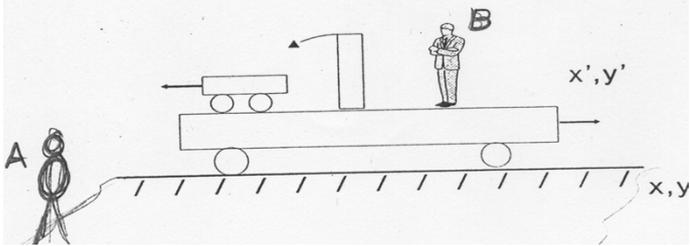
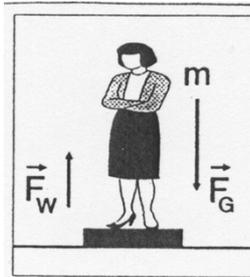


LMU	LUDWIG- MAXIMILIANS- UNIVERSITÄT MÜNCHEN	3 Beschleunigte Bezugssysteme und Trägheitskräfte	
<p style="text-align: center;">3.1 Trägheitskräfte bei linearer Bewegung</p> <p style="text-align: center;">3.2 Trägheitskräfte in rotierenden Bezugssystemen</p> <p style="text-align: center;">3.3 Corioliskraft</p> <p style="text-align: center;">3.4 Trägheitskräfte</p> <p style="text-align: center;">3.5 Die Erde als rotierendes System</p>			
R. Girwidz			1

LMU	LUDWIG- MAXIMILIANS- UNIVERSITÄT MÜNCHEN	3.1 Trägheitskräfte bei linearen Bewegungen	
Beschleunigte Bezugssysteme → Trägheitskräfte treten auf			
			
Ruhender Beobachter A		Mitbewegter Beobachter B	
<i>“Der kleine Wagen bleibt <u>in Ruhe</u>”</i>		<i>“Der kleine Wagen beginnt wegzurollen.”</i>	
R. Girwidz			2

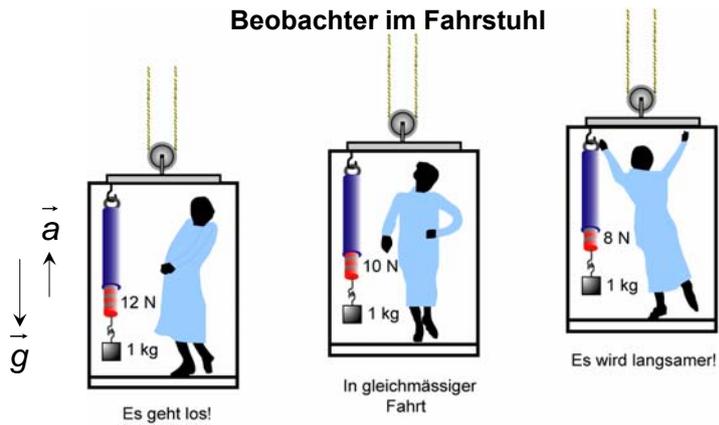


Auf eine mit a beschleunigte Masse m wirken Gewicht $\vec{F}_G = m \cdot \vec{g}$ und Federkraft \vec{F}_w der Waage. So dass $m \cdot \vec{a} = \vec{F}_w + m \cdot \vec{g}$ resultiert.

Effektives Gewicht:



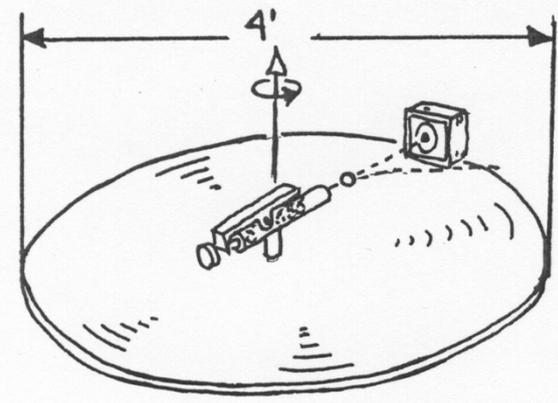
Beobachter im Fahrstuhl



$$\vec{F}_{\text{Träg}} = -m \cdot \vec{a}$$

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN 3.2 Trägheitskräfte in rotierenden Bezugssystem.

- > Auto mit Dachträger in Kurve (Gegenstand fällt)
- > Versuch auf dem Drehschemel: Schuss mit Federpistole

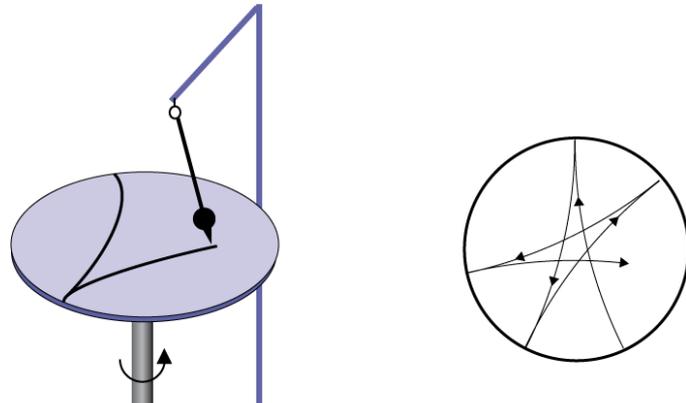


The diagram shows a top-down view of a rotating platform. A vertical axis with a curved arrow indicates rotation. A horizontal line with arrows at both ends is labeled '4''. On the platform, a spring gun is positioned, with a dashed line indicating the path of a projectile towards a square target. The platform's surface is shaded to show its circular shape.

R. Girwidz 5

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN 3.2 Trägheitskräfte in rotierenden Bezugssystem.

> Pendel mit Tinte über rotierender Scheibe

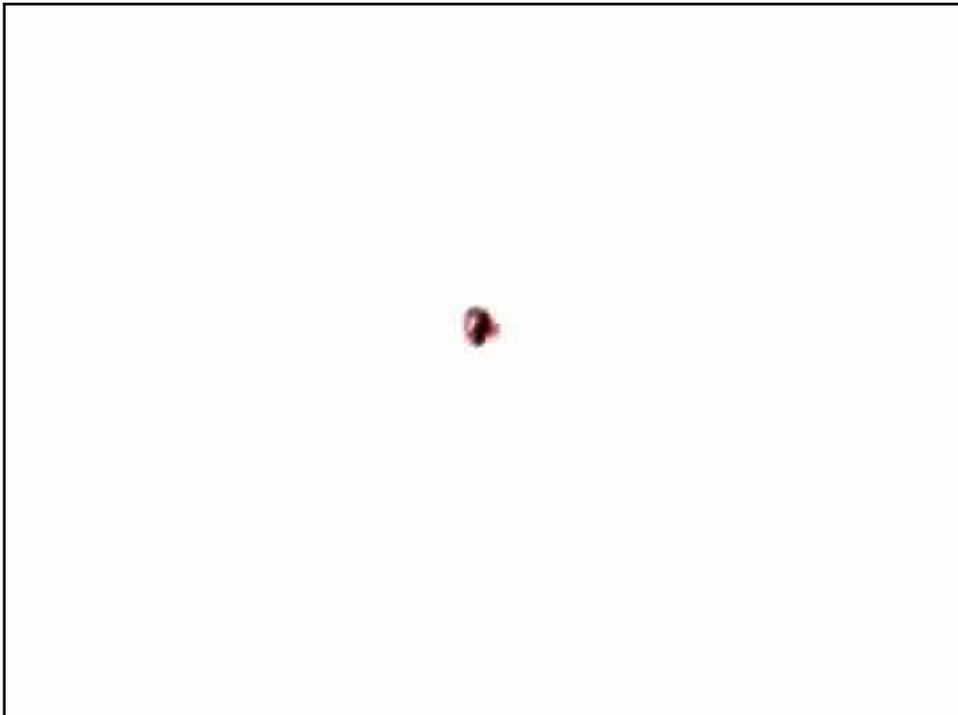


The diagram illustrates a pendulum experiment. On the left, a pendulum with a black bob is suspended over a rotating purple disk. The disk has a curved arrow indicating rotation. A blue frame supports the pendulum. On the right, a circular diagram shows the path of the bob as it moves across the rotating disk, with arrows indicating the direction of motion and the resulting curved trajectory.

R. Girwidz 6

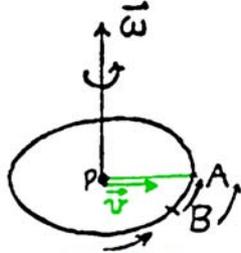


**Beobachten Sie den nachfolgenden
Bewegungsablauf**



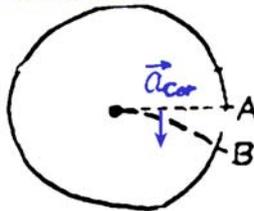


Bewegung auf rotierender Scheibe



von außerhalb gesehen

auf der Scheibe

Die Scheibe rotiert mit $\vec{\omega} = \dot{\vec{\varphi}}$ 

Für den Körper auf der Scheibe wirkt eine senkrecht zur Bewegung gerichtete Beschleunigung, die Coriolisbeschleunigung.

$$s = \overline{AB} = \omega \cdot v \cdot t^2 = \frac{a_{Cor}}{2} \cdot t^2$$

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN

3.4 Trägheitskräfte (Corioliskraft und Zentrifugalkraft)

System S' System S

Corioliskraft

System S' System S

Zentrifugalkraft

R. Girwidz 11

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN

3.4 Trägheitskräfte (Corioliskraft und Zentrifugalkraft)

Der Beobachter im rotierenden System registriert zusätzliche Beschleunigungen bzw. zusätzliche Kräfte (=Trägheitskräfte). Diese sind vom Standpunkt des Beobachters im ruhenden System (Inertialsystem) aus gesehen „Scheinkräfte“.

- $$\vec{F}_{Cor} = 2m \cdot (\vec{v} \times \vec{\omega})$$

Corioliskraft
- $$\vec{F}_{Flieh} = m \cdot \omega^2 \cdot \vec{r}$$

$$= -m \cdot \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r})$$

Zentrifugalkraft

R. Girwidz 12



$$\vec{F}_{Cor} = 2m \cdot (\vec{v} \times \vec{\omega})$$

$$\vec{F}_{Flieh} = m \cdot \omega^2 \cdot \vec{r} = -m \cdot \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r})$$

Diskussion



Die Erde als rotierendes System

$$\omega = \frac{2\pi}{86400\text{s}} = 7,3 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$$

Bahngeschwindigkeit an der Erdoberfläche (mit R=6370 km) :

$$v(\varphi) = \omega \cdot R \cdot \cos \varphi$$

am Äquator: $v(\varphi = 0^\circ) = 465 \text{ m/s}$

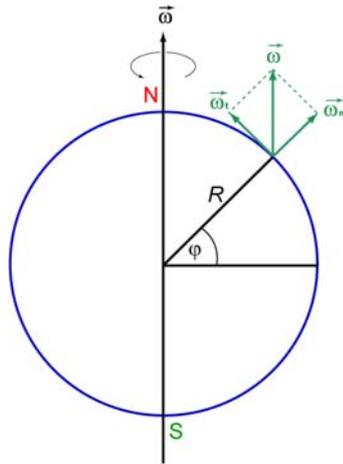
in unseren Breiten: $v(\varphi = 50^\circ) = 300 \text{ m/s}$



Foucault'scher Pendelversuch (vorgeführt 1851 im Pantheon zu Paris)

Nachweis der Erddrehung (analog zum Exp. „Sandpendel über Drehscheibe“)

Daten des Pendels: $L = 67\text{m}$; $M = 28\text{kg}$; $T=16.4\text{s}$



Drehung der Schwingungsebene
relativ zum Erdboden mit ω_n :

$$\omega_n = \omega \cdot \sin \varphi$$

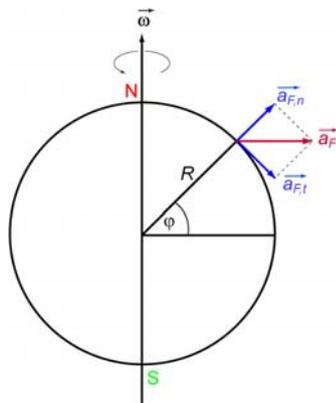
wobei $\omega = 7,3 \cdot 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$

Drehung der Schwingungsebene in
unseren Breiten ($\varphi=50^\circ$):

- ca.
- 11,5° pro Stunde
- 1° in 5 min
- 360° in 31,1h



a) Einflüsse der Zentrifugalkraft auf die Erde



LMU	LUDWIG- MAXIMILIANS- UNIVERSITÄT MÜNCHEN	3.5 Die Erde als rotierendes System	
<p>b) Einflüsse der Corioliskraft (auf horizontale-Bewegungen)</p>			
<p>R. Girwidz 17</p>			

LMU	LUDWIG- MAXIMILIANS- UNIVERSITÄT MÜNCHEN	3.5 Die Erde als rotierendes System	
			
<p>R. Girwidz 18</p>			

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN 3.5 Die Erde als rotierendes System

Auswirkungen der Corioliskraft auf die Luftströmungen

Auf der Nordhalbkugel

Coriolisablenkung: „In Windrichtung nach rechts“

Auf der Südhalbkugel: „genau anders herum!“

R. Girwidz 19

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN 3.5 Die Erde als rotierendes System

Auf der Nordhalbkugel

Wind

Warmfront mit Landregengebiet

Zugrichtung des Tiefs

T

Wind

Kaltfront mit Schauern

R. Girwidz 20

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN 3.5 Die Erde als rotierendes System

PASSAT-Winde

Nord-Ost-Passat

Tiefdruckzone

längs des Äquators

Süd-Ost-Passat

R. Girwidz 21

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN 3.5 Die Erde als rotierendes System

Beispiel:
An einem Ort auf dem 45ten Breitengrad fällt ein Körper frei aus 100 m Höhe. Welche Ablenkungen erfährt er durch Coriolis- und Zentrifugalkraft?

a) Richtungen

Coriolisbeschleu. nach Osten
 Zentrifugalbeschleu. (Komponente nach Süden)

b) Ann.: Ablenkung klein gegenüber Fallhöhe

$$\Rightarrow v = g \cdot t; \quad h = \frac{1}{2} g \cdot t_F^2; \quad t_F = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}$$

R. Girwidz 22

