FREIE UNIVERSITÄT BERLIN

Fachbereich Physik

Übungen zur Vorlesung

''Einführung in die Physik der Atome und Moleküle I'' (SoSe 2008)

- Prof. Karsten Heyne -

Aufgabenblatt 2 vom 24.04.2008

---

Abgabe im Postfach Heyne/Fidder (Trakt 1, in der nähe der Cafeteria)
oder per E-Mail: fidder@physik.fu-berlin.de
vor Freitag 02.05.2008, 12h30.

---

**Aufgabe 2–1** (1+1+1 Punkte)

Wir betrachten einen Röntgenstrahl mit der Wellenlänge $\lambda = 0.1\,\text{nm}$ und einen durch $^{137}$Cs generierten $\gamma-$Strahl mit der Wellenlänge $\lambda = 1.88\,\text{pm}$. Berechnen Sie für beide Strahlen, wenn wir die Streuung an freien Elektronen unter einem Winkel von 90 Grad zum Strahl betrachten:

(a) die Compton Wellenlängenverschiebung $\Delta\lambda$

(b) welche kinetische Energie das freie Elektron bekommt

(c) den Anteil der Energie, den das einfallende Photon durch diese Streuung verliert

**Aufgabe 2–2** (0.75+0.75+1 Punkte)

1999 wurde experimentell mit $C_{60}$ (Fulleren) gezeigt, dass Quantenmechanische Interferenz von de Broglie Materiewellen möglich ist (Nature,(1999), Vol. 401, S. 680).

(a) Berechnen Sie die durchschnittliche Geschwindigkeit von $C_{60}$ bei 1000 K.

(b) Berechnen Sie die de Broglie Wellenlänge für $C_{60}$ bei 1000 K.

(c) Wenn die Interferenz durch Beugung an einem Spalt mit der Spaltbreite 1 nm erreicht wird, berechnen Sie dann die Winkel für die ersten zwei Beugungsminima. Unter Annahme, dass das erste Beugungsmaximum halbwegs zwischen diesen beiden Winkeln liegt, berechnen Sie den Abstand zwischen dem nullten und dem ersten Beugungsmaximum 1.25 m hinter dem Spalt.

**Aufgabe 2–3** (1+1 Punkte)

(a) Für welche Wellenlänge ist bei 300 K die spontane und thermisch stimulierte Emissionsrate gleich?

(b) Es ist bei 300 K gut möglich kohärentes Licht mit sehr hoher Intensität zu erzeugen im Bereich 100 nm -10 $\mu$m (Laser). Geben Sie Erklärungen, warum dies bei 300 K für Röntgenstrahlung und Radiowellen (noch) nicht möglich ist.

**Aufgabe 2–4** (0.5 + 1 + 1 Punkte)

Die zeitgemittelte Zeitkorrelationsfunktion lautet $\overline{A(t)A(0)} \propto \int_0^\infty A(\tau)A(t+\tau)d\tau$
Geben Sie eine Skizze und einen mathematische Ausdruck für die zeitgemittelte Zeitkorrelationsfunktion gebildet mit den Funktionen:

(a) $A(\tau) = e^{-\gamma\tau}$

(b) $A(\tau) = 1$ für $0 \leq \tau \leq 1$ ; $A(\tau) = 0$ für $\tau > 1$

(c) Die zeitgemittelte Zeitkorrelationsfunktion ist ein Beispiel einer Faltung. Eine wichtige mathematische Eigenschaft der Faltung ist, dass die Fourier-Transformierte einer Faltung dem Produkt der fouriertransformierten Funktionen, die in die Faltung eingehen, entspricht. D.h.
$F(t)G(t) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-i\omega t} f(\omega - \omega_0) * g(\omega)$
Wir nehmen $g(\omega) = e^{-\frac{1}{2}(\frac{\omega}{a})^2}$ und $f(\omega - \omega_0) = \frac{b}{b^2+(\omega-\omega_0)^2}$.
Skizzen Sie die Funktion $F(t)G(t)$ für die Situationen: 1) $a >> b$ und 2) $b >> a$.