

Beschleunigung – Kraft

$$F = m \cdot a$$

$$[N = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}]$$

Beschleunigung – Weg

$$x = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$[m = \frac{m}{s^2} \cdot s^2]$$

Haftreibung

$$F_H = \mu_H \cdot F_N$$

F_H : Haftreibung

μ_H : Haftreibungskonstante

F_N : Normalkraft

Gleitreibung

$$F_{\text{Gl}} = \mu_{\text{Gl}} \cdot F_{\text{N}}$$

F_{Gl} : Gleitreibung

μ_{Gl} : Gleitreibungskonstante

F_{N} : Normalkraft

Haftreibung – Schiefe Ebene

5

Antwort

$$\mu_{\mathrm{H}} = \tan \alpha$$

Leistung

$$P = F \cdot v$$

$$\left[\begin{aligned} W &= N \cdot \frac{m}{s} \\ &= kg \frac{m}{s^2} \cdot \frac{m}{s} \\ &= kg \frac{m^2}{s^3} \end{aligned} \right]$$

Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}}$$

Radialbeschleunigung

$$a = \frac{v^2}{r}$$

$$\left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \frac{\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{\text{m}} \right]$$

Arbeit

$$W = F \cdot s$$

$$\left[\text{J} = \text{N} \cdot \text{m} \right.$$

$$= \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m}$$

$$= \text{kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \left. \right]$$

potentielle Energie

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

$$\left[\text{J} = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m} \right. \\ \left. = \text{kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \right]$$

kinetische Energie

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$
$$\left[\text{J} = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \right]$$

Kreisfrequenz

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$\left[\text{s}^{-1} = \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right]$$

T: Kreisfrequenz (Umlaufzeit)

Kreisfrequenz Hook'sche Feder

$$\omega = \sqrt{\frac{D}{m}}$$

$$\left[\text{s}^{-1} = \sqrt{\frac{\frac{\text{N}}{\text{m}}}{\text{kg}}} \right]$$

D: Federkonstante

harmonische Schwingung:
Beschleunigung

$$a(t) = -\omega^2 \cdot y_0 \cdot \sin \omega t = -\omega^2 \cdot y(t)$$

$$\left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \text{s}^{-2} \cdot \text{m} \right]$$

harmonische Schwingung:
Geschwindigkeit

$$v(t) = \omega \cdot y_0 \cdot \cos \omega t$$

$$\left[\frac{\text{m}}{\text{s}} = \text{s}^{-1} \cdot \text{m} \right]$$

harmonische Schwingung:
Auslenkung

$$y(t) = y_0 \cdot \sin \omega t$$

potentielle Energie
Hook'sche Feder

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

$$\begin{aligned} \left[J = \frac{\text{N}}{\text{m}} \text{m}^2 \right. \\ = \frac{\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\text{m}} \cdot \text{m}^2 \\ \left. = \text{kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \right] \end{aligned}$$

Kraft Hook'sche Feder

$$F = D \cdot x$$

$$\left[\text{N} = \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot \text{m} \right]$$

Inelastischer Stoß

$$v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

Elastischer Stoß

$$v_1' = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2v_2}{m_1 + m_2}$$

$$v_2' = \frac{(m_2 - m_1)v_2 + 1m_1v_1}{m_2 + m_1}$$

Drehimpuls

$$L = \vartheta \cdot \omega$$

$$\left[\text{N m s} = \text{kg m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \right]$$

$$\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \text{m s} = \text{kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

$$\left[\text{kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} = \text{kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \right]$$

Kinetische Energie Drehbewegung

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot \vartheta \cdot \omega^2$$

$$\left[\text{J} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \right. \\ \left. = \text{kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \right]$$

Impuls

$$p = m \cdot v$$

$$\left[\frac{\text{kg m}}{\text{s}} = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

Kreisfrequenz Fadenpendel

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

$$\left[\text{s}^{-1} = \sqrt{\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \frac{1}{\text{m}}} \right. \\ \left. = \sqrt{\text{s}^{-2}} = \text{s}^{-1} \right]$$

Nur bei $\alpha < 5^\circ$

Trägheitsmoment Stab um
Stabende

$$\vartheta = \frac{1}{3} \cdot m \cdot l^2$$

$$\left[\text{kg m}^2 = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \right]$$

l: Länge des homogenen Stabes

Trägheitsmoment Stab um
Schwerpunkt

$$\vartheta = \frac{1}{12} \cdot m \cdot l^2$$

$$\left[\text{kg m}^2 = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \right]$$

l: Länge des homogenen Stabes

Trägheitsmoment Vollzylinder

$$\vartheta = \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2$$

$$\left[\text{kg m}^2 = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \right]$$

r: Durchmesser des Zylinders

Trägheitsmoment Hohlzylinder

$$\vartheta = m \cdot r^2$$

$$\left[\text{kg m}^2 = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \right]$$

Transformation
Geschwindigkeit –
Winkelgeschwindigkeit

$$v = r \cdot \omega$$

$$\left[\frac{\text{m}}{\text{s}} = \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \right]$$

Trägheitsmoment Kugel

$$\vartheta = \frac{2}{5} \cdot m \cdot r^2$$

$$\left[\text{kg m}^2 = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \right]$$

Trägheitsmoment Stab um
Stabende

$$\vartheta = \frac{1}{3} \cdot m \cdot L^2$$

$$\left[\text{kg m}^2 = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \right]$$

Leistung Translation

$$P = F \cdot v = M \cdot \omega$$

$$\left[W = N \cdot \frac{m}{s} = Nm \cdot s^{-1} \right]$$

$$\left[kg \frac{m^2}{s^3} = kg \frac{m}{s^2} \cdot \frac{m}{s} \right]$$

Drehmoment

$$M = F \cdot r$$

$$\left[\text{Nm} = \text{N} \cdot \text{m} \right]$$

Kreisfrequenz Drehschwingung

$$\omega = \sqrt{\frac{D}{\vartheta}}$$

$$\left[\text{s}^{-1} = \sqrt{\frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot \frac{1}{\text{kg m}^2}} \right]$$

Rückstellmoment Drehschwingung

$$M = -D_\varphi \cdot \varphi$$

$$[\text{Nm} = \text{Nm?}]$$

D_φ : Torsionsfederkonstante

φ : Verdrillungswinkel

Präzessionsfrequenz

$$\omega_{\text{p}} = \frac{M}{L} = \frac{F \cdot r \cdot \sin \varphi}{\vartheta \cdot \omega_{\text{r}}}$$

$$\left[\text{s}^{-1} = \frac{\text{Nm}}{\text{N m s}} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{kg m}^2 \cdot \text{s}^{-1}} \right]$$

Satz von Steiner

$$\vartheta = m \cdot a^2 + \vartheta_{\text{SP}}$$

$$\left[\text{kg m}^2 = \text{m}^2 \cdot \text{kg} + \text{kg m}^2 \right]$$

- ϑ_{SP} Trägheitsmoment durch Schwerpunkt
 ϑ Trägheitsmoment durch neue Achse,
|| zur Achse von ϑ_{SP}
 a Abstand der beiden Achsen

Gravitationskonstante

$$\gamma = 6,6742 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N m}^2}{\text{kg}^2}$$

Gravitationspotential

$$\varphi = -\frac{\gamma \cdot m}{r}$$

$$\left[\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = \frac{\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \text{kg}}{\text{m}} \right]$$

$$= \text{N} \frac{\text{m}}{\text{kg}} = \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \frac{\text{m}}{\text{kg}} \Big]$$

pot. Energie Gravitation

$$E_{\text{pot}} = - \frac{\gamma \cdot m_1 \cdot m_2}{r}$$

$$\left[\begin{aligned} \text{J} &= \frac{\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \text{kg} \cdot \text{kg}}{\text{m}} \\ &= \text{Nm} \end{aligned} \right]$$

Gravitationsfeldstärke

$$g = -\frac{\gamma \cdot M}{r^2}$$

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

M : Planetenmasse

Gravitationskraft

$$F_G = -\gamma \cdot \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$\left[N = \frac{\text{N m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{\text{kg}^2}{\text{m}^2} \right]$$

Erhaltungssätze der klassischen Physik

- Energien
- Impulse
- Drehimpulse
- elektrische Ladungen

Corioliskraft

$$F_C = m \cdot a_c = 2 \cdot m \cdot v_{\perp} \cdot \omega$$

$$\left[\text{N} = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \text{s}^{-1} \right]$$

a_c : Coriolisbeschleunigung

v_{\perp} : Geschwindigkeit des Körpers, rel.
zum rotierenden Bezugssystem

ω : Winkelgeschwindigkeit Bezugssystem

Keplersche Gesetze

- Planeten auf Ellipsen mit Sonne im gemeinsamen Brennpunkt
- Radiusvektor überstreicht in gleicher Zeit gleiche Fläche: $\frac{\Delta A}{\Delta t} = \text{const}$
- Umlaufzeit $T_{1,2}$, große Halbachse $a_{1,2}$ zweier Planeten: $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$

Planet auf Kreisbahn

$$\frac{r_p^3}{T_p^2} = \gamma \frac{m_s}{4\pi^2} = \textit{const.}$$

r_p : Radius Planetenbahn

T_p : Umlaufzeit Planet

m_s : Masse der Sonne

Gebundener und ungebundener Zustand

$$E = E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}} = \frac{1}{2}m_2v^2 - \gamma\frac{m_1m_2}{r}$$

$E \geq 0$: ungebunder Zustand, m_2 kann sich beliebig weit von m_1 entfernen

$E < 0$: gebunder Zustand

Elastizitätsmodul

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$\left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \frac{\frac{\text{N}}{\text{m}^2}}{1} \right]$$

Zugfestigkeit

$$\sigma = \frac{F}{A}$$
$$\left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right]$$

Hooksches Gesetz

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

$$\left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 1 \right]$$

relative Längenänderung

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

$$\left[1 = \frac{\text{m}}{\text{m}} \right]$$

Poisson-Zahl

$$\mu = \left| \frac{\frac{\Delta d}{d}}{\frac{\Delta l}{l}} \right|$$

Querkontraktion, Dicke nimmt \perp zur Dehnung ab.

Druck

$$p = \frac{F}{A}$$

$$\left[\text{Pa} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right]$$

Kompressibilität

$$\frac{\Delta V}{V} = -\kappa p$$

$$\Rightarrow \kappa = \frac{3}{E}(1 - 2\mu)$$

$$\left[\frac{1}{\text{Pa}} = \frac{1}{\frac{\text{N}}{\text{m}^2}} \right]$$

Kompressionsmodul

$$K = \frac{1}{\kappa}$$

$$\left[\text{Pa} = \frac{1}{\frac{1}{\text{Pa}}} \right]$$

Scherspannung

$$\tau = \frac{F_s}{A} = G\alpha$$

F_s : Scherkraft, tangential zu A

G: Torsions- oder Schubmodul [Pa]

α : Scherwinkel

Torsionskonstante
dünnwandiges Rohr

$$D_{\varphi} = \frac{2\pi r^3 d}{l} G$$

$$\left[\text{N m} = \frac{\text{m}^3 \text{ m}}{\text{m}} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right]$$

r: Rohrradius

d: Rohrwandstärke, $d \ll r$

l: Rohrlänge

Torsionskonstante
Vollstab

$$D_{\varphi} = \frac{\pi}{2} \frac{R^4}{l} G$$
$$\left[\text{N m} = \frac{\text{m}^4}{\text{m}} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right]$$

R: Rohrradius

l: Rohrlänge

Drehmoment Torsion

$$M = D_\varphi \cdot \varphi$$

$$\left[\text{N m} = \text{N m} \right]$$

Dehnung eines Stabes
Federkonstante

$$D = \frac{E \cdot A}{l}$$

$$\left[\frac{\text{N}}{\text{m}} = \frac{\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \text{m}^2}{\text{m}} \right]$$

potentielle Energie
Dehnarbeit

$$W = \frac{1}{2} \cdot E \cdot A \cdot l \cdot \varepsilon^2 = \frac{1}{2} \cdot E \cdot V \cdot \varepsilon^2$$

$$\left[J = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{m} = \text{N m} \right]$$

Energiedichte Dehnung

$$w = \frac{W}{V} = \frac{E}{2} \varepsilon^2$$

$$\left[\frac{\text{J}}{\text{m}^3} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right. \\ \left. = \frac{\text{N m}}{\text{m}^3} \right]$$

Energiedichte Torsion

$$w = \frac{G}{2} \alpha^2$$

$$\left[\frac{\text{J}}{\text{m}^3} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right. \\ \left. = \frac{\text{N m}}{\text{m}^3} \right]$$

Hinweise zur Nutzung dieser Karteilernkarten:

Die Karten wurden von allen Beteiligten nach bestem Wissen und Gewissen erstellt, für Fehlerfreiheit und Klausurgelingen kann aber keine Garantie gegeben werden.

”THE BEER-WARE LICENSE”:

Moritz Augsburger (and others, see <https://github.com/maugsburger/exph>) wrote this file. As long as you retain this notice you can do whatever you want with this stuff.

If we meet some day and you think this stuff is worth it, you can buy me a beer or a coffee in return.