

Physik für B-TI – 1. Semester

Dozentin: Dr. Barbara Sandow, barbara.sandow@bht-berlin.de

Ort: Berliner Hochschule für Technik, C 215

1. Seminarischer Unterricht(SU) startet am 17.10.2023

(am 24.04.2023 findet der SU nicht an der BHT statt!!!)

Organisation

SU am Montag von 14:00 - 15:30 Uhr

- Seminaristischer Unterricht – SU, Zusammenfassung im Moodle
- Übungen während der SU, Übungszettel im Moodle, Bonuspunkte

1. Klausurtermin: 26.06.2023 von 14:00 – 15:30 Uhr
2. Klausurtermin: im September 2023 genauer Termin wird noch festgelegt

1. Einführung

1.1 Struktur der Lehrveranstaltung

SU:

- Übersicht des Stoffes und Anschauungsbeispiele (Demonstrationsversuche)
- SU liefert den „roten Faden“ zum Literaturstudium

Selbststudium:

- Vertiefung des Stoffes,
- Vollständigkeit durch Ergänzung nach eigenem Interesse herstellen
- unerlässlich, wenn Sie wirklich etwas lernen wollen

Übungen:

- Anwenden des gelernten Stoffes während des SU
- Übungsblätter werden im SU vorgerechnet, daher Fehleranalyse möglich

1.2 Aufgaben der Physik:

- a) Beobachtung der Erscheinungen der unbelebten Welt
- b) diese Beobachtungen ordnen und Zusammenhänge finden \Rightarrow Gesetze aufstellen
- c) aufstellen von Theorien
- d) aus den Theorien weitere Phänomene vorhersagen und diese im Experiment nachweisen

Traditionelle Einteilung in der Physik

1. Mechanik
2. Wärmelehre
3. Elektrizitätslehre und Magnetismus
4. Wellenlehre: Optik, Akustik
5. Aufbau der Materie: Atomphysik, Festkörperphysik, Quantenmechanik

1.3. Basisgrößen

Internationales Einheitensystem (SI- Systeme International d'Unites)

Basisgrößen:	Größe	Symbole	Einheiten: Symbol (Name)
1) Länge	s	m	(Meter) (auch: km, mm, μm , nm)
2) Zeit	t	s	(Sekunde) (auch: h, min, ms, μs , ns)
3) Masse	m	kg	(Kilogramm) (auch: t, g, mg, μg)
4) Temperatur	T	K	(Kelvin) (0 K= -273,15°C oder 0°C= 273,15K)
	Theta	°C	
5) Stromstärke	I	A	(Ampere)
6) Stoffmenge	n	mol	(Mol)
7) Lichtstärke	S	cd	(Candela)

<https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/physik/artikel/internationales-einheitensystem-si>

für weitere Informationen:

<https://www.ptb.de/cms/presseaktuelles/broschueren/zum-internationalen-einheitensystem.html>

Griechisches Alphabet

A α Alpha	N ν Ny
B β Beta	Ξ ξ Xi
Γ γ Gamma	O \omicron Omikron
Δ δ Delta	Π π Pi
E ϵ Epsilon	P ρ Rho
Z ζ Zeta	Σ σ Sigma
H η Eta	T τ Tau
θ ϑ Theta	Y υ Ypsilon
I ι Iota	Φ ϕ Phi
K κ Kappa	X χ Chi
Λ λ Lambda	Ψ ψ Psi
M μ My	Ω ω Omega

2. Mechanik:

„Bewegung und Kraft“

Physikalische Größen

Physikalische Größen beschreiben Eigenschaften des zu behandelnden Gegenstandes und werden zur Abkürzung mit Buchstaben bezeichnet und sind zusammengesetzt aus Maßzahl und der Einheit.

Physikalische Größe = Maßzahl • Einheit
--

Physik für B-TI – 1. Semester

Dozentin: Dr. Barbara Sadow

2. Seminaristischer Unterricht (SU)

- Wiederholung vom 1. SU
- 1. Übungsblatt gerechnet

Bitte, wenn Sie Schwierigkeiten bei dem Mathetest gehabt haben sollten, sollten Sie versuchen sich z.B. mit solchen Lernplattformen:

<https://www.youtube.com/watch?v=qmyKmAq3i4>

oder

<https://www.ombplus.de/ombplus/link/Start>

weiterzubilden.

2. Mechanik:

„Bewegung und Kraft“

Physikalische Größen

Physikalische Größen beschreiben Eigenschaften des zu behandelnden Gegenstandes und werden zur Abkürzung mit Buchstaben bezeichnet und sind zusammengesetzt aus Maßzahl und der Einheit.

Physikalische Größe = Maßzahl • Einheit
--

2.1 Statik/Kinematik/ Dynamik

Gradlinige Bewegungen punktförmiger Körper

Beschreibung von Bewegungen entlang einer geraden Bahn, wobei es genügt lediglich einen repräsentativen Punkt des Körpers heranzuziehen

Geschwindigkeit $v = \frac{ds}{dt} = \dot{s}$ (Einheit: 1m/s)

Beschleunigung $a = \frac{dv}{dt} = \dot{v} = \ddot{s}$ (Einheit: 1m/s²)

geradlinige gleichförmige Bewegung

wenn $v = v_0 = \text{konstant}$ und $a(t) = dv_0/dt = 0$ ist

$s(t) = v_0 t + s(0)$

mit $s(0)$ = Anfangsort und ist eine Konstante

geradlinige gleichmäßig beschleunigte Bewegung

wenn $a = a_0 = \text{konstant}$ und $v(t) = a_0 t + v(0)$ ist

$$\mathbf{s(t) = \frac{a_0}{2} \cdot t^2 + v(0)t + s(0)}$$

mit $s(0)$ = Anfangsort und $v(0)$ = Anfangsgeschwindigkeit, beide Konstanten sind Anfangsbedingungen dieser Bewegung

Physik für B-TI – 1. Semester

Dozentin: Dr. Barbara Sandow

Ort: BHT - Berliner Hochschule für Technik, C 215

Seminarischer Unterricht

2. Mechanik: **„Bewegung und Kraft“**

Dynamik, ein Teilgebiet der Mechanik fragt nach der **Ursache für Bewegungen**.

Masse ist eine physikalische Grundgröße, die die Eigenschaft von Körpern beschreibt, sich gegen eine Bewegungsänderung zu wehren und ist direkt über eine *Messmethode definiert* (siehe dazu:

<https://de.wikihow.com/Masse-berechnen#Die-Masse-.C3.BCber-die-Dichte-und-das-Volumen-bestimmen>

Da jeder Körper mit einer Masse m auf eine Bewegungsänderung träge reagiert – spricht man auch von ‚träger‘ Masse. Die Masse ist eine skalare Größe.

Kraft: ist eine Wirkung auf ein Objekt.

In der Mechanik ist die Kraft die Ursache für eine Beschleunigung oder Verformung eines Körpers.

Symbol: F ; $[F] = N = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$

Allgemeine Einteilung in

Fundamentale Kräfte

Kernbindungskraft – wirkt zwischen Nukleonen	sehr stark, sehr kurze Reichweite
Coulombkraft – wirkt zwischen elektrischen Ladungen	mittelstark, lange Reichweite
(magnetische Kraft) – wirkt zwischen bewegten Ladungen	(relativistische Korrektur zur Coulombkraft)
schwache Kraft – wirkt zwischen Nukleonen und Elektronen	sehr schwach, sehr kurze Reichweite
Gravitationskraft – wirkt zwischen Massen	extrem schwach, sehr lange Reichweite

und

Makroskopische Kräfte

Trägheitskraft	Gegenkraft der (trägen) Masse gegen Beschleunigung
Zwangskraft	Kräfte, die eine Bewegung einschränken
Reibungskraft	Widerstand der Materie gegen Bewegung
elastische Kräfte	Widerstand fester Materie gegen Verformung
Kohäsionskraft	Zusammenhalt der Materie
Adhäsionskraft	„Zusammenkleben“ verschiedener Materialien

Beispiele für Kräfte:

- Kraft, mit der sich Massen anziehen - **Gravitationskraft**

$$F_G = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}, \text{ mit } G: \text{Gravitationskonstante, } r: \text{Abstand der Massen } m$$

- Kraft zwischen elektrischen Ladungen - **Coulomb Kraft**

$$F_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}, \quad \pi : \text{Zahl} = 3,14; \epsilon_0: \text{Dielektrizitätskonstante des Vakuums; } Q: \text{Ladung; } r: \text{Abstand der Ladungen}$$

- Deformationskraft einer Feder - **Federkraft**

$$F = -D \cdot (x - x_0), \quad D: \text{Federkonstante; } x: \text{Ausdehnung der Feder;}$$

- - **Reibungskraft**

$$F = -\alpha \cdot v, \quad \alpha: \text{Reibungskoeffizient, } v: \text{Geschwindigkeit}$$

Physik für B-TI – 1. Semester

Dozentin: Dr. Barbara Sandow

2. MECHANIK

Newtonsche Axiome:

Ist die Beschreibung der Dynamik von Bewegungen im Allgemeinen und der geradlinigen Bewegung im Besonderen.

1. Trägheitsprinzip:

Ein Körper, auf den keine Kraft wirkt, beharrt in Ruhe oder in seinem jeweiligen Zustand der geradlinigen, gleichförmigen Bewegung.

2. Aktionsprinzip:

Wenn eine Kraft F auf eine Masse m wirkt, erzeugt sie eine Beschleunigung a , nach:

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

3. Wechselwirkungsprinzip: Actio = Reactio:

Eine Kraft F ruft immer eine gleich große entgegen gerichtete Kraft F_R (Reaktionskraft) hervor:

$$\vec{F} = \vec{F}_R$$

Dynamik (*)

Kräfte verursachen Bewegungen

*altgriech. δυναμική, dynamiké, "mächtig", also "Kraft"

Gravitationskraft (Schwerkraft)

Wie wir schon gesehen haben, gilt in Erdnähe

$$\mathbf{F}_G = m\mathbf{g} = -mg\hat{\mathbf{e}}_z.$$

mit der Erdbeschleunigung(Fallbeschleunigung) $g \approx 9,81 \frac{m}{s^2}$.

Isaac Newton erkannte 1687, dass die **Gravitation** eine **universelle Kraft** ist, die im ganzen Universum gilt und z.B. auch die Planeten auf ihrer Bahn hält.

Das Gravitationsgesetz

Die Masse m_2 übt auf Masse m_1 die Gravitationskraft \mathbf{F}_{12} aus:

$$\mathbf{F}_{12} = -G \frac{m_1 m_2}{r_{21}^2}$$

$G = 6,678 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$ ist die Gravitationskonstante

Masse m_1 übt auf m_2 die entgegengesetzt gleiche Kraft aus,
 $\mathbf{F}_{12} = -\mathbf{F}_{21}$, was auch aus dem 3. Newtonschen Axiom folgt.

Träge und schwere Masse

Laut dem 2. Newtonschen Axiom gilt $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$. Hier ist m die **träge Masse**, also die Proportionalitätskonstante zwischen Kraft und Beschleunigung.

Die Gewichtskraft ist $\mathbf{F}_G = m\mathbf{g}$. Hier ist m die **schwere Masse**, also die Kraft, die auf einen Körper in einem Gravitationsfeld mit Gravitationsfeldstärke \mathbf{g} wirkt.

Äquivalenzprinzip: Albert Einstein (1879-1955) erkannte, dass die träge und die schwere Masse äquivalent sind. Von vornherein gibt es keinen Grund, warum das so sein sollte, es wurde aber experimentell bis auf 10-13 Genauigkeit nachgewiesen.

Laut Einstein gibt es in einem abgeschlossenen Raum keine Möglichkeit festzustellen, ob man sich in einem Schwerfeld befindet, oder ob die erfahrene Kraft eine Trägheitskraft ist.

Physik für B-TI – 1. Semester

Dozentin: Dr. Barbara Sandow, Barbara.Sandow@bht-berlin.de

Zusammenfassung 5. SU

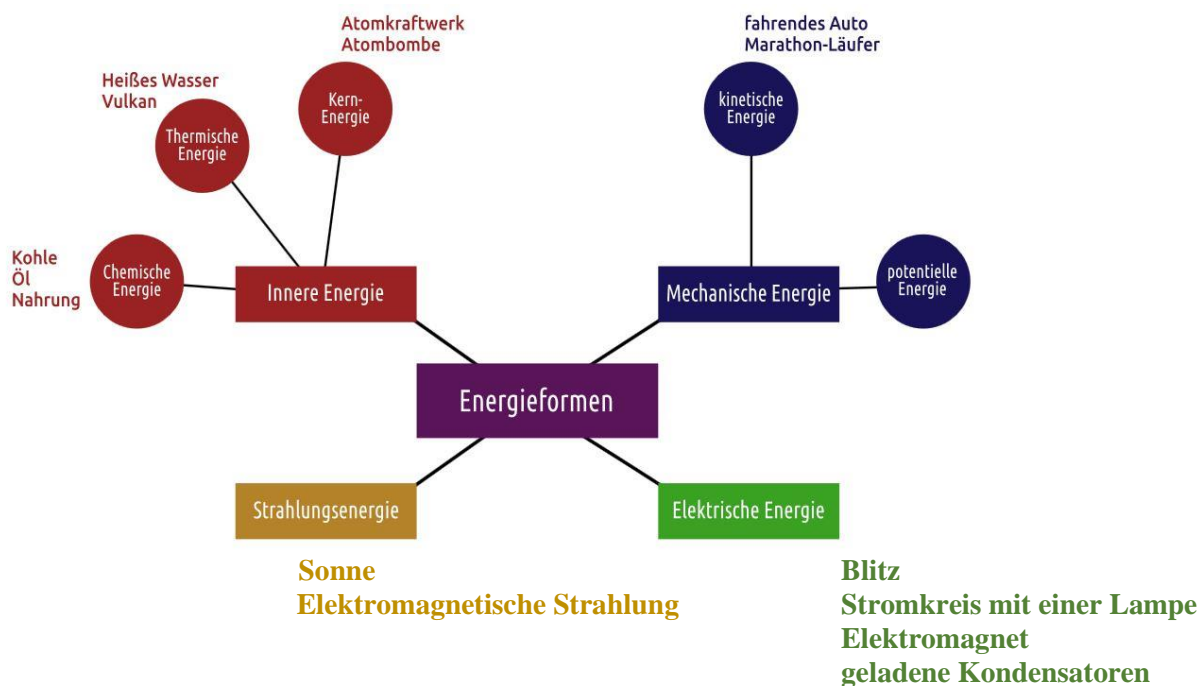
MECHANIK

Energie, Arbeit, Leistung / Erhaltungssatz

Energie, Energieerhaltungssatz

Die **Energie E** ist eine Zustandsgröße. Sie ist „gespeicherte Arbeit“ oder auch das Vermögen Arbeit zu verrichten. Die Energie ist eine skalare Größe.

Energieformen:



Es gibt verschiedene Arten von Energie siehe obige Grafik.

Hier z.B. die mechanischen Energieformen:

- Bewegungsenergie (**kinetische Energie**) ist gespeicherte Beschleunigungsarbeit. Sie ist gegeben durch:

$$E_{kin} = \frac{m}{2} v^2$$

Die Einheit ist $1 \text{ kg m}^2/\text{s}^2 = 1 \text{ J (Joule)} = 1 \text{ Nm (Newtonmeter)} = 1 \text{ Ws (Wattsekunde)}$.

- Lageenergie (**potentielle Energie**) ist die gespeicherte Verschiebearbeit. Sie ist gegeben durch:

$$E_{pot} = m \cdot g \cdot h$$

Das ist die potentielle Energie eines Gewichtes der Masse m in der Höhe h über der Erdoberfläche (g : Erdbeschleunigung, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$).

Die potentielle Energie für die elastische Energie einer Feder der Federkonstanten D , die um den Betrag x von ihrer Ruhelage ausgelenkt wurde ist:

$$E_{pot} = \frac{D}{2} x^2$$

- Die Energieform, die durch Reibungsarbeit entsteht, ist die ungeordnete mikroskopische Bewegungsenergie, die wir Wärme nennen.

Die Energie ist eine Größe für die ein Erhaltungssatz gilt. Der Energieerhaltungssatz ist ein Erfahrungssatz, der erst Mitte des 19. Jahrhunderts formuliert wurde:

Energie kann weder erzeugt noch vernichtet, sondern lediglich umverteilt bzw. in andere, äquivalente Energieformen umgewandelt werden.

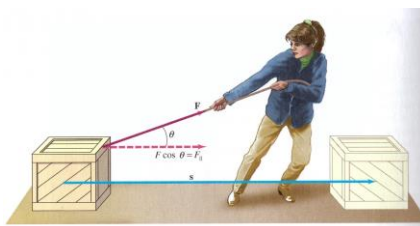
Arbeit W:

$$W = \vec{F} \cdot \vec{s} = |\vec{F}| \cdot |\vec{s}| \cdot \cos(\varphi)$$

Die Arbeit ist eine Prozessgröße und wie die Energie eine skalare Größe.

Einheit: $[W] = \text{J} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} = \text{N} \cdot \text{m}$

φ : Winkel zwischen \vec{F} und \vec{s}



Leistung P: $P = W/t$ – Arbeit pro Zeit; $[P] = W(\text{Watt}) = \text{J/s} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$

Physik für B-TI – 1. Semester

Dozentin: Dr. Barbara Sandow, barbara.sandow@bht-berlin.de

Zusammenfassung: Impuls

Impuls, Impulserhaltungssatz Impuls, Impulserhaltungssatz

Der **Impuls** ist durch die einfache Gleichung:

$$\text{Impuls} \quad \vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

definiert. Der Impuls hat die Einheit: 1 kg m/s.

Impulserhaltungssatz (kurz auch Impulssatz genannt)

Impuls kann weder erzeugt noch vernichtet,
sondern lediglich ausgetauscht werden.

In einem System ist der Gesamtimpuls bzw. die Summe aller Einzelimpuls konstant:

$$p = \sum_n p_n = \text{const.}$$

Der Impulssatz gilt sowohl für den Betrag als auch für seine Richtung.

Bei Drehbewegungen besitzt jeder Körper einen Bahndrehimpuls \vec{L} .

Im Fall einer Kreisbahn mit dem Radius r ist:

$$\text{Drehimpuls} \quad \vec{L} = r \cdot \vec{p} = r \cdot m \cdot \vec{v}$$

Physik für B-TI – 1. Semester

Dozentin: Dr. Barbara Sandow

6. SU

Periodische Bewegung: Kreisbewegung und Schwingungen

Eine Schwingung zeigt einige Ähnlichkeiten mit der ebenen Kreisbewegung, z.B. sind beide Bewegungen an den Ort gebunden: die Kreisbewegung an den Kreismittelpunkt, die Schwingung an ihre sogenannte Ruhelage.

Kreisbewegung

Beschreibung durch die zeitliche Abhängigkeit des:

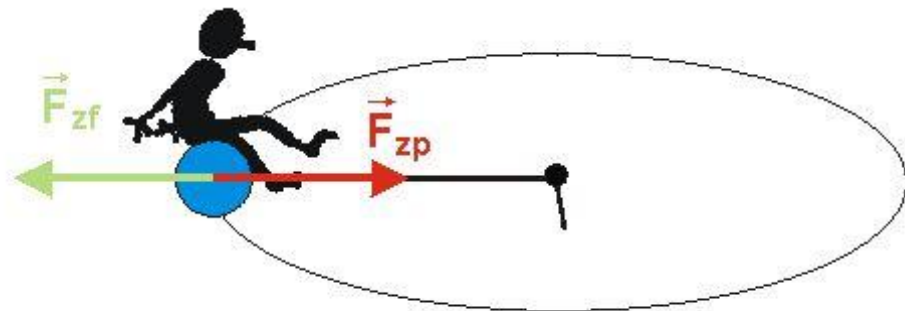
- Ortsvektor $\vec{r} = \vec{r}(t)$
- Geschwindigkeitsvektor $\vec{v} = \vec{v}(t)$
- Beschleunigungsvektor $\vec{a} = \vec{a}(t)$

Siehe dazu angehängte Tabelle:

Analogie geradlinige Bewegung (Translation) und Drehbewegung (Rotation)

Kräfte, die auf einen Gegenstand auf einer Kreisbahn wirken und diesen auf einer Kreisbahn halten sind:

- Radialkraft oder auch Zentripetalkraft \vec{F}_{zp} genannt
- Fliehkraft oder auch Zentrifugalkraft \vec{F}_{zf} genannt.



Quelle: leifi Physik: Kreisbewegung

Für den Federschwinger bitte dieses Simulationprogramm ansehen: phet

<https://phet.colorado.edu/de/simulation/masses-and-springs>

Schwingungen

Schwingung ist eine periodische Veränderung einer physikalischen Größe an einem Ort.

Physik für B-TI – 1. Semester

Dozentin: Dr. Barbara Sadow

2. MECHANIK

Schwingungen

Schwingung ist eine periodische Veränderung einer physikalischen Größe an einem Ort.

Harmonischer Oszillator

- Oszillator führt Schwingungen (periodische Änderung einer physikalischen Größe) aus;
- Harmonische Oszillatoren: Schwingungen lassen sich mit einer Sinus- oder Kosinusfunktion beschreiben

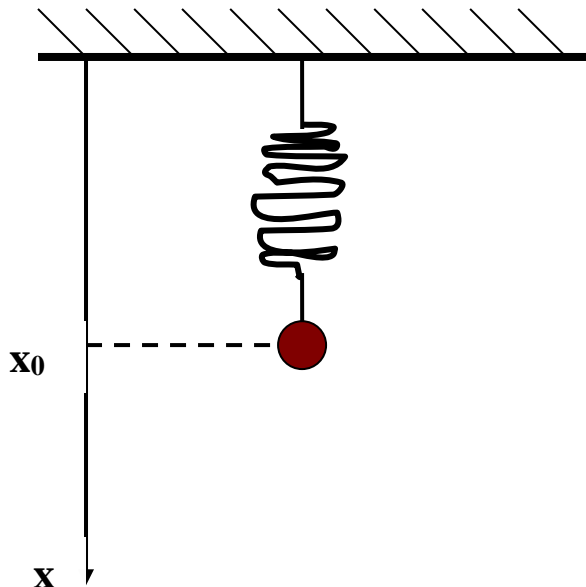
z.B. Federschwinger: Federkraft

$$F_D = -D (x - x_0),$$

D: Federkonstante,

x: Auslenkung,

x_0 : Ruhelage



Bewegungsgleichung:

$$F_D = m a = m \ddot{x} = m \frac{d^2 x}{dt^2}$$

(ohne Berücksichtigung der Schwerkraft!)

Differentialgleichung:

$$\ddot{x} + \frac{D}{m} (x - x_0) = 0$$

Lösung der Differentialgleichung:

$$x(t) = x_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$$

mit x_0 : Anfangsauslenkung oder Amplitude
 φ_0 : Anfangsphase als Konstanten
 ω_0 : Kreisfrequenz

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{D}{m}}$$

Schwingungsdauer T: $T = 2\pi/\omega = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$

$T = 1/f$, mit f: Frequenz

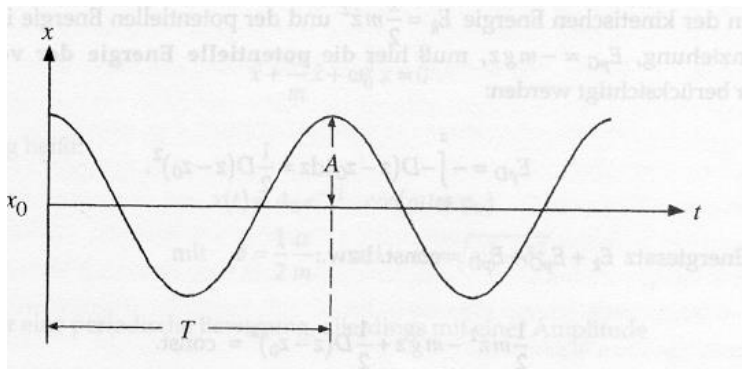


Fig: zeitlicher Verlauf der Auslenkung einer harmonischen Schwingung ohne Dämpfung

Gedämpfte Schwingungen: zeitliche Abnahme der Amplitude

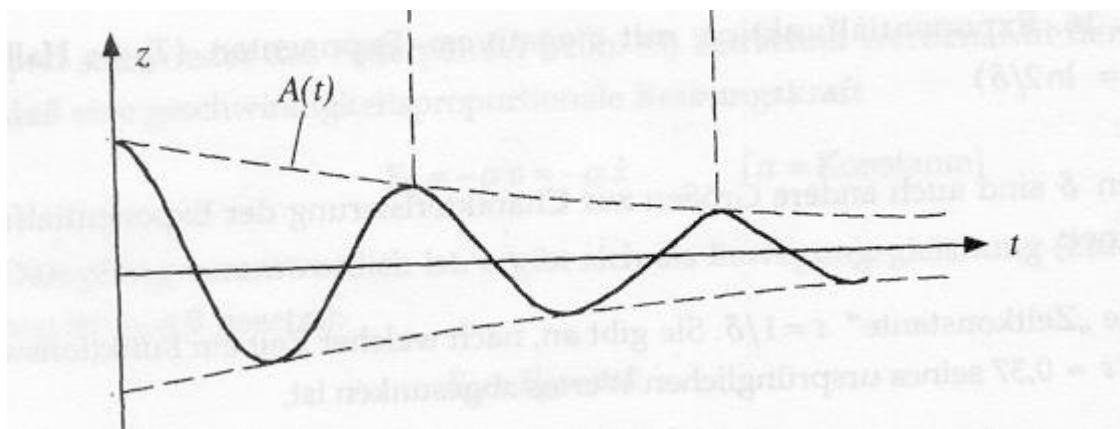


Fig: zeitlicher Verlauf der Auslenkung einer gedämpften harmonischen Schwingung

z. B. Federschwinger: Annahme - Dämpfung durch eine Reibungskraft $-F_R = -\alpha v$
mit α Reibungskoeffizient

Bewegungsgleichung: $F_R + F_D = m a = m\ddot{x}$

Differentialgleichung:

$$\ddot{x} + \frac{\alpha}{m} \dot{x} + \frac{D}{m} x = 0$$

mit $\omega_0 = \sqrt{\frac{D}{m}}$ → der Kreisfrequenz der ungedämpften Schwingung, ergibt sich die Differentialgleichung:

$$\ddot{x} + \frac{\alpha}{m} \dot{x} + \omega_0^2 x = 0$$

Lösung der Differentialgleichung:

$$x(t) = A_0 e^{-\tau t} \cos(\omega t + \varphi_0)$$

mit $\tau = \frac{1}{2} \frac{\alpha}{m}$ Dämpfungszeit und der Kreisfrequenz $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \tau^2}$, eine

periodische Bewegung mit der gedämpfte Amplitude:

$$A(t) = A_0 e^{-\tau t}$$

Siehe auch Tabelle: Vergleich von verschiedenen Oszillatoren (schwingungsfähigen Systemen).

Überlagerungen von Schwingungen: Interferenz

An Orten, wo sie sich verstärken, herrscht konstruktive Interferenz.

An Orten, wo sich die Wellen dabei gegenseitig auslöschen, herrscht destruktive Interferenz.

- konstruktive Interferenz entspricht einer Verstärkung
- destruktive Interferenz entspricht einer Auslöschung

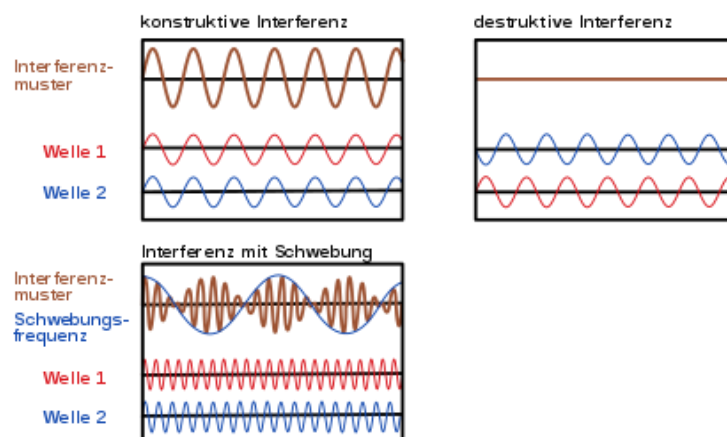


Tabelle: Analogie geradlinige Bewegung (Translation) und Drehbewegung (Rotation)

Translation		Rotation	
Größe	Einheit	Größe	Einheit
Weg s, ds	m	Winkel $\varphi, d\varphi$	rad (Radiant)
Geschwindigkeit $v = ds / dt$	m/s	Winkelgeschwindigkeit $\omega = d\varphi / dt$	rad/s = 1/s
Beschleunigung $a = dv / dt = d^2s / dt^2$	m/s ²	Winkelbeschleunigung $\alpha = d\omega / dt = d^2\varphi / dt^2$	rad/s ² = 1/s ²
Masse (Trägheit) m	kg	(Massen-) Trägheitsmoment $\Theta = \Sigma m r^2$	kg m ²
Kraft $F = m a = dp / dt$	N = kg m/s ²	Drehmoment $M = \Theta \alpha = dL / dt$	Nm = kg m ² s ⁻²
Impuls $p = m v$	kg m/s	Drehimpuls $L = \Theta \omega$	kg m ² /s = Nms
Arbeit $dW = F x ds$	J = Nm	Arbeit $dW = M x d\varphi$	J = Nm
kinetische Energie $E_{kin} = (m/2) v^2$	J	Rotationsenergie $E_{rot} = (\Theta/2) \omega^2$	J
Leistung $P = dW / dt = F x v$	W = J/s	Leistung $P = dW / dt = M x \omega$	W = J/s
Kraftkonstante D = F / s	N/m	Winkelrichtmoment D* = M / φ	Nm
Spannarbeit W = (D/2)s ²	Nm = J	Spannarbeit W = (D*/2) φ^2	Nm = J

Tabelle: Vergleich von verschiedenen Oszillatoren (schwingungsfähigen Systemen)

Größe, Eigenschaften	Federschwinger	Fadenpendel (Länge l)	Drehpendel
Auslenkung	Strecken $x(t)$	Winkel $\varphi(t)$ Bahnstrecke $s_B(t)$	Winkel $\varphi(t)$
rücktreibende Kraft	elastische (Feder-) Kraft $F = -D x$	Schwerkraft $F = -m g \sin \alpha$	elastisches (Torsions-) Moment $M = -D^* \varphi$
Trägheit	Masse m	Masse m	Trägheitsmoment Θ
Dämpfung	Reibungskraft $F = -\alpha v$ α : Reibungskoeffizient	Reibungskraft $F = -\alpha v$	Torsionsreibung $M = -\alpha^* \dot{\varphi}$
Lösung der Differentialgleichung	$x(t) = x_0 \sin[\omega_0 t + \varphi_0]$	$s_B(t) = s_0 \sin[\omega_0 t + \xi_0]$ oder $\varphi(t) = \varphi_0 \sin[\omega_0 t + \xi_0]$ mit $\sin \varphi \approx \varphi$	$\varphi(t) = \varphi_0 \sin[\omega_0 t + \xi_0]$
Kreisfrequenz ω_0 : Eigenfrequenz	$\omega_0 = \sqrt{\frac{D}{m}}$	$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$	$\omega_0 = \sqrt{\frac{D^*}{\Theta}}$
gedämpfte Frequenz ω_l	$\omega_l = \sqrt{\omega_0^2 - \frac{\alpha^2}{4m^2}}$	$\omega_l = \sqrt{\omega_0^2 - \frac{\alpha^2}{4m^2}}$	$\omega_l = \sqrt{\omega_0^2 - \frac{\alpha^{*2}}{4\Theta^2}}$

Mathematik und Physik für B_TI – 1. Semester

Dozentin: Dr. Barbara Sandow

2. MECHANIK

Schwingungen

Schwingung ist eine periodische Veränderung einer physikalischen Größe an einem Ort.

Wellen

Eine Welle ist eine periodische Änderung einer physikalischen Größe mit **der Zeit und am Ort** (eine Schwingung, die sich auf den Weg gemacht hat).

Wellenarten:

Die klassischen Wellenarten sind *Longitudinal*- und *Transversalwellen*.

Longitudinalwellen schwingen *parallel* zur Ausbreitungsrichtung.

Transversalwellen schwingen *senkrecht* zur Ausbreitungsrichtung.

Eigenschaften

- **Amplitude:** Die Amplitude y_0 beschreibt die maximale Auslenkung der Schwingungen der Welle, also dort wo der Wellenberg am höchsten ist.
- **Wellenlänge:** Die Wellenlänge λ (Lambda) ist der Abstand zweier Punkte mit gleicher Phase - zum Beispiel der Abstand zwischen zwei benachbarten Wellenbergen oder Wellentälern.
- **Ausbreitungsgeschwindigkeit:** Die Ausbreitungsgeschwindigkeit v einer Welle ist die Geschwindigkeit mit der sich eine bestimmte Phase, z.B. ein Wellenberg oder ein Wellental fortbewegt.

Außerdem wird eine Welle durch die von ihr erzeugten Schwingungen charakterisiert:

- **Periodendauer (Schwingungsdauer):** Die Periodendauer ist die Zeit, die verstreicht, während ein schwingungsfähiges System genau eine Schwingungsperiode durchläuft, d.h. nach der es sich wieder im selben Schwingungszustand befindet. Der Kehrwert der Periodendauer T ist die Frequenz $f \rightarrow f = 1/T$

Zwischen der Wellenlänge der Welle und der Frequenz der Schwingungen besteht ein direkter physikalischer Zusammenhang über die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle c_w :

$$\lambda * f = c_w$$

Damit ergibt sich auch eine Beziehung zwischen der Wellenlänge und der Periodendauer:

$$\lambda = c_w * T$$

Tabelle: Schwingungen und Wellen

	<u>Schwingungen</u>	<u>Wellen</u>
Definition	periodische Änderung einer physikalischen Größe mit der Zeit	periodische Änderung einer physikalischen Größe mit der Zeit und am Ort (eine Schwingung, die sich auf den Weg gemacht hat)
charakteristische Größen	- zeitabhängige Größen Frequenz: f Schwingungsdauer: T Kreisfrequenz: ω	- zeitabhängige Größen Frequenz: f Schwingungsdauer: T Kreisfrequenz: ω - ortsabhängig Größe Wellenlänge: λ
harmonisch	werden mit sin- und cos-Funktion beschrieben	werden mit sin- und cos-Funktion beschrieben
Lösung der Bewegungsgleichung	$y(t) = y_0 + A \cos(\omega t + \varphi_0)$	$y(t, x) = y_0 + A \cos(\omega t + \frac{2\pi x}{\lambda} + \varphi_0)$

Physik für B-TI – 1. Semester

Dozentin: Dr. Barbara Sandow, barbara.sandow@beuth-hochschule.de

3. Wärmelehre

3.1. Wärme und Temperatur

Die **Wärme Q** ist eine Form der Energie – thermische Energie.

Änderung der Wärme: $Q = c * m * T$ mit c: spezifische Wärmekapazität, m: Masse , T: Temperatur

[Q] = J – Joule oder auch im Alltag cal – Kalorie 1 cal = 4,186 J

Wärmeaustausch findet immer statt, wenn zwei Körper(Systeme) mit unterschiedlichen Temperaturen in Kontakt kommen. Es stellt sich mit der Zeit immer ein thermodynamisches Gleichgewicht ein, wobei die Wärme immer von dem Körper mit der höheren Temperatur zu dem Körper mit der niedrigeren Temperatur übergeht.

Temperatur

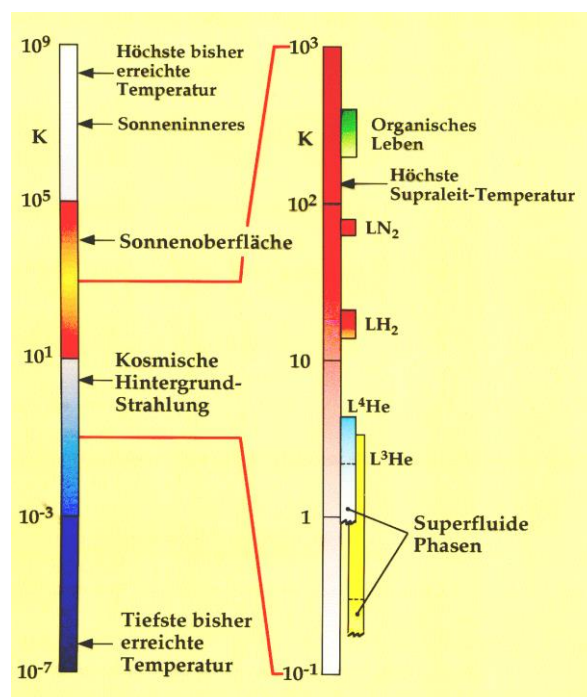
Die Temperatur T ist die mittlere Bewegungsenergie der Teilchen.

[T] = °C – Celsius oder K – Klevin

0 K = -273,15°C oder 0°C = 273,15 K

0 K ist der absolute Nullpunkt, hier erstarrt jede Teilchenbewegung.

Temperaturskala in K:



3.2 Wärmekapazität C

Per Definition gibt C die Wärmemenge Q (in Joule) an, die einem Körper zugeführt werden muss, um einen Anstieg der Temperatur T (in Kelvin) zu erreichen (Einheit von $[C] = \text{kJ/K}$).

Spezifische Wärmekapazität: $c = C / m$ m : Masse

Die spezifische Wärmekapazität ist eine Materialkonstante und ist ein Maß für diejenige Energie, die man benötigt, um 1 kg eines Stoffes um 1 K (oder 1°C) zu erwärmen.

Die Einheit der spezifischen Wärmekapazität ist :

$$[c] = \text{J} / \text{kg} \cdot \text{K}$$

3.3 Wärmetransport

drei Mechanismen: Wärmestrahlung
 Wärmeströmung (Konvektion)
 Wärmeleitung

Wärme kann durch Wärmeleitung, Konvektion und Wärmestrahlung transportiert werden.

In den meisten Fällen sind bei der Wärmeübertragung mehrere dieser drei Mechanismen involviert, wobei je nach Temperatur der eine oder der andere überwiegt.

3.4 Aggregatzustände/Zustandsdiagramme

Aggregatzustände: Erscheinungs- und Zustandsform, in der die Materie existiert:

3 Formen: fest, flüssig und gasförmig

Festkörper (fest): befinden sich in einer festen Form. Die Atome sind aufgrund von Bindungen (z.B. metallische Bindung) relativ fix und schwingen um ihre Ruhelage

Flüssigkeiten (flüssig): die Moleküle sind nah beieinander, jedoch in der Bewegung sehr variabel und können sich gegenseitig verdrängen. Mit Erhöhung der Temperatur steigt wegen der Brownschen Molekularbewegung auch die potenzielle Bewegung der Teilchen.

Gase (gasförmig): die Distanz zwischen den Atomen/Molekülen ist bei Gasen am größten. Es bestehen praktisch keine Bindungen zwischen den einzelnen Atomen oder Molekülen.

Phasenübergänge:

- **Verdampfen** (Phasenübergang von flüssig zu gasförmig)
- **Kondensieren** (Phasenübergang von gasförmig zu flüssig)
- **Erstarren** (Phasenübergang von flüssig zu fest)
- **Schmelzen** (Phasenübergang von fest zu flüssig)
- **Sublimieren** (Phasenübergang von fest zu gasförmig)
- **Resublimieren** (Phasenübergang von gasförmig zu fest)

Physik für B-TI – 1. Semester

Dozentin: Dr. Barbara Sandow,

Optik – Strahlenphysik

Licht, Polarisation, Dispersion

Licht: transversale Welle, elektromagnetische Welle, 400-800 nm-> sichtbarer Bereich, Ausbreitungsgeschwindigkeit im Vakuum $c = 300000 \text{ km/s}$

Polarisation: durch einen Polarisationsfilter entsteht eine transversale Welle mit nur einer Schwingungsebene

Dispersion: beschreibt die Anhängigkeit der Ausbreitungsgeschwindigkeit einer harmonischen Welle im Medium von der Wellenlänge oder Frequenz

Strahlenoptik

Reflexion: Treffen Wellen irgendeiner Art auf eine ebene Fläche, dann entstehen neue Wellen, die sich von der Fläche wegbewegen.

Reflexionsgesetz: Einfallswinkel = Reflektionswinkel

Brechung: Richtungsänderung des Strahls nach Eintritt in ein zweites Medium

Brechungsgesetz: $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$

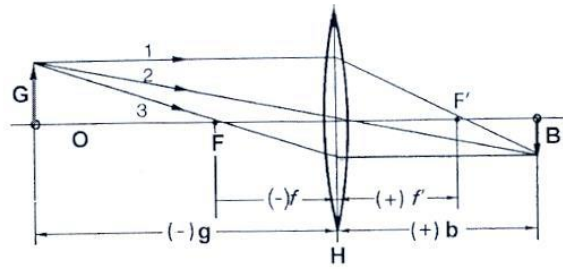
Linsen, Abbildungen

Mit Hilfe des Reflexions- und Brechungsgesetzes wird die Erzeugung von Bildern durch z.B. Spiegel und Linsen behandelt.

Bildentstehung bei einer Sammellinse

Zur Konstruktion eines Sammellinsenbildes benötigt man 3 Strahlen:

- 1.**
einen achsenparallelen Strahl (Parallelstrahl), der von der Linse zum Brennpunkt F hin gebrochen wird;
- 2.**
einen Mittelpunktstrahl, der ungebrochen die Linse verlässt,
- 3.**
einen Brennpunktstrahl (kommt vom Gegenstand durch den Brennpunkt F und trifft auf die Linse), der zum Parallelstrahl hinter der Linse wird.



Der Kehrwert der Brennweite f ist ein Maß für die Stärke der Linse und heißt

Brechkraft D : $D = 1/f$.

Abbildungsgleichung: $1/f = 1/g + 1/b$

Abbildungsmaßstab: $B/G = b/g$

3 Fälle der Abbildung durch eine Linse:

1. G außerhalb der doppelten Brennweite:

$g > 2f$ \rightarrow dann ist das Bild: umgekehrt, reell, verkleinert

2. G ist zwischen der einfachen und der doppelten Brennweite:

$f < g < 2f$ \rightarrow dann ist das Bild: umgekehrt, reell, vergrößert

3. G innerhalb der einfachen Brennweite:

$g < f$ \rightarrow dann ist das Bild: aufrecht, virtuell, vergrößert

Beispiel: leifiphysik:

<https://www.leifiphysik.de/optik/optische-linsen/grundwissen/konstruktionsstrahlen-bei-der-linsenabbildung>