

SF Physik Mechanische Vertiefung

Zentripetalkraft

$$v = \frac{s}{t}$$

$$a = \frac{v}{t}$$

$$F = m a$$

Zentripetalbeschleunigung: $a_z = \frac{v^2}{r}$

Zentripetalkraft: $F_z = \frac{m v^2}{r}$

Winkelgeschw.: Winkel pro Zeit $\omega = \frac{\varphi}{t}$

$$v = r \omega \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

Schiefer Wurf

Wurfparabel:
$$\begin{cases} x = v_0 \cos \alpha \cdot t \\ y = -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 \sin \alpha \cdot t \end{cases}$$

Wurfdauer: $t_w = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g}$

Wurfweite: $x_w = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$

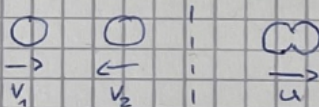
Wurfhöhe: $y_h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2 \cdot g}$

Impuls

$$\vec{p} = m \vec{v}$$

Kraftstoß: $\vec{p} = \vec{F} \cdot \Delta t$ (nicht abgeschl. System)

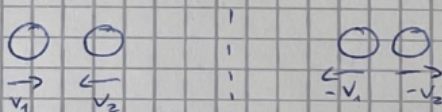
Unelastischer Stoß:



E_{kin} nicht erhalten

$$\vec{p}_1 = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 \quad \vec{p}_2 = (m_1 + m_2) \vec{u}$$

Elastischer Stoß:



E_{kin} erhalten

Rotationsbewegung

Winkelgeschw.: $\omega = \frac{\varphi}{t}$

Winkel beschleunigung: $\alpha = \frac{\omega}{t}$

Bewegungsgleichung: $M = J \alpha$ ($J \Rightarrow$ Trägheitsmoment)

Trägheitsmoment: $J = m r^2$

Rotationsenergie: $E_{rot} = \frac{1}{2} m r^2 \omega^2 = \frac{1}{2} J \omega^2$

Satz von Steiner: $J = J_s + m d^2$

Drehimpuls

$$\vec{L} = J \vec{\omega}$$

Herleitung: $M = J \alpha \quad | \cdot \Delta t$

↳ Im abgeschl. System

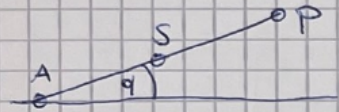
$$M \Delta t = J \alpha \cdot \Delta t$$

$$M \Delta t = \Delta \omega J = \Delta \vec{L}$$

Allgemein: $\vec{L} = \sum_{i=1}^n \vec{r}_i \times \vec{p}_i$

Aufgabentypen

▷ Schneller als freier Fall?



gegeben: $J_S = \frac{1}{12} m l^2$

$l = 10 \text{ m}$

$h = 10 \text{ m}$

gesucht: v_P

$$J_A = J_S + m d^2 = \frac{1}{12} m l^2 + m \left(\frac{1}{2} l\right)^2 = \frac{1}{3} m l^2$$

$$E_{\text{rot}} = E_{\text{pot}}$$

$$\frac{1}{2} J \omega^2 = m \cdot g \cdot h$$

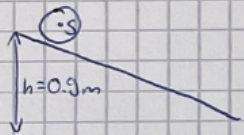
$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} m l^2 \omega^2 = m \cdot g \cdot h$$

$$v = r \omega$$

$$\frac{1}{6} \cdot (10 \text{ m})^2 \left(\frac{v_P}{5}\right)^2 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{ m}$$

$$v_P = \sqrt{600}$$

▷ Schiefe Ebene (Zylinder)



$$E = E_{\text{rot}} + E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} J \omega^2 + \frac{1}{2} m v^2$$

$$E_{\text{pot}} = E$$

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} m \left[\frac{v^2}{r^2} \omega^2 \right] + \frac{1}{2} m v^2 \quad | \cdot \frac{4}{3}$$

$$\frac{4}{3} \cdot g = v^2$$

$$\sqrt{12} = v$$

▷ Kreissägeblatt



$\Delta t = 2 \text{ s} \quad n = 6000 \frac{1}{\text{min}}$

pro Sek.!!!

$J = 6 \cdot 10^{-3} \text{ kg m}^2$

gesucht: M

$$L_1 = J \cdot 0 = 0 \quad L_2 = J \omega = J \cdot n \cdot 2\pi$$

$$M = \frac{\Delta L}{\Delta t} = \frac{0 + J \cdot n \cdot 2\pi}{\Delta t} = 1.9 \text{ Nm}$$

▷ Eiskunstläuferin (Arme anziehen)

geg. $J_1 = 2.2 \text{ kg m}^2 \quad J_2 = \frac{1}{2} m r^2 = 0.675 \text{ kg m}^2 \quad m = 60 \text{ kg} \quad r = 0.15 \text{ m}$

$\omega_1 = 3 \frac{1}{\text{s}}$

$\omega_2 = ?$

$$L_1 = L_2$$

$$J_1 \omega_1 = J_2 \omega_2 \quad | : J_2$$

$$\frac{J_1 \omega_1}{J_2} = \omega_2 = 9.7$$

Hinweis: E_{rot} nicht erhalten,
wenn Arbeit verrichtet

(z.B. Arme anziehen)

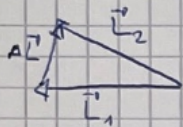
► Kreisel (Wieso kippt er nicht seitlich?)



Bemerkung $\Delta t > 0$

$$\Delta \vec{L} = \vec{M} \Delta t \rightarrow \vec{L} \text{ und } \vec{M} \text{ zeigen in gleiche Richtung}$$

Von Oben:

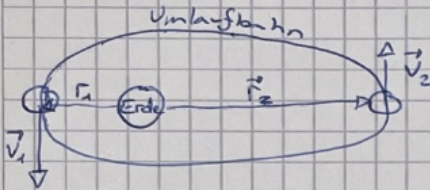


rotiert im
Uhrzeigersinn

► Satellit ges. v_2

geg. $r_1 = 6 \cdot 10^6 \text{ m}$ $v_1 = 9'000 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$r_2 = 2 \cdot 10^7 \text{ m}$



$$L_1 = L_2$$

$$L = r \times p$$

$$r_1 m v_1 = r_2 m v_2 \quad | : r_2$$

$$\frac{r_1}{r_2} \cdot v_1 = v_2$$

$$\underline{\underline{2'700 \frac{\text{m}}{\text{s}} = v_2}}$$

► drehbarer Stuhl (Person in Ruhe)

geg. $m_{\text{Ball}} = 0.8 \text{ kg}$ $v_{\text{Ball}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $r_0 = 0.8 \text{ m}$ $J_{\text{Person}} = 2.5 \text{ kg m}^2$

→ Drehimpulserhaltung:

→ Winkelgeschw.:

$$L_1 = L_2$$

$$L_{\text{Ball}} + L_{\text{Person}} = L_2$$

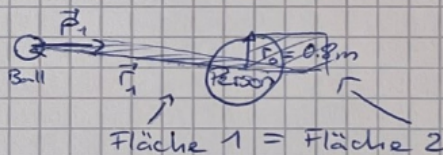
$$\downarrow 0$$

$$L_{\text{Ball}} = r_0 \cdot m \cdot v = 6.4 \text{ kg } \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

$$L_2 = (J + m r_0^2) \omega$$

$$6.4 \text{ kg } \frac{\text{m}^2}{\text{s}} = \underbrace{(J + m r_0^2)}_{3.012} \omega \quad | : 3.012$$

$$\underline{\underline{2.1 \frac{1}{\text{s}} = \omega}}$$



$$A_1 = |\vec{r}_1 \times \vec{p}_1| = L_1$$

$$A_2 = r_0 \cdot p_1$$

$$A_1 = A_2 = |\vec{r}_1 \times \vec{p}_1| = r_0 \cdot p \rightarrow r_0 \text{ und } p_1 \text{ konstant}$$

& in gleicher Ebene

=> Richtung erhalten