

Übungen zu T2, Sommersemester 2017, Blatt 1

Hinweis: Die Zahlenwerte der in den numerischen Beispielen benötigten physikalischen Konstanten finden Sie auf der Internetseite pdg.lbl.gov → Reviews Tables, Plots → Constants, Units, Atomic and Nuclear Properties → Physical Constants. Benutzen Sie richtige bzw. konsistente Einheiten.

1) Energie von Photonen des sichtbaren Lichts

Sichtbares Licht erstreckt sich über einen Wellenlängenbereich von 360 nm (violett) bis zu 780 nm (rot). Geben Sie die entsprechenden Photonenergien in Elektronvolt (eV) an. Vergleichen Sie Ihre Resultate mit der Ionisierungsenergie eines Wasserstoffatoms, welche auch Rydberg-Energie genannt wird.

2) Auflösungsvermögen

Das Auflösungsvermögen eines traditionellen Lichtmikroskops ist durch die Wellenlänge des sichtbaren Lichts beschränkt. Das ist der Grund, weshalb man mit einem Lichtmikroskop zwar Bakterien ($\sim 10^{-6}$ m), jedoch keine Viren ($\sim 10^{-7}$ m) beobachten kann. Welche Energie in eV müssen Photonen besitzen, damit man mit ihnen Kristallstrukturen (typische atomare Abstände $\sim 10^{-10}$ m = 1 Å) auflösen kann? Welcher Art von Strahlung entspricht die notwendige Photonenergie?

3) De Broglie-Wellenlänge ultrarelativistischer Teilchen

Die in den beiden vorigen Beispielen verwendete Beziehung zwischen der de Broglie-Wellenlänge λ und der Energie E gilt natürlich nicht nur für Photonen, sondern allgemein für beliebige ultrarelativistische Teilchen ($v \simeq c$). Dieser Fall liegt immer dann vor, wenn die Energie des betreffenden Teilchens viel größer als seine Ruheenergie ist ($E \gg mc^2$), wobei m die Ruhemasse ist. Welche Energie in eV muss ein solches Teilchen mindestens haben, um in einem Streuexperiment Informationen über die Struktur eines Atomkerns ($R_{\text{Kern}} \sim 1.2 \text{ fm } A^{1/3}$, A = Anzahl der Nukleonen im Kern) zu erhalten? Vergleichen Sie mit der Massenenergie in eV eines Protons in Ruhe. Welche Abstände lassen sich bei Experimenten mit Elektronen mit einer Energie von 100 GeV auflösen?

4) Ökonomische Lichtquelle

In der Vorlesung wurde das Energiespektrum der Hohlraumstrahlung (Plancksche Strahlungsformel) als Funktion der Frequenz ν und der Temperatur T diskutiert. Bestimmen Sie die Temperatur T_{opt} , bei welcher der maximal mögliche Energieanteil in den Bereich des sichtbaren Lichts fällt. Wie groß ist der maximale Energieanteil in Prozentgenauigkeit? Sie können die benötigten Integrale (die Sie für die Lösung der Aufgabe explizit angeben sollen) numerisch mit z.B. Mathematica oder Maple lösen und die Temperatur T_{opt} numerisch/graphisch auf 1 Kelvin genau bestimmen. Vergleichen Sie mit der Temperatur auf der Oberfläche der Sonne und der des Glühdrahts in einer Glühbirne.