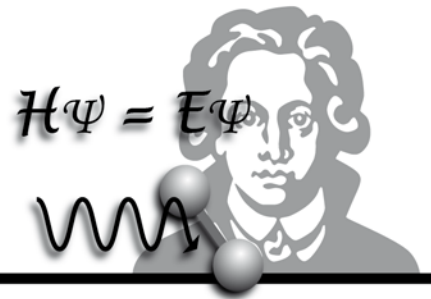


## Übungsblatt Nr. 4

**Aufgabe 1: Planck'scher Strahler**

- Skizzieren Sie den durch das Rayleigh-Jeans-Gesetz vorhergesagten Verlauf der Strahlungsdichte als Funktion der Frequenz. Was versteht man unter der UV-Katastrophe?
- Das Planck-Gesetz löst dieses Problem und beschreibt die tatsächliche Strahlungsleistung eines Schwarzen Körpers in Abhängigkeit der Wellenlänge und der Temperatur:

$$\rho(\lambda, T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \left( e^{\frac{hc}{\lambda k_B T}} - 1 \right)^{-1}.$$

Bei welcher Wellenlänge befindet sich das Intensitätsmaximum eines schwarzen Strahlers bei einer Temperatur von 3 K? (Bei dieser Wellenlänge findet man das Intensitätsmaximum der Hintergrundstrahlung unseres Universums) Hinweis: Das Maximum einer Funktion befindet sich an der Nullstelle der ersten Ableitung nach der gesuchten Variablen.

- Das Intensitätsmaximum unserer Sonne liegt bei etwa 450 nm. Welche Temperatur würde durch das Planck'sche Gesetz für unsere Sonne vorhergesagt?

**Aufgabe 2: Photoeffekt**

- Ein Photon setzt aus einem Metall, dessen Austrittsarbeit 3.2 eV beträgt, ein Photoelektron mit der kinetischen Energie 1.5 eV frei. Wie groß muss die Wellenlänge des Photons mindestens sein?
- Die Austrittsarbeit für Kalium beträgt 2.25 eV. Bestimmen Sie für den Fall, dass Licht mit der Wellenlänge  $3.4 \cdot 10^{-7}$  m auf das Kalium fällt die kinetische Energie und die Geschwindigkeit der schnellsten emittierten Elektronen.

**Aufgabe 3: De-Broglie Wellenlängen**

- Das  $C_{60}$ -Fulleren (Buckminsterfulleren<sup>1</sup>) ist ein Käfigmolekül (Radius ca. 7 Å) mit der Form eines Fußballs. Berechnen Sie Masse, Impuls und De-Broglie Wellenlänge für eine Geschwindigkeit von 200 m/s.
- Berechnen Sie die De-Broglie-Wellenlänge eines herkömmlichen Fußballs (Masse 410 g, Durchmesser 22 cm), der mit 100 km/h geschossen wird.

**Aufgabe 4: Observablen und Erwartungswerte**

In einem Beutel befinden sich eine 5-, zwei 10- und eine 50-Cent Münze.

Erklären Sie den Unterschied zwischen einer Observable und einem Erwartungswert anhand des Experiments, dass Sie den Wert einer zufällig aus dem Beutel gezogenen Münze (mit Zurücklegen) bestimmen.

<sup>1</sup> <https://de.wikipedia.org/wiki/Fullerene>