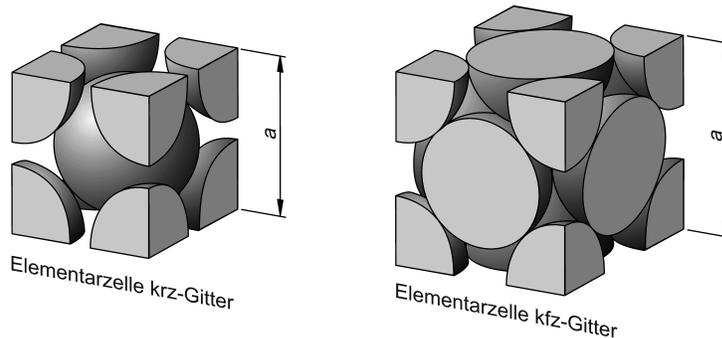




ÜbungsgruppenleiterInnen: M. Cimander, C. Derricks,
J. Fichtner, C. Fischer, A. Graf, R. Löffler, M. Rudolf,
A. Schmid, L. Siedentop

Übungen zu Experimentalphysik I
für Studierende der Biologie und der Sportwissenschaft
Blatt 10

Aufgabe 1: Packungsdichte



Die Bindungslänge von Atomen in kristallinen Festkörpern lässt sich anschaulich dadurch darstellen, dass man die Atome als ausgedehnte Kugeln betrachtet, welche sich gerade berühren.

- Wie viele Atome befinden sich anteilig in den oben dargestellten Elementarzellen des kubisch raumzentrierten (krz) und kubisch flächenzentrierten (kfz) Gitters?
- Bestimmen Sie das Verhältnis zwischen Atomradius r und Gitterkonstante a (Kantenlänge der Elementarzelle) im krz-Gitter sowie im kfz-Gitter. Nehmen Sie an, dass sich die Atome im krz-Gitter auf der Raumdiagonalen und im kfz-Gitter auf der Flächendiagonalen berühren.
- Eisen kristallisiert bei Raumtemperatur im krz-Gitter. Berechnen sie die Packungsdichte von Eisen. (Hinweis: Die Packungsdichte ist definiert als das Verhältnis des Volumens der Atome, die sich in der Elementarzelle befinden, zum Gesamtvolumen der Elementarzelle.)
- Aufgrund der polymorphen Eigenschaft des Eisens erfolgt bei einer Temperatur von ca. 911°C eine Phasenumwandlung vom krz zum kfz-Gitter. Berechnen Sie auch hier die Packungsdichte des Eisens. Vergleichen Sie die beiden Packungsdichten. Was bedeutet dies für das Volumen eines Eisenstabs wenn er erhitzt wird?

Aufgabe 2: Elastizität

Die Elastizitätstheorie beschäftigt sich mit der 'Antwort' oder Rückstellkraft eines starren, makroskopische Körpers, wenn dieser deformiert wird, bzw. mit den Grenzen dieses Verhaltens (wenn ein Körper bricht oder zerreißt) .

- a) Deformationen können translativ oder rotatorisch sein und verschiedene Richtungen haben. Überlegen Sie sich, welche Grundtypen makroskopischer Deformationen existieren und beschreiben Sie diese anhand eines Zylinders!
- b) Wird an einem Körper eine positive Spannung (Dehnung) oder negative Spannung (Stauchung) bezüglich einer Achse in beide Richtung angelegt, folgt die Verformung des Körper entlang dieser Achse näherungsweise dem Hooke'schen Gesetz (für kleine Verformungen). Zusätzlich erfolgt eine Deformation in den Richtungen senkrecht zur angelegten Spannung. Wie sieht diese Deformation jeweils für die Dehnung und Stauchung aus? Erklären Sie anhand des Federmodells des Körpers, wieso diese Deformation zustande kommt!
- c) Betrachten wir nun einen Quader der Länge l und der quadratischen Grundfläche d^2 . Die relative Kontraktion $\Delta d/d$ des Quaders ist proportional zur relativen Dehnung $\Delta l/l$, wobei $\Delta d/d$ und $\Delta l/l$ positiv definiert sein sollen. Die Proportionalitätskonstante μ wird Poisson-Zahl genannt. Wie lautet die entsprechende Proportionalitätsgleichung? Überlegen Sie was eine negative Poisson-Zahl bedeuten würde und recherchieren Sie im Internet ob solche Materialien existieren!
- d) Berechnen Sie die resultierende relative Volumenänderung $\Delta V/V$ als Funktion von $\Delta l/l$ und μ ! Vernachlässigen Sie dabei alle kleinen Terme (Δ -Terme), die quadratisch oder kubisch (³) auftreten (auch wenn diese gemischt auftreten, z. B. $\Delta l \cdot \Delta d$)! (Hinweis: Überlegen Sie sich wie groß das neue Volumen des Körpers ist! Die Volumenänderung ΔV ergibt sich dann aus dem alten Volumen minus dem neuen Volumen.) Ergebnis:

$$\frac{\Delta V}{V} = (1 - 2\mu) \frac{\Delta l}{l}$$

Siehe auch: „Kuchling: *Taschenbuch der Physik*; S.186 Auflage 20“

Aufgabe 3: Elastizität von Aluminium

Sie besitzen einen Zylinder aus Aluminium mit dem Durchmesser $d = 5$ cm und der Länge $l = 30$ cm. Das Elastizitätsmodul von Aluminium ist $E = 70$ GPa und die Poisson-Zahl ist $\mu = 0,34$.

- a) Wieviel Kraft müssen Sie aufwenden um die Länge l des Quaders auf 29,5 cm zu komprimieren?
- b) Wie ändert sich dabei der Durchmesser des Zylinders?