

Klausur I zur Modernen Experimentalphysik I (Physik IV, Atome und Moleküle) — SS 2013, 22.07.13
Viel Erfolg!

Name _____ Matrikelnummer _____

Prüfungsordnung:

PO2008 (Note) PO2010 (Schein) (Zutreffendes bitte umkreisen!)

Andere PO _____

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Summe
Punkte															

Zugelassene Hilfsmittel: nicht programmierbarer Taschenrechner.

Bitte schreiben Sie Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer auf JEDES Blatt, das Sie abgeben.

1. (4P) Teilchen-Welle Dualismus

Nennen Sie einen Versuch, der den Wellencharakter des Lichtes zeigt und einen Versuch, der den Teilchencharakter des Lichtes zeigt und erklären Sie kurz wie. (Stichpunkte genügen!)

2. (6P) Erklären Sie ESR inklusive einer Skizze des Aufbaus!

3. (4P) Welche Geschwindigkeit hat ein (relativistisches) Elektron, dessen deBroglie-Wellenlänge gleich seiner Compton-Wellenlänge ist?

4. (6P) Rutherfordstreuung

(a) Skizzieren Sie die θ -Abhängigkeit des Rutherford'schen Wirkungsquerschnitts!

(b) Was bedeutet dieser Verlauf für den Aufbau des Atoms?

5. (10P) Hypothetisches Einelektronenatom

Berechnen Sie die Energien $n=1$ bis $n=5$ für ein hypothetisches rein kugelsymmetrisches Einelektronenatom mit Grundzustandsenergie -13.6 eV und beantworten Sie die weiteren Fragen.

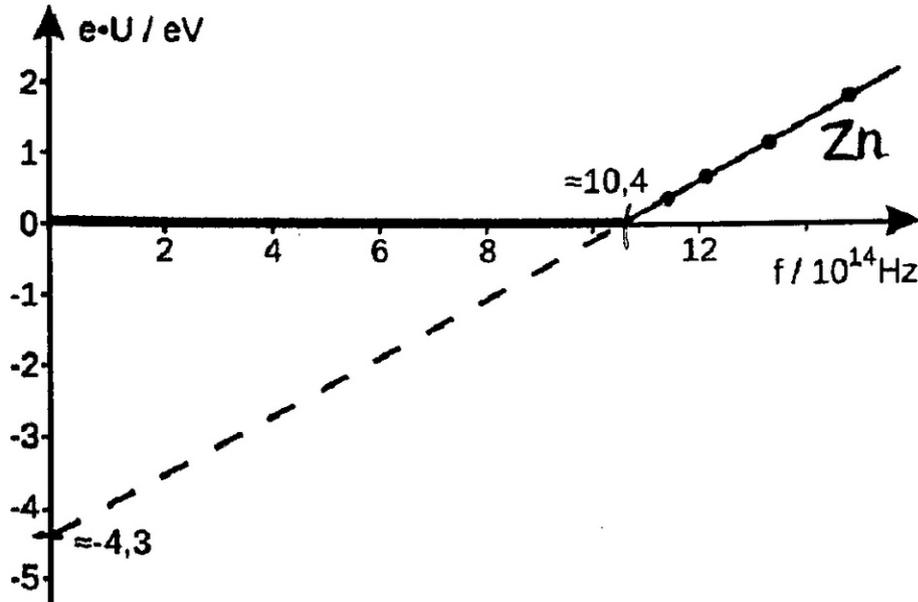
(a) Kann der Übergang von $n=3$ nach $n=1$ ein Photon der Wellenlänge $\lambda=12.5$ nm emittieren?

(b) Ist ein Elektron der ^{kinetischen} Energie 5.3 eV in der Lage das Atom im 1. angeregten Zustand zu ionisieren?

(c) Welche kinetische Energie hat ein freies Elektron mit der Anfangsenergie von 6eV nach einem Stoß mit diesem Atom? Welche Energie hat es bei einer Anfangsenergie von 12eV? (Atom jeweils im Grundzustand)

6. (5P) Photoeffekt

Eine Photokathode aus Zink wird mit Licht verschiedener Wellenlängen bestrahlt. Bei ausreichend kurzer Wellenlänge werden Elektronen aus den Zinkatomen herausgeschlagen. Die kinetische Energie der Elektronen wird mit der Gegenfeldmethode in Abhängigkeit von der Frequenz des eingestrahlten Lichts gemessen, die Messreihe ist im Diagramm gezeigt:



Bestimmen Sie anhand dieses Diagramms das Plancksche Wirkungsquantum h !

7. (10P) Skizzieren Sie den Auger-Effekt! Was ist die Beobachtung? Was ist die Erklärung? Welche Teilchen entstehen?

8. (10P) Röntgenstrahlung

Wie erzeugt man Röntgenstrahlung? Skizzieren Sie ein Röntgenspektrum! Woher kommt der kontinuierliche Bereich, woher die Peaks? Warum erscheinen die charakteristischen Linien einer Serie erst, wenn die Anregungsenergie der Seriengrenze erreicht ist, obwohl die emittierten Photonen eine geringere Energie besitzen?

9. (10P) Das Wasserstoffatom:

Ergänzen Sie im Bild (nächste Seite):

- 0,5 (a) Energien für $n=2,3$ und die zugehörige Energieformel!

1 (b) Aufspaltungen (incl. Feinstruktur) incl. Nomenklatur (Bsp.: $3p_{3/2}$)!

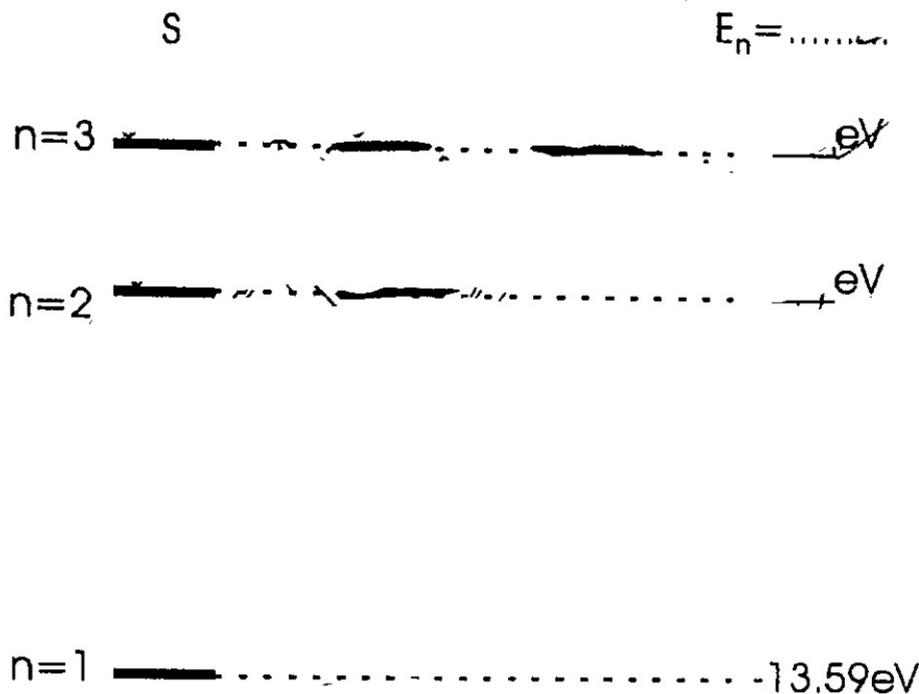
1 (c) Welche Linien entsprechen dem Bohr Modell, welche der Sommerfeldschen Erweiterung, wo kommt Dirac ins Spiel?

1 (d) Zeichnen Sie die Übergänge zwischen $n=2$ und $n=3$ (auch Feinstruktur) ein! Wieviele gibt es?

1 (e) Welche inneratomaren Wechselwirkungen gibt bei einem H-Atom? Geben Sie typische Größenordnungen für die relativen Niveaushiftungen an.

1 (f) Welche Übergangsauswahlregeln gelten?

Wasserstoffspektrum



Die inneratomaren Wechselwirkungen im H-Atom!

Übergangsregeln:

$$\Delta l = \dots; \Delta m_j = \dots; \Delta J = \dots$$

Wieviele Übergänge gibt es hier?

Bohr:

Sommerfeld:

Dirac:

10. (5P) Beschreiben Sie kurz den Einstein-de-Haas-Versuch und deuten sie den beobachteten Effekt.

11. (10P) Myonenatom

Ein Myonenatom ist eine wasserstoffähnliches System *ohne* Elektronen. Es besteht z.B. aus einem Proton und einem negativ geladenem Myon (anders als Myonium, das aus einem positiv geladenen Myon und einem Elektron besteht). Die Masse des Myons beträgt $m_\mu = 206m_e$. Berechnen Sie für den Fall, dass der Kern aus einem einzelnen Proton besteht

- die Energie des Grundzustands.
- den Bahnradius des Myons im Grundzustand.

Vergleichen Sie jeweils mit dem Wasserstoffatom.

12. (5P) Nennen Sie mindestens zwei der Hund'schen Regeln!

13. (10P) Ein angeregtes Wasserstoffatom befinde sich im Zustand mit Hauptquantenzahl $n = 3$ und Bahndrehimpulsquantenzahl $l = 2$. Nun wird ein statisches Magnetfeld der Stärke $B = 0.2T$ angelegt.

- Wie groß ist die maximale Energieänderung ΔE_{max} (verglichen mit dem System ohne äußeres Magnetfeld), wenn Spin und Bahndrehimpuls zum Gesamtdrehimpuls $J = \frac{5}{2}$ kopplen?
- Wieviele (Dipol-) Übergänge sind von diesen Energieniveaus zum $2p_{3/2}$ - Zustand des Wasserstoffatoms möglich?

14. (5P) Molekülspektroskopie

Welche Energiezustände werden in der Molekülspektroskopie zusätzlich zu den elektronischen Energiezuständen untersucht? Was versteht man unter Rotationsbanden?

Einige Größen und Formeln $h = 6.626 \times 10^{-34} Js = 4.136 \times 10^{-15} eVs$, $c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$;
 $\mu_B = 5.5788 \times 10^{-5} \frac{eV}{T}$, $e = 1.6 \times 10^{-19} C$; $m_e = 9 \cdot 10^{-31} kg$; $m_e = 511 keV$ (mit $c = 1$);
 $m_p = 938 MeV$; $\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm}$; $E_{ion,Wasserstoff} = 13.6 eV$, $a_0 = 0.529177 \cdot 10^{-10} m$