

Name: Nils

Matrikel-Nr.:

Unterschrift:

A.) 1 3
6 c

| |
|--|
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |

DIPLOMVORPRÜFUNG

im Prüfungsfach Materialkunde

Gegenstand: **Werkstoffkunde I**

Montag, den 28.03.1994

Dieser Prüfungsteil besteht aus 7 Aufgaben und 13 Seiten.

Die Aufgaben sind innerhalb
des vorgesehenen Freiraums zu beantworten.

Keine Hilfsmittel.

1. Aufgabe:

Indizieren Sie unter Verwendung des in Bild 1 vorgegebenen Koordinatensystems die eingezeichneten Ebenen und Richtungen in den Bildern 1-12!

a)

Schnittpkt

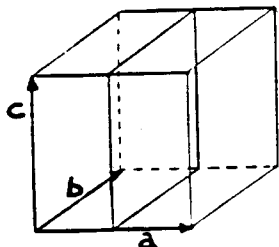


Bild 1: (200)
allg. (100)

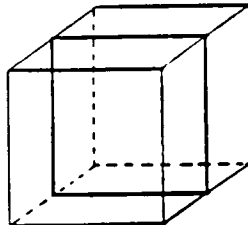


Bild 2: (020)
 (010)

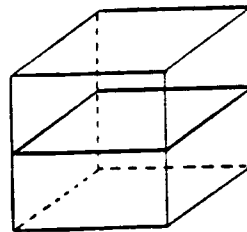


Bild 3: (002)
 (001)

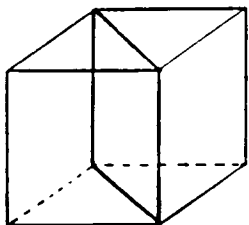


Bild 4: (110)

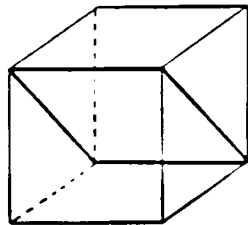


Bild 5: (011)

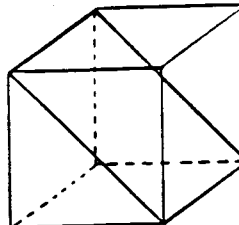


Bild 6: (101)

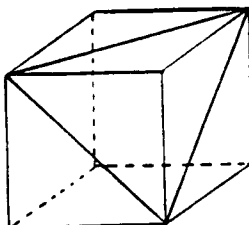


Bild 7: $(1\bar{1}1)$

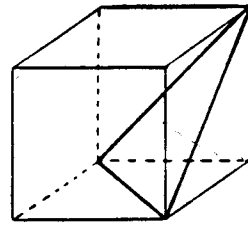


Bild 8: $(11\bar{1})$

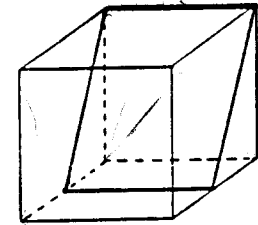


Bild 9: $(01\bar{2})$
 $0 \frac{1}{2} \bar{1}$
 $0 2 \bar{1}$

b)

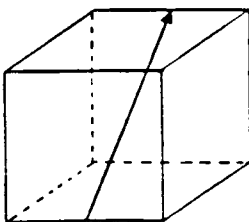


Bild 10: $[011]$

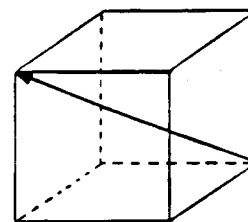


Bild 11: $[\bar{1}\bar{1}1]$

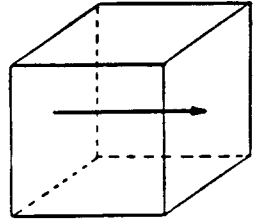


Bild 12: $[\bar{1}00]$

2. Aufgabe:

Benutzen Sie zur Lösung dieser Aufgabe die Bilder 13a und 13b!

Alle Linien im Zustandsdiagramm sind als Geraden zu zeichnen!

Von einem binären System mit vollkommener Löslichkeit im flüssigen Zustand und teilweiser gegenseitiger Löslichkeit im festen Zustand liegen folgende Daten vor:

Das Zweistoffsystem zeigt für $T=0^{\circ}\text{C}$ erstmalig Löslichkeit von B in A. B löst bei $T=0^{\circ}\text{C}$ 20 Gew.-% A.

Die Abkühlkurve der eutektischen Legierung aus 80 Gew.-% A und 20 Gew.-% B zeigt bei der Abkühlung aus dem schmelzflüssigen Zustand einen Haltepunkt bei $T=300^{\circ}\text{C}$.

Die Abkühlkurve einer Legierung aus 95 Gew.-% A und 5 Gew.-% B zeigt bei $T=375^{\circ}\text{C}$ und bei $T=300^{\circ}\text{C}$ je einen Knick. Bei dieser Legierung tritt bei $T=300^{\circ}\text{C}$ die maximale Löslichkeit von B in A auf.

Aus der Thermoanalyse liegen die beiden in Bild 13a gegebenen Abkühlkurven vor. Die Abkühlung erfolgte aus dem schmelzflüssigen Zustand unter gleichen Abkühlbedingungen. Die jeweils abgekühlten Mengen sind Bild 13a zu entnehmen.

- a) Erstellen Sie für das oben beschriebene Zweistoffsystem das vollständig beschriftete Zustandsdiagramm und das Haltezeit-Konzentrations-Diagramm!

b) Geben Sie die Schmelztemperaturen der reinen Komponenten A und B an!

$$S_A = 400^\circ\text{C}$$

$$S_B = 700^\circ\text{C}$$

c) Welche Haltedauer tritt bei 1000g der eutektischen Legierung auf?

$$t_H = 60 \text{ min}$$

$$\frac{6 \text{ min}}{100 \text{ g}} \cdot 10$$

d) Geben Sie für 200g der Legierung mit 90 Gew.-% A die bei $T=0^\circ\text{C}$ und die bei $T=375^\circ\text{C}$ im Gleichgewicht stehenden Phasen nach Masse und Zusammensetzung an!

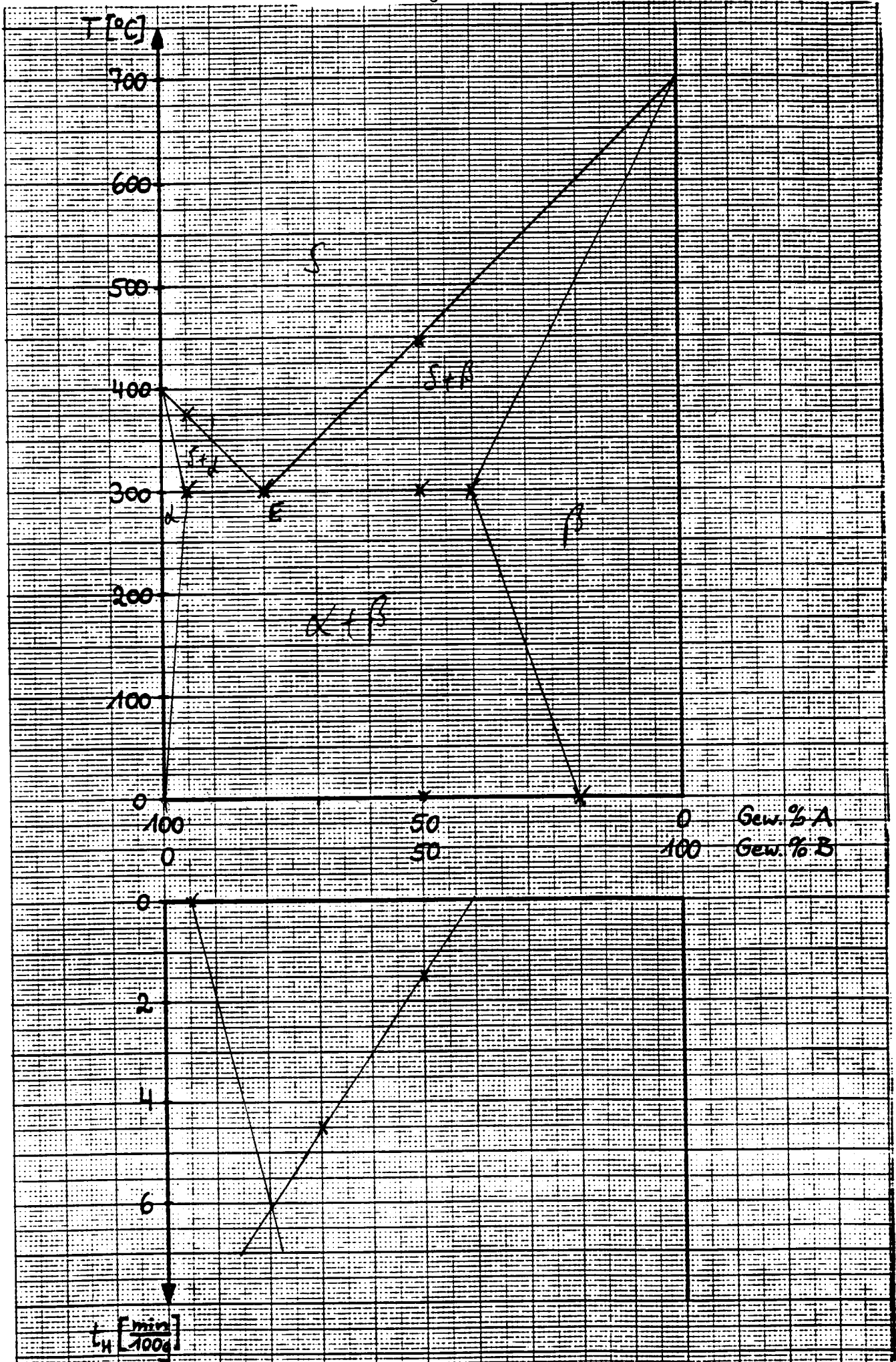
$$\underline{T = 0^\circ\text{C}}$$

$$m_\alpha = \frac{7}{8} \cdot 200 \text{ g} = 175 \text{ g A} - 100\% \text{ A}$$

$$m_\beta = \frac{1}{8} \cdot 200 \text{ g} = 25 \text{ g} \begin{cases} 20\% \text{ A} & 5 \text{ g A} \\ 80\% \text{ B} & 20 \text{ g B} \end{cases}$$

$$\underline{T = 375^\circ\text{C}}$$

$$200 \text{ g Schmelze} \begin{cases} 90\% \text{ A} & 180 \text{ g A} \\ 10\% & 20 \text{ g B} \end{cases}$$



3. Aufgabe:

- a) Ein unbekannter kristalliner Festkörper soll bezüglich seiner Struktur untersucht werden.

Sie haben die nachstehend aufgeführten Untersuchungsverfahren zur Verfügung. Nennen Sie zu jedem Verfahren einen Parameter der Struktur des Werkstoffs, den Sie mit diesem Verfahren bestimmen können:

Debeye-Scherrer-Verfahren:

daselbe wie Bragg für Rischkristall "Gitterkonst"

Lichtmikroskop:

Korngröße / Kornform / Verunreinigungen

TEM:

Kohärente Ausscheidungen / Gitterverzerrungen
(Kaffeebohnen förmiger Kontrast)

- b) Nennen Sie je ein Verfahren, mit dem Sie folgende Größen eines Werkstoffes bestimmen können:

Schmelztemperatur:

Thermoanalyse

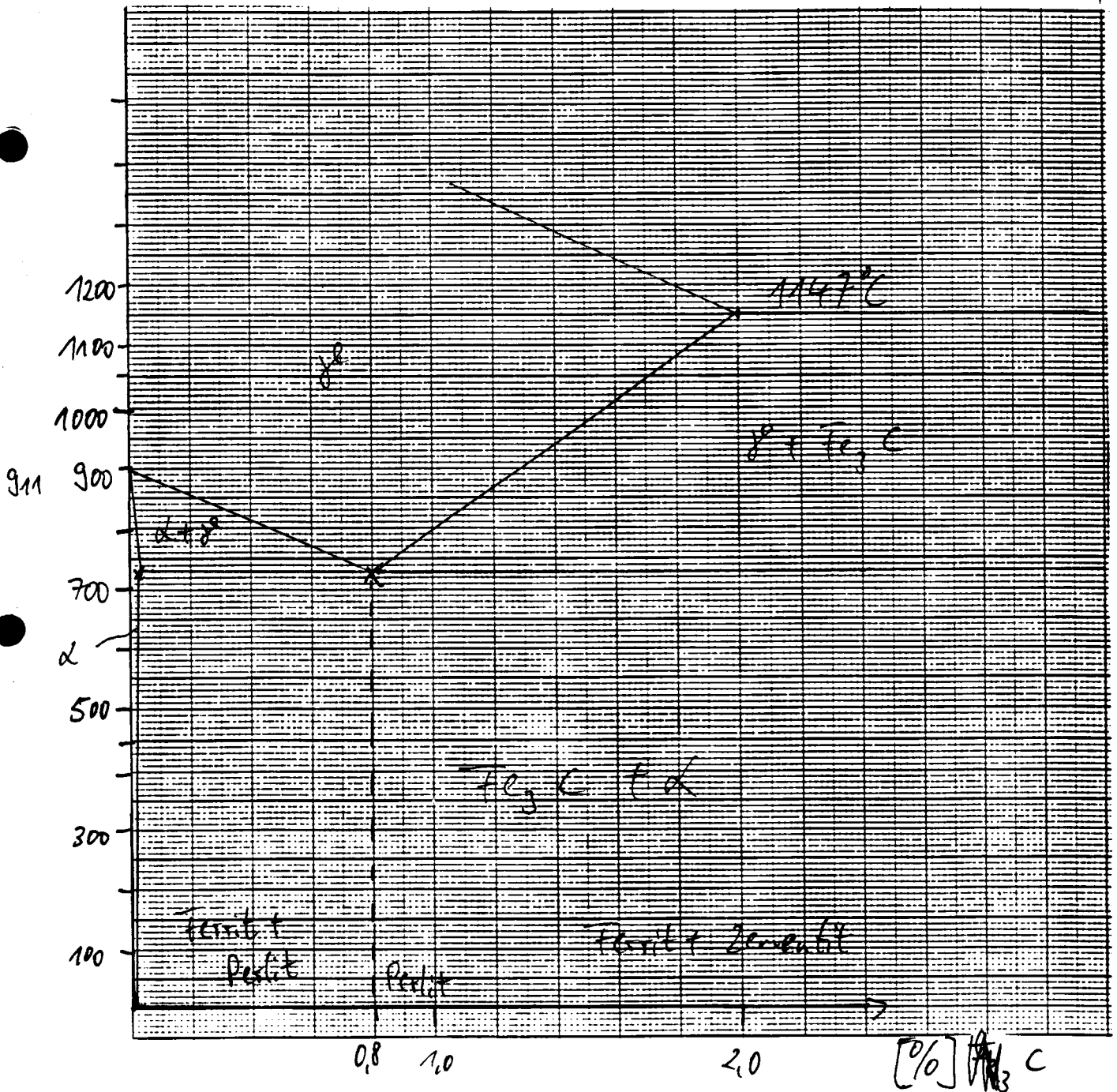
Schmelzenthalpie:

Kalorimetrie

4. Aufgabe:

- a) Skizzieren und beschriften Sie den für die Stahlhärtung wesentlichen Teil des metastabilen Fe-Fe₃C-Diagramms. Nähern Sie die Phasengrenzlinien durch Geraden an. Benutzen Sie für Ihre Lösung Bild 14!

Bild 14



b) Welche Veränderungen ergeben sich durch Hinzufügen der Legierungselemente Cr bzw. Ni (qualitative Beschreibung!)?

- Setzt ^{obere} kritische Abkühlgeschw. herunter →
- Anteil härtet vollständig durch (auch bei langsamerer Abkühlgeschw.)
- Cr bindet C an sich → verhindert Diffusionsvorgänge

c) Welche besonderen Eigenschaften haben Cr-Ni-Stähle (z.B. X12CrNi188)?
Nennen Sie drei!

- Hochlegiert 0,12% C 18% Cr 8% Ni
- Korrosionsbeständig Cr
 - höhere Temperaturstabilität Ni
 - härter
 - nicht magnetisch

d) Nennen Sie die Kristallstrukturen von α -, γ - und δ -Eisen:

- α Kfz
- γ Kfz
- δ Kfz

5. Aufgabe:

Der Abstand der Netzebenenscharen der $\{1\ 1\ 0\}$ -Gitterebenen in einem fcc-Kristall sei 1\AA . Berechnen Sie die Gitterkonstante!

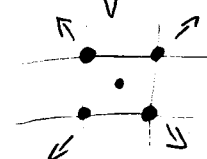
$$d = \frac{a}{\sqrt{1^2 + 1 + 0^2}}$$

$$a = \sqrt{2} d = \sqrt{2} \text{\AA}$$

6. Aufgabe:

a) Welche Unterschiede bestehen hinsichtlich der Diffusion von interstitiell und von substitutionell gelösten Atomen?

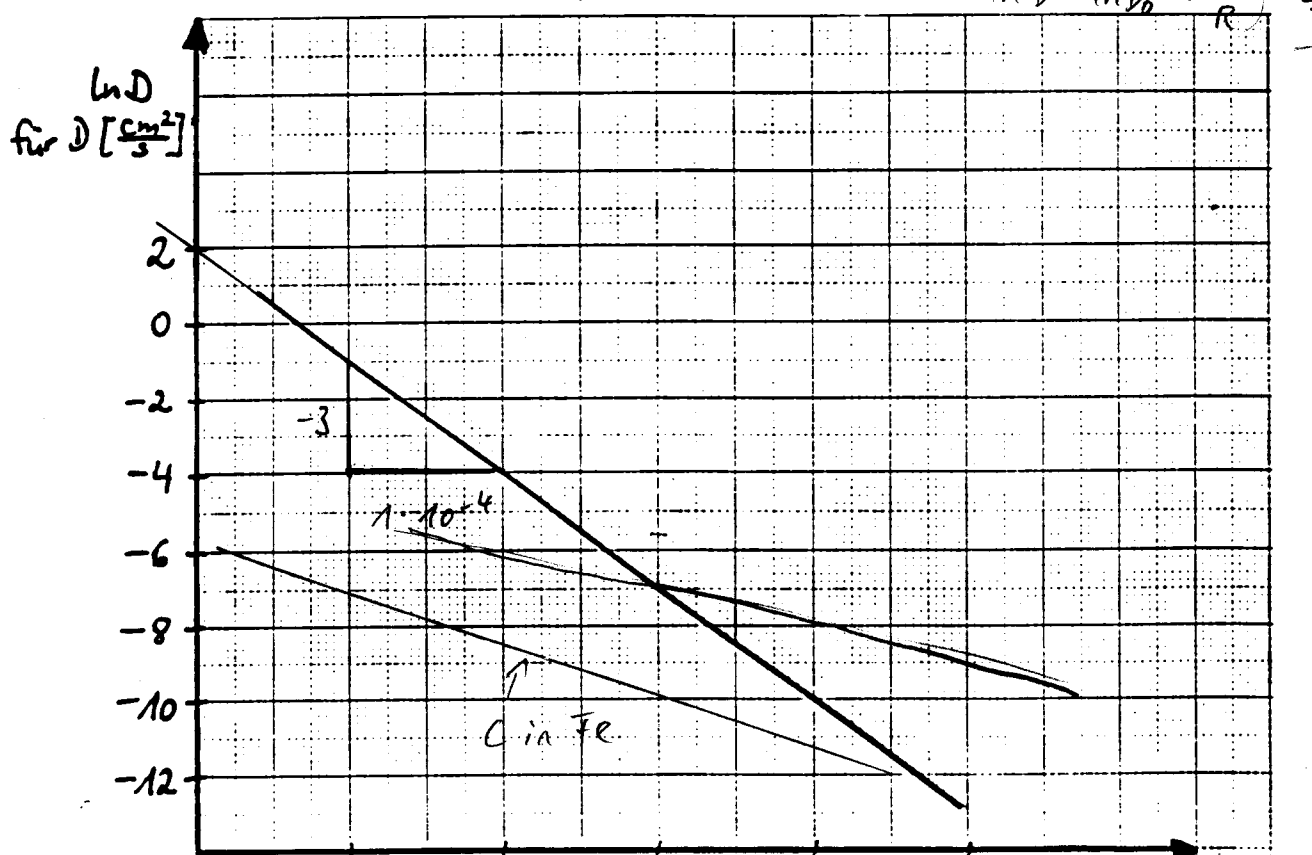
\nwarrow Ersetzen
 \nearrow in Gitter Freie Plätze (Zwischenlückenplätze)
 - weniger Energie nötig für interstitiell gelöste Atome
 - bei gleicher Temp. ist der Diffusionskoeffizient für interstitiell gelöste Atome höher als für subst.
 - es brauchen keine Leerstellen erzeugt werden



b) Bestimmen Sie für das in Bild 15 gezeigte $\ln D - 1/T$ -Diagramm die Konstante H_D . Nehmen Sie dabei für die allgemeine Gaskonstante $R \approx 8 \text{ Nm/mol} \cdot \text{K}$ an.

$$D = D_0 \cdot e^{-\left\{ \frac{H_0}{R \cdot T} \right\}} \quad \ln D = \ln D_0 - \frac{H_0}{R \cdot T}$$

$$\ln D = \ln D_0 - \frac{H_0}{R} \cdot \frac{1}{T}$$



$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{-3}{1 \cdot 10^{-4}} = -30000 = -3$$

$$K = -\frac{H_D}{R} = -30000 = -3$$

Bild 15

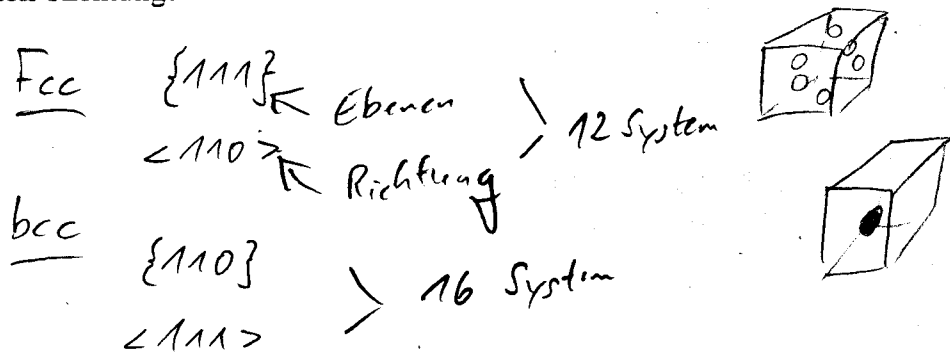
$$H_D = -K \cdot R = 24 \left[\frac{\text{Nm} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{mol} \cdot \text{K} \cdot \text{s}} \right] = \left[\frac{\text{Nm}^3}{\text{mol} \cdot \text{s}} \right]$$

- c) Das in Bild 15 dargestellte Diagramm beschreibe die Diffusion von Nickel (Ni) in Eisen (Fe). Zeichnen Sie qualitativ den Verlauf einer Geraden für die Diffusion von Kohlenstoff (C) in Eisen (Fe) in das Diagramm ein! Begründen Sie die Unterschiede zwischen beiden Kurven!

Ni in Fe \rightarrow ~~Subst~~ Subst (Metall dick)
C in Fe \rightarrow ~~Subst~~ interst.

7. Aufgabe:

- a) Geben Sie für das fcc- und das bcc-Kristallsystem die Millerschen Indizes der dichtest gepackten Richtungen und Ebenen an!



- b) Berechnen Sie für beide Kristallsysteme die Packungsdichte (Grad der Raumerfüllung)!

Fcc 4 Atome $V_A = 4 \cdot \frac{4}{3} \pi R^3$ $\sqrt{2} a = 4R$
 $R = \frac{a}{2\sqrt{2}}$

$$P = \frac{V_A}{V} = \frac{\frac{16}{3} \pi \frac{a^3}{8\sqrt{2}}}{a^3} = \frac{\pi}{3\sqrt{2}} = 0,74 \Rightarrow \underline{\underline{74\%}}$$

bcc 2 Atome $V_A = 2 \cdot \frac{4}{3} \pi R^3$ $\sqrt{3} a = 4R$
 $R = \frac{a\sqrt{3}}{4}$

$$P = \frac{V_A}{V} = \frac{\frac{8}{3} \pi \frac{a^3 \sqrt{3}}{64}}{a^3} = \frac{\sqrt{3} \cdot \pi}{8} = 0,68 \Rightarrow \underline{\underline{68\%}}$$

- c) Wie groß ist im Vergleich die Packungsdichte der hexagonal dichtesten Kugelpackung?

hexagonal genauso groß wie fcc