

## Experimentalphysik 3

### Schriftliche Prüfung vom 25.6.2014

1. ✓ a) Wie wurde von EINSTEIN der lichtelektrische (photoelektrische) Effekt gedeutet und welche Folgerungen ergeben sich daraus?  
 ✓ b) Welche Modellvorstellungen sind nötig, um das Wesen des Lichts zu beschreiben?  
 ✓ c) Erläutern Sie anhand eines Interferometers, daß die Betrachtung des Lichts als Teilchen (Photon) nicht ausreichend ist.
  
2. Die Elektronen eines Elektronenstrahls werden zunächst mit Hilfe einer Spannung von 300 V auf konstante Geschwindigkeit gebracht. Danach durchläuft der Strahl ein senkrecht zu seiner Richtung angeordnetes homogenes elektrisches Feld (Abstand der Kondensatorplatten 1 cm, Länge 5 cm, Kondensatorspannung 10 V).  
 a) Wie groß ist die Ablenkkraft auf die Elektronen im Kondensator?  
 b) Welche Geschwindigkeit senkrecht zur ursprünglichen Strahlrichtung besitzen die Elektronen des Strahls nach dem Kondensator?  
 c) Unter welchem Winkel zur ursprünglichen Richtung verläßt der Strahl den Kondensator?
  
3. a) Bezüglich der Energie erhält man aus der Schrödinger-Gleichung für das Einelektronen-System die selbe Gleichung wie Bohr. Was muß berücksichtigt werden, damit die Energiegleichung (formal) mit der Energieformel von Sommerfeld übereinstimmt?  
 b) Welcher Effekt muß zusätzlich betrachtet werden, damit die Entartung von Wasserstoff-Niveaus mit gleichen Drehimpuls-Quantenzahlen  $l$  aufgehoben wird?
  
4. Das Elektron eines Wasserstoff-Atoms befindet sich im Zustand mit der Hauptquantenzahl  $n = 4$ . Die Bindungsenergie des Elektrons beträgt dann 0,85 eV.  
 ✓ a) Welche Werte kann die Bahnquantenzahl  $l$  und welche Werte kann die zu jeder Bahnquantenzahl gehörige magnetische Quantenzahl  $m_l$  annehmen?  
 ✓ b) Berechnen Sie aus der o.a. Bindungsenergie die Ionisierungsenergie für den Grundzustand ( $n = 1$ ) und die Rydberg-Konstante (in  $\text{cm}^{-1}$ ).  
 ✓ c) Wie groß ist die abgestrahlte Wellenlänge, wenn das Elektron vom Zustand  $n = 4$  in den Zustand mit  $n = 2$  übergeht?
  
5. ✓ a) Warum liegen beim Natrium-Atom die Energieniveaus mit einer bestimmten Quantenzahlkombination (z.B. 3 S, d.h.  $n=3, l=0$ ) bei viel tieferen Bindungsenergien als beim Wasserstoff-Atom und andere (z.B. 3 D, d.h.  $n=3, l=2$ ) bei den selben Energien wie im Wasserstoff-Atom (Erklärung über die radiale Ladungsdichteverteilung)?  
 ✓ b) Wie werden die chemischen Elemente im Periodensystem eingeordnet? Wie konnte man in Zweifelsfällen die richtige Einordnung experimentell nachweisen?
  
6. ✓ a) Welche Auswahlregeln wurden für Dipol-Übergänge innerhalb eines Termschemas (z.B. Na-Atom) empirisch gefunden und wie lassen sich diese Regeln quantenmechanisch begründen?  
 ✓ b) Was wurde mit dem Stern-Gerlach-Versuch gezeigt?
  
7. ✓ a) Was versteht man unter dem Begriff "Zeeman-Effekt" und wie äußert sich dieser Effekt?  
 ✓ b) Wie wurde der Zeeman-Effekt demonstriert? (Skizze der Versuchsanordnung mit Beschreibung der verwendeten Bauteile bzw. Geräte und ihrer Funktion).



8. a) Ein gut kollimierter Elektronenstrahl trifft auf einen Kristall mit dem Netzebenenabstand  $d = 1 \text{ \AA}$ . Bei  $\varphi = 30^\circ$  beobachtet man ein Interferenzmaximum (Braggsche Reflexion). Wie groß ist die De Broglie-Wellenlänge der Elektronen und mit welcher Spannung wurden die Elektronen beschleunigt?
- b) Mit welcher Spannung muß man eine Röntgenröhre betreiben, damit unter dem selben Winkel ein Reflexionsmaximum beobachtet wird (Berechnung für  $\lambda = 5 \cdot \lambda_{\min}$ )?
- c) Warum ergeben sich für den Fall a) und b) so stark unterschiedliche Spannungswerte (qualitative Begründung)?
9. ✓ a) Geben Sie die beiden besprochenen Modelle für den Aufbau der Atomkerne an und beschreiben Sie, welche Indizien für das jeweilige Modell sprechen bzw. welche Eigenschaften man damit erklärt.
- ✓ b) Erläutern Sie anhand der Bindungsenergie der Nukleonen in Abhängigkeit von der Massenzahl, warum bei der Spaltung schwerer Atomkerne und der Fusion leichter Atomkerne Energie frei wird.
10. a) Ein Atomkern mit relativer Masse 198,956 emittiert ein  $\alpha$ -Teilchen (relative Masse 4,0026) und anschließend ein  $\gamma$ -Quant der Energie 2,2 MeV. Der so entstandene Kern hat die relative Masse 194,9474. Wie groß ist die kinetische Energie des emittierten  $\alpha$ -Teilchens (in Einheiten MeV)?
- b) Schätzen Sie ab, ob bei einer Röntgenröhre, die mit 80 kV Spannung betrieben wird, bereits charakteristische Strahlung auftritt, wenn die Antikathode aus Wolfram gefertigt wurde (Kernladungszahl von Wolfram:  $Z=74$ ).

$$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}, e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}, c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}, m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m} \text{ (1 F/m = 1 C/Vm = 1 As/Vm)}, m(1/12 {}^6\text{C}_{12}) = 1,66055 \cdot 10^{-27} \text{ kg.}$$