

Welle-Teilchen-Dualismus

Andreas Pfeifer

Proseminar, 2013

- 1 Lichttheorie, -definition
 - Newtons Korpuskulatortheorie
 - Huygen's Undulationstheorie
 - Maxwell
- 2 Photoeffekt
- 3 DeBroglie
- 4 Elektronenbeugungsröhre
- 5 Comptoneffekt
- 6 Quellenangaben

- Licht besteht aus einem Strom kleiner Teilchen, Emission von der Lichtquelle
- Farben → verschiedene Größe bzw. verschiedene Masse
- gradlinige Ausbreitung
- Brechung, Reflexion → Kräfte auf die Teilchen
- Problematisch bei Grenzflächen oder Beugung
- Licht ist schneller im Medium
- Ablenkung von Licht durch Schwerkraft, Vorreiter des schwarzen Lochs (1796)
- Berechnung der Ablenkung war halb so groß wie von Einstein in der allg. Relativitätstheorie

Huygen's Undulationstheorie

- Licht ist eine Welle
- kugelförmige Ausbreitung
- Brechung, Reflexion → Huygensche Prinzip, Snellius Gesetz, Fermatsche Prinzip
- Beugung, Interferenz → Superpositionsprinzip der Amplituden
- Medium? → Äther
- Newtons Theorie war der Favorit durch seine höhere Aufmerksamkeit

- Licht als elektromagnetische Welle im Vakuum
 - Herleitung aus den Maxwell-Gleichungen
 - Benötigt kein Medium
 - Erklärung von Dispersion und Spektralfarben
 - Fresnel erklärt Polarisation durch transversale Wellen
 - Doppelspaltexperiment 19 Jhr.
 - 1850 Messung der Lichtgeschwindigkeit im Medium
- ⇒ Das Aus der Korpuskulartheorie

- Licht auf Platte z.B. Caesium, Rubidium
- beobachtet Elektronenfluss bei hinreichend großer Frequenz und nicht bei höherer Intensität
- Einstein deutet Licht als Teilchen, Photonen, mit Energie $E = h \cdot f$
- $m = \frac{e \cdot \Delta U}{\Delta f} = h \rightarrow E_{ph} = h \cdot f + \Delta E$
- Einstein war der erste, der Planck's Formel $E = h \cdot f$ ernst nahm
- 1921 Nobelpreis

- 1924 veröffentlicht DeBroglie in seiner Doktorarbeit den Welle-Teilchen-Dualismus

Photon=Teilchen	Teilchen=Welle
$E = h \cdot f$	$pc = \sqrt{E^2 - (m_0 c^2)^2}$
$\lambda \cdot \nu = c$	$\lambda = \frac{h}{c} = \frac{hc}{pc}$
$\Rightarrow \lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{hc}{E}$	$\Rightarrow \lambda = \frac{hc}{\sqrt{E^2 - (m_0 c^2)^2}}$

- Teilchen konnten Wellenlängen zugeordnet werden
- Für Licht gilt $m_0 = 0$
- 1929 Nobelpreis

- Wellenlänge eines Elektron
- $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{\sqrt{2mE_{kin}}}$; $E_{kin} = U \cdot e$
- Elektronenstrahl auf polykristalline Graphitschicht gerichtet
- $2d \cdot \sin(\Theta) \stackrel{!}{=} n\lambda$ für Interferenz (Bragg Gleichung)
- $3,74keV \simeq 0,2nm$; $1MeV \simeq 0,871nm$

- Beim Durchgang von Materie beobachtet Arthur Holly Compton, dass Röntgenstrahlung nicht nur absorbiert, sondern unter Energieverlust gestreut wird, Wellenlänge wird länger.
- Wenn beim Stoß von Photonen mit Elektronen wie bei einem elastischen Stoß Energie und Impuls übertragen werden, haben die Photonen im Anschluss eine größere Wellenlänge.
- $\Delta\lambda = \frac{h}{m_{0e}c}(1 - \cos(\phi))$
- $\Delta\lambda_{90^\circ} = \lambda_C = 2,43\text{pm}$ Compton-Wellenlänge
- Deutung des Experiments: Licht besitzt Teilchencharakter oder Elektron besitzt Wellencharakter

- www.chemgapedia.de/vsengine/popup/vsc/de/glossar/k/ko/korpuskulartheorie.glos.html
- www.physik.tu-berlin.de/institute/IFFP/amos/Subsites/themenseiten/photoeffekt/photoeffekt/anordnung.png
- www.techniklexikon.net/d/undulationstheorie/undulationstheorie.htm
- www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/13/vlu/spektroskopie/theorie/dispersion.vlu/Page/vsc/de/ch/13/pc/spektroskopie/theorie/dispersion/disp5.vscml.html
- www.physik.tu-dresden.de/praktikum/gpp/Anleitungen2/EB.pdf
- www.physik.uni-bielefeld.de/yorks/pro13/v3.pdf