

Letzte Stunde

Kreisbewegung : Winkel φ , Radius r

Winkelgeschwindigkeit $\omega = d\varphi / dt$

Bahngeschwindigkeit $v_B = \omega r$

Beschleunigte Bewegung, weil v_B ständig die Richtung ändert

Radialbeschleunigung $a_r = r\omega^2 = v_B^2 / r$

Heute

- 5.2 Radialkräfte
- 5.3 Corioliskraft
- 5.4 Drehmoment

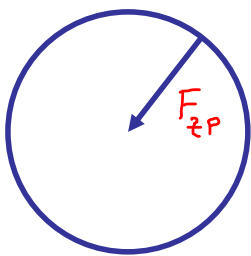
<http://www.ep1.rub.de/lehre/veranstaltungen/ws0910/physikcbg/>

5.2 Radialkräfte

$$a_R = r\omega^2$$

$$F = m a$$

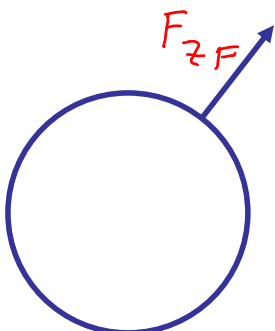
$$\vec{F}_{\text{reactio}} = - \vec{F}_{\text{actio}}$$



Zentripetalkraft

$$\vec{F}_{zp} = m a_R = m r \omega^2 = \frac{m \cdot v_B^2}{r}$$

Vektoren: $\vec{F}_{zp} = m \cdot \vec{a}_R = -m r \omega^2$



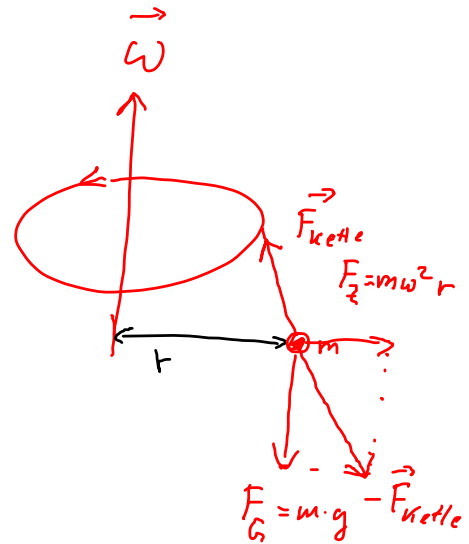
Zentrifugalkraft

$$\vec{F}_{zf} = - \vec{F}_{zp}$$

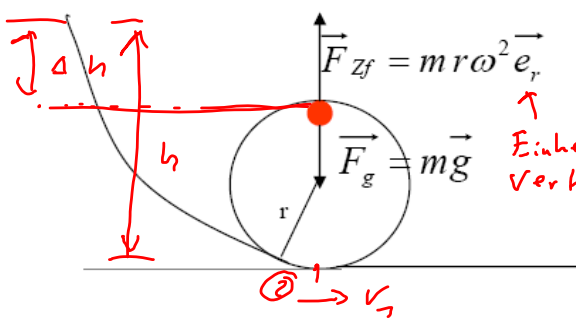
Trägheit der Masse

Fliehkraft

Beispiel Kettenkarussell



Loopingbahn



$$m \cdot g = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

$$|\vec{F}_g| = |\vec{F}_{zf}|$$

$$E_{pot} = E_{kin}$$

$$m \cdot g \cdot \Delta h = \frac{1}{2} m v^2$$

$$\Delta h = \frac{1}{2} \frac{v^2}{g} = \frac{1}{2} \frac{r \cdot g}{g} = \frac{1}{2} r$$

$$h = \frac{1}{2} r + 2r = \frac{5}{2} r$$

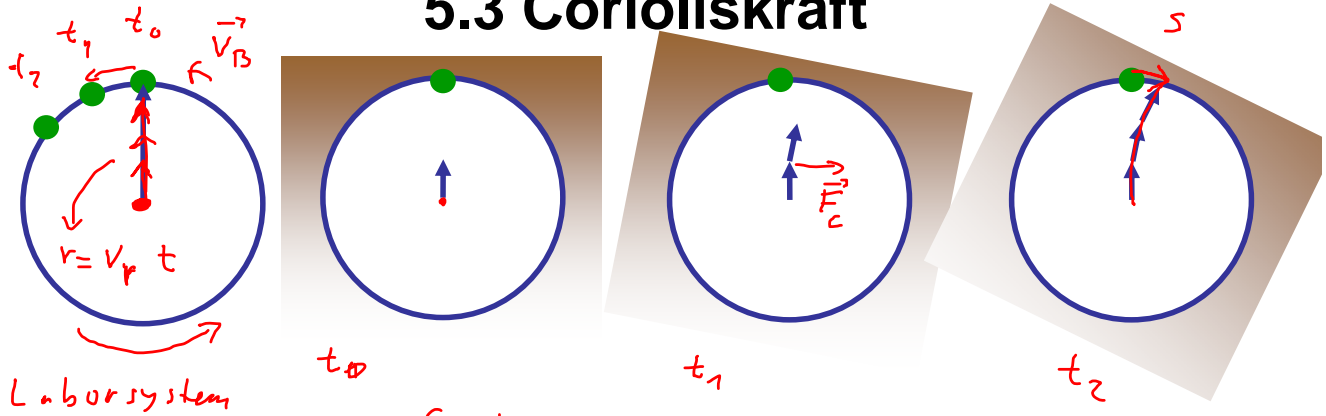
$$\textcircled{2} E_{kin} = \frac{1}{2} m v_1^2 = m \cdot g \cdot \frac{5}{2} r$$

$$\Rightarrow a_r = \frac{v_1^2}{r} = 5g$$

$$F_G = m \cdot g$$

$\rightarrow 5g + g = 6\text{-fache Erdbeschleunigung}$

5.3 Corioliskraft



Berechnung für $v_r = \text{const.}$

$$s = \frac{1}{2} a_c t^2$$

$$s = v_B \cdot t = r \omega t = v_r \cdot \omega t^2$$

$$s = s \quad \frac{1}{2} a_c t^2 = v_r \cdot \omega t^2$$

$$a_c = 2 v_r \cdot \omega \quad \text{Coriolis beschleunigung}$$

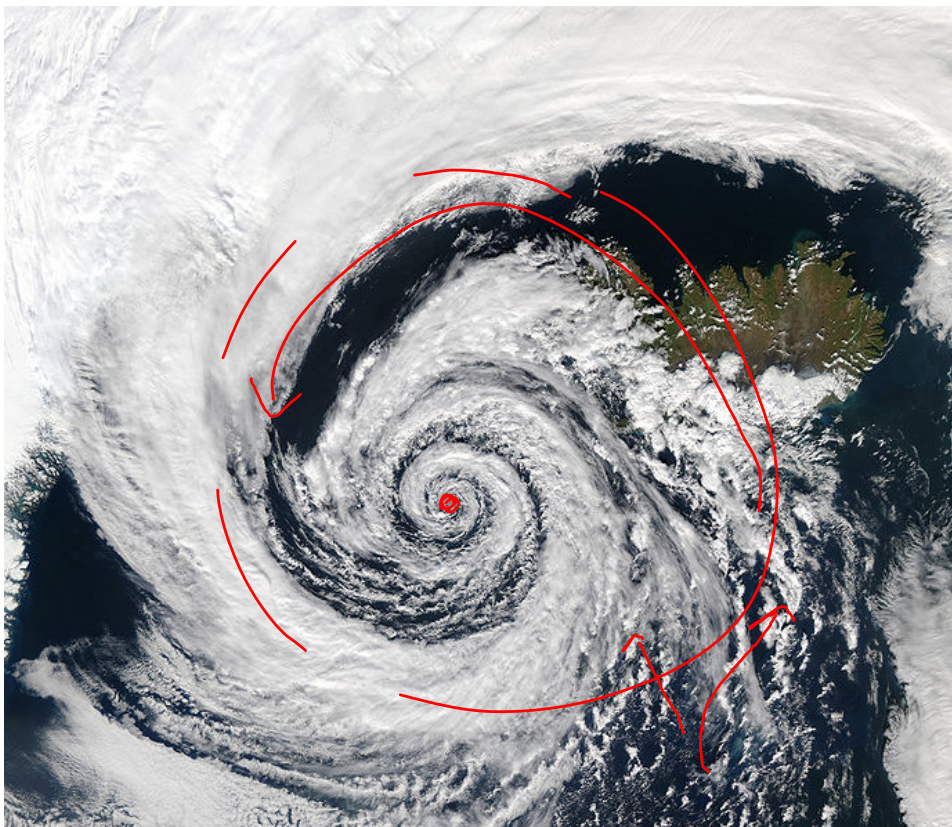
Coriolis kraft

$$\vec{F}_c = 2 m (\vec{v}_r \times \vec{\omega})$$

$$\vec{F}_c \perp \vec{v}_r$$

$$\vec{F}_c \perp \vec{\omega}$$

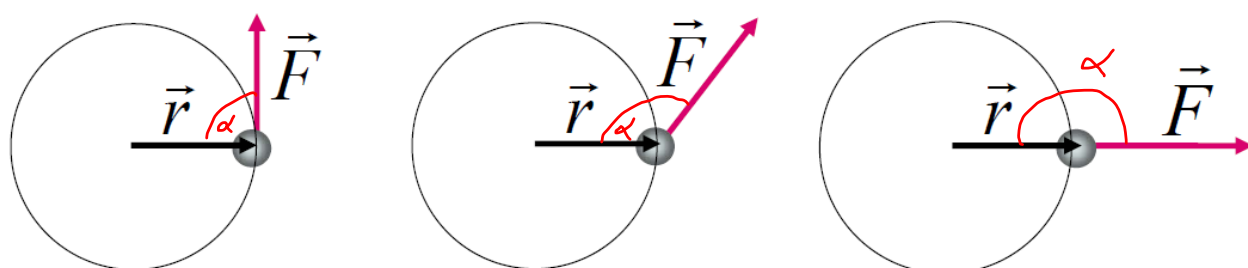
Corioliskraft: Einfluss auf Tiefdruckgebiet



Foucaultsches Pendel im Panthéon (Paris)



5.4 Drehmoment



Drehmoment

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

$$\vec{M} \perp \vec{r} \text{ und } \vec{F}$$

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F} \quad \text{Kreuzprodukt}$$

$$|\vec{M}| = |\vec{r}| \cdot |\vec{F}| \cdot \sin \alpha$$

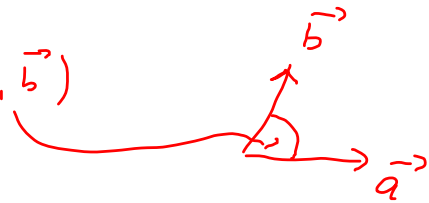
max. für $\alpha = 90^\circ$

Einschub: Kreuzprodukt

$$\vec{c} = \vec{a} \times \vec{b}$$

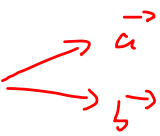
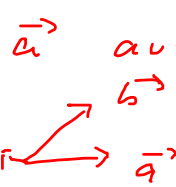
$$\vec{c} \perp \vec{a} \text{ und } \vec{b}$$

$$|\vec{c}| = |\vec{a}| |\vec{b}| \cdot \sin(\angle(\vec{a}, \vec{b}))$$



Rechtsschraubenregel

dreht



auf \vec{b} auf kürzestem Weg

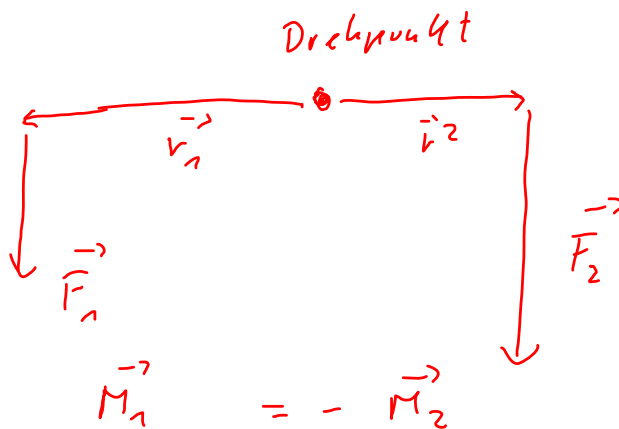
\vec{c} aus Tafel heraus

in Tafel hinein

$$\vec{a} \times \vec{b} = -\vec{b} \times \vec{a}$$

$$\vec{a} \perp \vec{b} : |\vec{a} \times \vec{b}| = a \cdot b$$

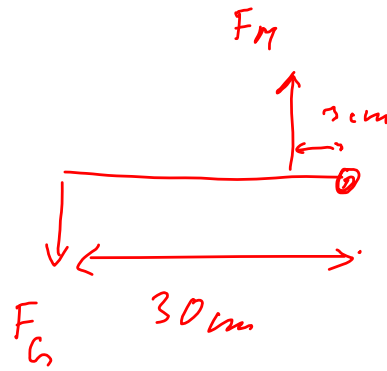
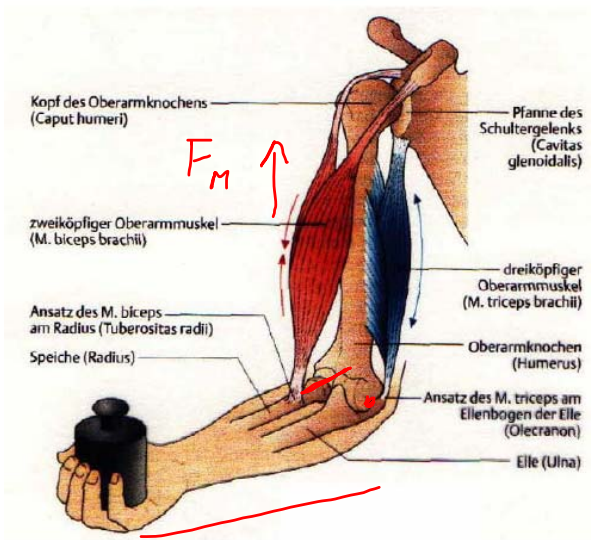
$$\vec{a} \parallel \vec{b} : |\vec{a} \times \vec{b}| = 0$$



$$\vec{M}_1 + \vec{M}_2 = 0$$

Hebelgesetz: $F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$

Versuch: Balkenwaage



$$F_M = F_G \cdot \frac{30 \text{ cm}}{3 \text{ cm}} = 10 \cdot F_G$$

$$F_M = 100 \text{ N}$$

$$F_G = m \cdot g = 10 \text{ N}$$

Zusammenfassung

- Zentripetalkraft hält Massen auf Kreisbahn

$$F = m a_r = m r \omega^2 = m v_B^2 / r$$
- Radialbeschleunigung hat im rotierenden Bezugssystem die Zentrifugalkraft zur Folge
- Die Corioliskraft wirkt senkrecht auf die Bewegungsrichtung und senkrecht zur Drehachse: Dies führt auf der Nordhalbkugel zu einer Ablenkung nach rechts (in Bewegungsrichtung des Objekts betrachtet)

- Drehmoment $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$ $[M] = \text{Nm}$

$$|\vec{M}| = |\vec{r}| |\vec{F}| \sin \alpha$$