

ÜBUNGEN ZUR
EXPERIMENTALPHYSIK III (BACHELOR-STUDIENGANG MEDIZINPHYSIK)
WINTERSEMESTER 2015/2016

– BLATT 2 –

Ausgabe am 30.10.2015

Abgabe am 06.11.2015 bis 14:00 (Kasten 210 im Foyer des Physik-Gebäudes)

*Lösungen bitte handschriftlich und dokumentenecht (Kuli o.ä.) in Papierform. Maximal vier Teilnehmer/innen können eine gemeinsame Lösung einreichen. Bitte heften Sie alle Blätter zusammen, geben Sie auf der ersten Seite alle Namen und die Übungsgruppe (oben rechts) an sowie auf den folgenden Seiten mindestens einen Namen.
Der Lösungsweg muss nachvollziehbar sein.*

Aufgabe 1: Sonnenlicht (3 Punkte)

- a) Berechnen Sie nach dem Stefan-Boltzmann-Gesetz die pro m^2 emittierte Strahlungsleistung an der Oberfläche der Sonne (Temperatur $T = 5800 \text{ K}$) und nehmen Sie an, dass etwa die Hälfte davon im sichtbaren Spektralbereich bei einer mittleren Wellenlänge von 500 nm liegt. Schätzen Sie hieraus die Photonenflussdichte für sichtbares Licht ab.
- b) Wie groß ist gemäß der Abschätzung in a) die Intensität (= Leistung pro Fläche) von sichtbarem Licht an der Sonnenoberfläche? Welche Amplitude hat das pro m^2 erzeugte elektrische Feld, wenn man Licht als elektromagnetische Welle auffasst?
- c) Der Abstand Sonne-Erde beträgt 150 Millionen km . Der Radius der Sonne ist 696.000 km , ihre Masse beträgt ca. $2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$. Wie groß ist die relative Verschiebung $\Delta\nu/\nu$ der Frequenz des Lichts, das auf der Erde ankommt? Wird die Frequenz größer oder kleiner? Welche der obigen Angaben ist für die Rechnung vernachlässigbar?

Aufgabe 2: Wasserstoffatom und Unschärferelation (3 Punkte)

- a) Schätzen Sie die typische Geschwindigkeit v , den Impuls p und den Bahndurchmesser r eines Elektrons im Wasserstoffatom ab, indem Sie eine klassische Kreisbahn des Elektrons mit Ladung $-e$ um eine ortsfeste Kernladung $+e$ annehmen. Zusätzlich soll der Drehimpuls des Elektrons gleich \hbar sein. Ist eine nichtrelativistische Betrachtung gerechtfertigt?
- b) Angenommen, eine Messung würde den Ort x eines Elektrons im Wasserstoffatom auf ein Zehntel des Bahndurchmessers festlegen. Mit welcher Genauigkeit könnte theoretisch die Geschwindigkeit des Elektrons simultan gemessen werden, wenn die Unschärferelation $\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar$ gilt?

(bitte wenden)

Aufgabe 3: Compton-Streuung (3 Punkte)

Im Originalexperiment hat Arthur Compton K_{α} -Strahlung von Molybdän (Photonenenergie 17,48 keV), die auf Graphit auftraf, unter den Streuwinkeln 0° , 45° , 90° und 135° beobachtet.

- a) Wie groß ist die sog. Compton-Wellenlänge für Elektronen und was sagt sie aus?
- b) Um welchen Betrag ändert sich die Wellenlänge durch die Streuung mit den Elektronen im Graphit unter den angegebenen Winkeln? Wird die Wellenlänge größer oder kleiner?
- c) Warum „funktioniert“ die Comptonsche Streuformel für Röntgenstrahlung, aber nicht für sichtbares Licht?

Aufgabe 4: Kurzfragen (2 Punkte)

- a) Das Spektrum und die Isotropie der kosmischen Hintergrundstrahlung wurden eingehend mit Satelliten untersucht. Es gibt eine kleine, aber deutliche Dipolkomponente in der Winkelverteilung: In einer Richtung scheint die Temperatur des Hintergrunds höher zu sein als in der Gegenrichtung. Woran könnte das liegen?
- b) Warum ist es auch außerhalb der Erdatmosphäre schwierig, genaue Aussagen über die Isotropie der kosmischen Hintergrundstrahlung zu machen?