

Physik der Materie I, WS 2018/2019 - Übungsblatt 1

Übungstermin: 7.11.2018

Aufgabe 1

- Schätzen Sie ab, wie niedrig der Druck in einer Vakuumkammer von 1 m Durchmesser bei einer Temperatur von 300 K sein muss, damit die Wahrscheinlichkeit von Stößen der Gasmoleküle untereinander kleiner ist, als die Wahrscheinlichkeit für Stöße der Moleküle mit den Wänden der Kammer. Nehmen sie dazu einen Radius der Gasmoleküle von $2 \cdot 10^{-10}$ m an.
- Um welchen Faktor unterscheiden sich (bei gleichem Druck und gleicher Temperatur) in den Gasen Argon (Ar) und Xenon (Xe) die Diffusionskoeffizienten? Die dazu notwendigen Materialparameter finden Sie in den Vorlesungsfolien und jedem typischen Periodensystem.

Aufgabe 2

In einem Röntgengenerator wird Röntgenstrahlung durch die Beschleunigung von Elektronen auf eine Anode mit einer Spannung von 30 kV erzeugt. Anschließend wird diese Strahlung an einem Siliziumkristall (Abstand der Atomschichten $d_{\text{Si}} = 1.225 \text{ \AA}$) Bragg-reflektiert, wobei Einfallswinkel und Ausfallswinkel zwischen Strahl und Siliziumoberfläche 20° betragen.

- Was ist die minimale Wellenlänge, die durch den Generator erzeugten Röntgenstrahlung?
- Welche Wellenlänge(n) hat die Strahlung nach der Bragg-Reflektion am Siliziumkristall?

Aufgabe 3

Durch Bestrahlung eines Metalls mit Licht der Wellenlänge 250 nm werden Photoelektronen mit einer Geschwindigkeit von bis zu 0.2 % der Vakuumlichtgeschwindigkeit erzeugt.

- Wie groß ist die Austrittsarbeit des Metalls?
- Durch Behandlung des Metalls mit Chlorgas erhöht sich die Austrittsarbeit um 1.5 eV. Können dann noch Photoelektronen emittiert werden?
- Behandeln Sie den Photoeffekt mittels klassischer Elektrodynamik, indem Sie annehmen, dass die elektromagnetische Welle ihre Energie gleichmäßig auf alle Atome an der Oberfläche (typischer Atomabstand 3 \AA) überträgt und dort jeweils das am schwächsten gebundene Elektron anregt. Schätzen Sie für den in a) behandelten Fall und eine Lichtintensität von 100 W/m^2 ab, welche Zeitverzögerung zwischen Anfang der Beleuchtung und Emission der ersten Photoelektronen Sie dann erwarten würden.

Aufgabe 4

Diskutieren Sie die Comptonstreuung eines Photons der Wellenlänge λ an einem Elektron, das sich vor der Wechselwirkung mit dem Photon in Ruhe befindet.

- Berechnen Sie den Impuls des Elektrons nach der Streuung in Abhängigkeit vom Winkel θ zwischen der Richtung des einfallenden und des gestreuten Photons. Geben Sie den Impulsübertrag entlang der ursprünglichen Bewegungsrichtung des Photons sowie senkrecht dazu an.
- Skizzieren Sie die Abhängigkeit des Impulsübertrags auf das Elektron von der Wellenlänge für den Spezialfall der Rückwärtsstreuung ($\theta = 180^\circ$).
- Vernachlässigen Sie die Änderung der Wellenlänge des Photons (d.h. $\Delta\lambda = 0$) und nehmen Sie an, dass das Photon mit gleicher Wahrscheinlichkeit in alle Raumrichtungen gestreut wird. Berechnen Sie unter diesen Voraussetzungen durch Integration über die Winkelverteilung den mittleren Impulsübertrag auf das Elektron parallel und senkrecht zur Bewegungsrichtung des einfallenden Photons.