

# 1. Kinematik

---

---

## 1.1 Geradlinige Bewegung

---

### 1.1.1 Gleichförmige Bewegung

---

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \left[ v \right] = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

v      Geschwindigkeit  
 $\Delta x$    zurückgelegter Weg  
 $\Delta t$    benötigte Zeit

Zeit-Ort-Funktion

$$x = v \cdot t + x_0$$

---

## 1.2 Gleichmäßig beschleunigte Bewegung

---

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \left[ a \right] = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

a      Beschleunigung  
 $\Delta v$    Geschwindigkeitsänderung  
 $\Delta t$    Zeitdauer

Zeit-Geschwindigkeits-Funktion

$$v(t) = v = a \cdot t + v_0$$

Zeit-Ort-Funktion

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

Ort-Geschwindigkeit-Funktion

$$v(x)^2 - v_0^2 = v^2 - v_0^2 = 2ax$$

---

## 1.2 Fall und Wurf

---

### 1.2.1 Freier Fall

---

Wird ein Körper im Schwerfeld der Erde fallen gelassen, dann spricht man von einem freien Fall.

Ohne Berücksichtigung des Luftwiderstandes gilt

Geschwindigkeit zur Zeit  $t$  nach dem Loslassen

$$v = gt$$

Durchfallene Höhe nach Ablauf der Zeit  $t$

$$h = \frac{1}{2}g \cdot t^2$$

Geschwindigkeit nach dem Durchfallen der Höhe  $h$

$$v^2 = 2gh$$

---

### 1.2.2 Senkrechter Wurf nach unten

Wirft man einen Körper im Schwerfeld der Erde mit der Geschwindigkeit senkrecht nach unten, dann spricht man von einem senkrechten Wurf nach unten.

Ohne Berücksichtigung des Luftwiderstandes gilt

Geschwindigkeit  $v$  zur Zeit  $t$  nach dem Abwurf

$$v = gt + v_0$$

Durchfallene Höhe  $h$  nach Ablauf der Zeit  $t$

$$h = \frac{1}{2}g \cdot t^2 + v_0 \cdot t$$

Geschwindigkeit  $v$  nach dem Durchfallen der Höhe  $h$

$$v^2 - v_0^2 = 2gh$$

---

### 1.2.2 Senkrechter Wurf nach oben

Wirft man einen Körper im Schwerfeld der Erde mit der Geschwindigkeit senkrecht nach oben, dann spricht man von einem senkrechten Wurf nach oben.

Die Fallbeschleunigung  $g$  wirkt als Bremsbeschleunigung.

Ohne Berücksichtigung des Luftwiderstandes gilt

Geschwindigkeit  $v$  zur Zeit  $t$  nach dem Abwurf

$$v = -gt + v_0$$

Steighöhe  $h$  nach Ablauf der Zeit  $t$

$$h = -\frac{1}{2}g \cdot t^2 + v_0 \cdot t$$

Geschwindigkeit  $v$  in der Höhe  $h$

$$v^2 - v_0^2 = -2gh$$

Beachte :

Für die Aufwärtsbewegung gilt  $v > 0$  und für die Abwärtsbewegung  $v < 0$ .

---

## 2. Dynamik

---

---

### 2.1 Lineare Dynamik

---

#### 2.1.1 Die Newtonschen Gesetze

---

##### 1. Newtonsches Gesetz - Trägheitssatz

Ein Körper, auf den keine Kraft wirkt verharrt im Zustand der Ruhe oder bewegt sich mit gleichbleibender Geschwindigkeit

Die Ursache für die Beschleunigung eines Körpers nennt man Kraft.

##### 2. Newtonsches Gesetz

Um einen Körper mit konstanter Masse  $m$  die Beschleunigung  $a$  zu erteilen, ist die Kraft

$$\boxed{F = m \cdot a} \quad \left[ F \right] = 1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1 \text{ N}$$

erforderlich.

Wirkt auf einen Körper mit der konstanten Masse  $m$  die Kraft  $F$ , dann gilt für seine Beschleunigung  $a$  stets

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

##### 3. Newtonsches Gesetz - actio = reactio

Die Kräfte die zwei Körper aufeinander ausüben sind entgegengesetzt gleich.

Übt der Körper A die Kraft  $F_{AB}$  auf den Körper B aus, dann übt dieser die Kraft  $F_{BA}$  auf A aus, so dass gilt

$$\boxed{F_{AB} = -F_{BA}}$$

Bemerkungen :

a) Die an einem Körper angreifenden Kräfte sind meist durch Kraftgesetze gegeben.

b) Die beschleunigende Kraft ist die Summe aller am Körper angreifenden Kräfte.

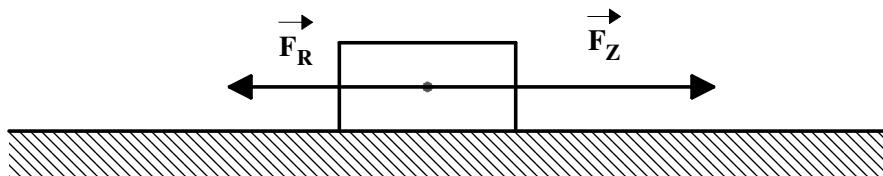
Bei der Summenbildung muss die Richtung der Kräfte - bei der linearen Bewegung das Vorzeichen der Kräfte - berücksichtigt werden.

c) Bewegen sich mehrere miteinander verbundene Massen - Gespanne -, dann ist die beschleunigte Masse gleich der Summe dieser Massen.

Die Kräfte zwischen den Massen - **actio = reactio** - ergeben die Summe Null.

## 2.1.2 Anwendungen

### 1. Bewegung auf der Horizontalen mit Reibung



Beschleunigende Kraft :  $F = F_Z + F_R = F_Z - \mu \cdot m \cdot g$

Anwendung des 2. Newtonschen Gesetzes :

$$m \cdot a = F_Z - \mu \cdot m \cdot g \Rightarrow a = \frac{F_Z - \mu \cdot m \cdot g}{m} \text{ oder } F_Z = m \cdot a + \mu \cdot m \cdot g = m \cdot (a + \mu \cdot g)$$

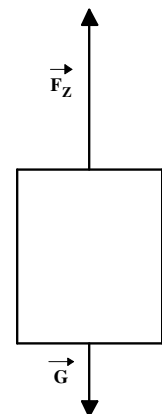
### 2. Fahrstuhl

a) Beschleunigte Bewegung eines Fahrstuhls nach oben

Beschleunigende Kraft :  $F = F_Z + G = F_Z - m \cdot g$

Anwendung des 2. Newtonschen Gesetzes :

$$m \cdot a = F_Z - m \cdot g \Rightarrow a = \frac{F_Z - m \cdot g}{m} \text{ oder } F_Z = m \cdot a + m \cdot g = m \cdot (a + g)$$

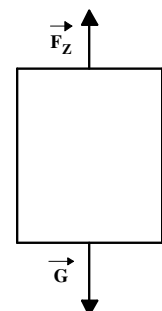


a) Beschleunigte Bewegung eines Fahrstuhls nach unten

Beschleunigende Kraft :  $F = F_Z + G = F_Z + m \cdot g$

Anwendung des 2. Newtonschen Gesetzes :

$$m \cdot a = F_Z + m \cdot g \Rightarrow a = \frac{F_Z + m \cdot g}{m} \text{ oder } F_Z = m \cdot a - m \cdot g = m \cdot (a - g)$$



### 3. Atwoodsche Fallmaschine - Gespann

Beschleunigende Kraft :

$$F = G_2 + G_1 = m_2 \cdot g - m_1 \cdot g = (m_2 - m_1) \cdot g$$

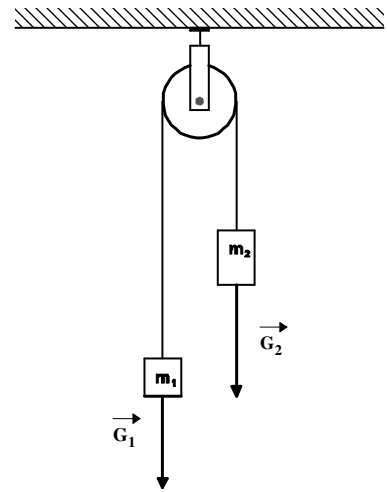
Beschleunigte Masse :

$$m = m_1 + m_2$$

Anwendung des 2. Newtonschen Gesetzes :

$$m \cdot a = F \Rightarrow (m_1 + m_2) \cdot a = (m_2 - m_1) \cdot g$$

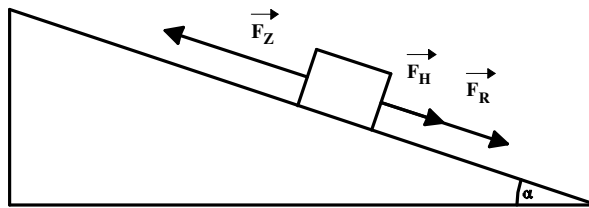
$$a = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \cdot g$$



---

### 5. Bewegung auf der schiefen Ebene

#### 1. Bewegung nach oben



$$\text{Beschleunigende Kraft : } F = F_Z + F_H + F_R = F_Z - m \cdot g \cdot \sin \alpha - \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha$$

#### 2. Bewegung nach unten

$$\text{Beschleunigende Kraft : } F = F_Z + F_H + F_R = F_Z + m \cdot g \cdot \sin \alpha - \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha$$

Beachte :

$F_Z$  kann verschiedene Vorzeichen haben.

---