Physikalischen Größen

Weg	$\mathbf{x}$	m	Winkel	$\boldsymbol{\varphi}$	rad
Geschwindigkeit	$\mathbf{v}$	m/s	Winkelgeschwindigkeit	$\boldsymbol{\omega}$	rad/2
Beschleunigung	$\mathbf{a}$	$\mathrm{m/s^2}$	Winkelbeschleunidung	$\boldsymbol{\alpha}$	$\mathrm{rad/2^2}$
Masse	m	kg	Trägheitsmoment	$\underline{\mathbf{J}}, J$	$\mathrm{kg \cdot m^2}$
Impuls	$\mathbf{p}$	$\mathrm{kg \cdot m/s}$	Drehimpuls	$\mathbf{L}$	$\mathrm{kg \cdot m^2/s}$
Kraft	$\mathbf{F}$	$\mathrm{kg \cdot m/s^2}$	Drehmoment	$\mathbf{M}, \boldsymbol{\tau}$	Nm
Energie	E	J = Ws	Arbeit	$\Delta E, W$	J
		$\mathrm{kg\ m^2/s^2}$	Leistung	P	W
Spannung	σ, τ	Pa	Druck	$-\sigma, p$	Pa

Postulate für Newtonsche Mechanik

Absoluter Zeit und Raum

Zeit und Raum sind sowohl vom Beobachter als auch von der darin enthaltenen Objecten und darin stattfindenden physikalischen Vorgängen unabhängig.

I. Newtonsche Gesetz

Ein kräftefreier Körper bleibt in Ruhe oder bewegt sich geradlinig mit konstanter Geschwindigkeit

II. Newtonsche Gesetz

$$\sum \mathbf{F} = m\,\mathbf{a} \qquad \sum \mathbf{M} = J\boldsymbol{\alpha}$$

III. Newtonsche Gesetz

Wirkt ein Körper A auf einen Körper B mit der Kraft $\mathbf{F}_{AB}$, so wirkt der Körper B mit der entgegensetzt gerichteten, gleich grossen Kraft $\mathbf{F}_{BA} = -\mathbf{F}_{AB}$.

Energieerhaltung

In einem geschlossenen System sind die gesamte Energie und Impuls *immer* erhalten.

Gallilei Invarianz (Boost)

Beschleunigungen sind von nicht drehenden Bezugsystem gleich.

$$\mathbf{F}' = \mathbf{F} = m\,\ddot{\mathbf{x}}' = m\,\ddot{\mathbf{x}}$$

Translationsbewegung

Spezifische Translationsbewegungen

Zweidimensionaler Wurf ($\mathbf{a} = \mathbf{g}$)

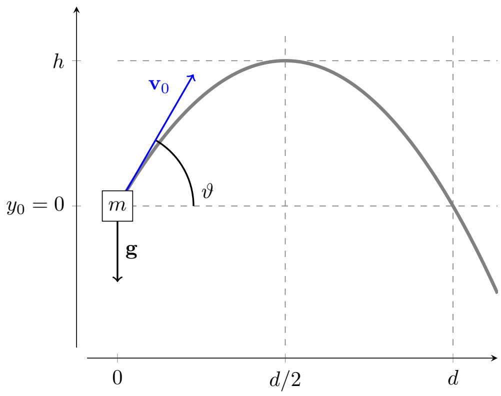
$$x = v_0 \cdot \cos(\vartheta) \cdot t$$

$$y = v_0 \cdot \sin(\vartheta) \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}$$

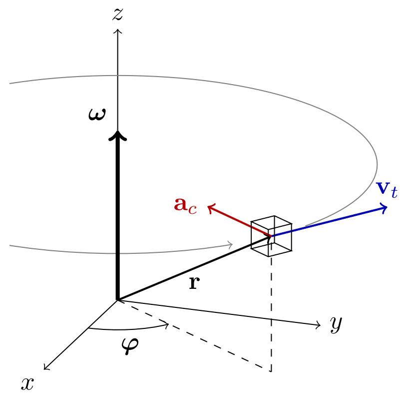
$$y = \tan(\vartheta) \cdot x - \frac{g \cdot x^2}{2v_0^2 \cos^2(\vartheta)}$$

$$d = \frac{v_0^2}{g} \cdot \sin(2\vartheta) \quad (y = 0)$$

$$h = \frac{v_0^2}{2g} \cdot \sin^2(\vartheta) \quad (\dot{y} = 0)$$



Rotationsbewegung und Kreisbewegung



Physikalische Größen

$$\boldsymbol{\omega} = \dot{\boldsymbol{\varphi}} \qquad \mathbf{L} = J\boldsymbol{\omega}$$
$$\boldsymbol{\alpha} = \dot{\boldsymbol{\omega}} = \ddot{\boldsymbol{\varphi}} \qquad \mathbf{M} = \dot{\mathbf{L}} = J\boldsymbol{\alpha}$$

Beziehungen mit der Translationsbewegung

$$\mathbf{v}_t = \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r} \qquad \mathbf{a}_t = \dot{\mathbf{v}}_t = \boldsymbol{\alpha} \times \mathbf{r}$$
$$\mathbf{a}_c = \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{v}_t = \boldsymbol{\omega} \times (\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r})$$
$$= (\boldsymbol{\omega} \cdot \mathbf{r})\boldsymbol{\omega} - \boldsymbol{\omega}^2\mathbf{r} \xRightarrow{\boldsymbol{\omega}\perp\mathbf{r}} -\boldsymbol{\omega}^2\mathbf{r}$$

Trägheitsmoment

Umlaufbahn

Bedingung für eine kreisförmige Bahn

$$\mathbf{F}_c + \mathbf{G} = \mathbf{0} \iff m\omega^2 r = G\frac{mM}{r^2}$$

Bedingung für eine geschlossen Bahn

$$K + U < 0 \iff \frac{m}{2}v^2 - G\frac{mM}{r} < 0$$

Pendel

Energie und Arbeit

Arbeit ist die Energie, die durch Kräfte auf einen Körper übertragen wird.

$$\Delta E = W = \int_\gamma \mathbf{F} \cdot \mathrm{d}\mathbf{s}$$

Die Gesamtenergie eines abgeschlossenen Systems $\tilde{E}$ ist unveränderlich. Energie kann nur umgewandelt werden.

$$\tilde{E} = K + V + T + E_M \qquad \tilde{E} = k$$

Die kinetische Energie ist der Arbeit des Kraftstoß.

$$K_{\text{tr}} = \int_\gamma \frac{\mathrm{d}\mathbf{p}}{\mathrm{d}t} \cdot \mathrm{d}\mathbf{s} \doteq \frac{m}{2}\mathbf{v}^2$$
$$K_{\text{rot}} = \int_\phi \frac{\mathrm{d}\mathbf{L}}{\mathrm{d}t}\, \mathrm{d}\boldsymbol{\varphi} \doteq \frac{J}{2}\boldsymbol{\omega}^2$$

Die potentielle Energie ist der Arbeit des Potentials.

$$V_G = -\int_\gamma G\frac{m_1 m_2}{r^2}\hat{\mathbf{r}} \cdot \mathrm{d}\mathbf{r} = G\frac{m_1 m_2}{r}$$
$$V_g = mg\Delta z \quad \text{wobei} \quad g = \frac{GM_E}{r_E^2}$$

$$V_F = -\int_0^d -cs\, \mathrm{d}s = cd^2$$

Statik

$$\sum_k \mathbf{F}_k = \mathbf{0} \qquad \sum_k \mathbf{M}_k = \mathbf{0}$$

Dynamik

$$\sum_k \mathbf{F}_k = m \cdot \mathbf{a} \qquad \sum_k \mathbf{M}_k = J\boldsymbol{\alpha}$$

Reibung

$$\mathbf{F}_R = -\mu N \hat{\mathbf{F}}$$

Stöße

Nicht konstante Masse

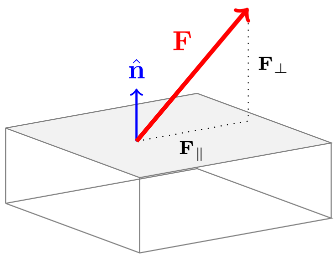
(Schub) Raketenantrieb

$$\overbrace{\mathrm{d}m(\mathbf{v} - \mathbf{u})}^{\mathbf{p}_s} + \overbrace{(m - \mathrm{d}m)(\mathbf{v} + \mathrm{d}\mathbf{v})}^{\mathbf{p}_r} = m\mathbf{v}$$

$$\mathbf{v} = \mathbf{u} \int \frac{\mathrm{d}m}{m} = \mathbf{u} \ln(m) + \mathbf{v}_0 \quad (m > 0)$$

$$\mathbf{F}_s = \frac{\mathrm{d}m}{\mathrm{d}t} \dot{\mathbf{x}}$$

Deformierbäre Körper



$$\sigma = \frac{F_\perp}{A} = E\varepsilon \qquad \varepsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell}$$

$$\tau = \frac{F_\parallel}{A} = G\gamma \qquad G = \frac{E}{2(1+\mu)}$$

$$\underline{\boldsymbol{\sigma}} = \begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{xy} & \sigma_y & \tau_{yz} \\ \tau_{xz} & \tau_{yz} & \sigma_z \end{bmatrix} \qquad \mathbf{T} = \underline{\boldsymbol{\sigma}} \hat{\mathbf{n}}$$