

# W25 - Die Diffusion

## Aufgabenstellung

Der Diffusionskoeffizient eines unbekannten Salzes in Wasser soll bestimmt werden. Hierfür ist

1. die elektrische Leitfähigkeit zweier Salzlösungen in Abhängigkeit von der Konzentration zu messen (Erstellung von Kalibrierkurven)
2. die Apparatkonstante der Diffusionszelle zu bestimmen durch Messung der Diffusion eines bekannten Salzes (KCl)
3. der gesuchte Diffusionskoeffizient zu bestimmen durch Wiederholung der Messung zu 2. mit dem unbekannten Salz.

## Versuchsaufbau

Geräte: 1 Einzelmesszammmer

1 Doppelmesszammmer

2 Röhren für Stammlösung A & B

1 Leitfähigkeits-Messsonde mit Stativ

1 Generator 1V, 130 Hz

1 Anschluss-Box mit Umschalter & Messwiderstand

1 Digitalmultimeter

1 Doppelmagnetrührer

2 Magnetrührstäbchen

1 Pipette (100 µl); Pipettenspitzen

1 Mikrospatel, 1 Pinzette

1 Stoppuhr

1 Verbindungskabel

## Versuchsduchführung

1)

- für KCl-Lsg. & für Lsg mit unbekanntem Salz ist Aktivität zu messen in Abhängigkeit von der Salzkonzentration im Konz-Bereich von  $0 - 0,5 \frac{g}{l}$

- von KCl-Lsg & von Lsg d. unbekannten Salzes

Lsg. A

Lsg. B

sind je 3ml Standard-Lsg ( $C = 220 \frac{g}{l}$ ) herzustellen (Salz in  $\approx 2$  ml  $H_2O$  best. auflösen & zu 3ml Lsg auf-füllen)

- Einzelmesskammer mit 220 ml  $H_2O$  best. füllen

→ in 5 Schritten je 100  $\mu l$  KCl-Lsg zugeben

- nach Konz.-ausgleich  $M_1$  &  $M_2$  messen

⇒ Wiederholung mit dem unbekannten Salz!

## 2) $\beta$ -Bestimmung

- in beide Teile des Doppelmeßkammer je 220 ml  $H_2O$  best. füllen

- zum Zeitpunkt  $t=0$ : Zugabe von KCl <sup>in Kammer I</sup>, damit sich in Kammer I eine Konz. von  $C = 10 \frac{g}{l}$  einstellt

- Aktivität in Kammer II für 15 min alle 3 min messen  
→ sofort Aktivität berechnen! &  $C_{Kammer II}$  bestimmen!

## 3) Messung des Diffusionskoeffizienten (von Lsg. B / Substanz B)

- Messung analog zu Aufg. 2 ( $\beta$ -Bestimmung)
- für Substanz B wird in Kammer I ein  $C = 20 \frac{g}{l}$  eingestellt



## Vorgehensweise Versuchsauswertung

zu 1) • aus  $U_1$  &  $U_2$  ist  $G_{Cl}$  zu berechnen, gemäß:

$$G_{Cl} = \frac{\bar{I}}{U_2 - U_1} = \frac{\frac{U_1}{U_2 - U_1} \cdot \frac{1}{R}}$$

• graph. Darstellung der Konzentration in Abhängigkeit von Zeit

zu 2) •  $G_{Cl}$  ist aus  $U_1$  &  $U_2$  zu berechnen

• m.H. der Kurven aus Auf. 1 sind aus den Werten die Konzentrationen zu ermitteln

• graph. Darstellung der  $KCl$ -Konzentration in  $K_{II}$  in Abhängigkeit von der Zeit

• m.H. linearer Regression ist der Anstieg der Kurve & daraus (gemäß:  $\frac{dG_{Cl}}{dt} = C \cdot \beta \cdot D$ )

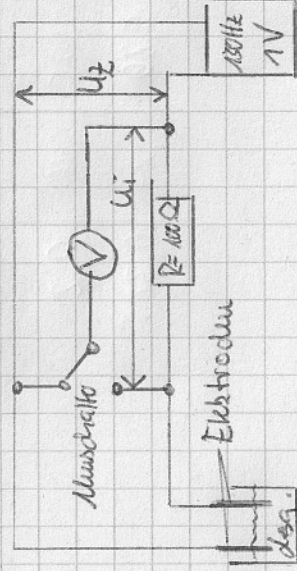
$\beta$  zu berechnen

$$D_{KCl} = 1,996 \cdot 10^{-9} \frac{m^2}{s}$$

zu 3) • Konzentration der Substanz  $\beta$  in  $K_{II}$  ermitteln und in Abhängigkeit von der Zeit graph. darstellen  
• m.H. linearer Regression wird der Anstieg der Kurve bestimmt & daraus  $D$  berechnet

• dabei nimmt  $\beta$  den Wert aus Aufg. 2 an

Schaltskizze:



# Tabellen

## Aufgabe 1

Substanz A	$C \text{ in } \frac{g}{l}$	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
	$U_i \text{ in mV}$	0,7	22,6	42,8	61,9	79,4	96,1
	$U_z \text{ in V}$	1,19	1,175	1,163	1,152	1,143	1,134
	$G(c) \text{ in } \frac{A}{V}$	$5,9 \cdot 10^{-6}$	$1,96 \cdot 10^{-4}$	$3,8 \cdot 10^{-4}$	$5,68 \cdot 10^{-4}$	$7,5 \cdot 10^{-4}$	$9,26 \cdot 10^{-4}$

Substanz B	$C \text{ in } \frac{g}{l}$	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
	$U_i \text{ in mV}$	<del>0,5</del> 0,5	7,8	14,7	21,6	28,4	35,0
	$U_z \text{ in V}$	1,165	1,161	1,157	1,153	1,149	1,146
	$G(c) \text{ in } \frac{A}{V}$	$4,3 \cdot 10^{-6}$	$6,8 \cdot 10^{-5}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$

## Aufgabe 2,3

Substanz A	$t \text{ in min}$	0	3	6	9	12	15
	$U_i \text{ in mV}$	1,2	8,9	17,3	25,1	32,8	39, 40,0
	$U_z \text{ in V}$	1,144	1,140	1,135	1,132	1,129	1,125
	$G(c) \text{ in } \frac{A}{V}$	$1,05 \cdot 10^{-5}$	$7,9 \cdot 10^{-5}$	$1,55 \cdot 10^{-4}$	$2,3 \cdot 10^{-4}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$	$3,7 \cdot 10^{-4}$

Substanz B	$t \text{ in min}$	0	3	6	9	12	15
	$U_i \text{ in V}$	0,6	4,6	9,7	14,4	19,0	23,2
	$U_z \text{ in V}$	1,144	1,141	1,139	1,136	1,133	1,131
	$G(c) \text{ in } \frac{A}{V}$	$5,2 \cdot 10^{-6}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$	$8,6 \cdot 10^{-5}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$

$t \text{ in min}$	0	3	6	9	12	15
$G_A \text{ in } \frac{g}{l}$	$\approx 0,0$	<del>0,04</del> <del>0,00</del>	0,08	0,125	0,16	0,2
$G_B \text{ in } \frac{g}{l}$	$\approx 0,0$	<del>0,07</del> 0,07	<del>0,14</del> 0,14	0,20	0,27	0,325



## Massenberechnung

Aufgabe 1:  $C = 220 \frac{\text{g}}{\text{l}}$

$$V = 3 \text{ ml}$$

$$m = C \cdot V$$

$$m = 220 \frac{\text{g}}{\text{l}} \cdot 0,003 \text{ l}$$

$$\underline{\underline{m = 0,66 \text{ g}}}$$

Aufgabe 2:

$$C = 10 \frac{\text{g}}{\text{l}} \quad V = 220 \text{ ml}$$

$$m_A = C \cdot V = 10 \frac{\text{g}}{\text{l}} \cdot 0,22 \text{ l}$$

$$\underline{\underline{m_A = 2,2 \text{ g}}}$$

Aufgabe 3:

$$C = 20 \frac{\text{g}}{\text{l}} \quad V = 220 \text{ ml}$$

$$m_B = C \cdot V = 20 \frac{\text{g}}{\text{l}} \cdot 0,22 \text{ l}$$

$$\underline{\underline{m_B = 4,4 \text{ g}}}$$

Berechnung der Apparatekonstanten:

$$\frac{dc_{II}}{dt} = c_I \cdot \beta \cdot D \rightarrow \beta = \frac{\frac{dc_{II}}{dt}}{c_I \cdot D}$$

$$c_0 = 10 \quad c_0 - c_{II} = c_I$$

$$10 - 0,2 = 0,8$$

$$\frac{0,2}{900}$$

$$9,8 \cdot 1,996 \cdot 10^{-9}$$

$$\beta = 139.167,22 \frac{1}{\text{m}^2}$$

$$\left[ \frac{\frac{\text{g}}{\text{l}}}{\frac{\text{m}^2}{\text{s}}} \cdot \frac{1}{\frac{\text{g}}{\text{l}}} = \frac{1}{\text{m}^2} \right]$$

$$\underline{\underline{\beta = 11360,6 \text{ m}^{-2}}}$$

Berechnung des Diffusionskoeffizienten des unbekannten Salzes:

$$D = \frac{\frac{dc_{II}}{dt}}{c_I \cdot \beta}$$

$$D = \frac{\frac{0,325}{900}}{19,675 \cdot 11360,6} = 1,62 \cdot 10^{-9} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

↓  
Bestimmung  
des  
Kali-Bromid  
pH-Wertes.

$$g(C) = m \cdot C$$

↑  
Substanz A, B

B

7.11.05

## Fehlerbetrachtung

~~Zufällig~~

- Inkorrektes Wiegen des Haxler
- Inkorrekte Volumenabmessung ( $H_2O$ )
- Inkorrektes Abmessen der Spannungen nach jeweils genau 3 Minuten (Abweichung durch Abschaltung des Digitalmultimeters)
- Ablesen d. Konzentrationen im gezeichneten ~~Graphen~~ Graphen ungenau  $\rightarrow$  Zeichnung ungenau

~~Systematische~~

- Ungenauigkeit der Waage ( $\Delta m = 0,001 \text{ mg}$ )
- Ungenauigkeit der Pipette
- Digitalmultimetermessung war ungenau
- Widerstand nicht korrekt bei  $R = 100 \Omega$

↓  
klar  
lassen :-)

## Verbleibende Fehlerbetrachtung

Auswertung: • Ungenaues Ablesen des Digitalmultimeters

- ungenaues Ablesen d. Waage
- ungenaues Ablesen d. Skale des Messzylinders

Zufällige Fehler: - keine bis nicht auf, da keine statistisch vorhanden.

Systematische Fehler:

- Offset, d.h. wird durch fehlerhaftes Messen durch das Voltmeter
- Widerstand:  $R \neq 100 \Omega$
- Experimentator liest Stopuhr nicht zeitgenau ab.  $\rightarrow$  natürliche Verzögerung durch Reaktionszeit



Anstiegsberechnung  $G(c) = A \cdot c \rightarrow A = \frac{G(c)}{c}$

5.1) KCL:  $\Delta G(c) = 1,4 \cdot 10^{-4} \frac{1}{s}$

$\Delta c = 1,5 \cdot 10^{-1} \frac{g}{l}$   
 $= 0,15 \frac{g}{l}$   
 $A_1 = \frac{1,4 \cdot 10^{-4}}{1,5 \cdot 10^{-1}} = 0,93$

Teils

1. Aufl. Einheiten!

KCL:  $G(c) = 0,93 \cdot c$

$- 0,93 \cdot 10^{-3} = 0,0093 \frac{g}{s}$

Substanz B:  $\Delta G(c) = 1,1 \cdot 10^{-4}$

$\Delta c = 1,8 \cdot 10^{-1} A_2 = 0,61$

$G(c) = 0,61 \cdot c$

$G(c) = 6,1 \cdot 10^{-4} \frac{g}{s} \cdot c$  Sehe sich fort!  
 $0,00061 \frac{g}{s}$

5.2) KCL:  $c = A \cdot t$

$\Delta c = 1,95 \cdot 0,02 \frac{g}{l}$

$\Delta t = 2,00 \cdot 1,5 \text{ min}$

Einheiten!

$c = 0,975 \cdot t$

$c = 0,013 \frac{1}{\text{min}}$

$c = 0,013 \frac{g}{l \cdot \text{min}}$

5.3) Substanz B:  $c = A \cdot t$

$\Delta c = 1,2 \cdot 0,02 \frac{g}{l}$

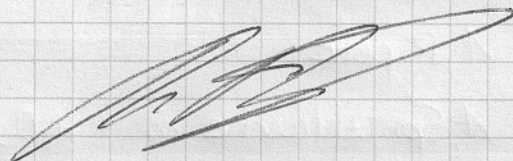
$\Delta t = 2,0 \cdot 1,5 \text{ min}$

$c = 0,6 \cdot t$

$c = 0,008 \frac{1}{\text{min}}$

$c = 0,008 \frac{g}{l \cdot \text{min}}$

7. November 2005

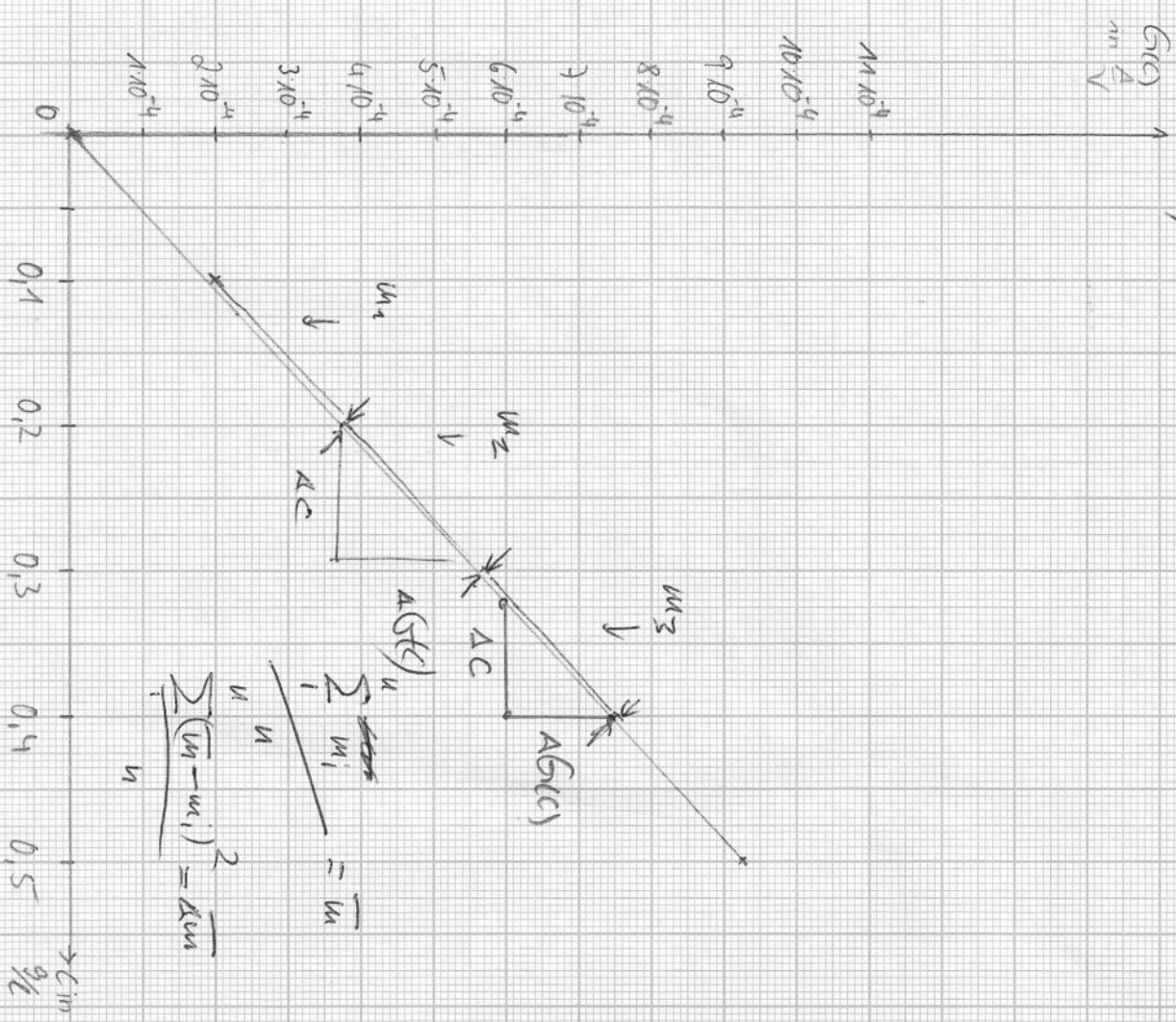


# Aufgabe 5.1

Beispielung fällt? Ich meine: zu welcher Aufgabe gehört was?

# Aufgabe 5.1

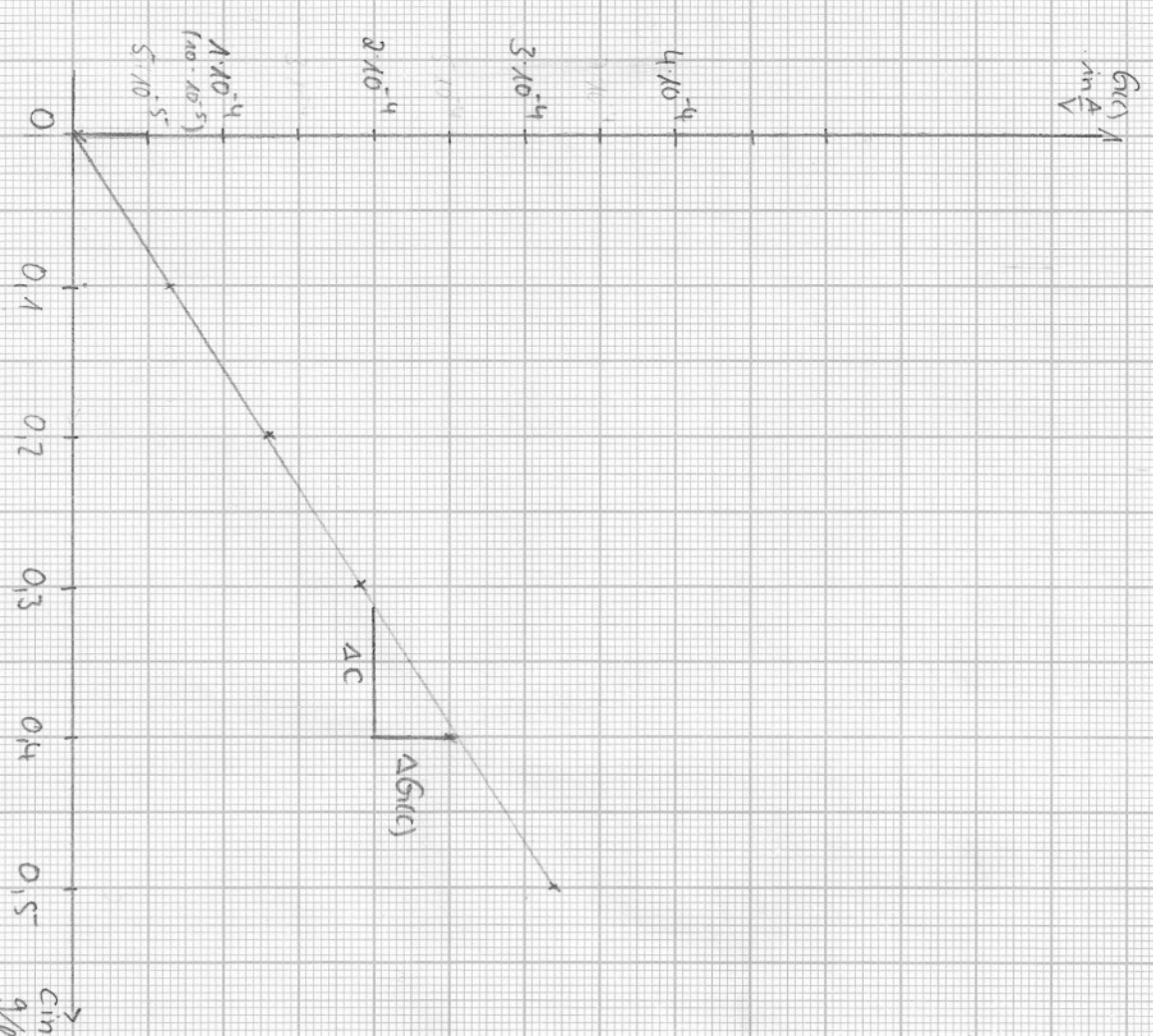
1a)



$$\frac{\sum_{i=1}^n w_i}{n} = \bar{w}$$

$$\frac{\sum_{i=1}^n (w_i - \bar{w})^2}{n} = \Delta \bar{w}$$

1b)

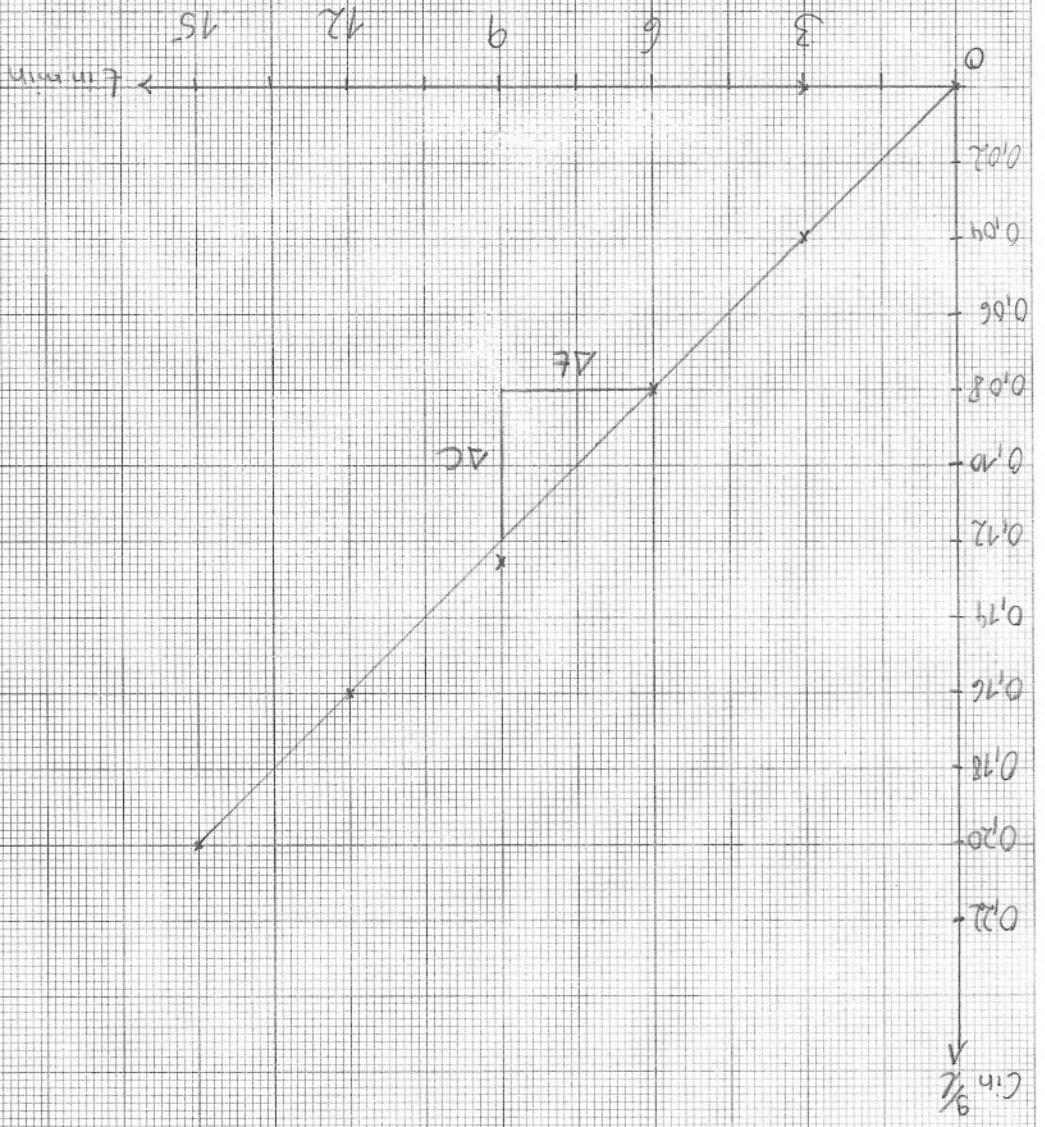




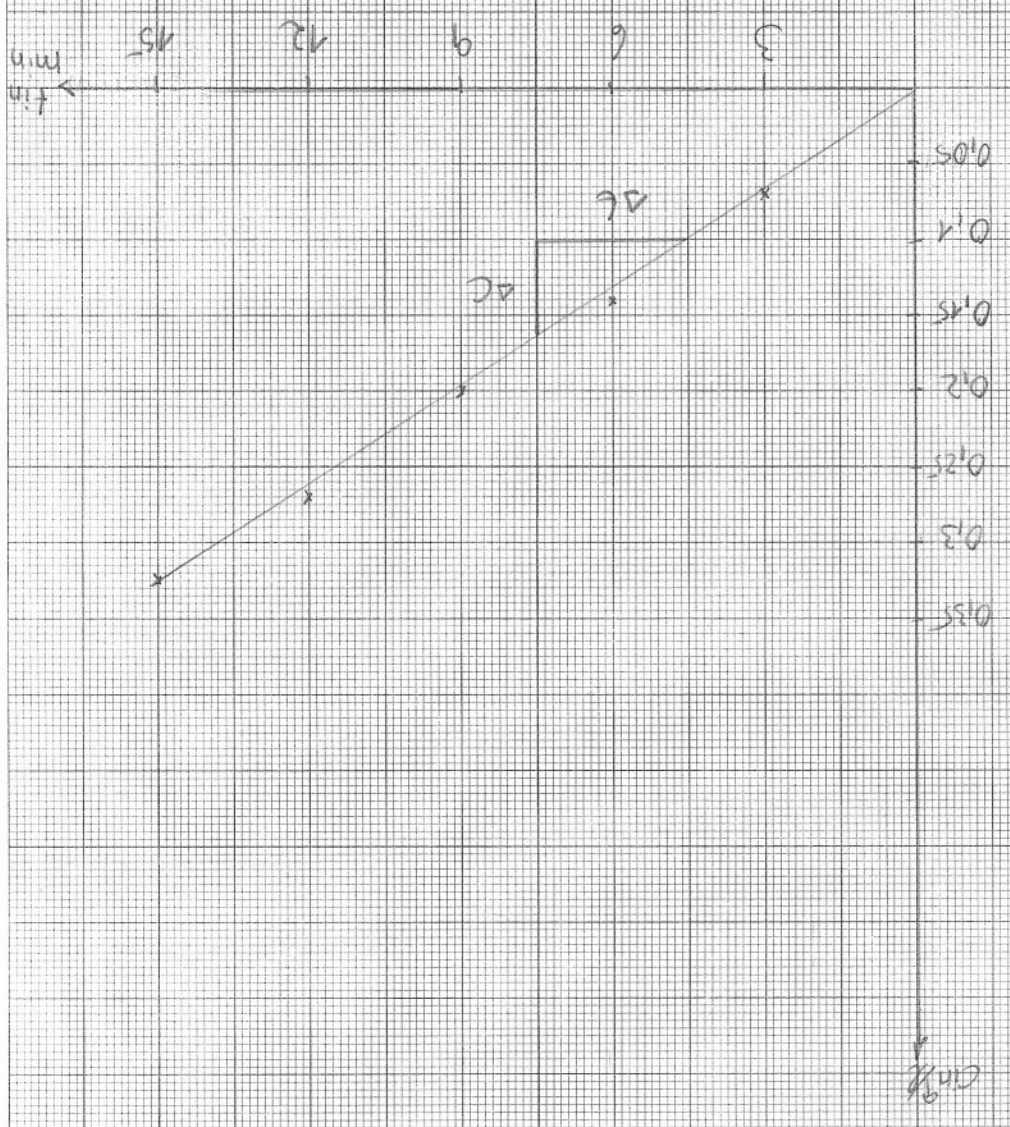
Resultat Teil 0

Aufgabe 5.2

Za) B



2b) D



Aufgabe 5.3