

PRÄSENZAUFGABEN 3 am 26.04.2019

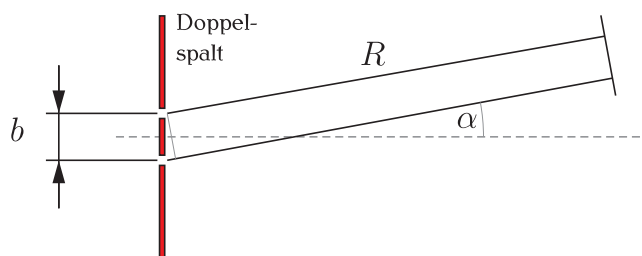
1 Photo- versus Comptoneffekt

Im Unterschied zum Compton-Effekt ($e + \gamma \rightarrow e' + \gamma'$) wird beim Photoeffekt ($e + \gamma \rightarrow e'$) das Photon absorbiert, d.h. die gesamte Energie des Photons wird auf das Elektron übertragen. Zeigen Sie, dass der relativistische Energie- und Impulserhaltungssatz solch einen Prozess *nicht* erlauben, wenn das Elektron frei ist und somit auch den gesamten Impuls des Photons übernehmen müsste.

Bem.: Der Photoeffekt geschieht nur an gebundenen Elektronen, so dass ein Teil des Photonenimpulses vom Atomrumpf aufgenommen werden kann.

2 Intensitätsverteilung am Doppelspalt

Auf einen Doppelspalt fällt von links eine Lichtwelle mit Amplitude A , Wellenzahl k und Kreisfrequenz ω . Sie betrachten eine Richtung hinter dem Doppelspalt, die um den Winkel α bezüglich der Horizontalen gedreht ist. Entlang dieser Richtung sollen Sie die Interferenz der beiden Teilstrahlen, die von den beiden Spalten ausgehen, quantifizieren.



- (i) Erklären Sie kurz, ausgehend von der Form $A \cos(kx - \omega t)$ einer ebenen Welle, wie die oben abgebildeten geometrischen Verhältnisse zu der Kombination

$$\psi(t) = A \cos(kR - \omega t) + A \cos(k(R + b \sin \alpha) - \omega t)$$

für die Amplitude der Welle in einem gewissen Abstand hinter dem Doppelspalt führen.

- (ii) Ein Maß für die Intensität der Welle in diese Richtung ist das zeitgemittelte Quadrat

der Amplitude. Berechnen Sie also

$$S(\alpha) = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T \psi(t)^2 dt$$

für eine Periode $T = 2\pi/\omega$.

Hinweis: Die Zeitmittlung berechnet sich leicht mit Hilfe der Formeln

$$\frac{1}{T} \int_{t=0}^T \cos^2(\phi - \omega t) dt = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T \sin^2(\phi - \omega t) dt = \frac{1}{2},$$
$$\frac{1}{T} \int_{t=0}^T \cos(\phi - \omega t) \sin(\phi - \omega t) dt = 0,$$

wobei ϕ eine beliebige t -unabhängige Größe ist. Außerdem sind diese Formeln hilfreich:

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta,$$
$$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta.$$

(iii) Skizzieren Sie die Intensitätsverteilung $S(\alpha)$.

(iv) Geben Sie die Winkel an, bei denen die Funktion $S(\alpha)$ (lokale) Maxima bzw. (lokale) Minima besitzt.

Tipp: Mit diesem Ergebnis können Sie Ihre Antwort auf eine Frage vom aktuellen Übungsblatt überprüfen.