

Aufgabe 1

Ein elastisch isotropes Material mit einem Elastizitätsmodul von $E = 160 \text{ GPa}$ und einem Schermodul von $G = 64 \text{ GPa}$ wird in einen Spannungszustand versetzt, der durch folgenden Spannungstensor beschrieben wird:

$$\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \sigma_{23} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -5 & 20 & -10 \\ 20 & 45 & 20 \\ -10 & 20 & 50 \end{pmatrix} \text{MPa}$$

- Berechne den Kompressionsmodul K und die Querkontraktionszahl ν des Materials (2 Punkte).
- Berechne die bei der Aufbringung des Spannungszustandes auftretende relative Volumenänderung $\Delta V/V$ unter der Annahme, daß das Hookesche Gesetz gilt (2 Punkte).
- Berechne den deviatorischen Anteil des Spannungstensors und zerlege ihn in fünf unabhängige reine Scherspannungszustände. (2 Punkte)

Aufgabe 2

Betrachte einen Magnesium-Matrix-Verbundwerkstoff, der unidirektional mit SiC-Fasern verstärkt ist. Der *Volumenanteil* der Fasern betrage 25%.

- a) Welche Dichte besitzt der Verbundwerkstoff? (1 Punkt)
- a) Schätze ab, in welchem Intervall die richtungsabhängigen E-Modul-Werte des Materials liegen (3 Punkte).
- b) Die SiC-Fasern werden nun durch C-Fasern ersetzt. Welcher Faser-*Volumenanteil* wird benötigt, damit sich bei Belastung parallel zu den Fasern der gleiche E-Modul ergibt wie zuvor? Welche Dichte besitzt dieser $\text{Mg}_{\text{Matrix}}\text{-C}_{\text{Faser}}$ -Verbundwerkstoff? (3 Punkte)

Material	E-Modul [GPa]	Dichte [g/cm ³]
Magnesium	44	1,8
SiC-Fasern	450	3,2
C-Fasern	230	1,8

Aufgabe 3

Zeichne zu jedem der folgenden Gleitsysteme die Gleitebene und die Gleitrichtung in eine Elementarzelle ein (für jedes Gleitsystem eine separate Zeichnung; Koordinatensystem jeweils angeben!):

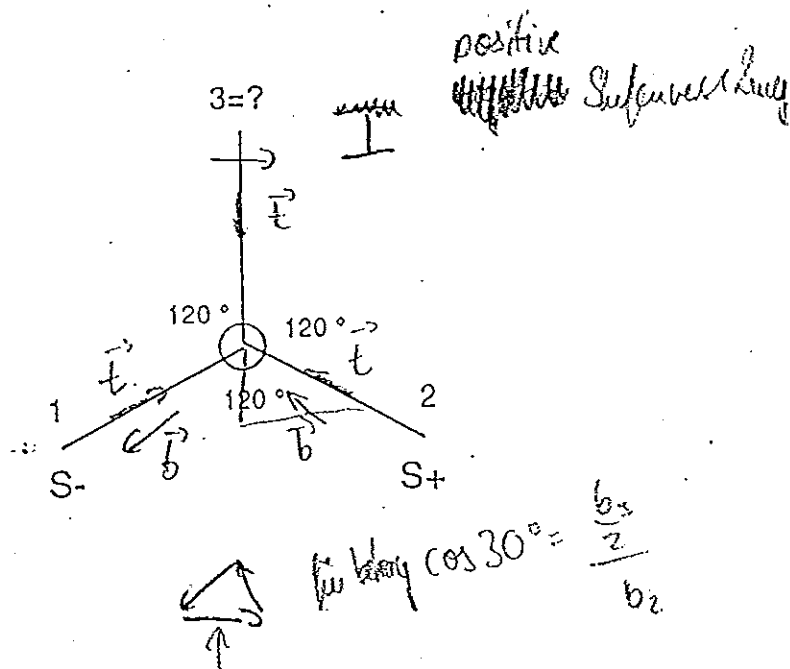
Material / Kristallstruktur	Gleitsystem
α -Fe / krz	$(\bar{1}\bar{1}2)[111]$
Cu / kfz	$(111)[0\bar{1}1]$
Mg / hdp	$(0001)[\bar{2}110]$
Ti / hdp	$(10\bar{1}0)[1\bar{2}10]$
NiAl / CsCl-Struktur	$(1\bar{1}0)[001]$

Gib für jedes Gleitsystem den Betrag des Burgersvektors an (in Einheiten der Gitterkonstanten)

(5 Punkte)

Aufgabe 4

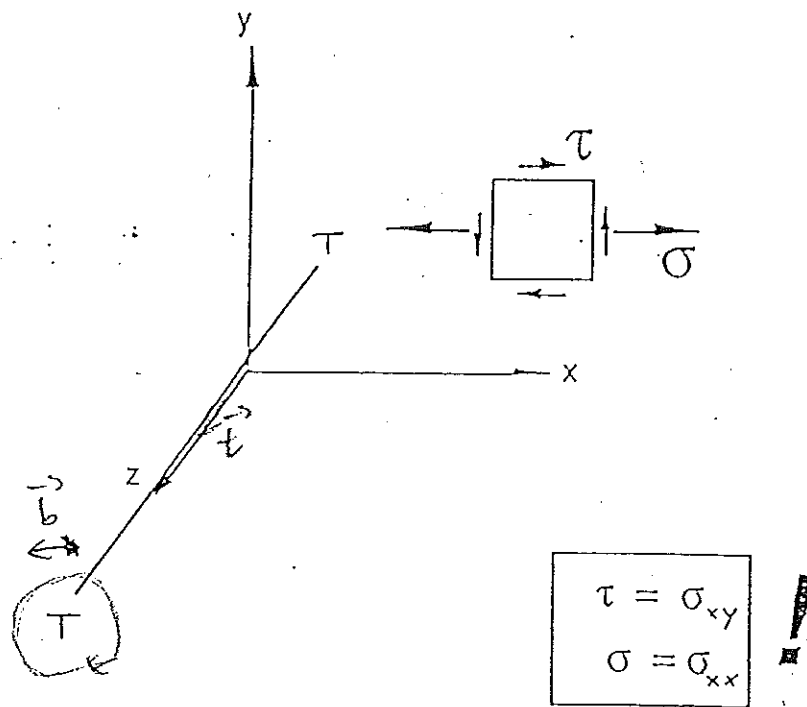
Bestimme mit Hilfe der Frank-Regel den Typ (einschließlich Vorzeichen) der 3. Versetzung, wobei die Beträge der Burgersvektoren der 1. und 2. Versetzung gleich sind.
 (3 Punkte)



Aufgabe 5

Eine Stufenversetzung verlaufe parallel zur z -Achse (siehe Skizze). Es wird eine Zugspannung σ_{xx} und gleichzeitig eine Scherspannung σ_{xy} aufgebracht. Berechne mit Hilfe der Peach-Köhler-Formel die Kräfte, die auf die Versetzung wirken (Gleit- und Kletterkraft).

(5 Punkte)



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

Aufgabe 6

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

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

- Skizziere den Verlauf von $U(r)$. Zeichne den Gleichgewichtsabstand r_0 und die Bindungsenergie U_0 ein. (2 Punkte)
- Gib den allgemeinen Zusammenhang zwischen r_0 und U_0 einerseits und A und B andererseits an. (3 Punkte)
- Welche Spezialfälle für m kennen Sie, zu welchen Bindungstypen gehören diese? (2 Punkte)

Aufgabe 7

- a) Ein bestimmtes Elastomer habe bei Raumtemperatur einen Elastizitätsmodul von 10 MPa. Welcher Polymerisationsgrad liegt vor (Das Monomervolumen betrage 10^{-29}m^3)? Wie ändert sich der Elastizitätsmodul, wenn man den Polymerisationsgrad halbiert?
(Boltzmannkonstante $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$)
(4 Punkte)
- b) Erläutere in Worten den Unterschied zwischen Energieelastizität und Entropieelastizität. Gib für beide Fälle jeweils die grundlegende Formel und ein typisches Material an. (4 Punkte).