

# Klausur Experimentalphysik III

Wintersemester 03/04

Es sind maximal 24 Punkte zu erreichen. 20 Punkte entsprechen 100%!

1. Durch die Entwicklung leistungsstarker Laser mit schmaler Linienbreite ist die Untersuchung hochangeregter Zustände in Atomen (Rydbergzustände) möglich geworden. Betrachten Sie ein  $^{23}\text{Na}$ -Atom, bei welchem sich das Valenzelektron in einem Zustand mit der Hauptquantenzahl  $n = 100$  befindet.

- (a) Verwenden Sie zur Beschreibung das Bohrsche Atommodell! Leiten Sie dieses kurz her und skizzieren Sie das Rydbergssystem im Hinblick auf seine Energieniveaus.
- (b) Schätzen Sie ab, wieviel Energie nötig ist, um das Atom, ausgehend vom Zustand mit  $n = 100$ , zu ionisieren!
- (c) Zum Nachweis von Rydbergzuständen wird häufig Feldionisation mit anschließendem Nachweis der Ionen benutzt. Welches statische Feld ist nötig, um das Atom mit dem Valenzelektron im Zustand mit  $n = 100$  zu ionisieren? Lassen Sie dabei den Tunneleffekt außer acht!

5 Punkte

2. (a) Man bestimme die Form und die ursprüngliche Breite (Abstand der ersten Nullstellen) des Wellenpaketes

$$\varphi(x, t) = \varphi_0 \int_{k_0 - \Delta k}^{k_0 + \Delta k} e^{-i(\omega t - kx)} dk,$$

mit den Einschränkungen

$$\Delta k \ll k_0, \quad \frac{d^2\omega}{dk^2} = 0,$$

zur Zeit  $t = 0$ .

- (b) Auf einen optischen Spalt der Breite  $b = 5\mu\text{m}$  falle senkrecht Licht der Wellenlänge  $\lambda_0 = 500\text{nm}$ . Wie groß ist im Fraunhoferschen Beugungsbild des Spaltes der Abstand  $x_1$  des 1. Beugungsminimums vom Hauptmaximum?

5 Punkte

3. Leiten Sie den Zusammenhang

$$\ln T_{1/2} \sim \frac{1}{\sqrt{E}} \quad (\text{GEIGER-NUTTALSche Regel})$$

zwischen der Halbwertszeit  $T_{1/2}$  und der Energie  $E$  der austretenden Heliumkerne beim  $\alpha$ -Zerfall her! Benutzen Sie für eine näherungsweise Behandlung die in der Skizze 1 illustrierten Vereinfachungen und Symbole!

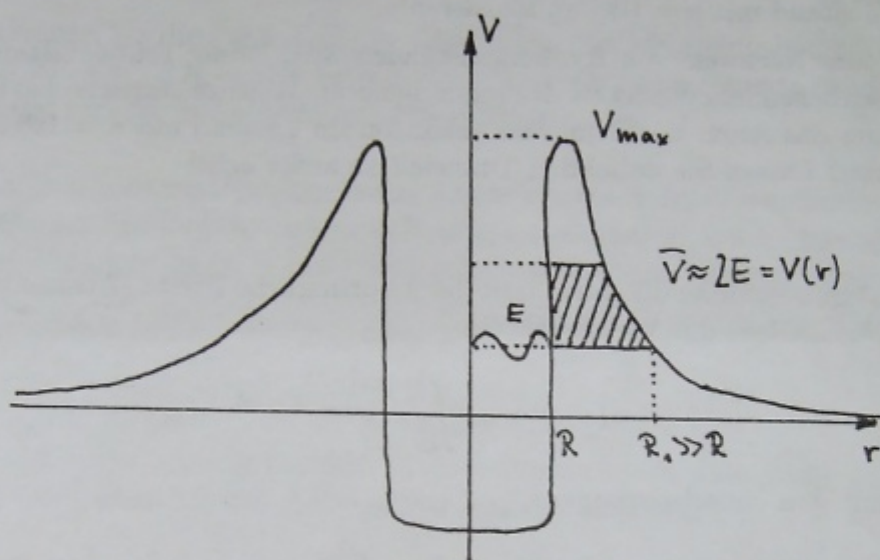
5 Punkte

4. Man ermittle die Bahngleichung eines Elektrons der Geschwindigkeit  $\vec{v}_0 = (0, v_0, 0)$  mit  $v_0 = 10^7 \text{ m/s}$  im homogenen magnetischen und elektrischen Feld, wobei  $\vec{E} = (0, 0, -E_0)$  und  $\vec{B} = (0, 0, B_0)$  gilt. Welche Energie besitzt das Elektron (bei Vernachlässigung der Abstrahlung) nach dem Durchlaufen einer kurzen Strecke  $d$  in Richtung des elektrischen Feldes? Erläutern Sie qualitativ, wie sich die Bahn für  $v \rightarrow c$  verändert!

5 Punkte

5. Man berechne beim Compton-Effekt für Photonen der Wellenlänge  $\lambda = h/m_e c$  denjenigen Winkel  $\vartheta$  des gestreuten Photons, bei dem sowohl Energie- als auch Impulsübertragung auf das Elektron maximal sind! Geben Sie die Geschwindigkeit des Elektrons an! Man skizziere das Ergebnis!

4 Punkte



Skizze 1

Nützliches:

$$h = 6.6 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$k = 1.4 \cdot 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$

$$m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\epsilon_0 = 8.8 \cdot 10^{-12} \text{ AsV}^{-1} \text{ m}^{-1}$$

$$\Delta\lambda = \lambda_C (1 - \cos \vartheta)$$

Viel Erfolg!