

Experimentalphysik 3

Schriftliche Prüfung vom 26.6.2013

1. a) Wie wurde die Ladung des Elektrons bestimmt, welche Schwierigkeit tritt dabei auf und wie wurde sie überwunden?
2. a) Nennen und beschreiben Sie mindestens 3 Methoden zur Bestimmung von e/m
3. a) Leiten Sie die Rydberg-Formel für die Spektralserien des Wasserstoff-Atoms unter Anwendung des Bohrschen Atommodells her. $R_H = (2 - \epsilon)^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$
b) Was bezeichnet man als "Korrespondenzprinzip"?
4. a) Wie wurde die Schrödinger-Gleichung für das Wasserstoff-Atom gelöst (verbale "Skizze" der Rechenschritte)?
b) Woher weiß man, daß die bei (a) auftretende Größe ℓ etwas mit dem Drehimpuls des Elektrons zu tun hat?
c) Welchen Betrag $|\vec{L}_q|$ hat ein quantenmechanischer Drehimpuls, wenn der Wert der zugehörigen Quantenzahl q gegeben ist? Wie groß sind die zugehörigen Projektionen $|\vec{L}_{q,z}|$?
5. a) Die Sommerfeld'sche Feinstrukturformel lautet

$$W_{n,k} = -h.c.\bar{R}_H \cdot \left\{ 1 + \frac{Z^2 \alpha^2}{n^2} \left(\frac{n}{k} - \frac{3}{4} \right) \right\}$$

während die Schrödinger-Gleichung für das Einelektronensystem das schon von Bohr errechnete Ergebnis $W_{n,k} = -h.c.\bar{R}_H$ liefert. Was muß in der Quantenmechanik (QM) berücksichtigt werden, damit sie eine Gleichung liefert, die formal mit dem Ergebnis von Sommerfeld übereinstimmt?

b) Erklären Sie die Unterschiede zwischen Sommerfeld und QM

6. Der Bohrsche Radius für ein Elektron im Zustand $n=1$ beträgt für das Wasserstoffatom $r_1 = 0,053 \text{ nm}$.
a) Wie groß ist der Bahnradius für ein Natrium-Atom ($Z=11$), dessen Leuchtelektron in einen Zustand $n=100$, $l=99$ angeregt wurde. $48,78 \text{ nm}$
b) Wie groß ist der Radius für denselben Zustand im 9-fach ionisierten Natrium-Ion? $58,8 \text{ nm}$
c) Wird auf ein Wasserstoffatom im Grundzustand ($n=1$) eine Energie von $12,85 \text{ eV}$ übertragen (z.B. in einem Stoßvorgang), emittiert es anschließend unter anderem die Linie H_β (Übergang von $n=4$ nach $n=2$). Wie groß ist die Ionisierungsenergie des Wasserstoffatoms (in eV) und die Rydbergkonstante (in cm^{-1})?

$$r = \chi \frac{n^2}{Z}$$

$$\downarrow$$

214

$$\downarrow$$

 $205 \cdot 10^{-12} \text{ m}$

$$E = R_H \left(\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2} \right)$$

7. a) Beim Helium hat sich gezeigt, daß für gleiche Quantenzahlen n, ℓ zwei verschiedene Energiezustände der Elektronen existieren. Wodurch kommt dies zustande?
 b) Warum existiert im Triplett-System des Heliums kein Zustand mit Hauptquantenzahl $n = 1$?
 c) Welche allgemeinen Regeln kann man aus der Betrachtung des He-Atoms ableiten?
8. a) Ein Atomkern mit relativer Masse 237,9456 emittiert ein α -Teilchen (relative Masse 4,0026) der Energie 5 MeV und der entstandene angeregte Zwischen-Kern anschließend ein γ -Quant der Energie 1,2 MeV. Wie groß ist die relative Masse des stabilen Endkerns? $232,943$
 b) Welche Energie muß ein Photon mindestens besitzen, damit es bei der Paarerzeugung in ein Elektron und ein Positron umgewandelt werden kann?
9. a) Welche Eigenschaften haben Atomkerne und durch welche Modelle beschreibt man diese?
 b) Wie kann man den Kernradius abschätzen?
10. a) Wie können Neutronen erzeugt und nachgewiesen werden (incl. der dabei wichtigsten Kernreaktionen)?
 b) Wozu dient bei einem Kernspaltungsreaktor der Moderator und welche Anforderungen sind an das Moderator-Material zu stellen?

$$E = R_H$$

$$r = \frac{1}{(4\pi\epsilon_0)^2} \frac{m_e e^4}{\hbar^2} a^2$$

$$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}, c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}, m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}, m(^{1/12}_6\text{C}_{12}) = 1,66055 \cdot 10^{-27} \text{ kg}, \\ e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}, k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}, \epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m} (1 \text{ F/m} = 1 \text{ C/Vm} = 1 \text{ As/Vm}) \\ \mu_B = 9,27 \cdot 10^{-24} \text{ J/T}$$