

**Aufgabe 1: Wellen-Teilchen-Dualität** (5 Punkte)

Die de-Broglie-Beziehungen ordnen dem Impuls  $p$  eines Teilchens eine Wellenlänge  $\lambda$  und der Energie  $E$  eine Frequenz  $\nu$  zu nach  $\lambda = h/p$  und  $E = h\nu$ . Berechnen Sie die Wellenlänge und Frequenz

- (1 Punkt) eines Photons mit der Energie 1 keV.
- (2 Punkte) einer Kugel mit der Masse  $m = 10$  g und der Geschwindigkeit 10 m/s.
- (2 Punkte) von "thermischen" Neutronen mit der kinetischen Energie von 0.05 eV im nichtrelativistischen Fall ( $m_n = 940 \cdot 10^6$  eV/c<sup>2</sup>).

**Aufgabe 2: Polarisationsfilter** (5 Punkte)

Das elektrische Feld eines in  $x$ -Richtung linear polarisierten Lichtstrahls sei

$$\vec{E}(\vec{x}, t) = E \vec{e}_x e^{i(kz - \omega t)}$$

mit  $\vec{e}_x = (1, 0, 0)$ . Die Intensität des Strahls ist

$$I = \beta |\vec{E}|^2$$

mit einer für die folgende Diskussion irrelevanten Konstanten  $\beta$ . Nach Durchlaufen eines Polarisationsfilters, der um den Winkel  $\theta$  gegen die  $x$ -Achse verdreht ist, hat der Lichtstrahl die Form

$$\vec{E}'(\vec{x}, t) = E' \vec{e}_\theta e^{i(kz - \omega t)}$$

mit  $\vec{e}_\theta = (\cos \theta, \sin \theta, 0)$ .

- (2 Punkte) Drücken Sie  $E'$  und  $I' = \beta |\vec{E}'|^2$  durch  $E$  und  $\theta$  aus. Was passiert bei  $\theta = \pi/2$ ?
- (1 Punkt) Es sei nun  $\theta = \pi/2$ . Schalten Sie nun einen zweiten Polarisationsfilter vor den ersten, mit Winkel  $\hat{\theta} = \pi/4$ . Wie sieht das elektrische Feld des Strahls nach Durchlaufen beider Filter aus?
- (2 Punkte) Wie kann man diese Beobachtungen im Rahmen der Quantenmechanik interpretieren, wenn die Intensität des Lichtstrahls auf einzelne Photonen reduziert wird?  
*Hinweis:* Es genügt eine qualitative Diskussion ohne Formeln.

---

**Informationen zum Übungsbetrieb/Scheinerwerb:**

- Die Ausgabe der Übungsblätter erfolgt in der Regel dienstags in der Vorlesung, die Abgabe bis spätestens zum Dienstag der darauffolgenden Woche zu Beginn der Vorlesung! Das jeweilige Übungsblatt wird dann donnerstags in der Übungsgruppe korrigiert zurückgegeben und unter aktiver Beteiligung der Studierenden besprochen.
- Maximal zwei Studierende dürfen gemeinsam ein bearbeitetes Übungsblatt abgeben. Es wird erwartet, dass die Studierenden in den Übungen die bearbeiteten Aufgaben auch selbstständig präsentieren können.
- Notwendig für das Bestehen der Veranstaltung "TP3 Quantenmechanik" (092PHY200800, Prüfungsnummer 330) ist das Erfüllen der nachfolgenden Bedingung

$$\frac{1}{2} \min \left\{ \frac{1}{2}, \frac{a}{a_0} \right\} + \frac{t}{t_0} > \frac{3}{4} \quad ,$$

wobei gilt:

$$\frac{a}{a_0} = \frac{\text{erreichte Punkte aus den Übungen}}{\text{maximale Punkte aus den Übungen}}$$
$$\frac{t}{t_0} = \frac{\text{erreichte Punkte aus der Klausur}}{\text{maximale Punkte aus der Klausur}}$$

Die Note bestimmt sich allein aus der in der Klausur erreichten Punktzahl.

- Voraussichtlicher Termin der Klausur: Donnerstag, 2. Februar 2012, 10.15 Uhr