

## Astronomische Weltbilder

**Geozentrisches Weltbild der Antike:** Die Erde ist der Mittelpunkt des Weltalls.

**Heliozentrisches Weltbild** von Kopernikus/Galilei/Kepler/Newton ab 1500: Die Sonne steht im Mittelpunkt der Welt.

### Keplersche Gesetze

#### 1. Bahnform von Planeten:

Alle Planeten bewegen sich auf elliptischen Bahnen. In einem gemeinsamen Brennpunkt steht die Sonne.

**2. Bewegung eines Planeten um die Sonne:**  $\frac{A}{\Delta t} = \text{konstant}$

Die Verbindungslinie Sonne-Planet überstreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächen.

#### 3. Zusammenhang zwischen Umlaufzeiten und großen

**Halbachsen für zwei Planeten:**  $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$

Die Quadrate der Umlaufzeiten zweier Planeten verhalten sich wie die dritten Potenzen der großen Halbachsen ihrer Bahnen.

### Newtons Gravitationsgesetz

Die Ursache für die Bewegung der Planeten um die Sonne oder von Satelliten um die Erde ist die Gravitation. Die Gravitationskraft wirkt als die Kraft, die Planeten oder Satelliten auf ihrer Bahn hält.

$$F = G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2}$$

Die Gravitationskonstante G ist eine allgemeine Naturkonstante.

### Moderne Kosmologie

Das Universum entstand vor ca. 15 Milliarden Jahren durch eine gewaltige Explosion (Urknall) und besteht aus einer Vielzahl von Sternsystemen (Galaxien). Unser Sonnensystem ist in der Galaxie „Milchstraße“.

## Newtonsche Mechanik

**1. Newtonsches Gesetz (Trägheitsgesetz):** Ein Körper bleibt in Ruhe oder in gleichförmiger geradliniger Bewegung, solange die Summe der auf ihn wirkenden Kräfte null ist.

**2. Newtonsches Gesetz (Grundgesetz der Mechanik):** Wirkt auf einen Körper der Masse m die Kraft F, so erfährt er die Beschleunigung a.

$$F = m \cdot a$$

**3. Newtonsches Gesetz (Wechselwirkungsgesetz):** Wirken zwei Körper aufeinander ein, so wirkt auf jeden Körper eine Kraft. Die Kräfte sind gleich groß und entgegengesetzt gerichtet.

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

„actio gegengleich reactio“

### Gleichförmig geradlinige Bewegung:

$$F = 0 ; a = 0 ; v = \frac{s}{t} = \text{konstant}$$

### Gleichförmig beschleunigte Bewegung:

a = konstant, Anfangsgeschwindigkeit 0:

$$\left. \begin{array}{l} F = m \cdot a \\ v = a \cdot t \\ s = \frac{1}{2} a t^2 \end{array} \right\} s = \frac{v^2}{2a}$$

### Erhaltungssätze:

**Energieerhaltung:**  
In einem abgeschlossenen System bleibt die Gesamtenergie E erhalten:

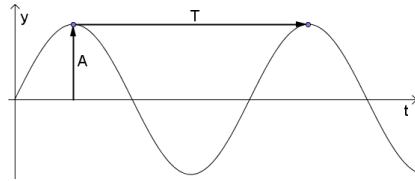
$$E = E_1 + E_2 + \dots = \text{konstant}$$

**Impulserhaltung:**  
In einem abgeschlossenen System bleibt der Gesamtimpuls p erhalten:

$$p = p_1 + p_2 + \dots = \text{konstant}$$

## Spezielle Bewegungen

### Harmonische Schwingung



Rücktreibende Kraft  $F$  ist proportional zur Auslenkung  $y$ .

Bewegungsgleichung: 
$$y = A \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right) = A \cdot \sin(\omega t)$$

A: Amplitude    T: Schwingungsdauer     $\omega = \frac{2\pi}{T}$ : Kreisfrequenz

Federpendel:  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$  (hängt von Masse und Federhärte ab)

Fadenpendel:  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$  (hängt von Pendellänge und Ortsfaktor ab)

### Gleichförmige Kreisbewegung

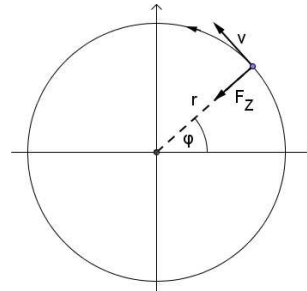
T: Zeit für eine Umdrehung

Winkelgeschwindigkeit: 
$$\omega = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T}$$

Bahngeschwindigkeit: 
$$v = \frac{2\pi r}{T} = \omega r$$

Beschleunigende Kraft: **Zentripetalkraft**

$$F_z = \frac{m \cdot v^2}{r} = m \cdot \omega^2 \cdot r$$



### Waagrecht Wurf

**Horizontal:** Gleichförmige Bewegung

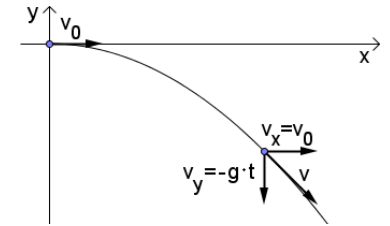
$$v_x = v_0 \text{ (konstant)}$$

$$x = v_0 \cdot t$$

**Vertikal:** Freier Fall mit Beschleunigung  $a = -g$

$$v_y = -g \cdot t$$

$$y = -\frac{g}{2} t^2$$



Als **Bahnkurve** ergibt sich ein Teil einer Parabel.

Beschleunigende Kraft: Gewichtskraft  $F_G = m \cdot g$

## Aussagen der speziellen Relativitätstheorie

Gesetze der newtonschen Mechanik gelten für Geschwindigkeiten, die wesentlich kleiner als die Lichtgeschwindigkeit sind. Die Lichtgeschwindigkeit ist eine Grenzgeschwindigkeit. Bei sehr großen Geschwindigkeiten gelten die Gesetze der speziellen Relativitätstheorie.

**Grundgedanke:** Die Lichtgeschwindigkeit hängt nicht von der Bewegung des Beobachters ab.

### Zeitdilatation

Eine relativ zum Beobachter bewegte Uhr geht langsamer.

### Längenkontraktion

Ein relativ zum Beobachter bewegter Körper ist in Bewegungsrichtung verkürzt.

### Relativität der Masse

Je näher die Geschwindigkeit eines Körpers der Lichtgeschwindigkeit kommt, desto größer wird seine Masse.

### Zusammenhang Masse – Energie

$$E = m \cdot c^2$$

## Wellenphänomene

**Welle:** Ausbreitung einer Auslenkung in einem Medium

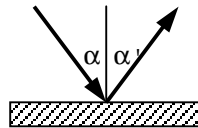
**Ausbreitungsgeschwindigkeit:**  $v = \lambda \cdot f$

**Longitudinalwelle:** Ausbreitungsrichtung und Schwingungsrichtung stimmen überein (z.B. Schallwellen)

**Transversalwelle:** Ausbreitungsrichtung senkrecht zur Schwingungsrichtung (z.B. Wasserwellen)

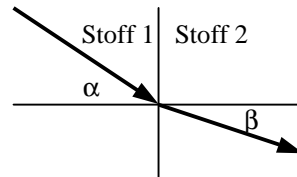
### Reflexion

Hindernisse werfen Wellen gerichtet zurück.



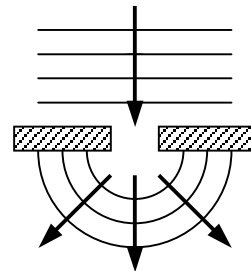
### Brechung

Wellen verändern beim Übergang in ein anderes Medium ihre Ausbreitungsrichtung.



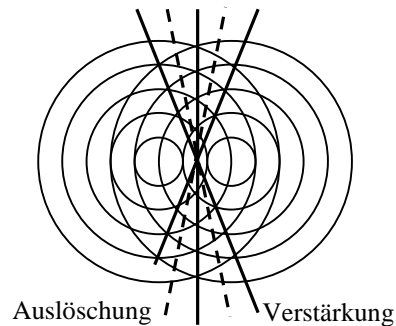
### Beugung

Wellen breiten sich hinter einem Spalt auch im Spaltschatten aus.



### Interferenz

Bei Überlagerung von Wellen treten Bereiche der Verstärkung und der Auslöschung auf.



## Licht als Welle und Teilchen

**Beugung und Interferenz** von Licht => **Wellencharakter**

Interferenzmaxima am Doppelspalt:  $\Delta s = 2k \cdot \frac{\lambda}{2}$  ( $k = 0, 1, 2 \dots$ )

**Fotoeffekt:** Licht ab einer bestimmten Frequenz kann aus der Oberfläche eines Körpers Teilchen herauslösen => **Teilchencharakter, Photonmodell**

Photonen breiten sich mit Lichtgeschwindigkeit aus. Ihre Energie hängt von der Frequenz (Farbe) des Lichts ab.

rot: geringe Energie      violett: große Energie

## Grundlegende Aspekte der Quantenphysik

Quantenobjekte (sehr kleine Objekte: Elektronen, Photonen, Neutronen, Protonen, Atome, Moleküle) bewegen sich nicht wie makroskopische Körper auf Bahnen. Es treten Teilchen- und Welleneigenschaften auf.