

Physik der Materie I, WS 2018/2019 - Übungsblatt 2

Übungstermin: 14.11.2018

Aufgabe 1

- a) In der Vorlesung wurde die Plancksche Verteilung als Energie pro Frequenzintervall $d\nu$ ausgedrückt. Es ist häufig von Vorteil, diese Größe als Energie pro Wellenlängenintervall $d\lambda$ auszudrücken. Zeigen Sie, dass die Verteilungsfunktion dann lautet:

$$w(T, \lambda)d\lambda = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{hc/(\lambda k_B T)} - 1} d\lambda$$

Hinweis: Ermitteln Sie die Beziehung zwischen $d\nu$ und $d\lambda$ durch Differenzieren von $\nu(\lambda)$ und berücksichtigen Sie, dass wir nur die Größe der Bereiche $d\nu$ und $d\lambda$ vergleichen wollen (d.h. deren Beträge).

- b) Leiten Sie das Stefan-Boltzmann-Gesetz aus der Planckverteilung ab.

Hinweis: $\int_0^\infty \frac{x^3}{e^x - 1} dx = \frac{\pi^4}{15}$

Aufgabe 2

Die Wärmestrahlung in einem Hochofen, in dem eine stationäre Temperatur von $T = 1800$ K herrscht, wird durch eine Öffnung von 1 cm Durchmesser mit einem Sensor der Fläche 1 cm^2 beobachtet, der 50 cm von der Öffnung des Ofens entfernt steht.

- Geben Sie die Wellenlänge an, bei der die austretende Wärmestrahlung maximal ist.
- Welche thermische Strahlleistung trifft insgesamt auf den Detektor?
- Nehmen Sie jetzt an, dass sich vor dem Detektor ein Filter befindet, der zwischen 995 und 1005 nm 90% der Strahlung durchlässt und die Strahlung außerhalb dieses Intervalls vollständig blockiert. Wie viele Photonen treffen dann pro Sekunde auf den Detektor?

Aufgabe 3

Im Forschungsreaktor München II werden thermische Neutronen bei einer Temperatur von 320 K erzeugt, die in Experimentiereinrichtungen um den Reaktorkern herum für Experimente verwendet werden.

- Was ist die typische Wellenlänge dieser Neutronen?
- Die unter a) behandelten Neutronen werden für ein inelastisches Streuexperiment verwendet, in dem sie einen Energieverlust von 10 meV erleiden. Um wieviel Prozent ändert sich dabei ihre Wellenlänge?
- Freie Neutronen haben eine mittlere Lebensdauer von $\tau = 900$ s. Nach welcher Strecke x wäre die Intensität eines Strahl aus „ultrakalten“ Neutronen mit Wellenlängen von 5 nm auf die Hälfte gesunken? Wäre das ein Problem für ein Experiment, das 50 m vom Reaktorkern entfernt steht?