

# Klausur

„Einführung in die Werkstoffphysik“  
und „Festkörpermechanik“  
WS 2001/02

Termin:

12. Februar 2002, 13.00 Uhr

Ort:

PMI-Seminarraum,  
Institut für Nichtmetallische  
Anorganische Materialien  
S-Büsnau, Heisenbergstr. 5

Bearbeitungsdauer:

90 Minuten

Gesamtpunktzahl:

36

Erforderliche Punktzahl:

18

## Aufgabe 1)

Ein elastisch isotropes Material mit einem Elastizitätsmodul von  $E = 375 \text{ GPa}$  und einer Querkontraktionszahl von  $\nu = 0,25$  wird in einen Spannungszustand versetzt, der durch folgenden Spannungstensor beschrieben wird:

$$\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} -70 & 20 & -12 \\ 20 & 20 & 25 \\ -12 & 25 & 20 \end{pmatrix} \text{MPa}$$

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

Für die Erlangung der Übungsscheine ist die erfolgreiche Teilnahme an der Klausur erforderlich.

**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
$\alpha$ -Fe / krz	$(112)[\bar{1}\bar{1}\bar{1}]$
Cu / kfz	$(\bar{1}11)[110]$
Mg / hdp	$(0001)[\bar{2}10]$

(6 Punkte)

**Aufgabe 3** ✓

Eine Stufenversetzung sei durch folgende Vektoren charakterisiert

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

Linienvektor  $\vec{t}$  Burgers

a) Wie nennt man diese Vektoren? (1 Punkt)

b) Berechne die Kraft, die auf die Versetzung wirkt, wenn folgender Spannungszustand herrscht:

$$\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & 0 \\ \sigma_{12} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Wie nennt man diese „Kraft“? Welche Dimension (bzw. Maßeinheit) besitzt sie?

(2 Punkte)

c) Zerlege die Kraft in die Gleit- und Kletterkomponenten.

(2 Punkte)

X Aufgabe 4

Ein prismatischer Balken mit einem rechteckigen Querschnitt (Höhe  $h = 10$  mm, Breite  $b = 20$  mm) wird einer symmetrischen 3-Punkt-Biegebelastung unterworfen, wobei die beiden äußeren Auflagepunkte einen Abstand von  $L = 2$  m aufweisen. Die Belastung betrage  $F = 20$  N.

- Skizziere den Verlauf des Biegemoments als Funktion des Ortes entlang der Balkenachse (Achsen bezeichnen und skalieren!). (2 Punkte)
- An welchem Ort im Balken herrscht die größte Zugspannung? Wie groß ist diese Spannung und in welcher Richtung wirkt sie? (2 Punkte)

Hinweis: Das axiale Flächenträgheitsmoment für einen rechteckigen Querschnitt beträgt

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

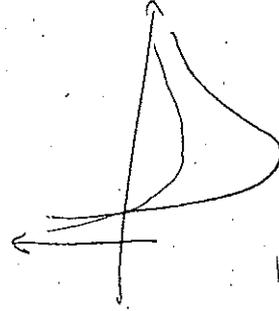


Aufgabe 5

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

$$U(r) = -\frac{A}{r^m} + \frac{B}{r^n}$$

- Welche Kräfte werden durch die beiden Terme beschrieben? Skizziere den Verlauf von  $U(r)$ . Zeichne den Gleichgewichtsabstand  $r_0$  und die Bindungsenergie  $U_0$  ein. (2 Punkte)
- Bestimme für  $m = 2$  und  $n = 5$  die Konstanten  $A$  und  $B$  aus der Kenntnis des Gleichgewichtsabstandes ( $r_0 = 0.2$  nm) und der Bindungsenergie ( $U_0 = -4$  eV). (3 Punkte)
- Skizziere die Potentialverläufe zweier Materialien mit deutlich unterschiedlichen Schmelztemperaturen (angeben, welche Kurve zu welchem Material gehört!) Wie unterscheiden sich diese Materialien hinsichtlich ihrer thermischen Ausdehnungskoeffizienten und Elastizitätsmoduln? (2 Punkte)



hoch,  $T_m$

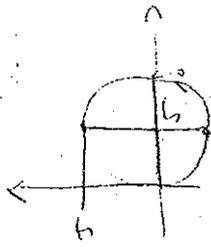
**Aufgabe 6**

In einer Aluminiumlegierung werden Frank-Read-Quellen aktiviert, deren Ankerpunkte einen Abstand von  $L = 2 \mu\text{m}$  besitzen.

Berechne die dazu notwendige (maximale) Schubspannung gemäß der Orowan-Gleichung:

$$\tau_{\max} = \frac{Gb}{L}$$

Benutze folgende Kennwerte zur Berechnung von  $Gb$ :  
 Schubmodul  $G = 30 \text{ GPa}$   
 Gitterkonstante  $a = 4,05 \text{ Angström}$  (3 Punkte)



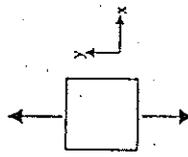
**Aufgabe 7**

a) Skizzieren Sie die Mohrschen Spannungskreise für folgende Situationen:

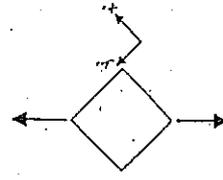
- Einachsiger Druckversuch
- Hydrostatische Druckbeanspruchung
- Hydrostatische Zugbeanspruchung
- Reine Scherbeanspruchung

Beschriften Sie jeweils die Achsen des Koordinatensystems und zeichnen Sie die Hauptnormalspannungen und die maximale Scherspannung ein. (2 Punkte)

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



$$\sigma_y = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 10 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} MFR$$



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

(3 Punkte)