**Blatt 1** (Ausgabe am 19.10., Besprechung am 23.-25.10.)

**Aufgabe 1:** Wie groß ist ein Atom?

Durch einfache Überlegungen kann man eine obere Grenze für die Größe von Atomen abschätzen. Nehmen Sie vereinfacht an, dass in einem festen Material (z.B. Eisen) die Atome so angeordnet sind, dass sie sich gegenseitig berühren. Die Avogadro-Konstante $N_A$ gibt die Anzahl von Atomen pro mol einer Substanz an ($N_A = 6{,}022 \times 10^{23}$ mol$^{-1}$). Ein mol ist die Menge einer Substanz, die $\mu$ Gramm wiegt ($\mu$ ist das atomare Gewicht).

a) Geben Sie unter Verwendung von $N_A$, $\mu$ und der Dichte $\rho$ eine Gleichung für den Durchmesser $D$ der Atome an.
b) Berechnen Sie $D$ für die folgenden Elemente

| **Element** | **$\mu$ (g/mol)** | **$\rho$ (kg/m$^3$)** | **Durchmesser *D* (m)** |
|---|---|---|---|
| **Lithium** | 7 | $0{,}53 \times 10^3$ | |
| **Kohlenstoff** | 12 | $3{,}5 \times 10^3$ | |
| **Eisen** | 26 | $7{,}8 \times 10^3$ | |
| **Silber** | 47 | $10{,}5 \times 10^3$ | |
| **Gold** | 79 | $19{,}3 \times 10^3$ | |
| **Blei** | 207 | $11{,}35 \times 10^3$ | |

**Aufgabe 2:** Wien'sches Verschiebungsgesetz

Zeigen Sie unter Verwendung des Planck'schen Strahlungsgesetzes $\rho(\lambda)$, dass gilt

$$\lambda_{\max} T = \frac{hc}{4{,}965\ k},$$

wobei $\lambda_{\max}$ die Wellenlänge ist, bei der $\rho(\lambda)$ sein Maximum hat. Bestimmen Sie mit diesem Resultat und den Werten für $h$ (Planck'sches Wirkungsquantum), $c$ (Lichtgeschwindigkeit) und $k$ (Boltzmann-Konstante) die Konstante $b$ aus dem Wien'schen Verschiebungsgesetz.

**Aufgabe 3:** Stefan-Boltzmann-Gesetz

In der Vorlesung hatten wir gesehen, dass J. Stefan bereits vor dem Planck'schen Strahlungsgesetz empirisch gefunden hatte, dass die Energiedichte der Strahlung eines schwarzen Körpers gegeben ist durch $\rho_{tot} = a\,T^4$. Leiten Sie nun mit dem Planck'schen Strahlungsgesetz die Proportionalitätskonstante $a$ her (Ergebnis: $a = 8\pi^5 k^4/15h^3c^2$).

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

**Aufgabe 4:** Temperatur der Sonne

Die Blätter der meisten Pflanzen sind grün. Schätzen Sie aus dieser Beobachtung die Temperatur der Sonne ab.

[Hinweis: Verwenden Sie zur Lösung nicht das Wien'sche Verschiebungsgesetz, sondern das Planck'sche Strahlungsgesetz $\rho(\nu)$ !]

**Aufgabe 5:** Barbeque

Über ein Grillfeuer (kugelförmig mit Radius $r$ = 10 cm und einer Temperatur von $T$ = 800 K) legen Sie in 10 cm Abstand einen Fisch (Fläche 250 $cm^2$, Volumen 500 $cm^3$). Nach welcher Zeit etwa ist der Fisch gar?

$T_{Fisch}$ (Anfang) = 20°C; $T_{Fisch}$ (gar) = 100°C; Fischsubstanz: $H_2O$.

Benutzen Sie als Idealisierungen: Das Grillfeuer strahlt wie ein schwarzer Körper, der Fisch absorbiert die Strahlung aller Wellenlängen vollständig, keine Wärmeverluste

**Aufgabe 6:** Der photoelektrische Effekt

In der Vorlesung hatten wir gesehen, dass der photoelektrische Effekt eines der Schlüsselexperimente ist, das den Dualismus von Wellen und Teilchen zeigt. Verwenden Sie die Einstein'sche Erklärung des photoelektrischen Effekts zur Lösung dieser Aufgabe.

Die Austrittsarbeit für Lithium ist 2,3 eV.

a) Berechnen Sie die Grenzwellenlänge $\lambda_t$, ab der der photoelektrische Effekt einsetzt.

b) Es fällt ultraviolettes Licht der Wellenlänge $\lambda$ = 200 nm auf die Lithiumoberfläche. Berechnen Sie die maximale kinetische Energie eines Photoelektrons und den Wert der Stoppspannung $V_0$.