

Übungsblatt I

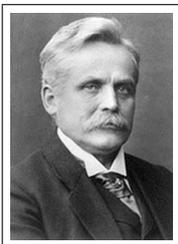
[AUSGABE: 10.04.2012; ABGABE: 17.04.2012]

Übungszettel im Netz unter <http://www.tp4.rub.de/hat/>

Allgemeines:

- Die zu bearbeitenden Übungsblätter werden in den Übungen ausgeteilt und werden im Internet jeden Dienstag morgen unter www.tp4.rub.de/hat/ verlinkt.
- Ihre Lösungen sind in der jeweils darauffolgenden Woche bis spätestens Dienstag, 8:30h abzugeben (Briefkasten gegenüber von NB 7/67).
- Bitte notieren Sie die Lösungen der Aufgaben auf separaten Blättern.
- Verschiedene Aufgaben nicht tackern, nur zusammenheften.
- Da Sie in kleineren Gruppen arbeiten können (und vielleicht sollten), ist es möglich, *zu zweit* eine Lösung einzureichen. Notieren Sie dazu *beide* Namen, Matrikelnummern und die Übungsgruppe auf den Aufgabenzetteln.
- Die korrigierten Zettel werden dann wiederum in der darauffolgenden Woche in den Übungen zurückgegeben.
- Falls gewünscht oder erforderlich, findet die Besprechung der Aufgaben zum Termin der Rückgabe statt.
- Fragen zu den Übungsaufgaben können Sie gerne Ihren Übungsgruppenleitern in- und außerhalb der Übung stellen (viele der Leiter/innen haben einen Büroplatz auf der Etage NB-7).

Aufgabe 1: Grenzfälle des Planckschen Strahlungsgesetzes (12 Punkte)



Wilhelm Wien (1864 – 1928) hat auch die experimentelle Grundlage der Massenspektroskopie geschaffen.

In der Vorlesung werden die um die vorletzte Jahrhundertwende bekannten Strahlungsgesetze besprochen – insbesondere das Planck'sche Strahlungsgesetz, mit dem die Quantentheorie ihren Anfang nahm. Während wir erst im zweiten Teil der Vorlesung genauer auf thermodynamische Aspekte eingehen werden, seien hier zunächst am Beispiel der *klassischen Strahlungsgesetze* einige allgemeine Eigenschaften behandelt.

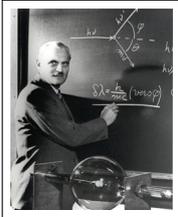
(a) Zeigen Sie, dass sowohl das Wien'sche Gesetz als auch das Rayleigh-Jeans Gesetz mit dem allgemeineren Wien'schen Verschiebungsgesetz verträglich sind.

(b) Leiten Sie aus dem Wien'schen Verschiebungsgesetz das Stefan-Boltzmann Gesetz her.

12 P

Aufgabe 2: Compton-Effekt (13 Punkte)

Ein Beobachtungsbefund, der die Notwendigkeit einer Abkehr von der klassischen Physik deutlich machte, war die Wellenlängenänderung elektromagnetischer Strahlung bei der Streuung an (freien) Elektronen. Diesen Compton-Effekt wollen wir hier quantitativ untersuchen.



Arthur Holly Compton (1892 – 1962) hat sich auch mit der Beobachtung der kosmischen Höhenstrahlung befasst.

Gemäß Compton trifft ein Photon mit Energie $h\nu_1$ und Impuls $h\nu_1/c$ auf ein ruhendes Elektron der Energie $m_e c^2$ und wird in einem Winkel θ gegenüber der ursprünglichen Bewegungsrichtung gestreut.

(a) Machen Sie sich zunächst klar, welche Energien und Impulse das Photon und das Elektron vor und nach dem Stoß haben.

Erinnerung: In relativistischer Formulierung gelten für die Energie E und den Impuls p_e eines Elektrons mit der Ruhemasse m_e die bekannten (? ☹) Beziehungen $E = \sqrt{c^2 p_e^2 + m_e^2 c^4}$ und $p_e = m_e v_e / \sqrt{1 - v_e^2/c^2}$. Dabei bezeichnet v_e die Elektronen- und c die Lichtgeschwindigkeit.

(b) Wie lauten der Impuls- und der Energiesatz für den Prozess?

(c) Leiten Sie dann mit den Ergebnissen aus (a) und (b) die beobachtete Winkelabhängigkeit der Wellenlängenänderung des Photons her und geben Sie schließlich einen Ausdruck für die Comptonwellenlänge λ_c an.

Aufgabe 3: Photoelektrischer Effekt (5 Punkte)

Begründen Sie in maximal fünf Sätzen, warum die Beschreibungsweise des Lichts bei dem in der Vorlesung besprochenen Photoeffekt als klassische, elektromagnetische Welle den Beobachtungsbefund der Elektronenenergien nicht erklärt.

5 P