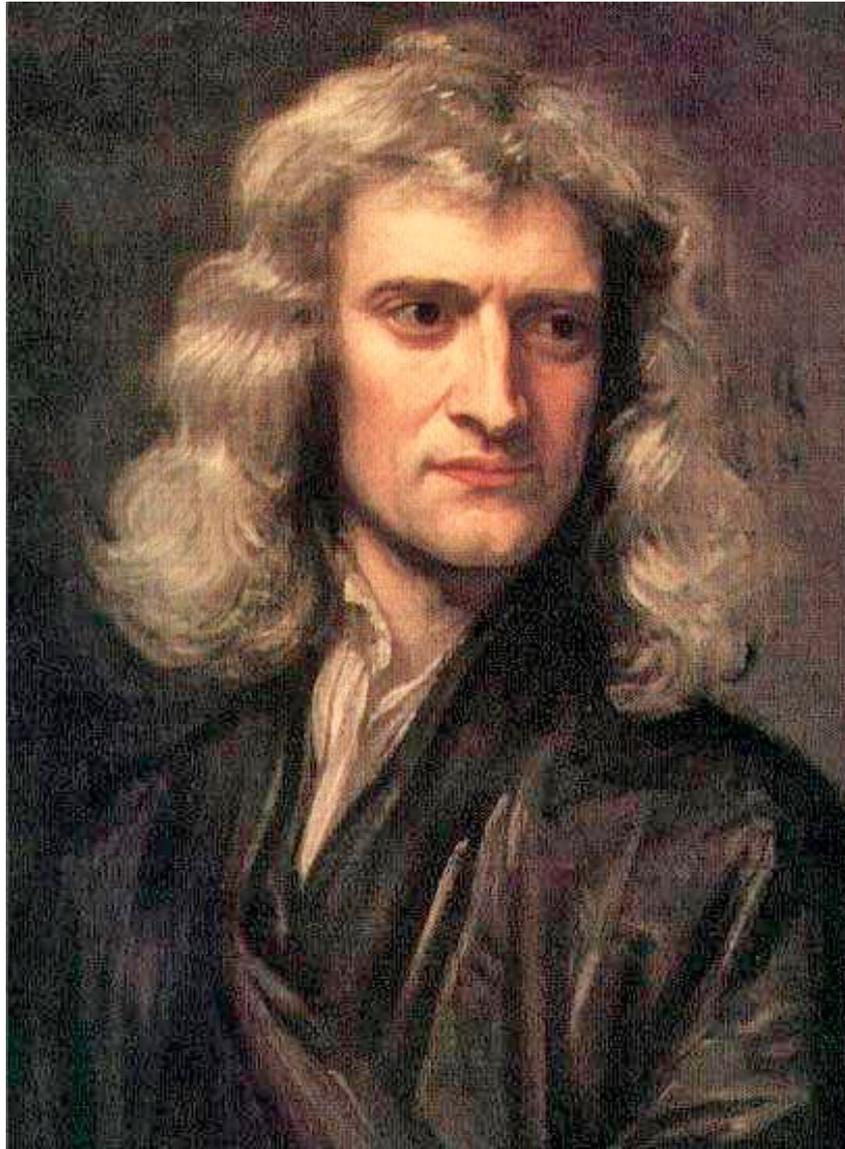


Newtons Axiome



PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
PRINCIPIA
MATHEMATICA.

$$\vec{F} = 0 \curvearrowright \vec{v} = \text{konst.}$$

$$\vec{F} = m \vec{a}$$

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

Quizfrage 1

Der Samen einer Pusteblume fällt mit konstanter Geschwindigkeit. Welche Kraft hat den größeren Betrag?

- A. Schwerkraft
- B. Auftriebskraft
- C. Keine von beiden

Quizfrage 2

Auf einer Federwaage steht eine verschlossene Flasche, in der eine Fliege fliegt. Wann entspricht der Ausschlag der Waage dem Gewicht der Fliege?

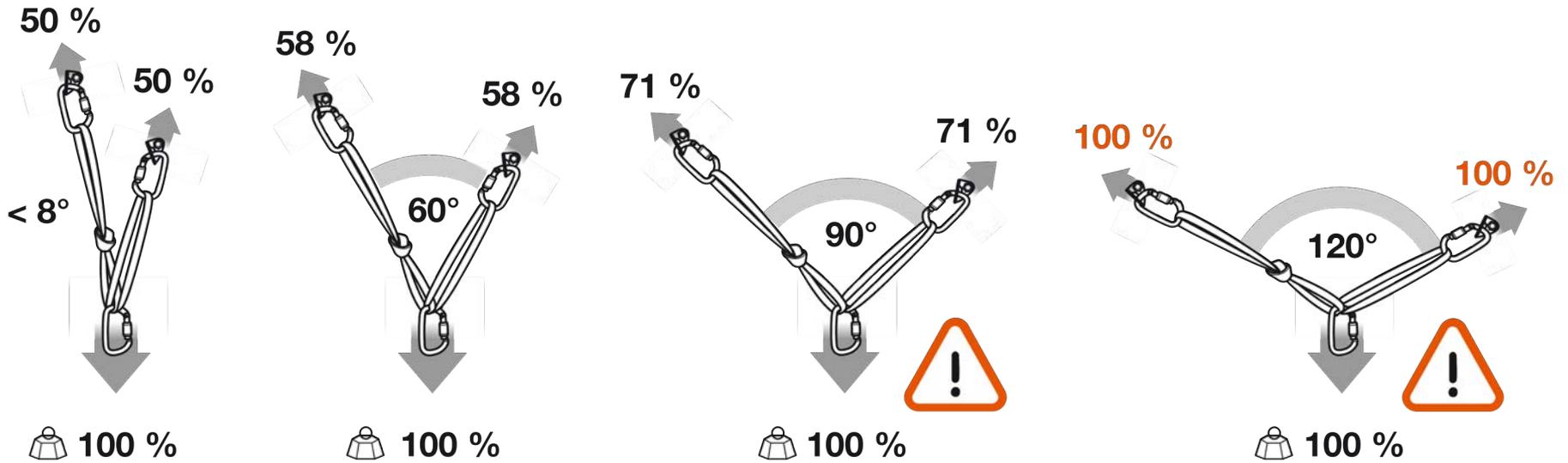
- A. Bei konstanter Steig-/Sinkgeschwindigkeit
- B. Während beschleunigter Abwärtsbewegung
- C. Während beschleunigter Aufwärtsbewegung
- D. In keinem Fall

Quizfrage 3

Sie sind beim Bankdrücken im Fitnessstudio. Wann ist Ihre Kraft auf die Hantel genau entgegengesetzt gleich der Kraft der Hantel auf Sie?

- A. Nur beim Halten
- B. Nur beim Hochdrücken
- C. Nur beim Runterlassen
- D. In allen drei Fällen

Kräftedreieck (Kräfte = Vektoren)



Kräfte

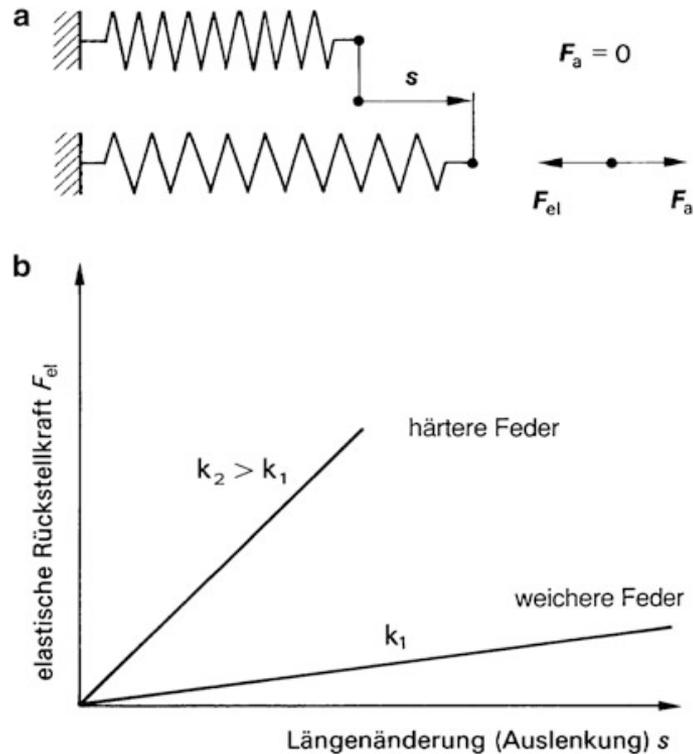


Abb. 2.18 Elastische Deformation **a** äußere Kraft F_a und elastische Rückstellkraft F_{el} , **b** Federkonstante k

$$\vec{F}_{el} = -k \vec{s}$$

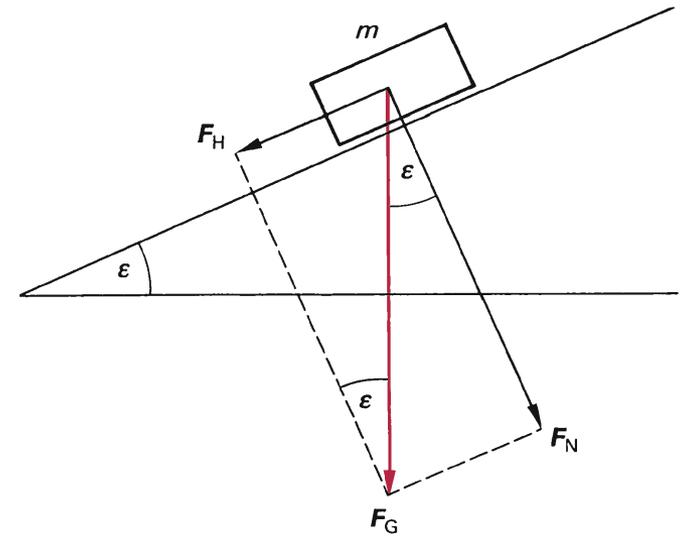


Abb. 2.17 Kräfte auf schiefer Ebene. ϵ Neigungswinkel

$$\vec{F}_G = m \vec{g}$$

$$F_N = F_{G\perp} = F_G \cos \epsilon$$

$$F_H = F_{G\parallel} = F_G \sin \epsilon$$

Zentripetalkraft (\neq Zentrifugalkraft!)

$$F_R = \mu F_{zp}$$

nach oben

$$F_G = m g$$

nach unten



pinterest.com

$$\vec{F}_{zp} = -m \omega^2 \vec{r} \text{ nach innen (Wand auf Mensch)}$$

$$\vec{F}_{zf} = -\vec{F}_{zp} \text{ nach außen (Mensch auf Wand)}$$

Tab. 2.3 Haft- und Gleitreibungszahlen (μ_H und μ_G)

Stoffpaar	μ_H	μ_G
Stahl auf Stahl	0,15	0,12
Stahl auf Holz	0,5 bis 0,6	0,2 bis 0,5
Stahl auf Eis	0,027	0,014
Holz auf Holz	0,65	0,2 bis 0,4
Holz auf Leder	0,47	0,27
Gummi auf Asphalt	0,9	0,85
Gummi auf Beton	0,65	0,5
Gummi auf Eis	0,2	0,15

Tischdeckentrick

youtube.com/watch?v=qWo3kgBn3pE

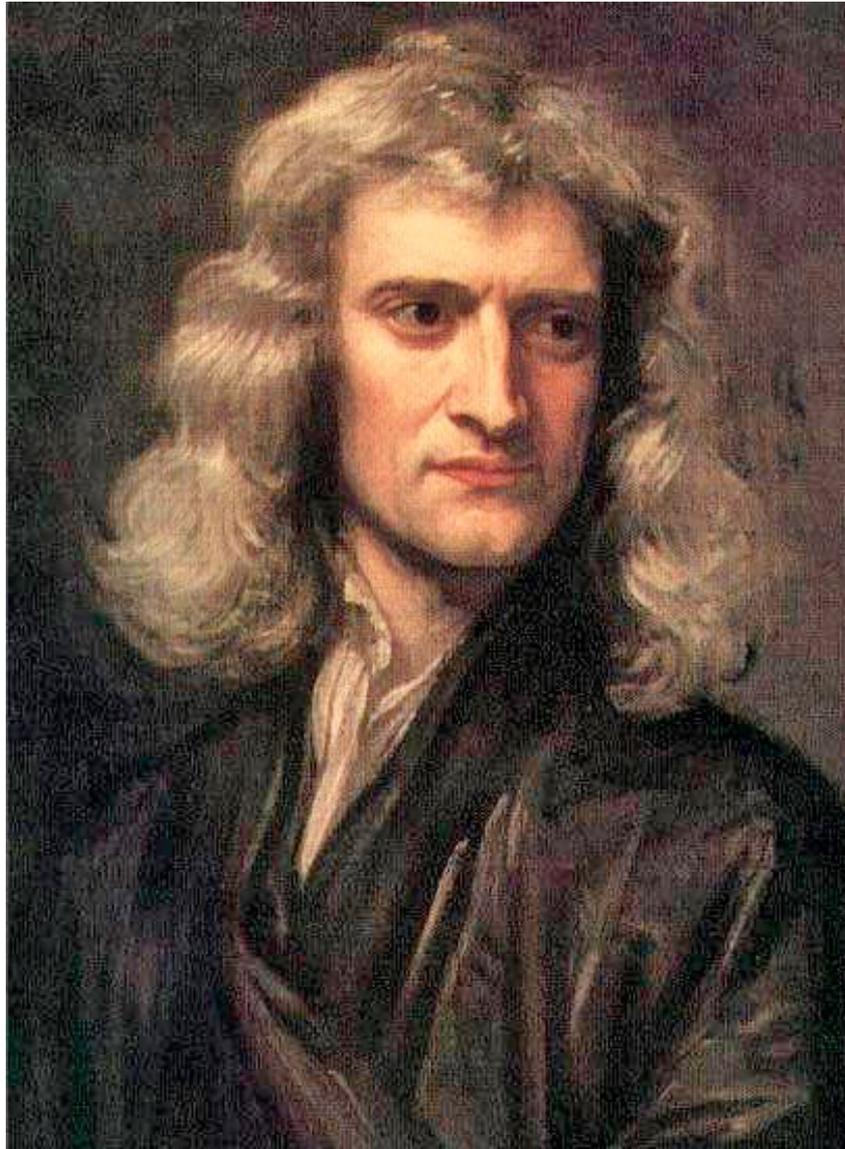


$$a = \frac{F_{R,Gleit}}{m} = \mu_{Gleit} g \quad \curvearrowright \quad s_{Brems} = \frac{1}{2} \mu_{Glas-Seide} g t_1^2 \left(1 + \frac{\mu_{Glas-Seide}}{\mu_{Glas-Tisch}} \right) \text{ möglichst klein!}$$

	äußere Reibung Festkörperreibung	innere Reibung Flüssigkeitsreibung	turbulente Reibung Luftreibung
Reibungskraft			
Ansatz	$F_R = \mu F_N$	$F_R = d v$	$F_R = b v^2$
Proportionalitätsfaktor	μ : Reibungszahl μ ist unabhängig von der Kontaktfläche zwischen Körper und Unterlage; hängt ab von der Kontaktgeometrie und den Materialien von Körper und Unterlage.	d : Zähigkeitskoeffizient d hängt von der Form des Körpers und der Viskosität η der Flüssigkeit ab. Es wird laminare Strömung vorausgesetzt.	b : Luftreibungskoeffizient b hängt von der Anströmfläche und der Oberflächenbeschaffenheit des Körpers sowie von der Dichte und Art des strömenden Mediums ab.
Spezialfälle	μ_R : Rollreibung μ_G : Gleitreibung μ_H : Haftreibung	$d = 6 \pi \eta r$ laminare Umströmung einer Kugel vom Radius r in einem Medium mit der Zähigkeit η	$b = \frac{1}{2} c_W \rho A$ Körper mit Anströmfläche A und dem Widerstandsbeiwert c_W im Medium der Dichte ρ

Abb. 2.20 Reibungskräfte

Newton's Axioms = „halbe Theorie“



PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
PRINCIPIA
MATHEMATICA.

$$\vec{F} = 0 \curvearrowright \vec{v} = \text{konst.}$$

$$\vec{F} = m \vec{a}$$

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

Vollständige Theorie

Newton II

$$\vec{a} = \frac{1}{m} \vec{F}$$

Kräfte

$$\vec{F}_G = m \vec{g}$$

Schwerkraft

$$\vec{F}_{\text{el}} = -k \vec{s}$$

Federkraft

$$\vec{F}_{\text{zp}} = -m\omega^2 \vec{r}$$

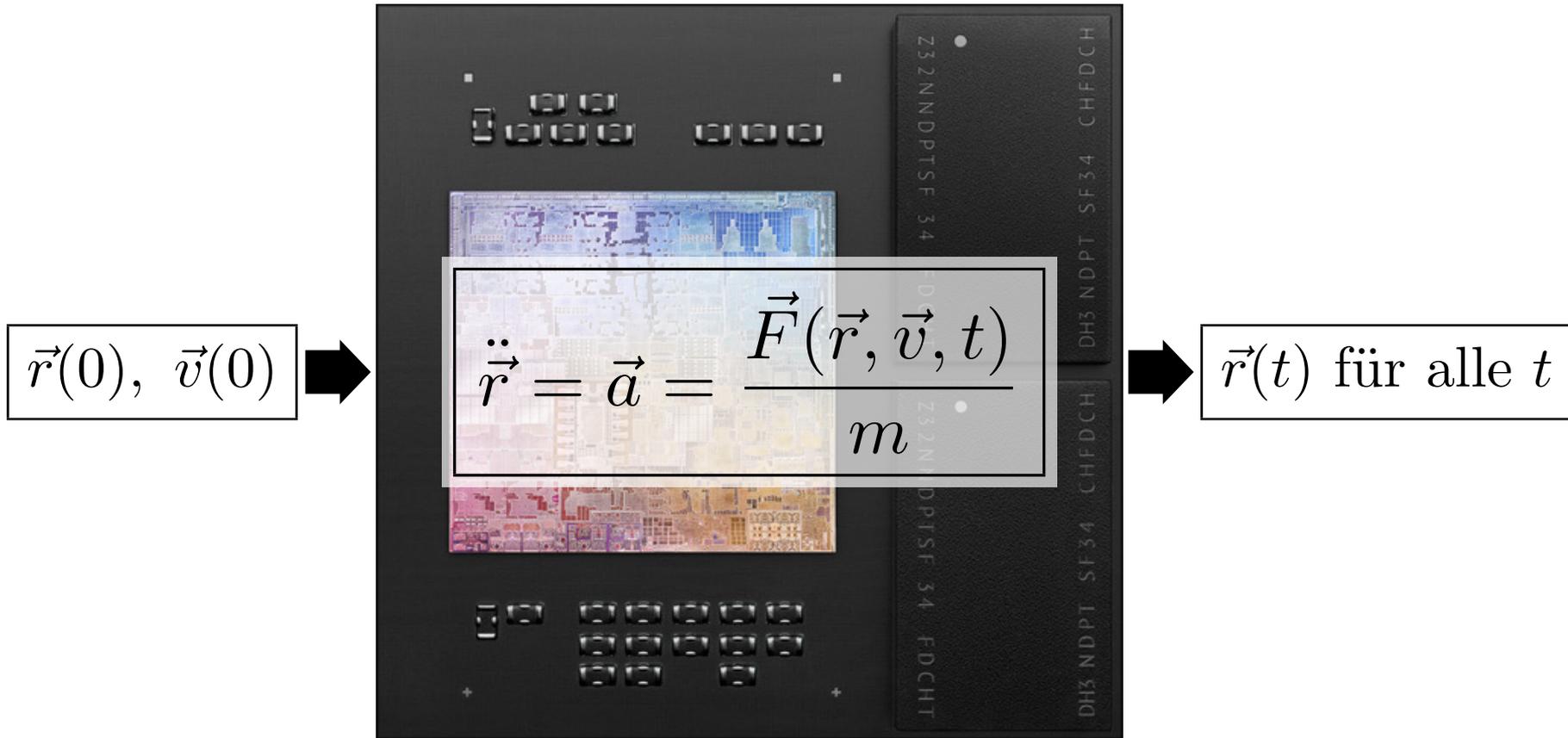
Zentripetalkraft

$$|\vec{F}_R| = \mu |\vec{F}_N|$$

Reibungskraft

$$\left(\vec{F}_R \perp \vec{F}_N \right)$$

Raumkurven-Computer



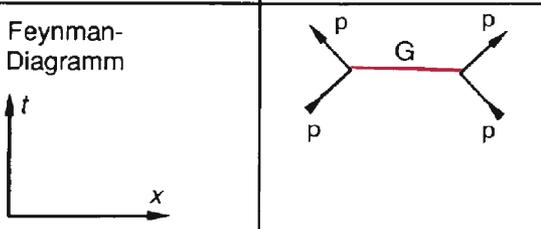
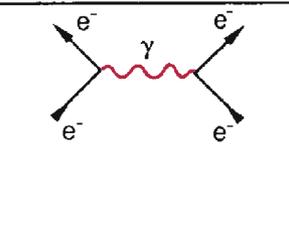
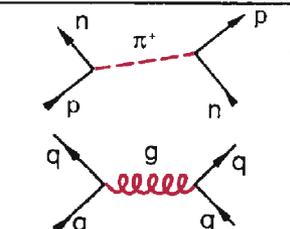
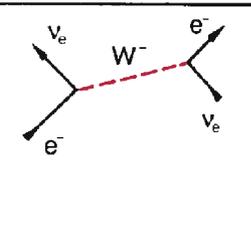
	Gravitation	elektromagnetische Wechselwirkung	starke Wechselwirkung	schwache Wechselwirkung
Reichweite	∞	∞	10^{-15} m bis 10^{-16} m	$\ll 10^{-16}$ m
Beispiel	Kräfte zwischen Himmelskörpern	Kräfte zwischen Ladungen, z.B. Atom	Zusammenhalt der Atomkerne	Betazerfall der Atomkerne
Stärke (relative)	10^{-41}	10^{-2}	1	10^{-14}
betroffene Teilchen	alle	geladene Teilchen	Hadronen	Hadronen und Leptonen
Feynman-Diagramm				
Austauschteilchen	Graviton	Photon	Mesonen Gluon	intermediäre Vektorbosonen
Masse	0	0	$m_{\pi} = 0,14 \frac{\text{GeV}}{c^2}$; $m_g = 0$ π^+, π^-, π^0	$m_W = 82 \text{ GeV}/c^2$ $m_Z = 93 \text{ GeV}/c^2$ W^+, W^-, Z^0
Erhaltung				
Ladung Q	+	+	+	+
Baryonenzahl B	+	+	+	+
Leptonenzahl L	+	+	+	+
Spin J	+	+	+	+
Seltsamkeit S	-	+	+	-
Isospin I	-	-	+	-
I_3	-	+	+	-

Abb. 8.88 Fundamentale Wechselwirkungen

Quizfrage 4

Wann ist die Federkraft bei der Federschwingung am stärksten?

- A. Beim Nulldurchgang
- B. In den Umkehrpunkten
- C. Immer gleich

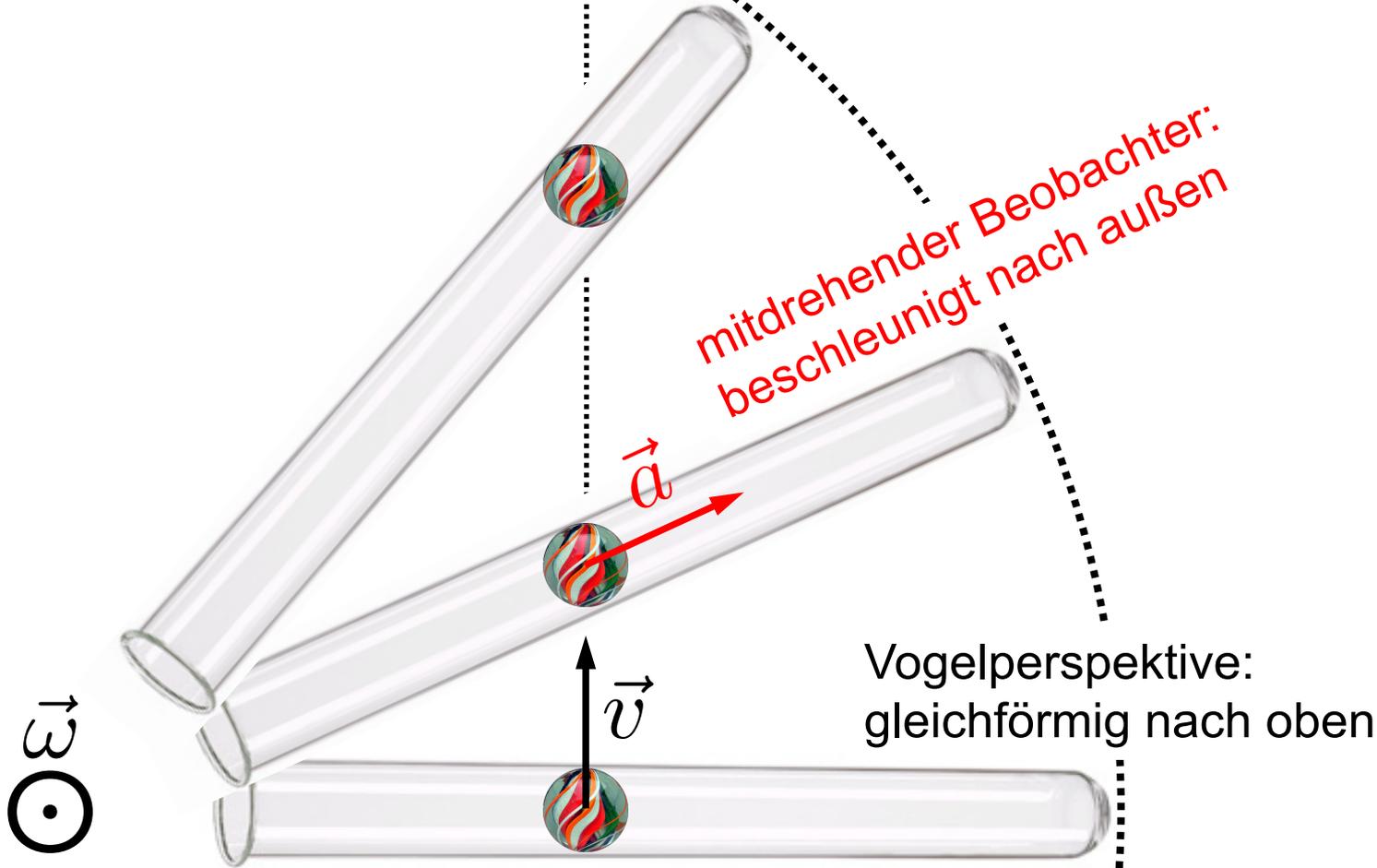
Quizfrage 5

Gibt es auch Kräfte, die nicht auf einer Wechselwirkung zwischen Körpern beruhen?

A. Ja

B. Nein

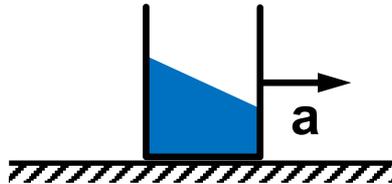
Zentrifuge



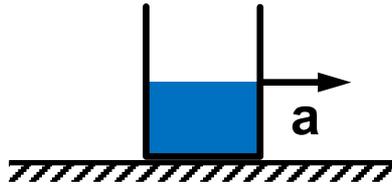
Quizfrage 6

Sie beschleunigen ein halbgefülltes Wasserglas auf einer horizontalen Tischplatte. Wie stellt sich die Wasseroberfläche ein?

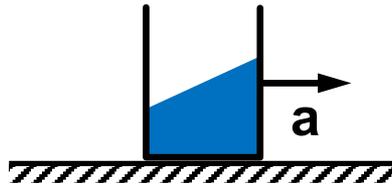
A.



B.



C.



Quizfrage 7

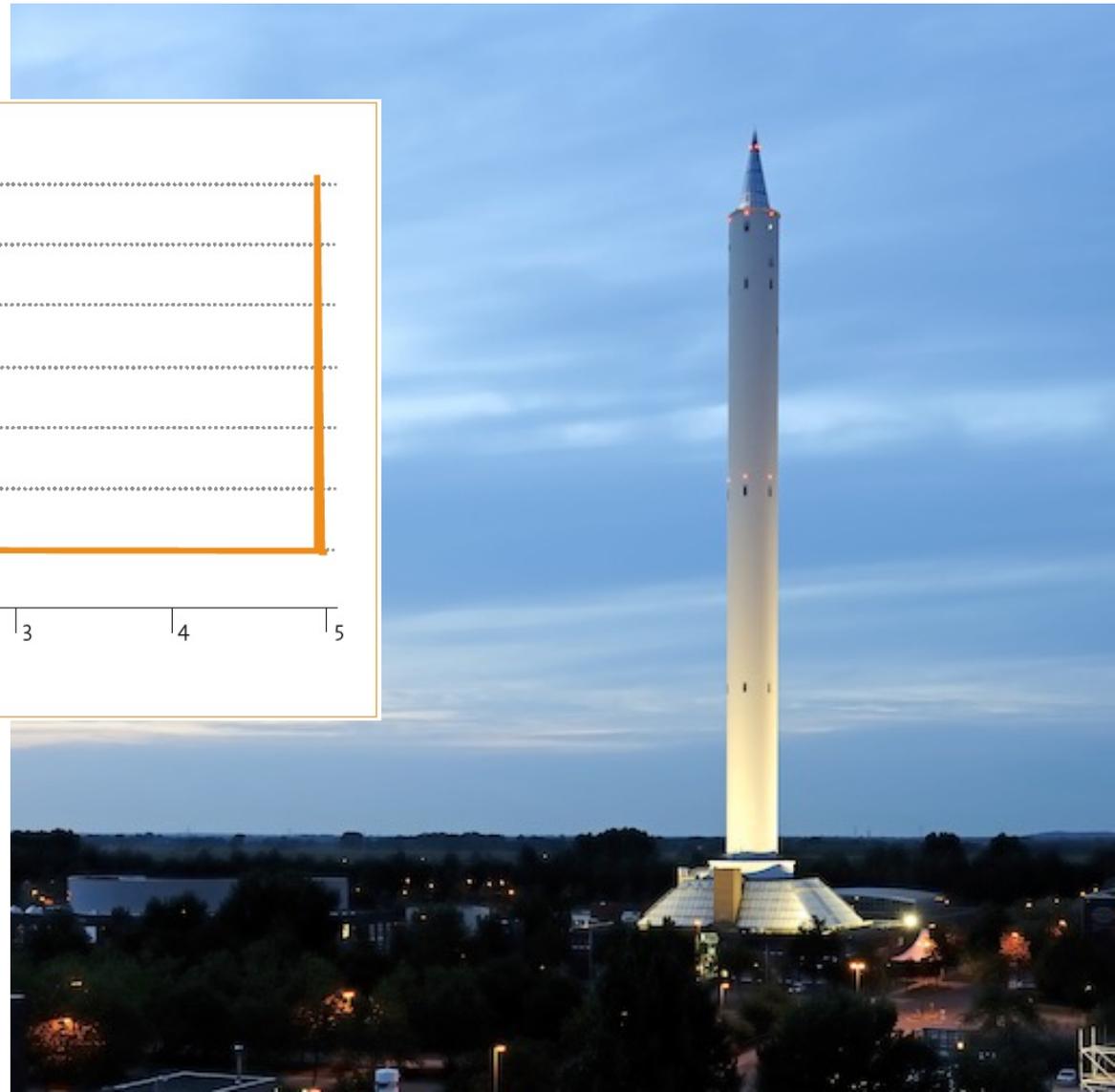
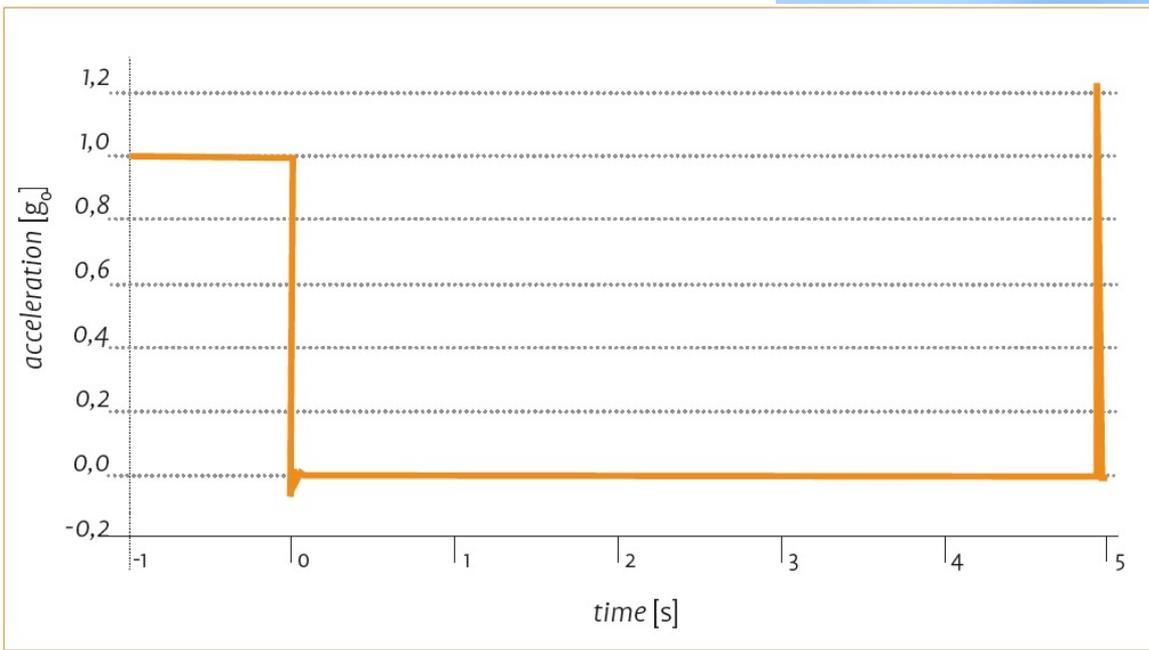
Sie befinden sich in einem frei fallenden Fahrstuhl.
Welche effektive Beschleunigung spüren Sie?

A. $2g$

B. g

C. 0

Fallturm Bremen



„Scheinkräfte“ an der Erdoberfläche

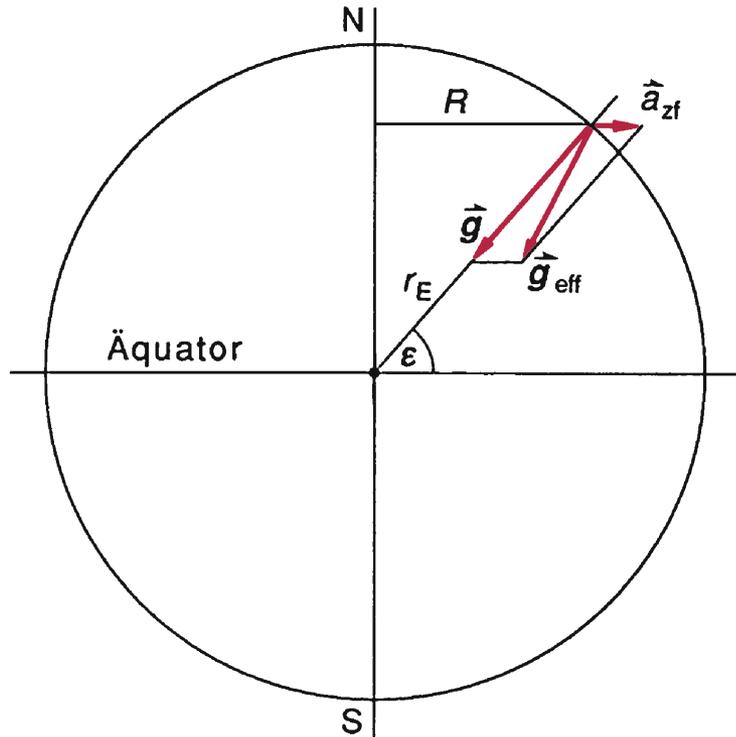


Abb. 2.23 Zu Beispiel 2.4-3

$$\vec{F}_{zf} = m \omega_E^2 \vec{R}$$

$$a_{zf} = \omega_E^2 r_E \cos \varepsilon$$

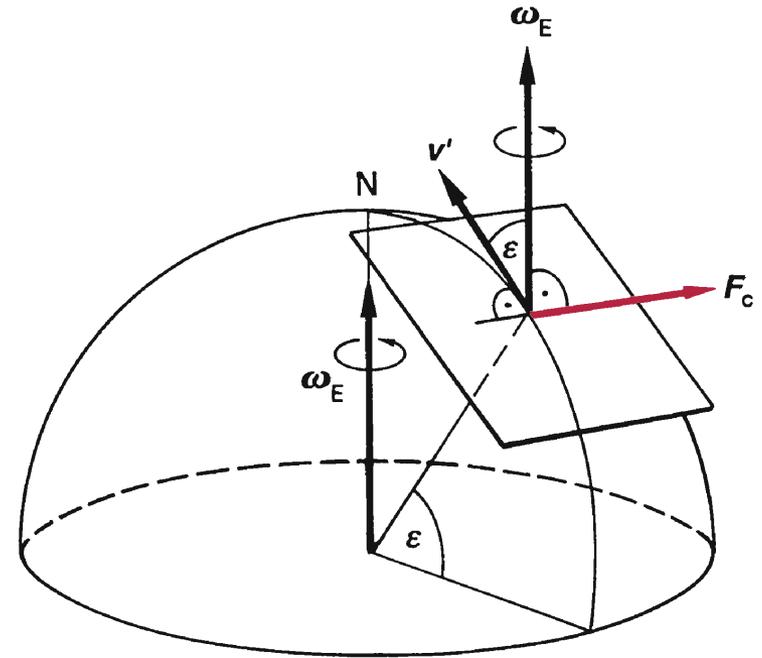


Abb. 2.24 Coriolis-Kraft F_C auf der Nordhalbkugel der Erde. v' Geschwindigkeit, ε nördliche Breite, ω_E Winkelgeschwindigkeit

$$\vec{F}_C = 2m \vec{v}' \times \vec{\omega}_E$$

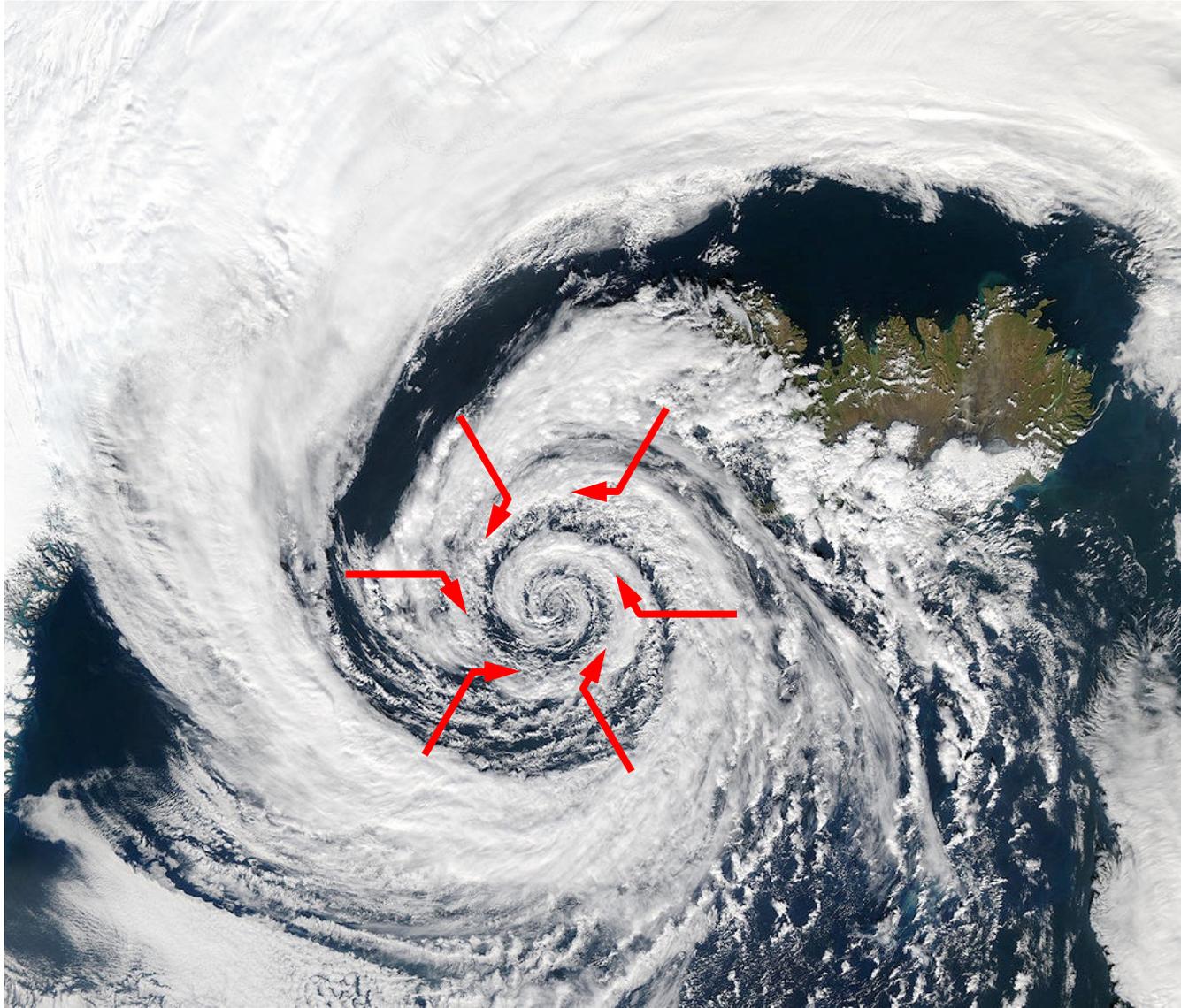
$$a_C = 2 v' \omega_E \sin \varepsilon$$

Breitengrad von Kiel

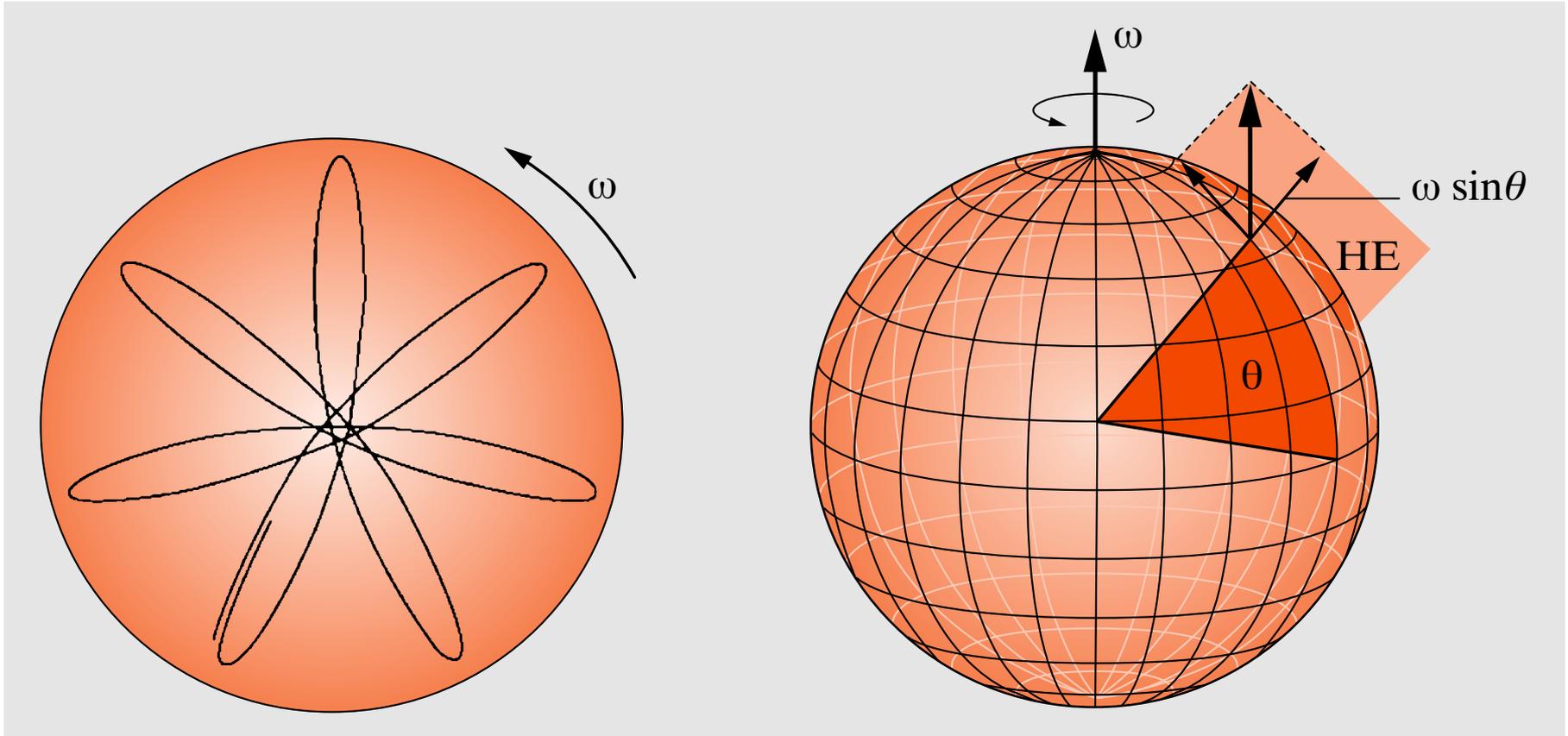


$$a_{zf} = 0.02 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \quad a_C = 0.003 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \left(v' = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}} \text{ nach Norden} \right)$$

Tief bei Island



Foucault-Pendel



$$\theta(\text{Kiel}) = 54^\circ \quad \curvearrowright \quad \frac{360^\circ}{24 \text{ h}} \sin \theta(\text{Kiel}) = 12.1^\circ/\text{h}$$

Quizfrage 8

Sie sitzen auf einem gleichförmig rotierenden Drehstuhl und haben vor sich ein Fadenpendel aufgehängt. In welche Richtung schlägt es aus?

- A. Nach innen
- B. Nach außen
- C. Bleibt lotrecht (kein Ausschlag)

Quizfrage 9

Bei Windstille lassen Sie einen Stein vom Kieler Rathhausturm senkrecht nach unten fallen. In welche Richtung wird er abgelenkt?

- A. Norden
- B. Westen
- C. Süden
- D. Osten