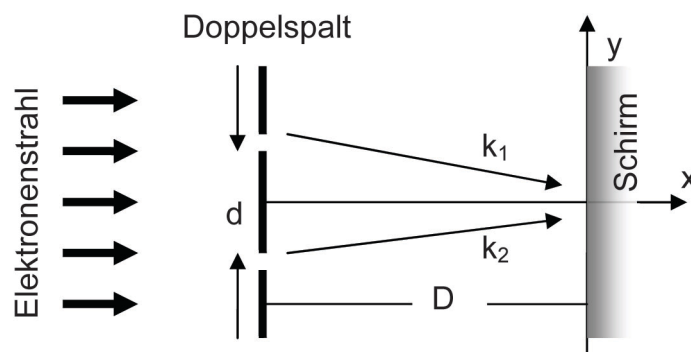


ÜBUNGSBLATT 1

Beispiel 1 (fotoelektrischer Effekt) – ohne Unterlagen:

- Erklären sie den Fotoeffekt (Skizze; Strom vs. Frequenz).
- Der fotoelektrische Effekt bei Natrium (Na) zeigt, daß für Wellenlängen größer als 451 nm keine Fotoelektronen mehr ausgelöst werden. Wie groß ist die Austrittsarbeit von Na in eV (Abschätzung)?
- Natrium wird mit ultravioletem Licht (300 nm Wellenlänge) bestrahlt. Wie groß ist (klassisch) die Geschwindigkeit der austretenden Elektronen? Ist eine klassische (nicht-relativistische) Rechnung gerechtfertigt (Abschätzung)?

Beispiel 2 (Interferenz): - ohne Unterlagen



Ein Strahl von Elektronen wird an einem Doppelspalt gebeugt und trifft bei $x=0$ auf einen Schirm, der die auftreffenden Elektronen registriert. Die Energie der Elektronen beträgt 20 eV. In der Nähe der Schirmmitte können die beiden Partial-Wellen Ψ_1 und Ψ_2 , welche von den beiden Schlitzen ausgesandt werden, durch ebene Wellen gleicher Amplitude A (aber mit unterschiedlichen Wellenvektoren) angenähert werden:

$$\Psi_j(x, y, t) = A \exp \left[i \left(\vec{k}_j \cdot \vec{x} - \omega t \right) \right], \quad j = 1, 2; \quad k \quad d \ll D: \quad \vec{k}_{1,2} = \left(\frac{2\pi}{\lambda} \quad \pm \frac{\pi d}{\lambda D} \right)$$

- Wie groß ist (circa) die de Broglie Wellenlänge λ der Elektronen?
- Berechnen Sie die Elektronenverteilung $|\Psi_{total}(0, y, t)|^2$ am Schirm, wenn beide Schlitze gleichzeitig offen sind.
- Berechnen Sie die Elektronenverteilung $|\Psi_{total}(0, y, t)|^2$ am Schirm, wenn beide Schlitze nacheinander offen sind (*one at a time*).

Bemerkung - ohne Unterlagen heisst ohne Unterlagen, nur der Übungszettel

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As}; \quad h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}; \quad m_{el} = 9,1096 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

Beispiel 3 (Reflexion): - ohne Unterlagen

Eine Welle [Radiowelle: $E_{in}(x,t) = E_0 \sin(kx - \omega t)$] mit einer elektrischen Feldstärke $E_0 = 1 \mu\text{V/cm}$ und einer Wellenlänge $\lambda = 5 \text{ m}$ trifft von $x = -\infty$ kommend bei $x = 0$ auf eine metallische Wand und wird zur Gänze reflektiert.

- (a) Welcher allgemeine mathematische Ansatz ist für die reflektierte Welle $E_{refl}(x,t)$ zu machen?
- (b) Zeigen Sie, daß die Überlagerung der einfallenden mit der reflektierten Welle zu einer stehenden Welle im Halbraum $x < 0$ führt. Hinweis: Das elektr. Feld im Metall muß verschwinden.
- (c) In welchen Abständen von der Wand hat die stehende Welle Knoten bzw. Wellenbäuche?
- (d) Wie groß ist die elektrische Feldstärke in den Wellenbäuchen?

Beispiel 4 (laufende und stehende Wellen):

Welche der folgenden Funktionen stellen laufende oder stehende Wellen dar? Bestimmen Sie die Ausbreitungsrichtung und die Ausbreitungsgeschwindigkeit!

- a) $\Psi(x,t) = \exp(-x^2 + 2xt - t^2)$
- b) $\Psi(x,t) = \sin(x) \cos(t) + \cos(x) \sin(t)$
- c) $\Psi(x,t) = \exp(-x^2 - t^2)$
- d) $\Psi(x,t) = \sin(x) \cos(t)$
- e) $\Psi(x,t) = x^2 - 2xt + t^2$