

Übungen zur Modernen Experimentalphysik I (Physik IV, Atome und Moleküle) — SS 2013

3. Aufgabenblatt

1. Photonen

- (a) Ein Laser mit einer Lichtleistung $P = 5 \text{ W}$ emittiert kohärentes Licht der Wellenlänge $\lambda = 690 \text{ nm}$. Wie groß sind Energie E_{ph} , Masse m_{ph} und Impuls p_{ph} eines Photons, sowie die Anzahl der pro Zeiteinheit emittierten Photonen \dot{N}_{ph} ? Welcher Lichtleistung entspricht der vom menschlichen Auge gerade noch wahrnehmbare Photonenstrom von $\dot{N}_{ph,min} = 5/s$?
- (b) Welche Strahlungsleistung muss ein Laser kontinuierlich erzeugen, damit sein Lichtstrahl ein verspiegeltes Glasplättchen der Masse $m_s = 0.1 \text{ mg}$ gegen die Erdanziehung in der Schwebe halten kann (optische Levitation)? Wie groß ist dabei der Lichtdruck auf das Plättchen, wenn dieses $d = 0.1 \text{ mm}$ dick ist und eine Dichte vom $\rho = 2.5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ hat?
- (c) Gesucht sind die Wellenlängen λ_{max} , bei denen die Maxima der spektralen Energieverteilung der Strahlung liegen für i) die Wendel einer Glühbirne ($T = 3000 \text{ K}$), ii) die Sonnenoberfläche ($T = 5800 \text{ K}$), iii) eine Atombombe, in der zum Zeitpunkt der Zündung die Temperatur auf etwa 10^7 K ansteigt.

2. Comptoneffekt

- (a) Ein Photon der Energie E_γ wird an einem freien Teilchen der Ruhemasse m_0 gestreut. Compton beobachtete 1921, dass für die Wellenlängenverschiebungen gestreuter Photonen ein einfacher Zusammenhang mit dem Streuwinkel besteht. Leiten Sie diesen Zusammenhang her! (*Hinweis: Vorlesung 3, elastischer Stoß, Ansatz mit Energie- und Impulserhaltung, relativistische Energiegleichung für Elektronen!*).
- (b) Berechnen sie die kinetische Energie des Teilchens, das unter dem Winkel ϕ bezüglich der Richtung des einlaufenden Photons gestreut wird! Unter welchem Winkel erhält das Teilchen maximale Energie?
- (c) Welche Energie kann ein Photon der Wellenlänge $\lambda = 400 \text{ nm}$ auf ein freies Elektron übertragen? Könnte das Photon auch Elektronen aus dem Metall heraus schlagen?
- (d) Kann ein Photon seine gesamte Energie auf ein freies Elektron übertragen?

3. Milikan Versuch

Ein geladener Öltropfen fällt 4.0 mm in 16 s mit konstanter Geschwindigkeit in Luft bei abgeschaltetem elektrischen Feld. Die Dichte des Öls ist 0.8 kg/l und die Dichte der Luft ist 1.3 kg/m³. Die Viskosität der Luft ist $1.81 \cdot 10^{-5}$ Ns/m².

- (a) Bestimmen Sie den Radius und die Masse des Tropfens.
- (b) Wird ein konstantes elektrisches Feld $E = 2 \cdot 10^5$ V/m angelegt und die Zeit gemessen, die der Tropfen benötigt, um 4 mm zu steigen, so ergeben sich in verschiedenen Versuchen folgende Zeiten:
 $t_1 = 36,1$ s, $t_2 = 11,5$ s, $t_3 = 17,4$ s, $t_4 = 7,55$ s und $t_5 = 23,9$ s. Bestimmen Sie die Elementarladung aus diesen Daten.

Matrix(1/2a/2b/2c-d/3)

Die Aufgaben werden in den Übungen am 6. Mai 2013 besprochen.

Informationen zu den Übungen unter
<http://www-ekp.physik.uni-karlsruhe.de/~gebauer/atom13.html>.