

## 1.7 Reibungskraft

### Reibungskraft zwischen zwei Festkörpern

- $F_R$  ist der Betrag der Reibungskraft  $\vec{F}_R$ ,  
 $F_N$  der Betrag der Normalkraft  $\vec{F}_N$ , mit der ein Körper auf eine Unterlage gedrückt wird,  
 $\mu$  die Reibungszahl.

$$F_R = \mu \cdot F_N$$

### Reibungskraft bei turbulenter Strömung

- $F_R$  ist der Betrag der Reibungskraft  $\vec{F}_R$ ,  
 $v$  der Betrag der Geschwindigkeit  $\vec{v}$  eines Körpers,  
 $A$  der Flächeninhalt der angeströmten Querschnittsfläche des Körpers,  
 $c_W$  der Widerstandsbeiwert,  
 $\rho$  die Dichte des Mediums.

$$F_R = \frac{1}{2} c_W \cdot A \cdot \rho \cdot v^2$$

## 2 Geradlinige Bewegungen

### 2.1 Mittlere und momentane Geschwindigkeit

Betrachtet wird die Bewegung des Körpers im Zeitintervall  $[t; t + \Delta t]$ .

- $\bar{v}_x$  ist die Koordinate der mittleren Geschwindigkeit  $\vec{v}$  des Körpers in diesem Zeitintervall,  
 $\Delta t$  die Länge des Zeitintervalls,  
 $\Delta x$  die Änderung der Koordinate des Ortes  $\vec{r}$  des Körpers in diesem Zeitintervall.

$$\bar{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

- $v_x(t)$  ist die Koordinate der momentanen Geschwindigkeit  $\vec{v}$  des Körpers in Abhängigkeit von der Zeit  $t$ .

$$v_x(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{d}{dt} x(t) = \dot{x}(t)$$

### 2.2 Geradlinige Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit

- $x(t)$  ist die Koordinate des Ortes  $\vec{r}$  des Körpers in Abhängigkeit von der Zeit  $t$ ,  
 $x_0$  die Koordinate des Ortes  $\vec{r}$  des Körpers zum Zeitpunkt  $t_0 = 0$ ,  
 $v_x$  die Koordinate der konstanten Geschwindigkeit  $\vec{v}$  des Körpers.

$$x(t) = x_0 + v_x \cdot t$$

$$v_x = \text{konst.}$$

### 2.3 Mittlere und momentane Beschleunigung

Betrachtet wird die Bewegung des Körpers im Zeitintervall  $[t; t + \Delta t]$ .

- $\bar{a}_x$  ist die Koordinate der mittleren Beschleunigung  $\vec{a}$  in diesem Zeitintervall,  
 $\Delta t$  die Länge des Zeitintervalls,  
 $\Delta v_x$  die Änderung der Koordinate der Geschwindigkeit  $\vec{v}$  des Körpers in diesem Zeitintervall.  
 $a_x(t)$  ist die Koordinate der momentanen Beschleunigung  $\vec{a}$ , die der Körper erfährt, in Abhängigkeit von der Zeit  $t$ .

$$\bar{a}_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t}$$

$$a_x(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{d}{dt} v_x(t) = \dot{v}_x(t) = \ddot{x}(t)$$

## 2.4 Geradlinige Bewegung mit konstanter Beschleunigung

- $x(t)$  ist die Koordinate des Ortes  $\vec{r}$  des Körpers in Abhängigkeit von der Zeit  $t$ ,  
 $x_0$  die Koordinate des Ortes  $\vec{r}$  des Körpers zum Zeitpunkt  $t_0 = 0$ ,  
 $v_x(t)$  ist die Koordinate der momentanen Geschwindigkeit  $\vec{v}$  in Abhängigkeit von der Zeit  $t$ ,  
 $v_{0,x}$  die Koordinate der Geschwindigkeit  $\vec{v}$  zum Zeitpunkt  $t_0 = 0$ ,  
 $a_x$  die Koordinate der konstanten Beschleunigung  $\vec{a}$ , die der Körper erfährt.

$$x(t) = x_0 + v_{0,x} \cdot t + \frac{1}{2} a_x \cdot t^2$$

$$v_x(t) = v_{0,x} + a_x \cdot t$$

$$a_x = \text{konst.}$$

$$v_x^2 - v_{0,x}^2 = 2 a_x (x - x_0)$$

## 3 Newton'sche Gesetze

### 3.1 Trägheitssatz (1. Newton'sches Gesetz)

Ist die Summe aller an einem Körper angreifenden Kräfte gleich Null, so bleibt der Körper im Zustand der Ruhe oder bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit weiter.

### 3.2 Grundgesetz der Mechanik (2. Newton'sches Gesetz)

#### Grundgesetz bei konstanter Masse eines Körpers

- $\vec{F}$  ist die resultierende Kraft, die einen Körper beschleunigt,  
 $\Delta t$  die Länge des Zeitintervalls, während dessen der Körper beschleunigt wird,  
 $\Delta \vec{v}$  die Änderung der Geschwindigkeit des Körpers im Zeitintervall  $[t; t + \Delta t]$ ,  
 $m$  die konstante Masse des Körpers,  
 $\vec{a}$  die Beschleunigung, die der Körper erfährt.

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

$$\vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta \vec{v}$$

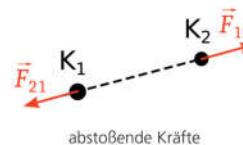
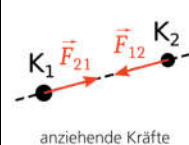
#### Verallgemeinerung des Grundgesetzes

- $\vec{F}(t)$  ist die resultierende Kraft auf einen Körper in Abhängigkeit von der Zeit  $t$ ,  
 $\vec{p}(t)$  der Impuls des Körpers in Abhängigkeit von der Zeit  $t$ ,  
 $\dot{\vec{p}}(t)$  die zeitliche Ableitung des Impulses  $\vec{p}$  in Abhängigkeit von der Zeit  $t$ .

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

### 3.3 Wechselwirkungsprinzip (3. Newton'sches Gesetz)

Übt ein Körper  $K_1$  auf einen Körper  $K_2$  eine Kraft  $\vec{F}_{12}$  aus, so erfährt umgekehrt auch der Körper  $K_2$  stets eine Kraft  $\vec{F}_{21}$ , die der Körper  $K_1$  auf ihn ausübt.  
 Es gilt:  $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$



## 4 Arbeit, Energie, Leistung und Wirkungsgrad

### 4.1 Arbeit

- $W_{12}$  ist die Arbeit, die von der konstanten Kraft  $\vec{F}$  an einem Körper bei dessen Verschiebung vom Punkt  $P_1$  zum Punkt  $P_2$  verrichtet wird,  
 $\vec{F}$  die konstante Kraft, durch die der Körper verschoben wird,  
 $\vec{s}$  der lineare Weg vom Punkt  $P_1$  zum Punkt  $P_2$  ( $\vec{s} = \vec{P}_1 P_2$ ),  
 $\alpha$  der eingeschlossene Winkel zwischen  $\vec{F}$  und  $\vec{s}$ .

$$W_{12} = \vec{F} \circ \vec{s}$$

$$W_{12} = |\vec{F}| \cdot |\vec{s}| \cdot \cos \alpha$$

- $W$  ist die Arbeit, die die konstante Kraft  $\vec{F}$  am Körper bei dessen Verschiebung entlang der Strecke  $\vec{s}$  verrichtet,  
 $F$  der Betrag der konstanten Kraft  $\vec{F}$  in Richtung der Strecke  $\vec{s}$ ,  
 $s$  der Betrag der Strecke  $\vec{s}$  in Richtung der Kraft  $\vec{F}$ .

$$W = F \cdot s$$

Ein Körper wird längs der  $x$ -Achse eines Koordinatensystems durch eine ortsabhängige Kraft  $\vec{F}$  verschoben.

- $W_{12}$  ist die Arbeit, die von der Kraft  $\vec{F}$  an diesem Körper bei dessen Verschiebung von  $x_1$  nach  $x_2$  verrichtet wird,  
 $x_1$  die Koordinate des Ortes des Körpers vor der Verschiebung,  
 $x_2$  die Koordinate des Ortes des Körpers nach der Verschiebung,  
 $F_x(x)$  die  $x$ -Koordinate der Kraft  $\vec{F}$  in Abhängigkeit von  $x$ .

$$W_{12} = \int_{x_1}^{x_2} F_x(x) dx$$

### 4.2 Mechanische Energie

#### Arbeit-Energie-Prinzip

- $W$  ist die an einem Körper verrichtete Arbeit,  
 $\Delta E$  die Änderung der Gesamtenergie des Körpers.

$$W = \Delta E$$

#### Kinetische Energie

- $E_{\text{kin}}$  ist die kinetische Energie eines Körpers,  
 $m$  die Masse des Körpers,  
 $v$  der Betrag seiner Geschwindigkeit  $\vec{v}$ .

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

#### Potenzielle Energie der Erdanziehung

- $E_{\text{pot}}$  ist die potenzielle Energie der Erdanziehung eines Körpers,  
 $m$  die Masse des Körpers,  
 $h$  seine Höhe gegenüber dem Bezugsniveau,  
 $g$  der Ortsfaktor (Betrag der Fallbeschleunigung).

$$E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$$

#### Potenzielle Energie der Elastizität

- $E_{\text{pot}}$  ist die potenzielle Energie der Elastizität einer Feder,  
 $D$  die Federkonstante,  
 $s$  die Dehnung/Stauchung der Feder.

$$E_{\text{pot}} = \frac{1}{2} D \cdot s^2$$