

# Die vier Grundkräfte

# Die vier Grundkräfte

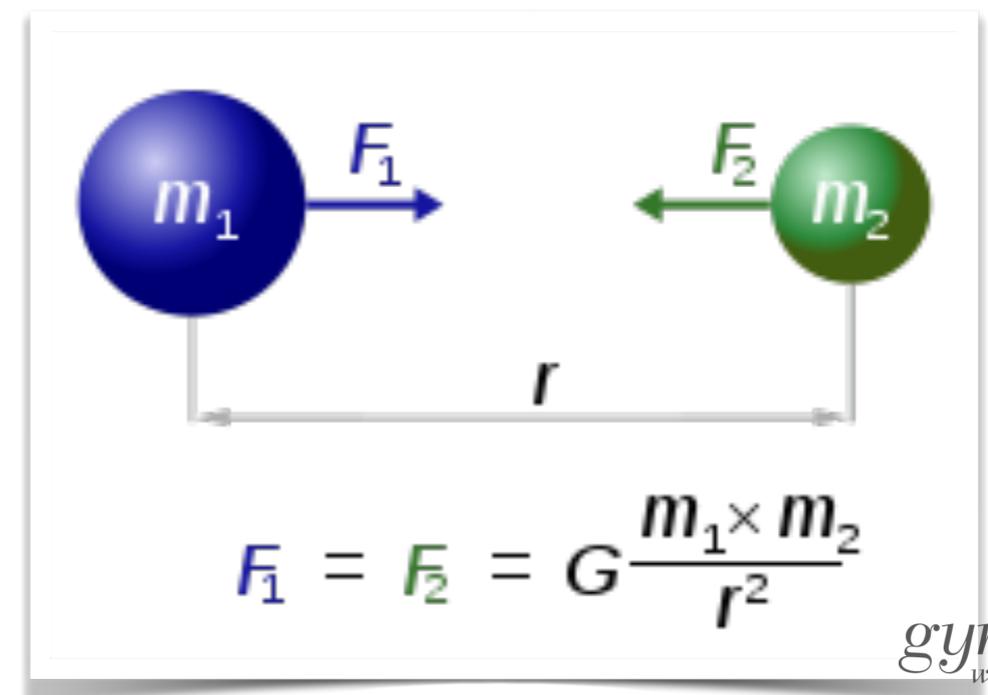
- Die Gravitationskraft
- Die elektromagnetische Kraft
- Die starke Kraft
- Die schwache Kraft

# Die vier Grundkräfte

## (Gravitationskraft)

# Die vier Grundkräfte (Gravitationskraft)

- Wirkt anziehend zwischen allen Massen
- sehr schwach
- macht bei grossen Massen vorallem bemerkbar
- unendliche Reichweite, nimmt aber mit dem Quadrat der Entfernung ab.
- Gravitation ist spürbar.
- Austauscheteilchen: Graviton???



# Die vier Grundkräfte

## (elektromagnetische Kraft)

# Die vier Grundkräfte

## (elektromagnetische Kraft)

- Wirkt auf geladene Teilchen
- hält Atome zusammen
- unendliche Reichweite, nimmt aber mit dem Quadrat der Entfernung ab.
- Auf dem ersten Blick haben elektrische und magnetische Kraft nichts miteinander zu tun: Elektrostatik: Plus- und Minuspol; Magnetismus: N- und S-Pol; Bewegte Ladung wird aber von einem Magnetfeld abgelenkt und umgekehrt.
- Austauschteilchen: Photon

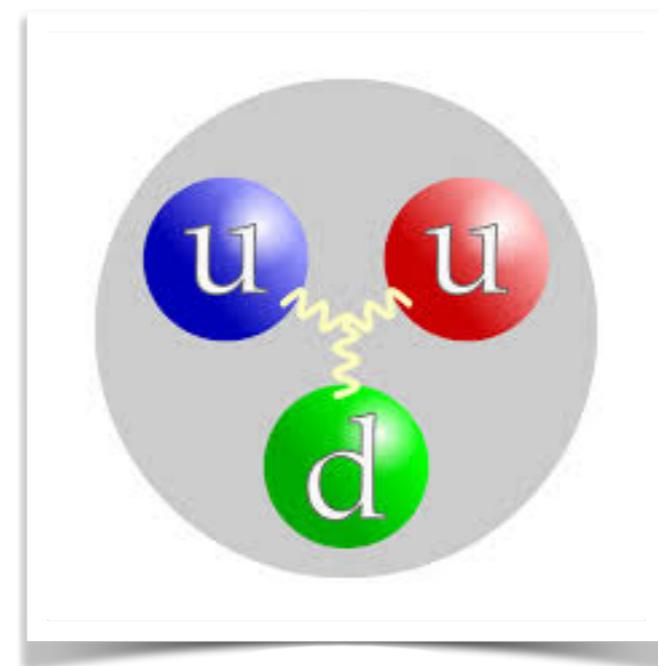
# Die vier Grundkräfte

## (starke Kraft)

# Die vier Grundkräfte

## (starke Kraft)

- Klebt Nukleonen (Protonen und Neutronen) zusammen.
- Sehr stark, aber die Reichweite ca.  $2 \cdot 10^{-15}$  m
- Im Alltag nicht beobachtbar, aber wichtig um die Stabilität von Atomkernen zu erklären.
- Austauscheteilchen: 8 Gluonen



# Die vier Grundkräfte

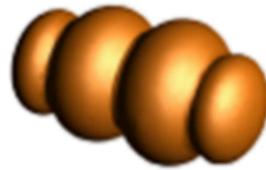
## (schwache Kraft)

# Die vier Grundkräfte (schwache Kraft)

- Sehr schwache Kraft
- Reichweite ca.  $10^{-18}$  m
- Sehr schwierig zu beobachten und zu erklären, hat etwas mit dem Beta-Zerfall zu tun.
- Austauscheteilchen:  $W^+$ ,  $W^-$ ,  $Z^0$  Bosonen

## Strong

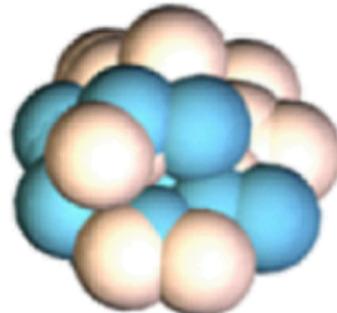
**Gluons (8)**



  
**Quarks**



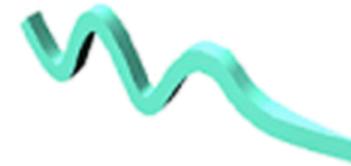
**Mesons  
Baryons**



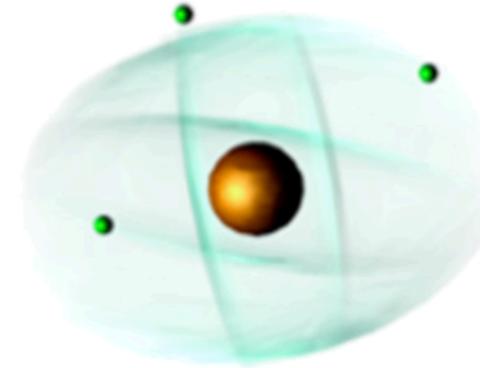
**Nuclei**

## Electromagnetic

**Photon**



**Atoms  
Light  
Chemistry  
Electronics**

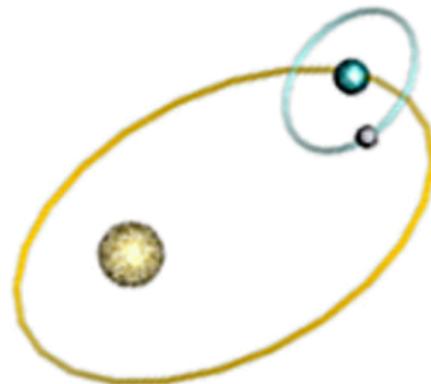


## Gravitational

**Graviton ?**

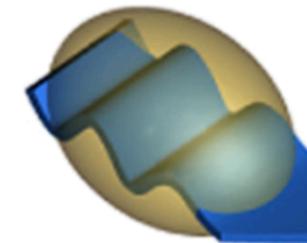


**Solar system  
Galaxies  
Black holes**

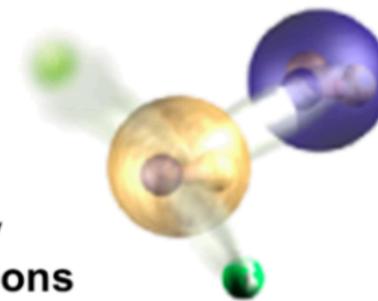


## Weak

**Bosons (W,Z)  
Higgs  
(mass generation)**



**Neutron decay  
Beta radioactivity  
Neutrino interactions  
Burning of the sun**



# Die 3 Gesetze von Newton

## (Trägheitsprinzip)

- Um einen ruhenden Körper in Bewegung zu setzen, benötigt man eine Kraft. Über diese Kraft schreibt Aristoteles (384 - 322 v. Chr.):

*Ein in Bewegung befindlicher Körper kommt zum Stillstand, sobald die Kraft, die ihn vorantreibt, nicht mehr in der für den Antrieb erforderlichen Weise wirken kann.*

=>Experiment

Hat Aristoteles Recht?

# Die 3 Gesetze von Newton

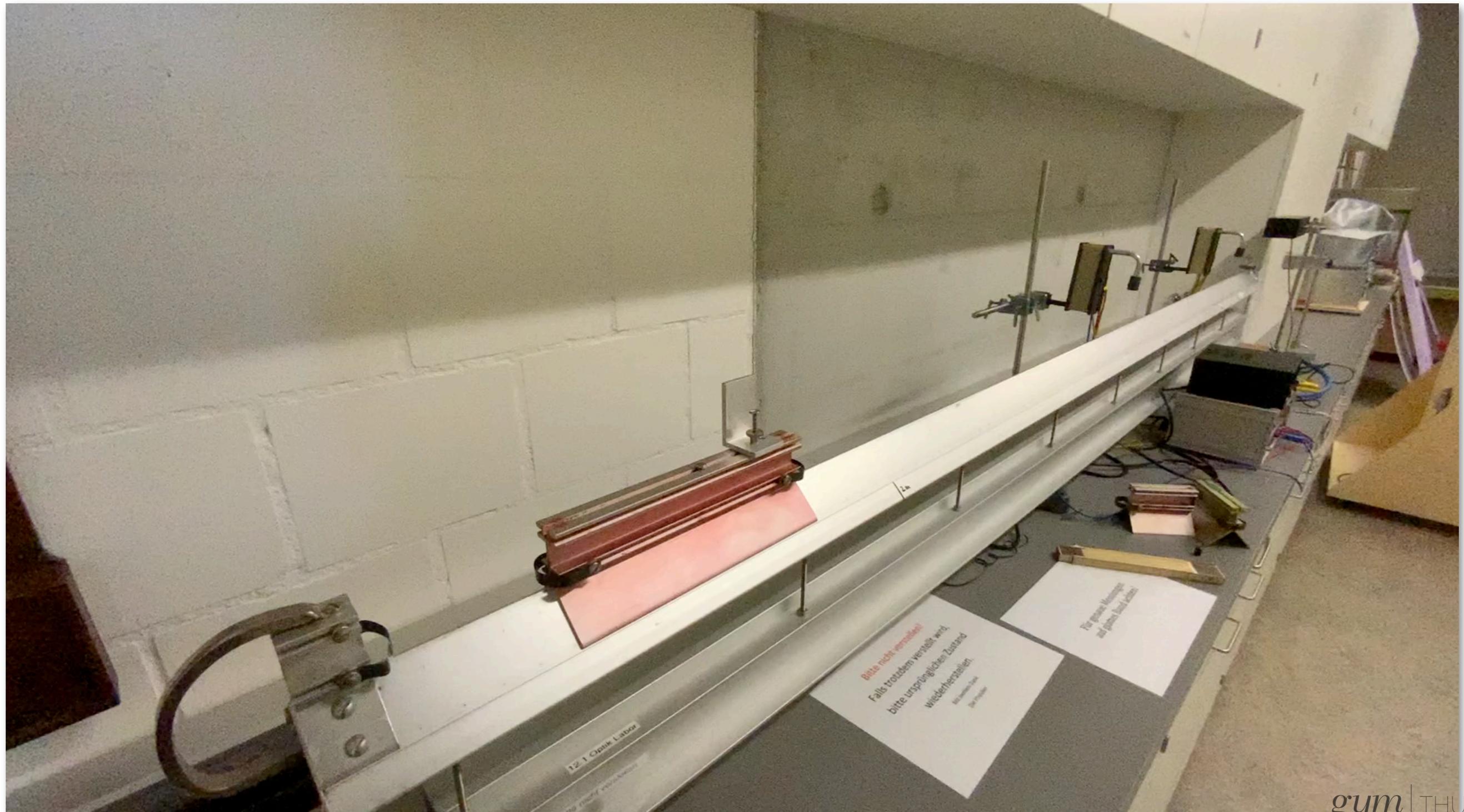
## (Trägheitsprinzip)

- Experiment
- Aristoteles hat offensichtlich nicht Recht.

Geben Sie zwei unterschiedliche Möglichkeiten an, wie man die Strecke, die der Wagen allein weiterfährt, vergrössern könnte

# Die 3 Gesetze von Newton

## (Trägheitsprinzip)



# Die 3 Gesetze von Newton

## (Trägheitsprinzip)

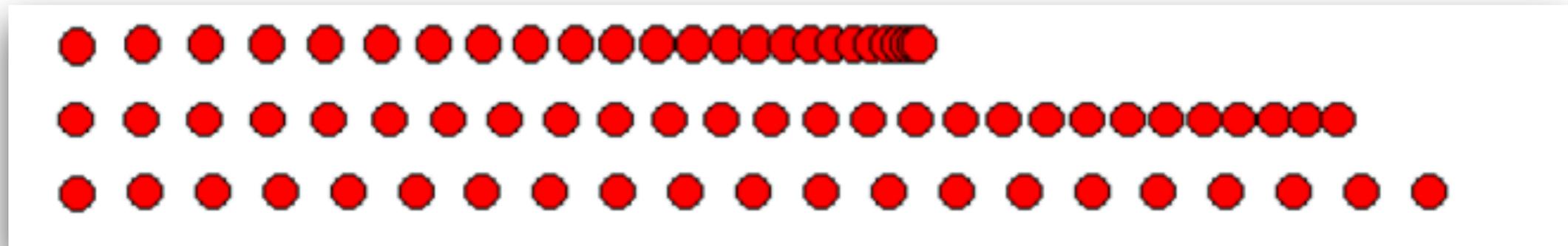
- Isaac Newton (1642-1727) hat diese Erkenntnisse in seinem Trägheitssatz wie folgt formuliert:

**Jeder Körper verharrt in seinem Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit, wenn der Körper nicht durch einwirkende Kräfte gezwungen wird, seinen Zustand zu ändern**

# Die 3 Gesetze von Newton

## (Trägheitsprinzip)

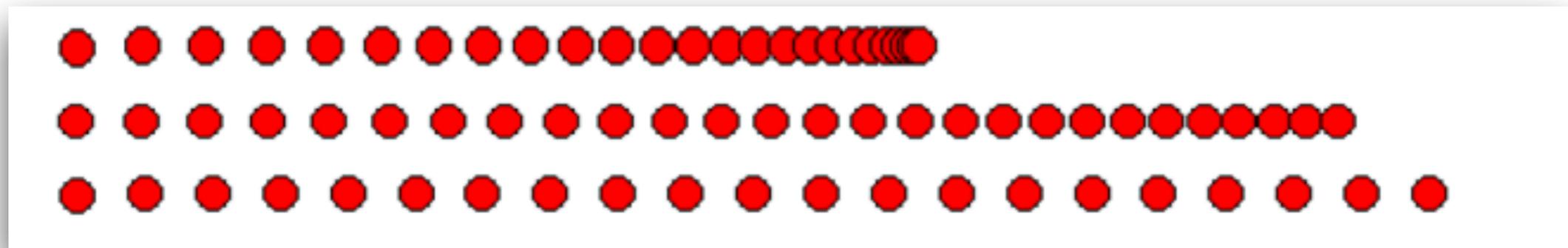
Beispiele:



# Die 3 Gesetze von Newton

## (Trägheitsprinzip)

Beispiele:

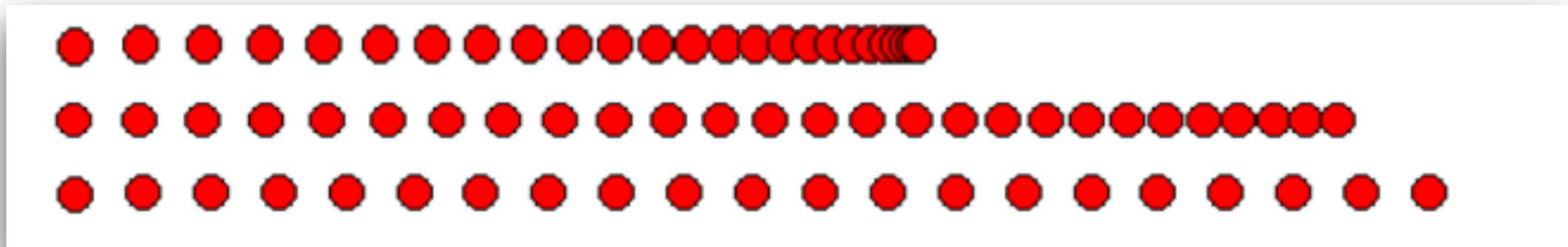


Wirkt auf einen Körper keine Kraft, so ist die  
Beschleunigung des Körpers.....??????

# Die 3 Gesetze von Newton

## (Trägheitsprinzip)

Beispiele:



Wirkt auf einen Körper keine Kraft, so ist die Beschleunigung des Körpers  $a = 0 \text{ m/s}^2$

# Die 3 Gesetze von Newton

## (Aktionsprinzip)

- Kraft  $F$  hat die Einheit  $N = kg \frac{m}{s^2}$
- Beschleunigung  $a$  hat die Einheit  $\frac{m}{s^2}$
- Kraft = [???] \* Beschleunigung

# Die 3 Gesetze von Newton

## (Aktionsprinzip)

- Kraft  $F$  hat die Einheit  $N = kg \frac{m}{s^2}$
- Beschleunigung  $a$  hat die Einheit  $\frac{m}{s^2}$
- Kraft = Masse \* Beschleunigung

# Die 3 Gesetze von Newton

## (Aktionsprinzip)

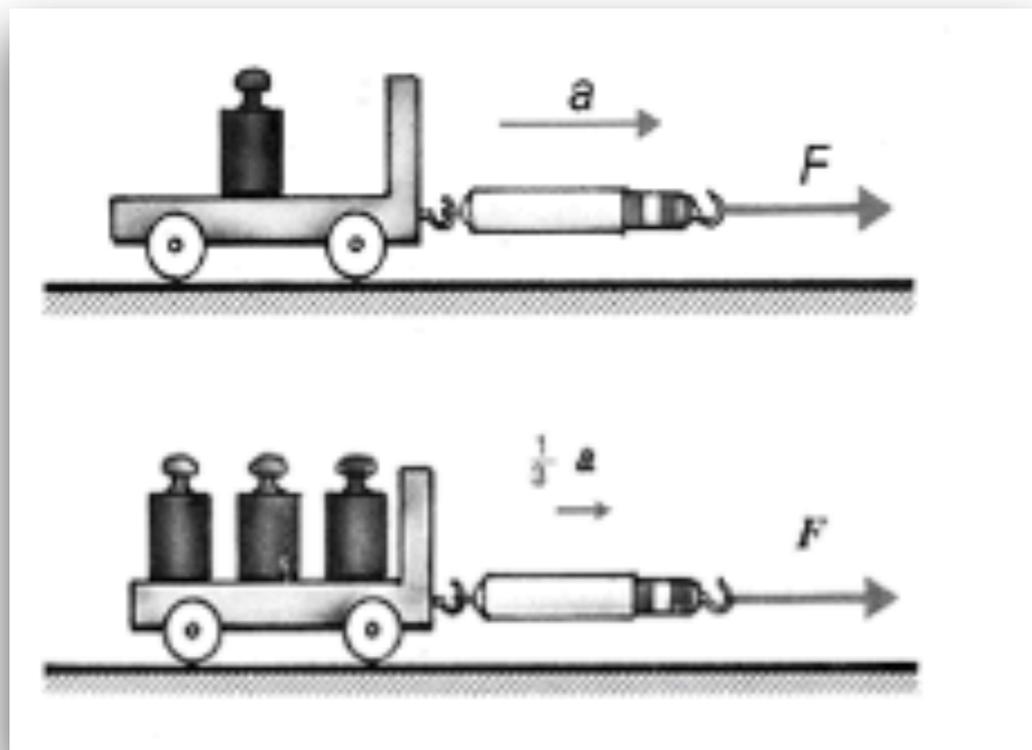
- Kraft  $F$  hat die Einheit  $N = kg \frac{m}{s^2}$
- Beschleunigung  $a$  hat die Einheit  $\frac{m}{s^2}$
- Kraft = [???] \* Beschleunigung

Die Änderung der Bewegung einer Masse ist der Einwirkung der bewegenden Kraft  $F = m * a$  proportional und geschieht nach der Richtung derjenigen geraden Linie, nach welcher jene Kraft wirkt.

# Die 3 Gesetze von Newton

## (Aktionsprinzip)

- Das Trägheitsprinzip ist ein Sonderfall des Aktionsprinzips!
- Je grösser die Kraft, desto ..... die Beschleunigung bei gleichbleibender Masse.
- Je grösser die Masse, desto ..... die Beschleunigung bei gleichbleibender Kraft.



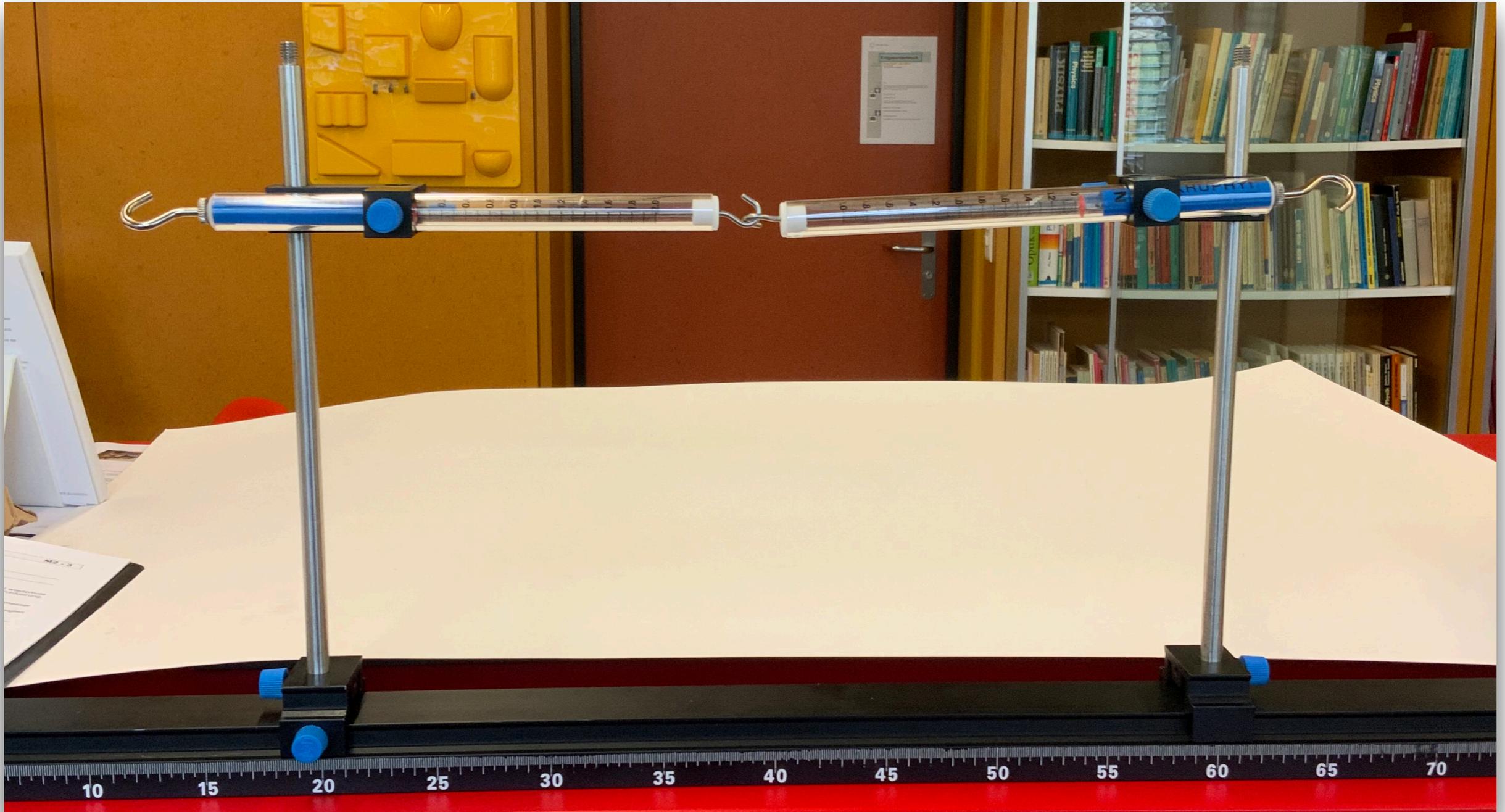
# Die 3 Gesetze von Newton

## (Aktionsprinzip)

- Beispielsrechnung:
  1. Welche Kraft ist erforderlich, um einen Körper der Masse 60kg mit  $0.5\text{m/s}^2$  zu beschleunigen?
  2. Wie gross ist die Masse eines Körpers, der durch eine Kraft von 7N die Beschleunigung  $3.5\text{cm/s}^2$  erhält?

# Die 3 Gesetze von Newton

## (Wechselwirkungsprinzip)



# Die 3 Gesetze von Newton

## (Wechselwirkungsprinzip)

Kräfte treten immer paarweise auf. Übt ein Körper A auf einen anderen Körper B eine Kraft aus (actio), so wirkt eine gleich grosse, aber entgegen gerichtete Kraft von Körper B auf Körper A (reactio).

# Die 3 Gesetze von Newton

## (Wechselwirkungsprinzip)

### Beispiele

