



Übungsblatt 1

Aufgabe 1

Die Grundgleichung zur Ermittlung der Elementarladung e nach der Millikan'schen Öltropfenmethode lautet:

$$ne = \frac{4\pi r^3}{3} (\rho_o - \rho_L) \frac{g}{E} \frac{v_2 - v_1}{v_1}.$$

Dabei sind: r : Radius des Öltropfens; ρ_o : Dichte des Öls; ρ_L : Dichte der Luft; n : Anzahl der Elementarladungen auf der Ölkugel; v_1 : Geschwindigkeit der Kugel ohne Feld; v_2 : Geschwindigkeit mit Feld; g : Erdbeschleunigung.

- Leiten Sie Beziehung ausgehend von den auf die Kugel wirkenden Kräften her. Berücksichtigen Sie für die Reibungskraft das Stokes'sche Gesetz.
- Ist es zweckmäßiger für das Experiment Kugeln mit einem Radius von 0.1 mm oder 0.01 mm zu verwenden?

Aufgabe 2

Röntgenbeugung: CrK_α -Strahlung hat eine Wellenlänge von 0.2291 nm. Wird diese Strahlung an einer (100)-Fläche eines Nickel-Einkristalls (kubisch-flächenzentriertes Gitter) gebeugt, so lässt sich ein Beugungsreflex unter einem Glanzwinkel von 40.56° beobachten. Wie groß sind der Netzebenenabstand d_{100} und die Gitterkonstante a_0 von Nickel?

Aufgabe 3

Eine Na-Lampe emittiert gelbes Licht mit einer Wellenlänge von 550 nm.

- Berechnen Sie die Energie pro Photon und pro Mol Photonen.
- Wie viele Photonen emittiert die Lampe pro Sekunde, wenn die Strahlungsleistung 100 W beträgt?
- Welchen Impuls haben die Photonen und welche Geschwindigkeit erreicht ein ruhendes H-Atom, wenn es ein Photon absorbiert.

Aufgabe 4

Wie groß ist die Energie pro Photon (in J und eV) und die Energie pro Mol Photonen (in kJ/mol) für Strahlung der Wellenlänge

- 800 nm (rot, gerade noch sichtbar), b) 400 nm (blau, gerade noch sichtbar), c) 200 nm (ultraviolett), d) 150 pm (Röntgenstrahlung), e) 1 cm (Mikrowellen)

Aufgabe 5

Die Energieabstrahlung eines schwarzen Körpers als Funktion seiner Temperatur und der Frequenz der Strahlung, das sog. Planck'sche Strahlungsgesetz, wurde in der Vorlesung behandelt.

- Gehen Sie vom Planck'schen Strahlungsgesetz in folgender Form aus:

$$S(\nu, T) d\nu = \frac{2\pi h \nu^3}{c^3} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} d\nu$$

Leiten Sie den entsprechenden Ausdruck als Funktion der Temperatur und der Wellenlänge ab.

- Die gesamte abgestrahlte Energie wird durch das sog. Stefan-Boltzmann-Gesetz beschrieben:

$$S_g(T) = \sigma \cdot T^4 \text{ mit } \sigma = \frac{2\pi^5 k^4}{15c^2 h^3} \approx 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{J}}{\text{m}^2 \text{sK}^4}.$$

Leiten Sie dieses Gesetz aus dem Strahlungsgesetz ab. Benutzen Sie dazu das Integral:

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