \alpha = F_N \cdot \underline{\underline{\tan \alpha}}$$

$$F_{RH} \leq \mu_0 \cdot F_N$$



$$\mu_0 = \tan \alpha$$

# Zusammenfassung

- Reaktionsgesetz:  $\vec{F}_{\text{actio}} = -\vec{F}_{\text{reactio}}$   
*Kräfte treten immer paarweise auf*
- Impuls  $p$   $\vec{p} = m\vec{v}$
- Impulserhaltung  $\sum \vec{p}_i = \text{const.}$
- Hookesches Gesetz  $\vec{F}_F = -k \cdot \vec{s}$  Federkonstante  $k$
- Reibung: Haftreibung  $F_{RH} = \mu_0 \cdot F_N$