

Experimentalphysik III: Relativitätstheorie, Quantenphysik, Kern- und Teilchenphysik

Blatt 1

Prof. Dr. Kilian Singer

Übungsgruppe: Mi, 11.11.2015 15:15-17:00 (Raum 1135)

Abgabe: Do, 12.11.2015 14:00 (Raum 1165)

Übungsgruppenleiter: Stefan Aull (stefan.aull@posteo.de)

Aufgabe 7: Erzeugung von Röntgenstrahlen mit Protonen (1 Punkte)

Wie verändert sich die Grenzwellenlängen von Röntgenstrahlen, wenn anstatt Elektronen Protonen mit gleicher Beschleunigungsspannung auf ein Target geschossen werden?

Aufgabe 8: Wien'sches Verschiebungsgesetz (2 Punkte)

Verwenden Sie die Gleichung für die Planck'sche spektrale Energieverteilung um das Wien'sche Verschiebungsgesetz: $\lambda_{max}T = 2.898 \times 10^{-3} mK$ herzuleiten. Diese Gleichung gibt die Wellenlänge von Photonen beim Emissionsmaximum der Planck'schen Energieverteilung an.

- Leiten Sie hierzu den Ausdruck für die Planck'sche Energieverteilung in Abhängigkeit von der Wellenlänge her.
- Leiten Sie den Term ab und zeigen Sie dass die Gleichung für den obigen Ausdruck in Guter Näherung 0 ist. (Hinweis, die Gleichung die Sie erhalten ist eine transzendente Gleichung und kann nicht exakt gelöst werden. Daher reicht es die wenn sie die Gleichung zum Wiens'schen Verschiebungsgesetz einsetzen und Zeigen, dass die Ableitung nahezu 0 ergibt.)

Aufgabe 9: Herleitung des Stefan-Boltzmann'schen Gesetzes (2 Punkte)

Die im gesamten elektromagnetischen Spektrum abgestrahlte Gesamtintensität eines thermischen Strahlers wird durch das Stefan-Boltzmann'sche Gesetz beschrieben: $I = \sigma T^4$, wobei $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} W/(m^2 K^4)$ ist.

- Zeigen Sie zunächst, dass die Intensität I von elektromagnetischer Strahlung aufgrund einer Energiedichte $u = U/V$ (Energie pro Volumen) sich wie folgt schreiben lässt: $I = \frac{c}{4} u$. Hinweis: Stellen Sie sich vor die Sonne wäre ein Laser in Form einer Scheibe und würde die gesamte Energie nur in eine Richtung abstrahlen. Vergleichen Sie dann Ihr Ergebnis mit der realen Situation einer kugelförmigen Sonne und vergleichen sie die Oberflächen durch welche die Energie in Form von Strahlung entweicht.
- Integrieren Sie nun über alle Frequenzen in der Planck'schen Strahlungsverteilungsformel und kombinieren Sie Ihr Ergebnis mit dem Ergebnis von Teil a) um das Stefan-Boltzmann'sche Gesetz herzuleiten. Hinweis:

$$\int_0^{\infty} \frac{x^3}{e^x - 1} dx = \frac{\pi^4}{15}. \quad (14)$$

Aufgabe 10: Bragg'sche Beugungsexperimente mit Elektronen und Röntgenstrahlen (2 Punkte)

Elektronen werden auf $1keV$ beschleunigt. Diese werden an einem Kristall mit $d = 0.1nm$ Atomlagenabstand reflektiert.

- Bei welchem Winkel bezüglich der Atomoberfläche treten Beugensmaxima auf?
- Welche Energie müssen Röntgenstrahlen haben, damit sich gleiche Beugensmaxima ergeben?