

## Experimentalphysik 3

### Schriftliche Prüfung vom 13.3.2013

- 4 ✓ 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.
- 48 ✓ 2. a) Diskutieren Sie die möglichen Energiezustände und die Aufenthaltswahrscheinlichkeit eines harmonischen Oszillators aus klassischer und quantenmechanischer Sicht (Skizzen).  
 b) Mit welcher Gleichung wird das Problem in der Quantenmechanik behandelt? (Gleichung und Bedeutung der vorkommenden Größen angeben).
- 2 3. a) Nach der Bohrschen Theorie ist die Energie eines stationären Zustands nur von der Hauptquantenzahl abhängig. Durch Einführung der relativistischen Massenabhängigkeit  $m_e(v)$  hat Sommerfeld die Feinstruktur der Wasserstoff-Energieniveaus berechnet. Aus der Schrödinger-Gleichung für das Einelektronen-System ergibt sich wieder die selbe Gleichung wie von Bohr hergeleitet. Was muß im quantenmechanischen Ansatz 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  $J$  aufgehoben wird?
- 45 × 4. Die Balmerlinie  $H_\beta$  (Übergang  $n=4$  nach  $n'=2$ ) des Wasserstoff-Atoms besitzt im Vakuum die Wellenlänge  $4863 \text{ \AA}$ .  
 a) Wie groß ist die Rydbergkonstante des Wasserstoff-Atoms (in  $\text{cm}^{-1}$ )?  
 b) Wie ändert sich bei der Abstrahlung von  $H_\beta$  der Atomradius (Verhältnis der Radien)?  
 c) Wie groß muß die Energie eines freien Elektrons sein (in  $\text{cm}^{-1}$ , eV und J), damit beim Stoß mit einem Wasserstoff-Atom im Grundzustand  $H_\beta$  angeregt werden kann?
- 15 ✓ 5. Stellen Sie die radialen Elektronendichten für die Subniveaus der Hauptquantenzahlen 1 bis 4 graphisch dar (relativ zueinander einigermaßen im selben Maßstab) und beschreiben Sie die Systematik hinsichtlich der auftretenden Anzahl der Maxima. Für welche Bahnquantenzahlen deckt sich das Ergebnis mit den Bohrschen Radien?
- 13 ~ 6. Welche Auswahlregeln wurden für Dipol-Übergänge innerhalb eines Termschemas (z.B. Na-Atom) empirisch gefunden und wie lassen sich diese Regeln quantenmechanisch begründen?
- 46 ~ 7. ~ a) Was wurde mit dem Stern-Gerlach-Versuch gezeigt?  
 ~ b) Was versteht man unter dem Begriff "Zeeman-Effekt" und wie äußert sich dieser Effekt?  
 ? c) Wie wurde der Zeeman-Effekt demonstriert? (Skizze der Versuchsanordnung mit Beschreibung der verwendeten Bauteile bzw. Geräte und ihrer Funktion).
- 17 × 8. ? 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.
- 50 a ? 9. ~ a) Mit welchem Modell kann man die Emission von  $\alpha$ -Teilchen aus dem Atomkern und gleichzeitig die große Variation der Halbwertszeit für  $\alpha$ -Zerfall erklären?  
 ? b) Welche Zerfallsarten werden bei der künstlichen Radioaktivität (zusätzlich zu  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) beobachtet?
- 36 a

5. 10. Ein Atomkern mit relativer Masse 237,9456 emittiert ein  $\alpha$ -Teilchen (relative Masse 4,0026) der Energie 5 MeV und der Restkern anschließend ein  $\gamma$ -Quant der Energie 1,2 MeV. Wie groß ist die relative Masse des Endkerns?

$$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}, e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}, c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}, m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$
$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m} \text{ (1 F/m = 1 C/Vm = 1 As/Vm)}, m(1/12 \text{ } ^6\text{C}_{12}) = 1,66055 \cdot 10^{-27} \text{ kg.}$$