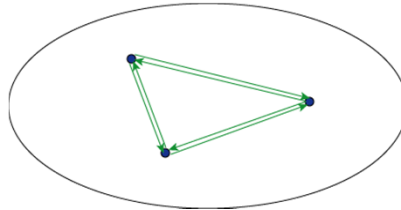


2.4 Abgeschlossene Systeme

- Es existieren nur Kräfte zwischen den Körpern des Systems



2.5 Ergänzungen

- 2.5.1 Kräfte
- 2.5.2 Newtons Apfel
- 2.5.3 Reibung
- 2.5.4 Beschleunigung an schiefer Ebene
- 2.5.5 Schwere und träge Masse
- 2.5.6 Atwoodsche Fallmaschine
- 2.5.7 Konisches Pendel
- 2.5.8 Vertikale Kreisbewegung

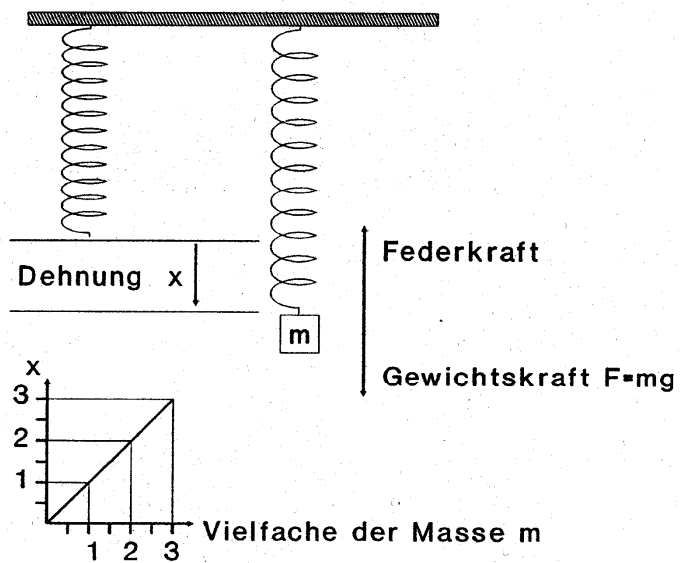
2 Dynamik

2.5.1 Kräfte



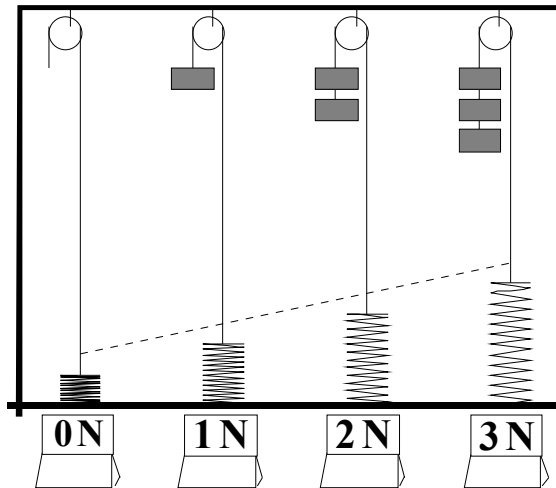
2 Dynamik

■ Hookesches Gesetz:



2 Dynamik

- Hookesches Gesetz:

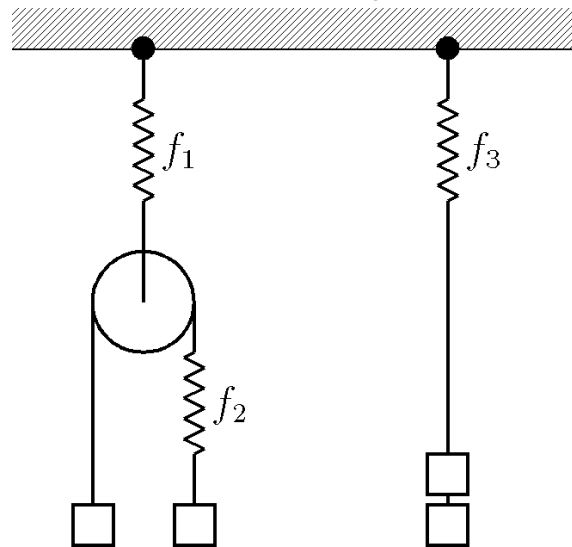


R. Girwidz

5

2 Dynamik

- In welchem Verhältnis werden die Federn gedehnt?

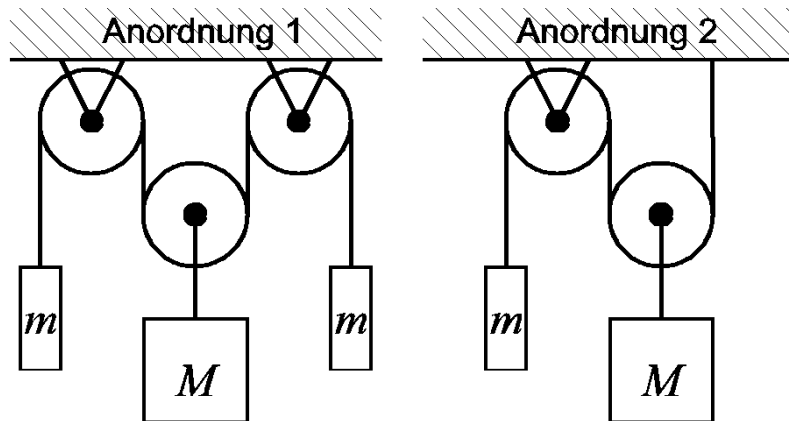


R. Girwidz

6

2 Dynamik

- Seilspannende Kräfte?



R. Girwidz

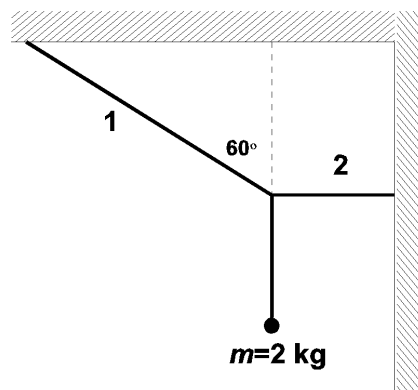
7

2 Dynamik

- Aufgabe:

Die nebenstehende Skizze zeigt eine Masse, die durch 3 Seilstücke (1, 2, 3) gehalten wird.

Wie groß ist die Spannung im Seilstück 2?

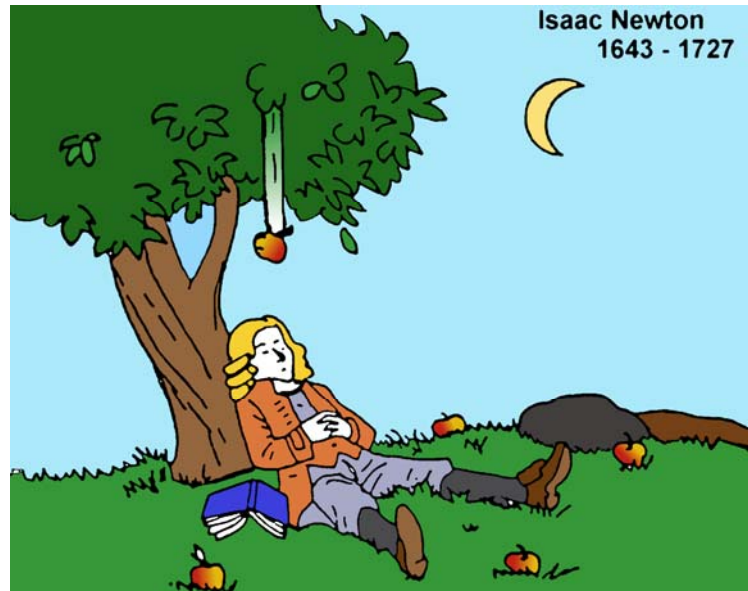


R. Girwidz

8

2 Dynamik

2.5.2 Newtons Apfel



R. Girwidz

9

2 Dynamik

Rechenbeispiel: "Newtons Apfel"

- Ein Bezugssystem, in dem die Newtonschen Axiome gelten, wird Inertialsystem genannt.

R. Girwidz

10

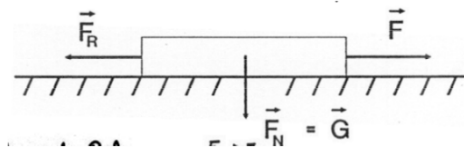
2 Dynamik

2.5.3 Reibung

Bewegungsabläufe werden durch Reibungskräfte beeinflusst

A) Äußere Reibung

tritt an Grenzflächen verschiedener Körper auf.



2 Dynamik

2.5.3 Reibung

a) Haftreibungskraft F_{RH}

unabhängig von der Größe der Berührungsfläche und
proportional zur Normalkraft F_N

Start aus der Ruhe wenn $F > F_{RH}$

Beobachtung:

2 Dynamik

2.5.3 Reibung

b) Gleitreibung

nach Überwinden der Haftreibungskraft wirkt die kleinere Gleitreibungskraft

2 Dynamik

2.5.3 Reibung

c) Rollreibung

2 Dynamik

2.5.3 Reibung

c) Rollreibung

$$F_{RR} = \mu_R \cdot F_N$$

noch kleinere Reibungszahlen:

Stahl auf Stahl	$\mu_H = 0,6..0,8$ $\mu_G = 0,2..0,4$	$\mu_H = 0,1$ mit Schmierstoff $\mu_G = 0,01$ mit Schmierstoff
Stahl auf Eis	$\mu_G = 0,02$	
Eisenbahn	$\mu_R = 0,008$	
Personenwagen	$\mu_R = 0,015..0,02$	
auf Asphaltstraße	$\mu_H = 0,1$ $\mu_H = 0,2..0,9$ $\mu_H = 0,8..1,0$	vereist nass trocken

2 Dynamik

2.5.3 Reibung

Reibungsarbeit

liefert

keine mechanische Energieform

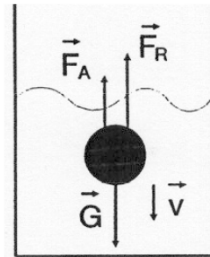
2 Dynamik

2.5.3 Reibung

B) Innere Reibung F_{Ri}

In Flüssigkeiten und Gasen F_{Ri} oft proportional zur Geschwindigkeit.

Beispiel: Fallende Kugeln in Öl
(konstante Geschwindigkeit,
sobald $F_R = G - F_A$)



Stokessche Formel

$$\vec{F}_R = -6\pi\eta R\vec{v}$$

η = Zähigkeit der Flüssigkeit

R = Kugelradius

\vec{v} = Geschwindigkeit Kugel

2 Dynamik

2.5.3 Reibung

"Sinkgeschwindigkeit kleiner Körper hängt ab von ihrer Größe und Form, sowie von der Zähigkeit der umgebenden Flüssigkeit (Blutkörperchen im Blutplasma bei Blutsenkung, Sedimentation)."

"Bei Schwingungen führen Reibungskräfte zur Dämpfung: Abnahme der Amplitude."

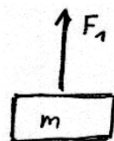
2 Dynamik

2.5.4 Beschleunigung an schiefer Ebene

2 Dynamik

2.5.5 Schwere und träge Masse

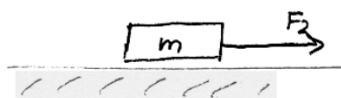
①



m wird aufgehängt

=> Haltekraft: $F_1 = m_s \cdot g = G$

②



m wird reibungsfrei beschleunigt

=> Beschleunigende Kraft: $F_2 = m_T \cdot a$

2 Dynamik

2.5.5 Schwere und träge Masse

Spezielles Experiment:

wähle: $F_2 = F_1 = G$ dann gilt $a = g$

$$\Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = 1 = \frac{m_s \cdot g}{m_T \cdot g} = \frac{m_s}{m_T}$$

$$m_T = m_s$$

Träge Masse = schwere Masse

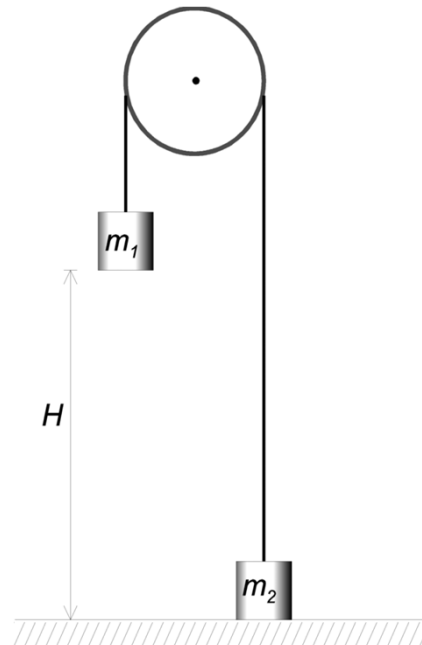
2 Dynamik

■ Aufgabe: Atwoodsche Fallmaschine

Über eine reibungsfrei drehbare Rolle ist ein Seil gelegt. An den Enden befinden sich die Massen $m_1 = 7,2 \text{ kg}$ und $m_2 = 6,5 \text{ kg}$.

- Bestimmen Sie die Beschleunigung der Massen, die Seilkraft F_S und die Kraft F_A auf das Rollenlager.
- Mit welcher Geschwindigkeit und nach welcher Zeit erreicht die Masse m_2 die Höhe $H = 125 \text{ cm}$, wenn sich m_1 zur Zeit $t = 0$ in der Höhe H in Ruhe befindet?

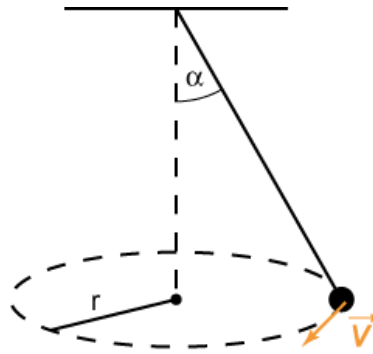
(Die Massen von Seil und Rolle seien vernachlässigbar.)



2 Dynamik

2.5.7 Konisches Pendel

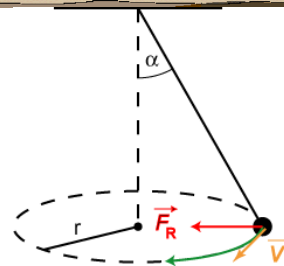
- Welche resultierende Kraft muss wirken?



2 Dynamik

2.5.7 Konisches Pendel

- Bahngeschwindigkeit,
- Seilspannung (in Abh. von ω und r)



a) Bahngeschwindigkeit:

b) Seilspannung: