

# Klausur Physik der Materie I SS 2007

Die, 17.07.07 10<sup>00</sup> - 12<sup>00</sup>

Kennzeichnen Sie bitte **alle** Blätter Ihrer Arbeit mit Ihrem Namen  
und nummerieren Sie die Blätter

- R 1. Ein Elektronenmikroskop wird mit einer Beschleunigungsspannung von 100 kV betrieben. Die Auflösungsgrenze  $\delta$  des Mikroskops ist näherungsweise durch

$$\delta = 0.5 \cdot \sqrt[4]{\lambda^3 C_0}$$

gegeben. Die Öffnungskonstante  $C_0$  beträgt etwa 1 mm. Wie groß ist die erzielbare Auflösungsgrenze (ohne relativistische Effekte)? Was könnte man mit diesem Mikroskop sehen?

- R 2. In den Jahren 1914 und 1916 gelang es R.C. Millikan, Einsteins Gleichung zum äußeren photoelektrischen Effekt durch Messung der maximalen Bremsspannung als Funktion der Frequenz des verwendeten Lichtes experimentell zu bestätigen. Hier einige seiner Messwerte:

Frequenz $\nu$ in $10^{13}$ Hz	maximale Bremsspannung $U_0$ in V
55	0.39
85	1.60
120	2.95

Bestimmen Sie die Austrittsarbeit des verwendeten Metalls und geben Sie den Wert in Elektronenvolt an.

3. Geben Sie die Gleichungen an, aus denen die Gleichung für den Compton-Effekt

$$\lambda_2 - \lambda_1 = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \theta)$$

- R herzuleiten ist. Erläutern Sie kurz diese Gleichungen. Skizzieren Sie dazu die Geometrie und bezeichnen Sie die auftretenden Größen. Wie groß ist die Wellenlänge der gestreuten Welle ( $\theta = 45^\circ$ ) für eine einfallende Welle mit der Frequenz  $f_1 = 10^{16}$  Hz?

**bitte wenden!**



4. Wie groß ist die Reflexion  $R$  einer Materiewelle mit der Energie  $E$  an einer Potentialstufe der Höhe  $V$  mit  $E > V$ ? Verwenden Sie das Modell der ebenen Welle. Diskutieren Sie den Verlauf von  $R(V/E)$  und vergleichen Sie das Ergebnis mit dem, welches man für ein klassisches Teilchen erwarten würde!
5. Wie viel Energie muss aufgebracht werden, um ein Wasserstoffatom zu ionisieren? Begründen Sie Ihr Ergebnis!
6. Mit wie viel Elektronen sind die Schalen ( $K, L, \dots$ ) der Kalium-Atome (Ordnungszahl 19) besetzt? Begründen Sie Ihre Aussage!
7. Betrachtet werden Atome mit einem Gesamtspin der Elektronen von  $S = 0$ . Skizzieren Sie die Aufspaltung für die Niveaus mit der Bahndrehimpulsquantenzahl  $l = 1$  und  $l = 2$  unter der Wirkung eines äußeren Magnetfeldes  $B$  (normaler Zeeman-Effekt). Wie groß ist die Aufspaltung? Zwischen welchen Niveaus sind Übergänge möglich oder anders ausgedrückt wie lauten die Bedingungen für mögliche Übergänge?
8. Welche magnetischen Quantenzahlen treten für ein Teilchen mit der Spin-Quantenzahl  $s = 1$  (Boson z.B. Photon) auf? Wie groß ist der Erwartungswert des Spins, wenn sich das Teilchen im Grundzustand befindet?

Physikalische Konstanten:

Boltzmann-Konstante	$k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J / K}$
Elementarladung	$e = 1.6021 \times 10^{-19} \text{ A s}$
Lichtgeschwindigkeit	$c = 2.998 \times 10^8 \text{ m / s}$
Elektronenmasse	$m_e = 9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Protonenmasse	$m_p = 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Plancksches Wirkungsquantum:	$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Elektrische Feldkonstante	$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ As/(Vm)}$