



Licht und Materie

Grundlagen der Wellenlehre

Wellen – typische Erscheinungen

- Energietransport ohne Materietransport
- Beugung: Änderung der Ausbreitungsrichtung (z.B. um Hindernisse herum)
- Interferenz: gegenseitige Beeinflussung von Wellen. Reicht von gegenseitiger Verstärkung („konstruktive I.“) bis zur gegenseitigen Auslöschung („destruktive I.“)

Prinzip nach Huygens

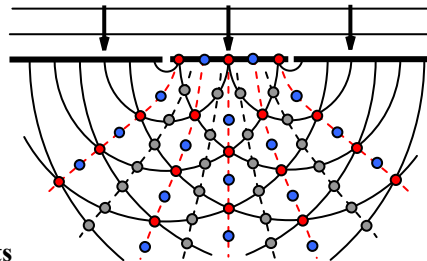
Jeder Punkt einer Wellenfront kann als Ausgangspunkt einer neuen Welle, der so genannten Elementarwelle, betrachtet werden. Die neue Lage der Wellenfront ergibt sich durch Überlagerung (Superposition) sämtlicher Elementarwellen.

Beugung und Interferenz am Doppelspalt (z.B. Wasserwellen)

Hier dargestellt:

Wellenberge als Wellenfronten

- : Wellenberg trifft auf Wellenberg
- : Wellental trifft auf Wellental
- - - - - : Orte mit konstruktiver Interferenz
- : Wellenberg trifft auf Wellental
- - - - - : Orte mit destruktiver Interferenz



Wellen- und Teilchencharakter des Lichts

Licht zeigt ...

- Wellencharakter (z.B. Beugung und Interferenz am Gitter), aber auch
- Teilchencharakter (z.B. beim Photoeffekt). Licht“teilchen“ heißen Photonen. Man spricht vom Welle-Teilchen-Dualismus des Lichts.

Wellen- und Teilchencharakter von Elektronen

Elektronen zeigen ..

- Wellencharakter (z.B. Beugung und Interferenz am Doppelspalt und Gitter), aber auch
- Teilchencharakter (Elektronen besitzen Masse und Ladung)

Photonen und Masseteilchen als Quantenobjekte

- Ort und Impuls eines Quantenobjekts können nicht zugleich beliebig genau angegeben werden („Heisenbergsche Unschärferelation“)
- Ein Einzelereignis (z.B. Auftreffpunkt eines Elektrons auf einem Schirm nach einem Spalt) ist nicht vorhersehbar.

Weltbilder

Das geozentrisches Weltbild („Erde im Mittelpunkt der Welt“) wurde ab 1543 (Nikolaus Kopernikus) und ca. 1600 (Galileo Galilei) durch das heliozentrische Weltbild („Sonne im Mittelpunkt“) abgelöst. Kepler formulierte 1609-1618 die drei Keplerschen Gesetze, die die Bewegung von Trabanten um einen Zentralkörper (z.B. Planeten um die Sonne oder Satelliten um die Erde) beschreiben.

Mechanik

Impuls p

.. eines Körpers: Impuls = Masse · Geschwindigkeit bzw $p = m \cdot v$

$$[p] = 1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 1 \text{ Ns}$$

Impulserhaltungssatz

In einem abgeschlossenen System ist der Gesamtimpuls konstant. Tritt eine Wechselwirkung zwischen Körpern auf, gilt also: $p_{\text{ges, vor}} = p_{\text{ges, nach}}$

Kreisbewegung (mit konstanter Winkelgeschwindigkeit)

Winkel im Bogenmaß:

$$\varphi = \frac{s}{r} \quad [\varphi] = 1 \text{ rad}$$

Frequenz:

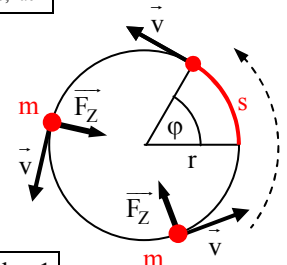
$$f = \frac{1}{T} \quad [f] = \frac{1}{s} = 1 \text{ Hertz} = 1 \text{ Hz}$$

Winkelgeschwindigkeit:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \quad [\omega] = 1 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = \frac{1}{\text{s}}$$

Bahngeschwindigkeit v:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{U}{T} = \frac{2\pi}{T} = r\omega \quad \vec{v} \text{ ist } \underline{\text{tangential}} \text{ zur Bahn gerichtet!}$$



Zentripetalkraft

Bei der Kreisbewegung wird der Körper ständig durch die Zentripetalkraft F_Z zum

Kreismittelpunkt hin beschleunigt.

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

Newtons Gravitationsgesetz

Zwei Körper (Schwerpunkt Abstand r) ziehen sich auf Grund ihrer Massen an.

Für die Gravitationskraft gilt:

$$F_G = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \quad G: \text{Gravitationskonstante}$$

Grenzen der Mechanik Newtons

- Die Newton-Mechanik gilt für alltägliche Geschwindigkeiten. Bei Geschwindigkeiten nahe der Lichtgeschwindigkeit (die nicht erreicht oder überschritten werden kann) treten aber Effekte wie Zeitdilatation und Längenkontraktion auf.
- In manchen Systemen führen minimale Änderungen der Startbedingungen zu völlig anderen Ergebnissen („schwache Kausalität“, z.B. Magnetpendel, Würfel, Wetter)

Die Planeten des Sonnensystems bewegen sich auf nahezu kreisförmigen Bahnen um den Mittelpunkt des Systems, in welchem die Sonne steht.

Von innen nach außen:

Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun, Pluto („Zwergplanet“)