Klausur

Übungen zu den Vorlesungen „Einführung in die Werkstoffphysik“ und „Festkörpermechanik“

WS 1998/99

Termin:	2. Februar 1999, 13.00 Uhr Seminarraum Seestr. 71
Bearbeitungsdauer:	90 Minuten
Gesamtpunktzahl:	35
Erforderliche Punktzahl:	18

Für die Erlangung des Übungsscheines ist die erfolgreiche Teilnahme an der Klausur erforderlich.

Aufgabe 1

Ein elastisch isotropes Material mit einem Elastizitätsmodul von $E = 120\ GPa$ und einer Querkontraktionszahl von $\nu = 0.25$ wird in einen Spannungszustand versetzt, der durch folgenden Spannungstensor beschrieben wird:

$$\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \sigma_{23} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 10 & 4 & 16 \\ 4 & 12 & 4 \\ 16 & 4 & 10 \end{pmatrix} \text{MPa}$$

a) Berechne den deviatorischen Anteil des Spannungstensors und zerlege ihn in fünf unabhängige reine Scherspannungszustände. (2 Punkte)

b) Berechne die Hauptspannungen. (2 Punkte).

c) Berechne die bei der Aufbringung des Spannungszustandes auftretende relative Volumenänderung $\Delta\ V/V$ unter der Annahme, daß nur linear-elastische Dehnungen auftreten (2 Punkte).

d) Zeichne den Mohrschen Spannungskreis für den 3-D Spannungszustand (1 Punkt).

Aufgabe 2

Ein Balken mit der Länge von 1 m und einem Querschnitt von 10×10 mm², wird in symmetrischer Dreipunktbiegung mit 100 N belastet.

a) Berechne die maximal auftretende Spannung (1 Punkt)

b) Bei welchem der beiden Materialien tritt die geringere Durchbiegung auf (1 Punkt)?

c) Welches Material eignet sich hinsichtlich der Durchbiegung am besten für den Leichtbau (die Länge und Breite des Balken sei durch die Konstruktion fest vorgegeben) (2 Punkte) $\sim E/S$ Al: ~26 Fe: ~26,9

Material	E-Modul [GPa]	Dichte [g/cm³]
Aluminium	70	2,7
Stahl	210	7,8

Formeln für einseitig eingespannten Balken der Länge L, der Breite b und der Höhe h mit rechteckigem Querschnitt:

$$f = \frac{FL^3}{3EI} \qquad I = \frac{bh^3}{12} \qquad W = \frac{b\cdot h^2}{6}$$

Aufgabe 3

Zeichne zu jedem der folgenden Gleitsysteme die Gleitebene und die Gleitrichtung in eine Elementarzelle ein (für jedes Gleitsystem eine separate Zeichnung; es ist jeweils nur ein ganz bestimmtes Gleitsystem gefragt; Koordinatensystem jeweils angeben!)

Gib jeweils die Anzahl äquivalenter Gleitsysteme und den Betrag des Burgersvektors (in Einheiten der Gitterkonstanten) an.

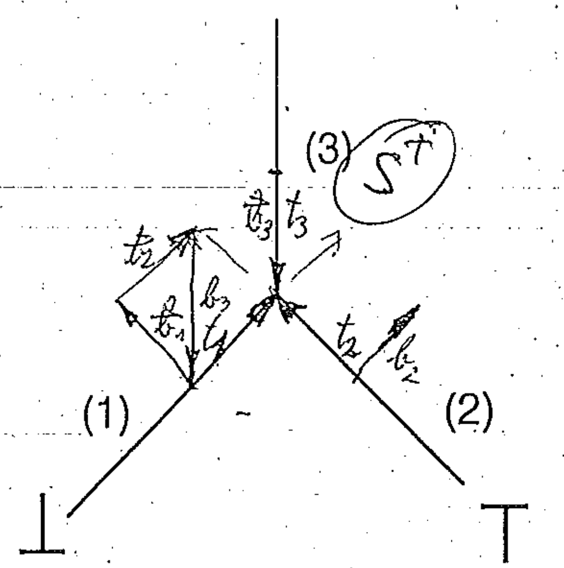
Material / Kristallstruktur	Gleitsystem
α-Fe krz	$(211)[\bar{1}11]$
Cu kfz	$(1\bar{1}1)[011]$
Mg / hdp	$(10\bar{1}0)[11\bar{2}0]$

(6 Punkte) cont. 4

Aufgabe 4

Bestimme mit Hilfe der Frank-Regel den Typ (einschließlich Vorzeichen) der 3. Versetzung, wobei die Beträge der Burgersvektoren der 1. und 2. Versetzung gleich sind.

(1 Punkt)



Aufgabe 5

Der Potentialverlauf U(r) für die Bindung zwischen zwei Atomen läßt sich folgendermaßen beschreiben:

$$U(r) = -\overbrace{\frac{A}{r^m}}^{\text{anziehende Kraft}} + \overbrace{\frac{B}{r^n}}^{\text{abstoßende Kraft}}$$

a) Skizziere den Verlauf von $U(r)$. Zeichne den Gleichgewichtsabstand r_0 und die Bindungsenergie U_0 ein. Welche Kräfte werden durch die zwei Terme beschrieben?

(2 Punkte)

b) Bestimme für $m = 2$, $n = 5$ die Konstanten A und B aus der Kenntnis des Gleichgewichtsabstandes ($r_0 = 3$ Å) und der Bindungsenergie ($U_0 = -5$ eV) (2 Punkte)

c) Mit welchen makroskopischen Größen ist die Bindungs- E-Modul, T_M energie U_0 verknüpft, mit welcher makroskopischen Größe die Asymmetrie des Bindungspotentials? (2 Punkte)
thermischer Ausdehnungskoeffizient (α)

Aufgabe 6

Beschreibe qualitativ, was mit folgenden mechanischen Eigenschaften eines Werkstoffs gemeint ist:

- Steifigkeit GPa E-Modul
- Festigkeit MPa
- Zähigkeit Kraft für die Bildung eines Risses in einem Material $\left[\frac{K}{m^2}\right]$

Mit welchen Meßgrößen lassen sich diese Eigenschaften beschreiben und was sind ihre Einheiten?

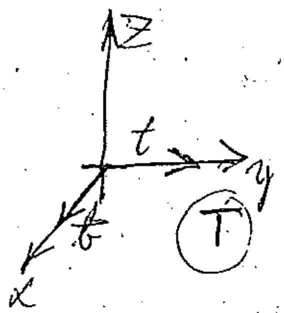
(6 Punkte)

Aufgabe 7

Eine Stufenversetzung verlaufe parallel zur y-Achse. Es wird eine Zugspannung σ_{xx} und gleichzeitig die Scherspannungen σ_{xy} und σ_{xz} aufgebracht.

a) Zeichne die Versetzung mit Burgers- und Linienvektor in ein Koordinatensytem ein und berechne die Kraft, die auf die Versetzung wirkt Peach-Köhler (3 Punkte)

b) Zerlege die Kraft in eine Gleit- und eine Kletterkomponente. (2 Punkte)



$$\begin{pmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} & \sigma_{xz} \\ \sigma_{xy} & 0 & 0 \\ \sigma_{xz} & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$t = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} ; \quad b = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$|f_g| = -\sigma_{xz}$$

$$|f_k| = -\sigma_{xx}$$