

Klausur

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

WS 2000/01

| | |
|--------------------------|-----------------------------|
| Termin: | 23. Februar 1999, 10.00 Uhr |
| Ort: | Seminarraum Seestr. 71 |
| Bearbeitungsdauer: | 90 Minuten |
| Gesamtpunktzahl: | 38 |
| Erforderliche Punktzahl: | 19 |

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

Aufgabe 1

Ein elastisch isotropes Material mit einem Elastizitätsmodul von $E = 300 \text{ GPa}$ und einer Querkontraktionszahl von $\nu = 0,2$ wird in einen Spannungszustand versetzt, der durch folgenden Spannungstensor beschrieben wird:

$$\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} -60 & 10 & -8 \\ 10 & 80 & 15 \\ -8 & 15 & 40 \end{pmatrix} \text{MPa}$$

- Berechnen Sie den Kompressionsmodul K und den Schermodul G des Materials (2 Punkte).
- Berechnen Sie die bei der Aufbringung des Spannungszustandes auftretende relative Volumenänderung $\Delta V/V$ (2 Punkte).
- Berechnen Sie den deviatorischen Anteil des Spannungstensors und zerlegen Sie ihn in fünf unabhängige reine Scherspannungszustände. (2 Punkte)

Aufgabe 2

Zeichnen Sie 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!)

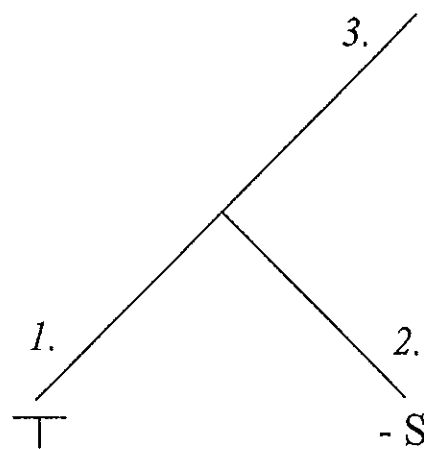
Wie groß ist jeweils die Anzahl äquivalenter Gleitsysteme und der Betrag des Burgersvektors (in Einheiten der Gitterkonstanten) ?

| Material / Kristallstruktur | Gleitsystem |
|-----------------------------|----------------------------|
| α -Fe / krz | $(\bar{2}11)[111]$ |
| Cu / kfz | $(\bar{1}11)[01\bar{1}]$ |
| Mg / hdp | $(10\bar{1}0)[1\bar{2}10]$ |

(6 Punkte)

Aufgabe 3

Betrachten Sie die dargestellte hypothetische Versetzungsanordnung. Die Beträge der Burgersvektoren der 1. und 2. Versetzung seien gleich. Bestimmen Sie mit Hilfe der Frank-Regel den Typ und das Vorzeichen der 3. Versetzung und berechnen Sie den Betrag ihres Burgersvektors (3 Punkte).



Aufgabe 4

Zeigen Sie mit Hilfe der Peach-Koehler-Formel, dass zwischen einer geraden Stufenversetzung und einer dazu parallelen Schraubenversetzung keine Wechselwirkungskräfte auftreten.

Hinweis: Das Spannungsfeld um eine parallel zur Koordinatenachse 1 verlaufenden Stufenversetzung kann durch eine Spannungstensor-Feld der folgenden Form beschrieben werden:

$$\sigma_{ij}(r, \theta) = f(r) \cdot \begin{pmatrix} \sigma_{11}(\theta) & \sigma_{12}(\theta) & 0 \\ \sigma_{12}(\theta) & \sigma_{22}(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{33}(\theta) \end{pmatrix}$$

(4 Punkte)

Aufgabe 5

- a) Skizzieren Sie ein typisches *technisches* Spannung-Dehnung-Diagramm eines duktilen Metalls.
 Zeichnen Sie die Kenngrößen E (Elastizitätsmodul), $\sigma_{0,2}$ (Fließspannung), σ_B (Zugfestigkeit), δ_G (Gleichmaßdehnung) und δ (Gesamtdehnung) in das Diagramm ein. (3 Punkte)
- b) Erläutern Sie die Unterschiede zwischen einem *technischen* und einem *wahren* Spannung-Dehnung-Diagramm (2 Punkte)
- c) Was versteht man unter „Verfestigung“ und was ist ihre Ursache? (2 Punkte)

Aufgabe 6

Betrachten Sie einen Magnesium-Matrix-Verbundwerkstoff, der unidirektional mit SiC-Fasern verstärkt ist. Der *Gewichts-*anteil der Fasern betrage 40%.

- a) Welche Dichte besitzt der Verbundwerkstoff? (2 Punkte)
- b) Berechnen Sie die Elastizitätsmoduln nach dem Voigt- und nach Reuß-Modell und erläutern Sie den Unterschied zwischen diesen Werten (3 Punkte).

| Material | E-Modul [GPa] | Dichte [g/cm ³] |
|----------------------|------------------|--------------------------------|
| Aluminium <i>149</i> | 44 | 1,7 |
| SiC-Fasern | 460 | 3,2 |

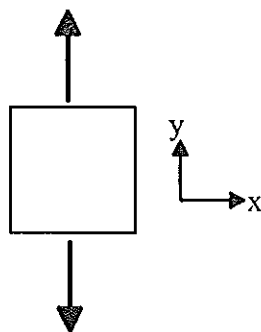
Aufgabe 7

a) Skizzieren Sie die Mohrschen Spannungskreise für folgende Situationen:

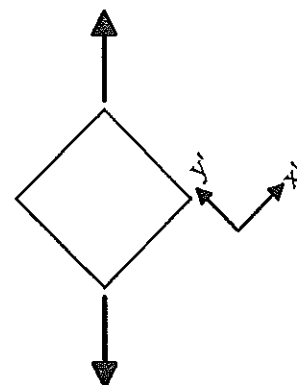
- Einachsiger Zugversuch
- Hydrostatische Druckbeanspruchung
- Hydrostatische Zugbeanspruchung
- Reine Scherbeanspruchung

Beschriften Sie die Achsen des Koordinatensystems und zeichnen Sie die Hauptnormalspannungen und die maximale Scherspannung ein. (4 Punkte)

b) Bestimmen Sie für den Fall der einachsigen Zugbeanspruchung mit Hilfe des Mohrschen Spannungskreises die Komponenten des Spannungstensors in einem um 45° verkippten Koordinatensystem.



$$\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \text{MPa}$$



$$\sigma'_{ij} = \begin{pmatrix} \sigma'_{xx} & \sigma'_{xy} & 0 \\ \sigma'_{xy} & \sigma'_{yy} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

(3 Punkte)