Tutorium

Physikalische Grundlagen

Sommersemester 2020

Dr. Anne Baumann

Teil 1 – Grundlagen & Mechanik

Physikalische Größe und Einheiten

- $physikalische\ \ Größe = Maßzahl \cdot Maßeinheit$

- Internationales Einheitensystem (SI) mit den 7 Basiseinheiten:

Grösse		***Einheit***	
Länge	s	Meter	**m**
Masse	m	Kilogramm	**kg**
Zeit	t	Sekunde	**s**
elektrische Stromstärke	i	Ampere	**A**
Temperatur	T	Kelvin	**K**
Stoffmenge	n	Mol	**mol**
Lichtstärke	I_V	Candela	**cd**

Zehnerpotenzen

Abkürzungszeichen:

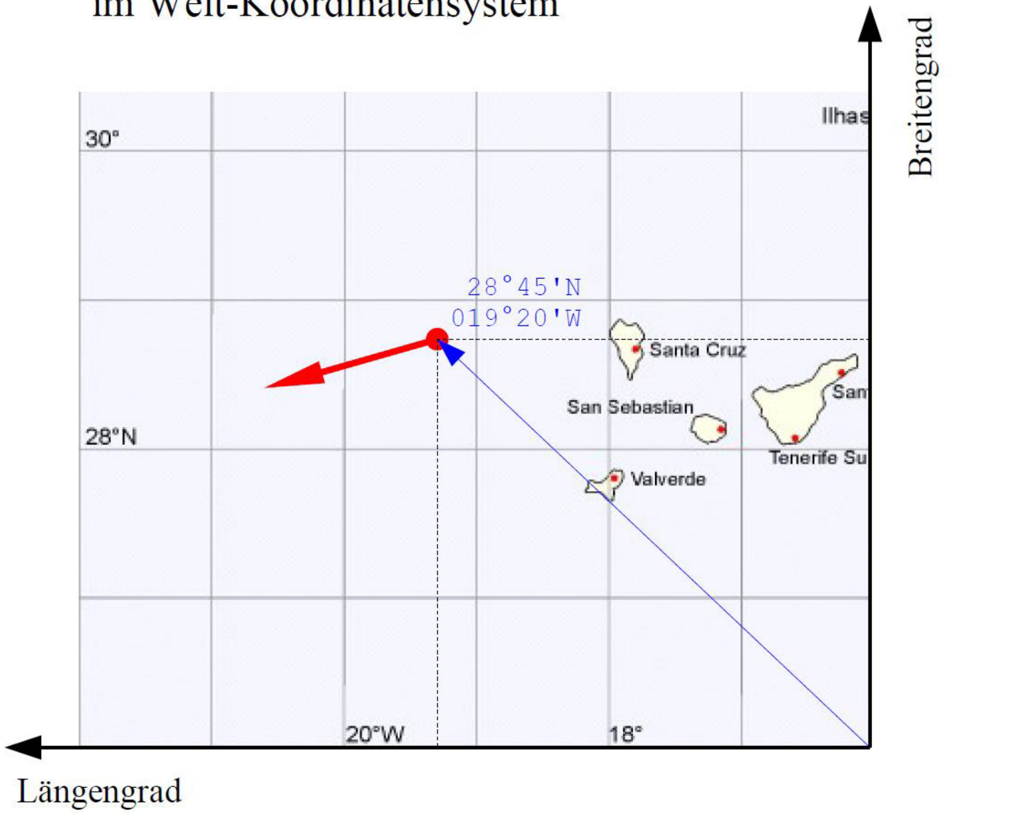
Faktor	*Name*	*Kurz-zeichen*
10^{-1}	Dezi	d
10^{-2}	Zenti	c
10^{-3}	Milli	m
10^{-6}	Mikro	µ
10^{-9}	Nano	n
10^{-12}	Piko	p

Faktor	*Name*	*Kurz-zeichen*
10^{1}	Deka	D
10^{2}	Hekto	h
10^{3}	Kilo	k
10^{6}	Mega	M
10^{9}	Giga	G
10^{12}	Tera	T

Skalare und vektorielle Größen

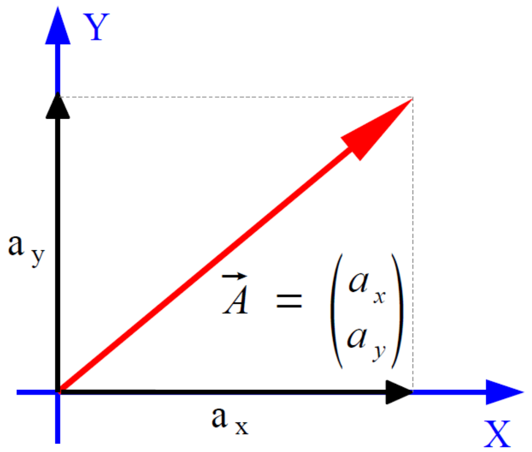
- Skalar
  - Nur Betrag, keine Richtung
  - Beispiele:
    - Temperatur,
    - Masse,
    - Zeit,
    - Energie
- Vektor
  - Betrag und Richtung
  - Beispiele:
    - Ort,
    - Geschwindigkeit,
    - Kraft,
    - Impuls

Beispiel: Orts- und Geschwindigkeitsvektor im Welt-Koordinatensystem

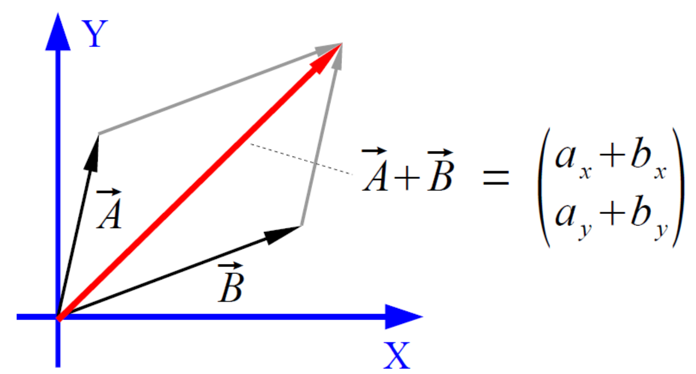


Vektoren

- Vektoren in der 2-dimensionalen Ebene
- Darstellung von Vektoren
  - Vektoren lassen sich im kartesischen Koordinatensystem darstellen
  - Die Projektionen auf die X- und Y-Achse entsprechen den Koordinaten



- Addition
  - Grafisch:
    Parallelverschiebung, s.d. ein Parallelogramm entsteht.
    Die Diagonale entspricht dem Summenvektor
  - Rechnerisch:
    Addition der X- und Y-Komponenten



Bewegungen

- Bewegung = zeitliche Veränderung des Ortes

- Definition der Geschwindigkeit:

$$Geschwindigkeit = \frac{Strecke}{Zeit} \qquad Kurzform: \quad v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$Einheit: \quad [v] = \frac{[s]}{[t]} = \frac{m}{s}$$

- Beschleunigung: Änderung der Geschwindigkeit

Definition:

$$a(t) = \frac{d\,v(t)}{d\,t} = \dot{v}(t) \qquad [a] = \frac{[v]}{[t]} = \frac{m}{s^2}$$

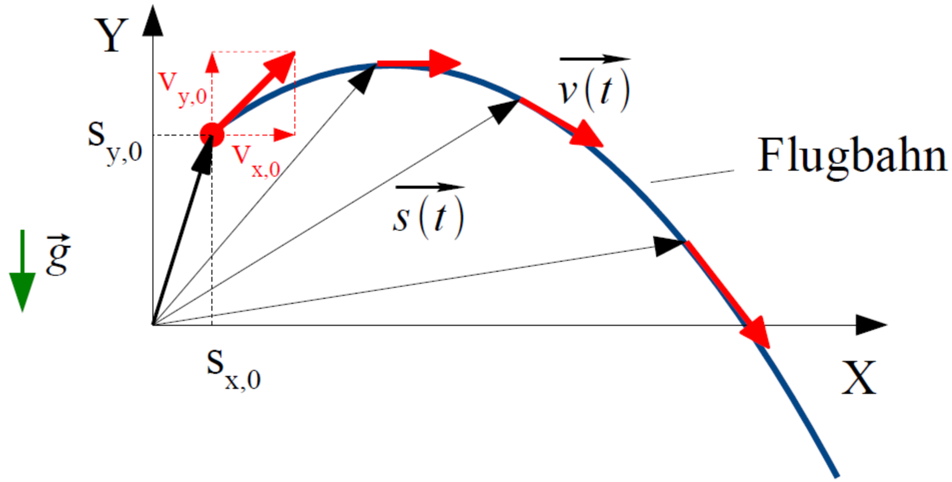
Bewegungen - Zusammenfassung

gleichförmige Beschleunigung	gleichförmige Bewegung
$a = konstant$	$a = 0$
$s(t) = \frac{1}{2} a_0 \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0$	$s(t) = v_0 \cdot t + s_0$
$v(t) = a_0 \cdot t + v_0$	$v(t) = v_0$
$a(t) = a_0$	$a(t) = 0$

Bewegung in der Ebene

Bewegungen in der Ebene lassen sich mit Ortsvektoren in einem kartesischen Koordinatensystem beschreiben

- Beispiel:
  - „Schräger Wurf“, ohne Reibungen, konstante Beschleunigung



$$\overrightarrow{a(t)} = \begin{pmatrix} 0 \\ -g \end{pmatrix}$$

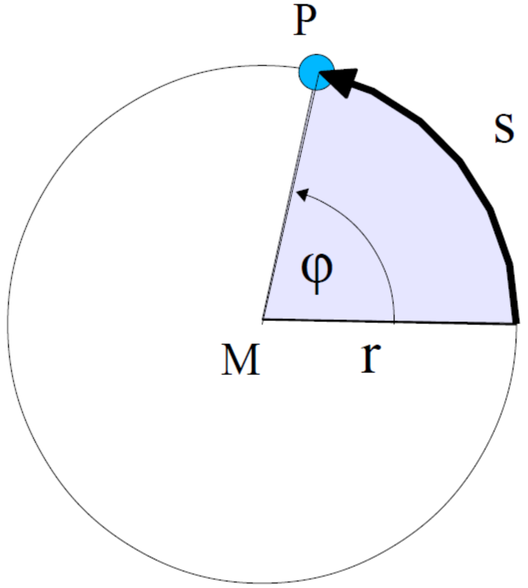
$$\overrightarrow{v(t)} = \begin{pmatrix} v_{x,0} \\ -g \cdot t + v_{y,0} \end{pmatrix}$$

$$\overrightarrow{s(t)} = \begin{pmatrix} v_{x,0} \cdot t + s_{x,0} \\ -\frac{1}{2} g \cdot t^2 + v_{y,0} \cdot t + s_{y,0} \end{pmatrix}$$

Kreisbewegung

- Winkelgeschwindigkeit

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} \qquad [\omega] = \frac{[\varphi]}{[t]} = \frac{1}{s}$$



- Bahngeschwindigkeit

$$v_B = \omega \cdot r$$

- Winkelbeschleunigung

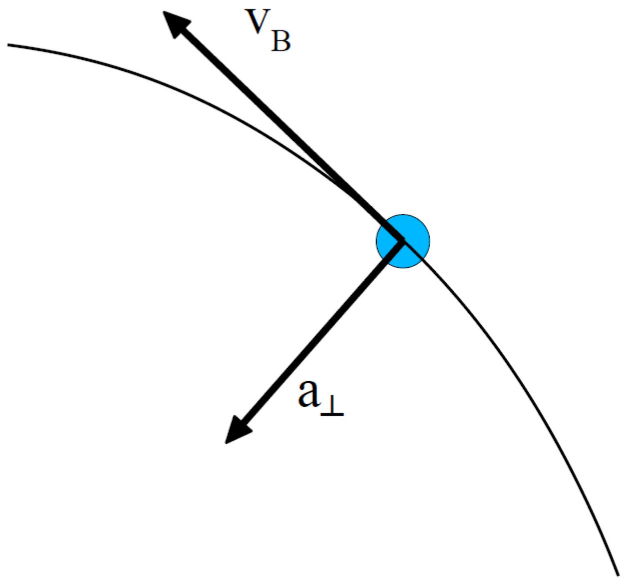
$$\alpha = \dot{\omega} = \frac{d\omega}{dt} \qquad [\alpha] = \frac{[\omega]}{[t]} = \frac{1}{s^2}$$

Zentripetalbeschleunigung

Damit der Punkt auf der Kreisbahn bleibt, muss er ständig in Richtung Mittelpunkt beschleunigt werden

Zentripetalbeschleunigung:

$$a_{\perp} = \omega^2 \cdot r = \frac{v_B^2}{r}$$



Newtonsche Axiome

Aktionsprinzip

- Wirkt auf einen Körper der Masse m die Kraft F, so wird der Körper mit $a(t) = F(t)/m$ beschleunigt.

Trägheitsprinzip

- Ein Körper, auf den keine resultierenden äußeren Kräfte wirken, bewegt sich geradlinig und gleichförmig, d.h. er wird nicht beschleunigt: $a(t) = 0$

Reaktionsprinzip

- Wenn ein Körper die Kraft F auf einen anderen Körper ausübt, so wirkt auf den ursprünglichen Körper die Gegenkraft $-F$ (***actio gleich reactio***).

Kraft

- Definition der Kraft:

$$F = m \cdot a \qquad [F] = [m] \cdot [a] = \frac{kg \cdot m}{s^2} = N\,(Newton)$$

- Die Kräfte können vektoriell addiert werden

- Wichtige Kräfte:
  - $F_{elast} = c \cdot s$ Elast. Kraft oder Federkraft
  - $F_{gravitation} = m \cdot g$ Gravitations- bzw. Gewichtskraft
  - $F_Z = \dfrac{m \cdot v^2}{r}$ Zentripetalkraft

Arbeit

Definition der Arbeit:

- Entlang eines Weges s wird die Kraft F ausgeübt. Die Arbeit ist dann:

$$W = F \cdot s \qquad [W] = [F] \cdot [s] = Nm = J\,(Joule)$$

Energie

In der Mechanik:

- Potentielle Energie $W_{pot} = m \cdot g \cdot h$
- Kinetische Energie $W_{kin} = \frac{1}{2} m v^2$
- Elastische Energie $W_{elast} = \frac{1}{2} c \cdot s^2$

Energieerhaltungssatz:

- In einem abgeschlossenen System ist die Summe der Energien konstant

$$\sum_i W_i = konstant$$

Leistung & Wirkungsgrad

Definition:

- Leistung ist die pro Zeit umgesetzte Energie

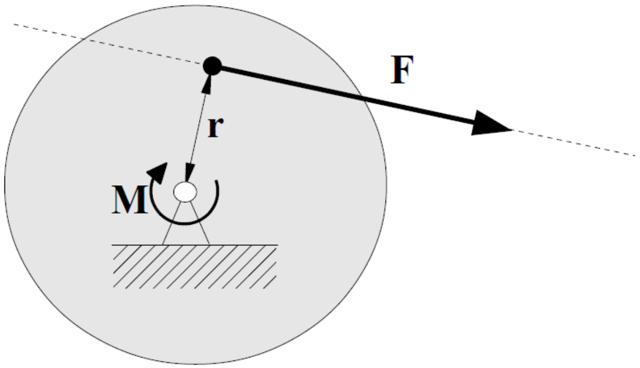
$$P = \frac{dW}{dt} \qquad [P] = \frac{[W]}{[t]} = \frac{Nm}{s} = W\,(Watt)$$

Wirkungsgrad!!!

Drehmoment

Durch räumliche Ausdehnung können Kräfte an verschiedenen Punkten angreifen

- Wirklinie der Kraft F kann gegenüber einem Bezugspunkt um die Strecke r verschoben sein

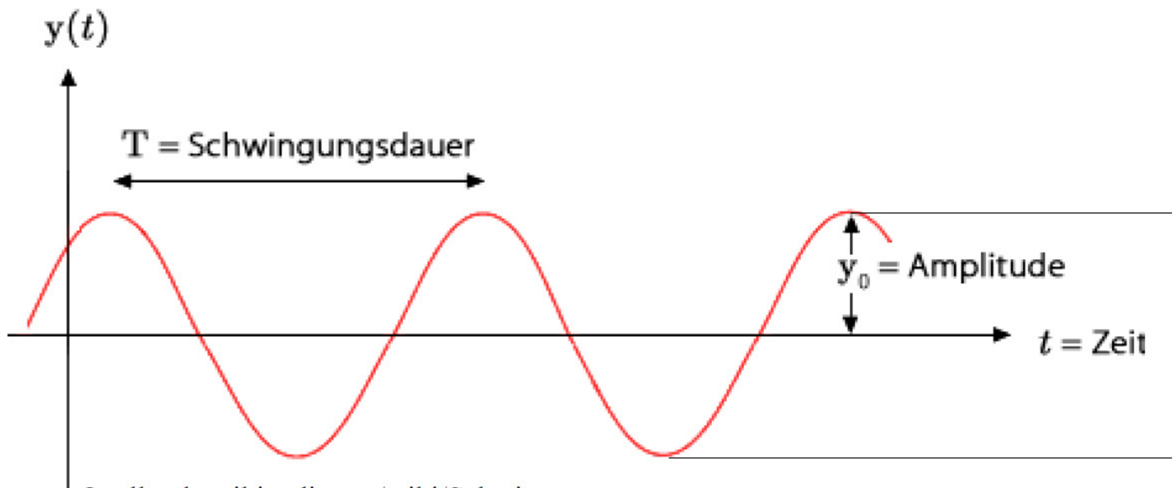


Definition des Drehmoments:

- Verschiebung um r wird berücksichtigt

$$M = r \cdot F \qquad [M] = [r] \cdot [F] = Nm\,(Newtonmeter)$$

Schwingungen



Quelle: de.wikipedia.org/wiki/Schwingung

Periodendauer ***T***

- Zeitdauer, nach der sich Schwingung wiederholt

Frequenz ***f***

- Anzahl der Schwingungen pro Zeit
- Kehrwert der Periodendauer

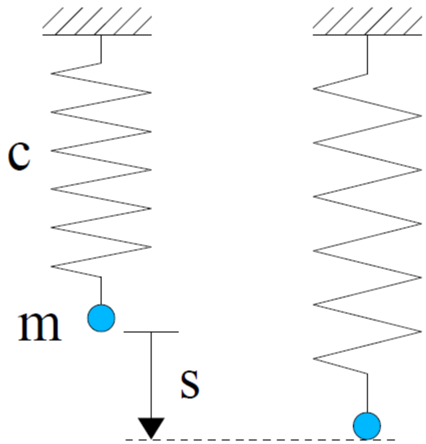
$$f = \frac{1}{T} \qquad [f] = \frac{1}{[t]} = \frac{1}{s} = Hz \ (Hertz)$$

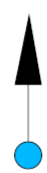
Federpendel

Masse *m* und Feder *c*

- Auslenkung der Feder um Strecke *s* aus der Ruhelage erzeugt Rückstellkraft $F_{rück}$
- Energieformen: Kinetische und elastische Energie

$$\boxed{f = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{c}{m}}}$$



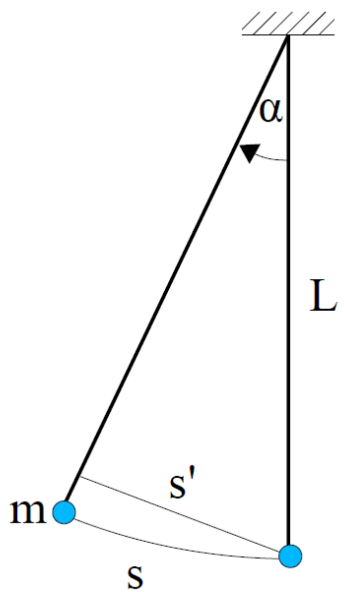


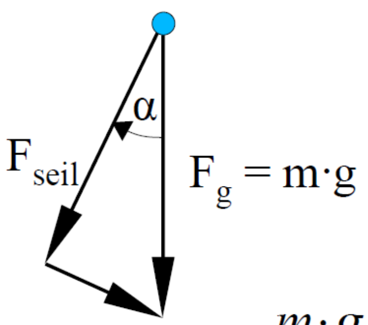
$$F_{rück} = c \cdot s$$

Fadenpendel

Masse m und Faden L

- Auslenkung der Masse um Strecke s' *(Näherung: $s' \approx s$)* aus der Ruhelage erzeugt Rückstellkraft $F_{rück}$
- Energieformen: Kinetische und potentielle Energie





$$F_{rück} = \frac{m \cdot g}{L} \cdot s$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{L}}$$