Der Impuls:

$\boxed{\vec{p} = m\vec{v}}$ (engl. momentum)

Verallgem. NG

1\. NG $\quad \vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{p} = \text{const}$

2\. NG $\quad \vec{F} = \frac{d}{dt}(m\vec{v}) = \dot{\vec{p}}$

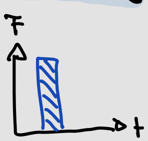
3\. NG $\quad \vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \Rightarrow \vec{p}_{12} = -\vec{p}_{21}$

Gesamtimpuls ist erhalten: $\sum \vec{p} = \sum \vec{p}\,'$ ← –"– zur Zeit t'

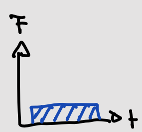
↖ Alle Impulse zur Zeit t

↳ Impulsänderung $\Delta p = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}\,dt$

Egal ob



oder



⇓

$\Delta p \propto$ Fläche $= \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}\,dt$

Vorlesung 8

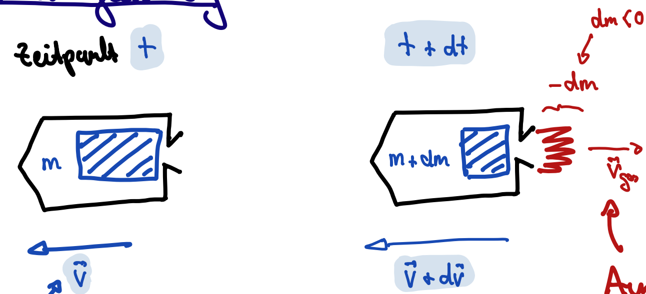
Systeme mit $\dot{m} \neq 0$:

$\dot{m} = \frac{dm}{dt}$ < 0 → Rakete

$\dot{m} = \frac{dm}{dt}$ > 0 → Flugzeug das beladen wird, rel. Teilchen ($v \approx c$)

Raketengleichung:

Zeitpunkt t $\qquad$ $t + dt$

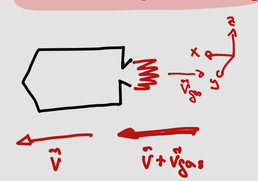


Geschw. der Rakete rel. zur Erde

Ausstoß geschw. rel. zur Rakete

⇓

relativ zur Erde: Galilei Transformation



$\vec{v} + \vec{v}_{ges} = (v - v_{ges})\vec{e}_x$

Impulserhaltung:

t: $\quad \vec{p}(t) = m\vec{v} = mv\vec{e}_x$

$t+dt$: $\quad \vec{p}(t+dt) = (m+dm)(v+dv)\vec{e}_x - dm\,(v - v_{ges})\vec{e}_x$

(dm < 0; ↖ dm < 0)

Impulserh. $\quad \vec{p}(t) - \vec{p}(t+dt) \overset{!}{=} 0 = m\,dv + dm\,v_{ges} + dm\,dv$ ($dm\,dv \approx 0$ (sehr klein))

→ $dv = -v_{ges}\frac{dm}{m} \Rightarrow \int_{t_0}^{t} dv = v(t) - v_0 = -v_{ges}\int_{m(t_0)}^{m(t)} \frac{dm}{m}$

$\Rightarrow v(t) = v_0 + v_{ges} \ln \frac{m_0}{m(t)}$ $\quad$ ($\Delta p = -F\,dt$) $\quad - gt$ im Schwerefeld

Nach Brenndauer T_s:

$v(T_s) = v_0 + v_{ges} \ln\left(1 + \frac{m_T}{m_N}\right) - gT_s$

(m_T: Masse Treibstoff; m_N: Masse Nutzlast)