

Assoc.Prof. Dr. R.A. Wilhelm

wilhelm@iap.tuwien.ac.at

TU Wien - Grundlagen der Physik III (134.125) 2023W

12.10.2023

Aufgabe 01.1 - 2 Pkt.

Ein Cäsiumchlorid-Kristall (CsCl) besteht aus einem von den Cäsiumionen gebildeten kubisch primitiven Gitter und einem um die halbe Raumdiagonale versetzten kubisch primitiven Gitter der Chlorionen (siehe Abbildung). Die Einheitszelle mit Seitenlänge a (Gitterkonstante) besteht also aus 1 Cs-Ion und 1 Cl Ion. Die Molmassen der beiden Atomsorten betragen: $M_{Cs} = 132.9 \text{ g}$, $M_{Cl} = 35.45 \text{ g}$. 1 mol Cs-Atome und 1 mol Cl-Atome sollen nun zu einem Kristallwürfel geformt werden, der dann eine spezifische Dichte $\rho = 3.97 \text{ g/cm}^3$ hat.

- (a) Berechnen Sie die Seitenlänge b dieses Würfels.
(b) Berechnen Sie die Gitterkonstante a dieses Kristalls.

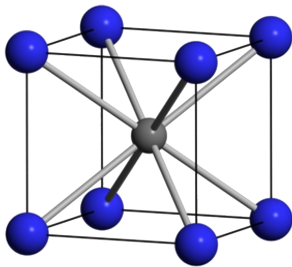


Figure 1: Kristallstruktur

Lösung: (a) $b = 3.487 \text{ cm}$, (b) $a = 412.9 \text{ pm}$

Aufgabe 01.2 - 2 Pkt.

Wie viele Atome bzw. Moleküle enthalten

- (a) 2 mol Argon,
(b) $10 \text{ g } {}^{12}\text{C}$,
(c) 1 dm^3 Helium bei Normalbedingungen ($p = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$, $T = 0^\circ\text{C} = 273.2 \text{ K}$),
(d) 1 kg Stickstoff (N_2),
(e) eine Stahlflasche mit 20 dm^3 O_2 -Gas bei 200 bar Druck und 22°C .

Lösung: (a) $1.2044 \cdot 10^{24}$ Atome Argon, (b) $5.018 \cdot 10^{23}$ Atome Kohlenstoff, (c) $2.688 \cdot 10^{22}$ Atome Helium, (d) $2.15 \cdot 10^{25}$ Moleküle Stickstoff, (e) $9.82 \cdot 10^{25}$ Moleküle Sauerstoff

Aufgabe 01.3 - 3 Pkt.

Wir betrachten 1 m^3 Luft bei Normalbedingungen ($T = 273.15 \text{ K}$, $p = 10^5 \text{ Pa}$).

- (a) Wie viele Moleküle enthält 1 m^3 Luft?
(b) Wie groß ist der mittlere Abstand der Moleküle?
(c) Wie groß ist der Raumausfüllungsfaktor η , wenn man annimmt, dass alle Moleküle durch harte Kugeln mit dem Radius $r = 0.1 \text{ nm}$ beschrieben werden können?
(d) Wie groß ist die mittlere freie Weglänge Λ ?
(e) Welche Werte nehmen die obigen Größen für einen Druck von 300 bar an (T bleibt gleich)?
(f) Welche Werte nehmen die obigen Größen für eine Temperatur von 400°C an (p bleibt gleich)?

Hinweis: Hier soll als Definition der mittleren freien Weglänge verwendet werden: $\Lambda = \frac{1}{\sqrt{2}n\pi d^2}$

Lösung: (a) $N = 2.65 \cdot 10^{25}$ Moleküle, (b) $d = 3.35 \text{ nm}$, (c) $\eta = 1.11 \cdot 10^{-4}$, (d) $\Lambda = 212 \text{ nm}$, (e) $N = 7.96 \cdot 10^{27}$ Moleküle; $d = 0.501 \text{ nm}$, $\eta = 0.033$, $\Lambda = 0.7 \text{ nm}$, (f) $N = 1.08 \cdot 10^{25}$ Moleküle, $d = 4.5 \text{ nm}$; $\eta = 4.52 \cdot 10^{-5}$, $\Lambda = 520 \text{ nm}$

Aufgabe 01.4 - 2 Pkt.

Man berechne den minimalen Radius, den ein Planet mit einer durchschnittlichen Dichte von 5500 kg/m^3 und einer Atmosphärentemperatur von 400°C haben muss, um eine Atmosphäre aus reinem Sauerstoff zu halten.

Hinweis: Denken Sie an die Fluchtgeschwindigkeit, welche sich aus der Äquivalenz der kinetischen und potentiellen Energie berechnet. Die kinetische Energie der Gasteilchen schätzen wir aus der **mittleren** (quadratischen) Geschwindigkeit der Teilchen ab.

Hinweis 2: Es sollen hier O_2 -Moleküle betrachtet werden.

Lösung: $r = 413.2 \text{ km}$

Aufgabe 01.5 - 3 Pkt.

- (a) Leiten Sie die Bragg-Bedingung her.
- (b) Zur Erzeugung monochromatischer Röntgenstrahlung kann ein hinter einer polychromatischen Röntgenquelle platzierter Kristall verwendet werden. Nehmen Sie an, das Licht wird an der (111)-Gitterebene (in Abb. grau unterlegt) eines Germanium Kristalls (kubische Kristallstruktur mit $a = 5.65 \text{ \AA}$) reflektiert. Unter welchem Winkel zur Gitterebene wird Strahlung mit einer Wellenlänge von $\lambda = 1 \text{ \AA}$ beobachtet (1. Ordnung)?

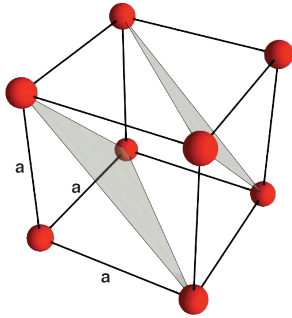


Figure 2: Gitterebenen

Hinweis: Wir beschreiben hier der Einfachheit halber Germanium als kubischen Kristall. Eigentlich liegt Germanium im Grundzustand in Diamantstruktur vor.

Lösung: (b) 8.82°