

Versuch V1

6. Aus Natriumsulfat (Na_2SO_4 ; $M = 142.04 \text{ g/mol}$) und Wasser soll eine Lösung mit der elektrischen Leitfähigkeit von $100 \mu\text{S/cm}$ hergestellt werden. Ermitteln Sie die **Massen-Konzentration** dieser Lösung. (Natriumsulfat = idealer Elektrolyt)

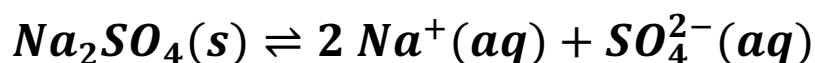
Natriumsulfat dissoziiert in Wasser vollständig: $\text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$

Grenz-Ionenleitfähigkeiten bei 25°C:

Ion	Na^+	H^+	Li^+	K^+	Ca^{2+}	Cu^{2+}	OH^-	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	Acetat
$\lambda_{\infty} / \text{Scm}^2/\text{mol}$	50.1	349.7	38.7	73.5	59.5	53.5	197.0	76.4	71.5	80.0	40.9

Versuch V1

7. Natriumsulfat ist ein starker Elektrolyt und dissoziiert in Wasser vollständig in Natriumionen und Sulfationen:



322 mg Natriumsulfat-Decahydrat (*Glaubersalz*, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) werden mit Wasser auf ein Volumen von 1 Liter verdünnt.

- Ermitteln Sie die **molare Grenzleitfähigkeit** $\Lambda_{m,\infty}$ der Lösung (Grenz - Leitfähigkeit bezogen auf 2 mol Natriumionen und 1 mol Sulfationen).
- Ermitteln Sie nach dem Verfahren von KOHLRAUSCH aus der oben errechneten molaren Grenzleitfähigkeit die **molare Leitfähigkeit** Λ_m der Lösung bei der aktuellen Konzentration. (KOHLRAUSCH-Konstante siehe Anhang)
- Berechnen Sie die **spezifische elektrische Leitfähigkeit** κ der Lösung.

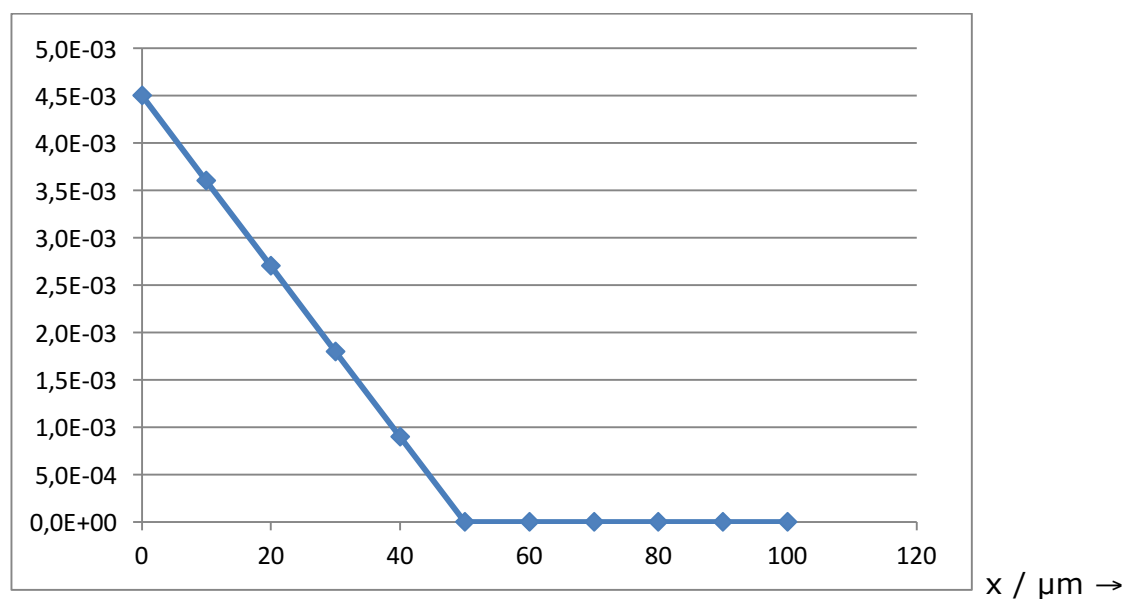
Versuch V2

7. Ein Calciumsulfatkristall mit einer Gesamtoberfläche von 10 cm^2 wird in destilliertes Wasser getaucht. Direkt an der Oberfläche des Kristalls ist die Lösung mit Calciumsulfat gesättigt ($[\text{CaSO}_4]=4.5 \text{ mmol/L}$).

Die Flüssigkeit wird intensiv gerührt, daher fällt innerhalb einer Schicht von $50 \text{ }\mu\text{m}$ (NERNSTschen Grenzschicht) die Konzentration linear auf Null ab.

Es stellt sich (vereinfacht) folgendes stationäre Konzentrationsprofil ein:

$[\text{CaSO}_4] / \text{mol/L} \uparrow$

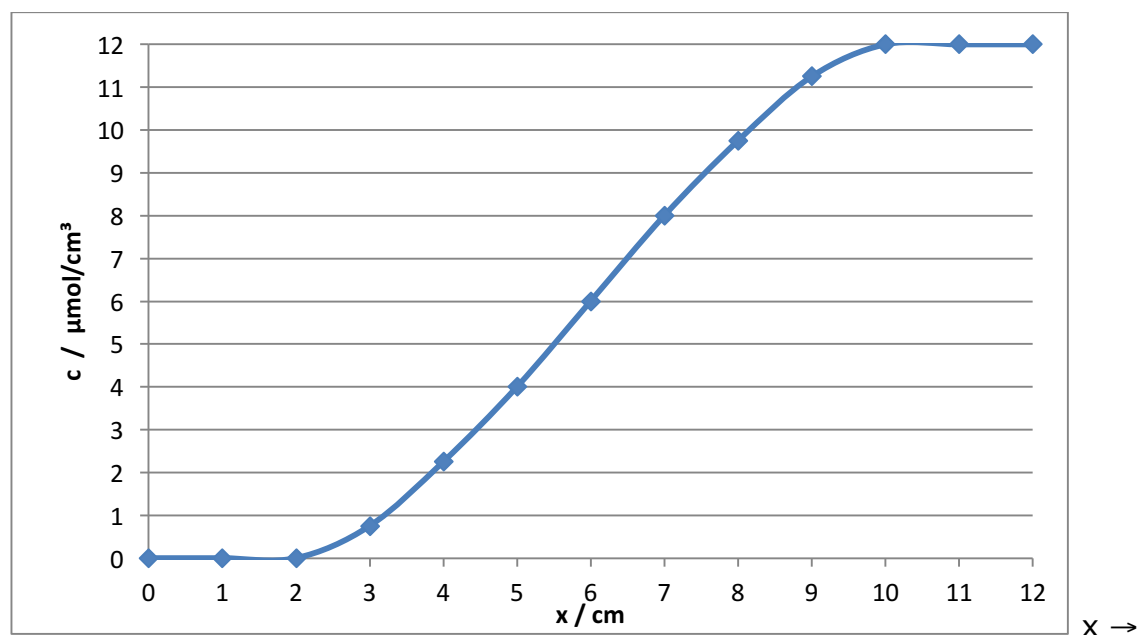


Der Diffusionskoeffizient des Calciumsulfats in Wasser beträgt $7 \cdot 10^{-10} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$

- Wie ist der **Konzentrationsgradient** $\frac{dc}{dx}$ in der NERNSTschen Grenzschicht?
- Wie viel **Calciumsulfat** n_{CaSO_4} löst sich vom Kristall in einer Stunde auf?
- Welche mittlere **Strecke** $\langle d \rangle$ diffundiert Calciumsulfat in einer Minute („mittlere Verschiebung“ nach EINSTEIN-SMOLUCHOWSKI)?

8.

Eine Lösung aus Polystyrol in Cychlohexan in einer 12 cm langen Küvette besitzt zu einem Zeitpunkt t folgendes Konzentrationsprofil:

 $\gamma \uparrow$ 

Der Diffusionskoeffizient des Polymers im Lösemittel beträgt $5 \cdot 10^{-7} \frac{\text{cm}^2}{\text{s}}$

- a) Berechnen Sie den **Konzentrationsgradienten** $\left(\frac{dc}{dx}\right)$ an der Stelle $x = 3 \text{ cm}$.
- b) Berechnen Sie die **Veränderung der Konzentration** $\left(\frac{dc}{dt}\right)$ an der Stelle $x = 6 \text{ cm}$.

Versuch V3

4. Eine Reaktion 1. Ordnung wird untersucht. Zum Zeitpunkt 0 sind 1,5 mol/L Edukt vorhanden. Nach einer Stunde ist die Konzentration auf 0,75 mol/L abgesunken.
 - a. Ermitteln Sie die Halbwertszeit und die Geschwindigkeitskonstante.
 - b. Wie groß ist die Anfangs-Reaktionsgeschwindigkeit
 - c. Nach welcher Zeit sind 75 % Umsatz erreicht?

5. Eine Reaktion 0. Ordnung wird untersucht. Zum Zeitpunkt 0 sind 1,5 mol/L Edukt vorhanden. Nach einer Stunde ist die Konzentration auf 0,75 mol/L abgesunken.
 - a. Ermitteln Sie die Geschwindigkeitskonstante
 - b. Nach welcher Zeit sind 75 % Umsatz erreicht

Versuch V3

6. Die Spaltung eines Esters mit Lauge gehorcht insgesamt einem Geschwindigkeitsgesetz 2. Ordnung:

$$r = k_2 \cdot [\text{Ester}] \cdot [\text{Lauge}]$$

Die Reaktion wird bei verschiedenen Temperaturen untersucht, wobei jeweils doppelt soviel Ester wie Lauge eingesetzt wurde:

Temperatur	Konzentration der Lauge $[\text{OH}^-]_0$	Spezifische Leitfähigkeit zur Zeit...		
		t=0	t= 100 s	t= ∞
$T = 40^\circ\text{C}$	$0.02 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$\kappa_0 = 5.5 \frac{\text{mS}}{\text{cm}}$	$\kappa = 2.8 \frac{\text{mS}}{\text{cm}}$	$\kappa_\infty = 2.0 \frac{\text{mS}}{\text{cm}}$
$T = 50^\circ\text{C}$	$0.02 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$\kappa_0 = 6.5 \frac{\text{mS}}{\text{cm}}$	$\kappa = 2.8 \frac{\text{mS}}{\text{cm}}$	$\kappa_\infty = 2.5 \frac{\text{mS}}{\text{cm}}$

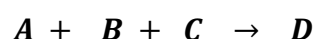
- a) Ermitteln Sie (grafisch oder rechnerisch) die **Geschwindigkeitskonstanten k_2 (40°C)** und **k_2 (50°C)** der Reaktion.

$$\frac{1}{[\text{OH}^-]_0} \ln \left(\frac{1}{2} \left(\frac{\kappa_0 - \kappa_\infty}{\kappa - \kappa_\infty} \right) + 1 \right) = k_2 t$$

- b) Ermitteln Sie (grafisch oder rechnerisch) die **Aktivierungsenergie E_A** der Reaktion.

Versuch V3

7 In der folgenden Tabelle sind die Anfangsgeschwindigkeiten r_0 der Reaktion



für verschiedene Reaktionsmischungen angegeben:

$[A]_0$	$[B]_0$	$[C]_0$	r_0
$0.30 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$0.20 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$0.10 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$1.125 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{h}}$
$0.20 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$0.10 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$0.30 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$4.50 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{h}}$
$0.40 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$0.10 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$0.10 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$2.00 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{h}}$
$0.20 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$0.20 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$0.30 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$4.50 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{h}}$
$0.20 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$0.10 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$0.10 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$0.50 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{h}}$

Das Geschwindigkeitsgesetz hat die Form

$$r = k \cdot [A]^a \cdot [B]^b \cdot [C]^c$$

- Ermitteln Sie die **Reaktionsordnungen a, b** und **c** bezüglich der einzelnen Edukte?
- Ermitteln Sie die **Geschwindigkeitskonstante k** (inkl. Einheit)

Versuch V3

7. **Reaktion (1)** $A \rightarrow B$ besitzt bei 50 °C eine konstante Halbwertszeit von 10 Minuten. Bei 30 °C besitzt Reaktion (1) eine konstante Halbwertszeit von 1 Stunde.

Reaktion (2) $C \rightarrow D$ besitzt bei 50° C und einer Anfangskonzentration des Eduktes von 1 mol/L die Anfangs-Geschwindigkeit 5 mmol/(L min). Wenn bei konstanter Temperatur die Anfangskonzentration des Eduktes C verdoppelt wird, steigt die Anfangs-Geschwindigkeit auf 10 mmol/(L min).

Reaktion (3) $E \rightarrow F$ besitzt bei 50 °C eine konstante Geschwindigkeit von 1 mmol/(L min) sowie eine Aktivierungsenergie von 26,87 kJ/mol.

- 1.) Ermitteln Sie die **Ordnung** von Reaktion (1), (2) und (3).
- 2.) Berechnen Sie die **Aktivierungsenergie** von Reaktion (1)
- 3.) Berechnen Sie die **Halbwertszeit** von Reaktion (2) bei 50°C und einer Anfangskonzentration des Eduktes von 1 mol/L

Versuch V3

Die Spaltung eines Esters mit Lauge gehorcht insgesamt einem Geschwindigkeitsgesetz 2. Ordnung:

$$r = k_2 \cdot [\text{Ester}] \cdot [\text{Lauge}]$$

Die Reaktion wird bei verschiedenen Temperaturen untersucht, wobei Ester und Lauge stöchiometrisch eingesetzt wurden:

Temperatur	Konzentration des Esters [<i>Ester</i>]		
	t=0	t= 100 s	t=200 s
$T = 40^\circ\text{C}$	$1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$0.5 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	
$T = 30^\circ\text{C}$	$1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$		$0.5 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$

- a) Ermitteln Sie die **Geschwindigkeitskonstanten k_2 (40°C)** und **k_2 (30°C)** der Reaktion.
- b) Ergänzen Sie die Werte in der **Tabelle**

Ermitteln Sie die **Aktivierungsenergie E_A** der Reaktion

Die Spaltung von Saccharose gehorcht einem Geschwindigkeitsgesetz 1.
Ordnung:

$$r = k_1 \cdot [\text{Saccharose}]$$

Die Reaktion wird bei verschiedenen Temperaturen untersucht

Temperatur	Konzentration der Saccharose [<i>Saccharose</i>]		
	t=0.00	t= 100 s	t=200 s
$T = 50.0^\circ\text{C}$	$1.00 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$0.50 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	(?)
$T = 40.0^\circ\text{C}$	$1.00 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	(?)	$0.50 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$

- Ermitteln Sie die **Geschwindigkeitskonstanten k_1 (50.0°C)** und **k_1 (40.0°C)** der Reaktion.
- Ergänzen Sie die Werte in der **Tabelle** (*[Saccharose]* bei 200 s für 50.0°C und *[Saccharose]* bei 100 s für 40.0°C).
- Ermitteln Sie die **Aktivierungsenergie E_A** der Reaktion.

Die Spaltung von Essigsäureethylester mit Natronlauge gehorcht insgesamt einem Geschwindigkeitsgesetz 2. Ordnung:

$$r = k_2 \cdot [Ester] \cdot [Lauge]$$

Bei 25°C hat die Geschwindigkeitskonstante den Wert $k_2 = 1.7 \frac{L}{mol \cdot min}$.

In einer Reaktionsmischung befinden sich anfangs folgende Reaktanten-Konzentrationen:

$[Ester]_0 = 0.1 \frac{mol}{L}$	$[Lauge]_0 = 0.3 \frac{mol}{L}$
---------------------------------	---------------------------------

- a)** Nach welcher **Reaktionszeit t** ist die Esterkonzentration auf 0.02 mol/L abgesunken (dies entspricht einem Esterumsatz von 80 %) ?
- b)** Nach welcher **Zeit t** sind 99 % Umsatz erreicht?

Versuch V3

Die Rohrzuckerinversion gehorcht einem Geschwindigkeitsgesetz 1. Ordnung:

$$r = k_1 \cdot [\text{Saccharose}]$$

Die Reaktion hat bei 20 °C eine Halbwertszeit von 40 Minuten; bei 40°C beträgt die Halbwertszeit nur noch 10 Minuten.

- a) Die Reaktion wird bei 20 °C Reaktionstemperatur durchgeführt. Im Reaktionsgefäß befinden sich anfangs 10 mol Saccharose in 100 Liter Wasser gelöst. **Wie viel Reaktant** $n_{\text{Saccharose}}$ ist nach 45 Minuten noch vorhanden?
- b) Berechnen Sie die **Aktivierungsenergie** E_A der Reaktion.
- c) Ermitteln Sie die **Halbwertszeit** $t_{1/2}$ der Reaktion bei 70°C.

Versuch V3

Welche dieser Aussagen treffen zu (bitte **ankreuzen**)?

- Bei einer Folgereaktion bestimmt die langsamste Reaktion den Gesamtreaktionsverlauf.
- Bei einer Folgereaktion ist die Bildungsgeschwindigkeit eines stabilen Zwischenprodukts ungefähr gleich groß wie seine Zerfallsgeschwindigkeit.
- Ein Katalysator beschleunigt die Geschwindigkeit der Rückreaktion stärker als die Geschwindigkeit der Hinreaktion.
- Temperaturerhöhung beschleunigt bei einer endothermen Gleichgewichtsreaktion die Geschwindigkeit der Hinreaktion stärker als die Geschwindigkeit der Rückreaktion.
- Reaktionen zwischen gleichartig geladenen Ionen sind in polaren Lösungsmitteln schneller als in unpolaren Lösungsmitteln.
- Am Gleichgewicht werden die Geschwindigkeiten von Hinreaktion und Rückreaktion gleich groß.

Versuch V3

Die Rohrzuckerinversion gehorcht einem Geschwindigkeitsgesetz 1. Ordnung:

$$r = k_1 \cdot [\text{Saccharose}]$$

Die Reaktion hat bei 30 °C eine Halbwertszeit von 15 Minuten. Die Aktivierungsenergie beträgt $28 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$.

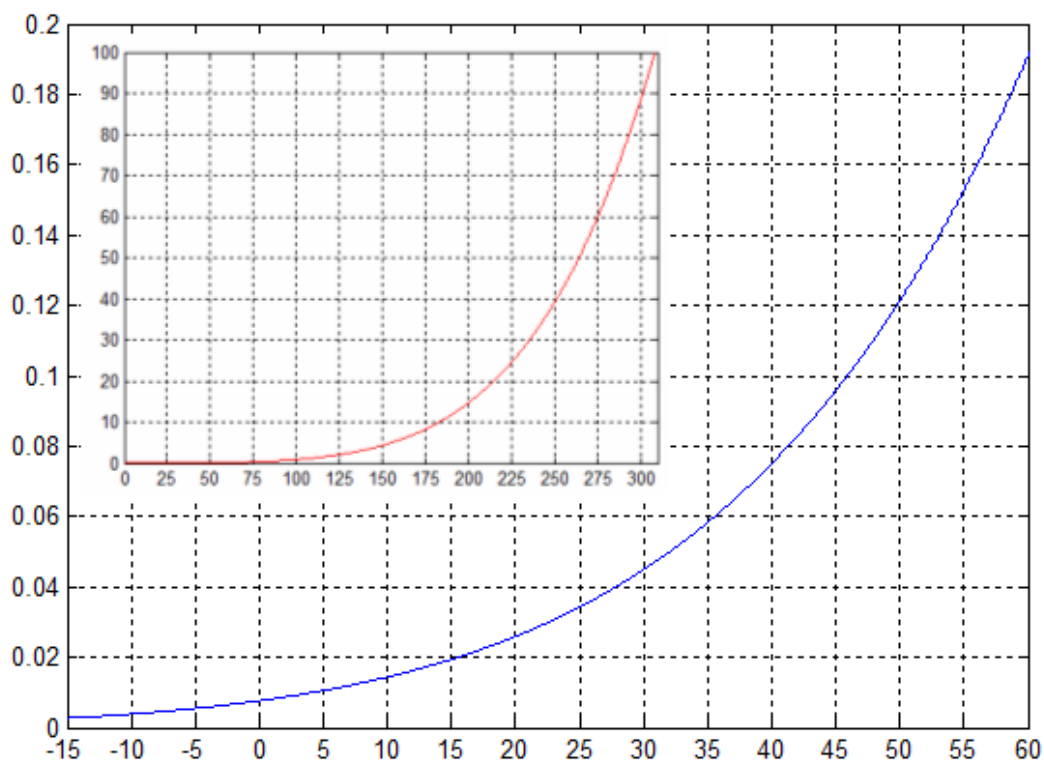
Ermitteln Sie die **Halbwertszeit $t_{1/2}$ bei 70°C**.

Versuch V4

1. Skizzieren Sie die Auftragung zur Auswertung Ihrer Daten. Welche Einheit hat die Steigung der Geraden?
2. Eis hat bei 0°C einen Dampfdruck von 610 Pa und bei -10°C einen Dampfdruck von 260 Pa. Berechnen Sie die Verdampfungsenthalpie von Eis.
3. Methanol hat bei 40°C einen Dampfdruck von 35000 Pa. Geben Sie den Dampfdruck in folgenden Einheiten an
 - Bar
 - Atm
 - Psi (pound-force per square inch; 1 pound = 454 g; 1 inch = 2,54 cm)
 - $\frac{N}{mm^2}$

Versuch V4

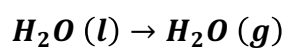
4. Die Abbildung zeigt Dampfdruckkurven von Wasser (Temperatureinheit: °C; Druckeinheit: bar)



- Ermitteln Sie den Siedepunkt von Wasser bei 10 bar
- Luft von 28°C besitzt eine Luftfeuchte von 50 %. Ermitteln Sie den Taupunkt dieser Luft.

Versuch V4

Bei 1 bar und 100 °C verdampft flüssiges Wasser (*Dichte* $0,958 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$) vollständig zu gasförmigem Wasser (*ideales Gas*):

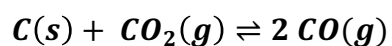


Der Prozess ist endotherm und benötigt pro kg Wasser 2,26 MJ Wärme.

- Berechnen Sie die **molare Enthalpieänderung** $\Delta_{vap}H$ bei diesem Prozess.
- Berechnen Sie die **molare Entropieänderung** $\Delta_{vap}S$ bei diesem Prozess.
- Berechnen Sie die **Siedetemperatur** T'_{vap} von Wasser bei einem Druck von 2 bar.

Versuch V4

Gegeben ist das BOUDOUARD-Gleichgewicht:



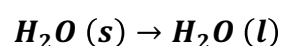
Bei 650 °C hat die thermodynamische Gleichgewichtskonstante den Wert $K_{GG} = 0,293$ bar

Bei 750 °C hat die thermodynamische Gleichgewichtskonstante den Wert $K'_{GG} = 2,638$ bar.

Skizzieren Sie die **VAN ´ T HOFFSche Reaktionsisobare** und ermitteln Sie aus der Abbildung die **molare Reaktionsenthalpie $\Delta_R H$** und die **Gleichgewichtskonstante K_{GG} bei 850 °C**.

Versuch V4

Bei 1 bar und 273.15 K schmilzt festes Eis vollständig zu flüssigem Wasser
(Daten von Wasser und Eis siehe Anhang):



Der Prozess ist endotherm mit einer molaren Enthalpieänderung von $+6.0 \frac{kJ}{mol}$.

- Berechnen Sie die **molare Entropieänderung** $\Delta_{fus}S$ bei diesem Prozess.
- Berechnen Sie die **molare Volumenänderung** $\Delta_{fus}V$ bei diesem Prozess
- Berechnen Sie den **Schmelzpunkt** T'_{fus} von Eis bei einem Druck von 100 bar.

		Molmasse	Dichte bei 0°C und 1 bar
Eis	$H_2O (s)$	$18 \frac{g}{mol}$	$0.918 \frac{kg}{L}$
Wasser	$H_2O (l)$	$18 \frac{g}{mol}$	$0.999 \frac{kg}{L}$

Versuch V4

In einem Raum befindet sich 1 kg trockene Luft (mittlere Molmasse: 29.0 g/mol); die Temperatur beträgt 20.0°C und der Gesamtdruck 1013.25 mbar.

Zur Luft wird Wasserdampf hinzugegeben, bis die relative Luftfeuchtigkeit 50 % beträgt.

Temperatur und Volumen der Luft bleiben dabei konstant.

- a) Berechnen Sie die Masse Wasser, die in einem Kilogramm Luft enthalten ist („**absolute Luftfeuchtigkeit**“).
- b) Ermitteln Sie den **Taupunkt** der Gasmischung aus der Antoine-Gleichung.

Gasförmiges Wasser und Luft verhalten sich wie ideale Gase. Der Dampfdruck von Wasser bei 20.0 °C beträgt 23.40 mbar.

Versuch V5

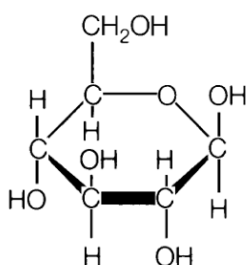
4.1 Liter 1-molare Natronlauge und 1 Liter 1-molare Salzsäure werden in einem Kalorimeter zusammen gegeben. Wie hoch steigt die Temperatur? (Kalorimeterkonstante entspricht der Lösung von Aufgabe 3)

5. Wasser wird mittels einer Heizwendel erwärmt. Es fließen 5 Ampere bei einer Spannung von 10 Volt eine Stunde lang durch die Wendel.

- Berechnen Sie den Widerstand der Heizwendel
- Berechnen Sie die Leistung der Heizwendel
- Berechnen Sie die abgegebene Wärmemenge

Versuch V5

100 g Traubenzucker (α -D-Glucose, $M=180$ g/mol) werden bei 25°C vollständig zu Kohlendioxid und gasförmigem Wasser umgesetzt:



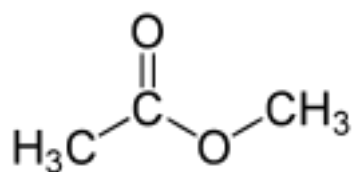
Reaktand	Bildungsenthalpie H_f°
CO_2 (g)	- 394 kJ/mol
H_2O (l)	- 286 kJ/mol
H_2O (g)	- 242 kJ/mol
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (s)	- 1274 kJ/mol

Versuch V5

Essigsäuremethylester (Methylacetat) ist eine Verbindung der Summenformel $C_3H_6O_2$.

Schätzen Sie die molare **Bildungsenthalpie H_f** von Essigsäuremethylester

aus den Bindungsenthalpien ab.



Atom	Bildungsenthalpie H_f°
O (g)	248 kJ/mol
C (g)	718 kJ/mol
H (g)	218 kJ/mol
Cl (g)	121 kJ/mol
N (g)	471 kJ/mol

Bindungsenthalpien (Mittelwerte)	N-O	C-H	N-N	C-C	C=O	C-O	C-N	N-F	N=O
$H_{\text{Bindung}} / \text{kJ/mol}$	- 201	- 416	- 167	- 340	- 750	- 340	- 296	- 283	- 607

Versuch V10

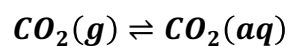
3. 1 Liter 1-molare Ameisensäure werden mit 10 g Aktivkohle zusammen gegeben. Nach Einstellung des Gleichgewichts ist die Ameisensäure nur noch 0,9-molar. Ermitteln Sie die Oberflächenkonzentration der Ameisensäure auf der Aktivkohle.
4. Die Adsorption der Substanz X auf Aktivkohle gehorcht dem Langmuir Modell; es wurden bestimmt $a_{\infty} = 1 \frac{\text{mmol}}{\text{g}}$; $k = 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$.
Bei welcher Konzentration von X ist die Oberfläche zur Hälfte gesättigt?
5. Zur Faktorbestimmung werden 20 mL einer ca. 1-molaren Essigsäure mit 0,5 molarer KOH titriert. Es werden 42 mL KOH verbraucht. Ermitteln Sie den Faktor der Essigsäure.

Versuch V10

In ein evakuiertes 50 Liter-Gefäß werden bei 25°C 1 Liter reines Wasser und 49 Liter reines gasförmiges Kohlendioxid (Anfangsdruck: 50 bar) gebracht.

Ein Teil des Kohlendioxids absorbiert aus der Gasphase in die Flüssigphase. Der Kohlendioxiddruck in der Gasphase erniedrigt sich dadurch; die Temperatur bleibt konstant bei 25°C.

Nach Einstellung des Absorptions-Gleichgewichts



beträgt der Gleichgewichts-Kohlendioxiddruck in der Gasphase 49.2 bar.

Ermitteln Sie die **HENRY-Konstante** K_H von Kohlendioxid bei 25°C.

Versuch V11

1. Ein Strom von 1 A fließt einen Tag lang durch verschiedene Elektrolyte.
 - a. Wieviel Silber entsteht an der Kathode einer Silbernitratlösung ?
 - b. Wieviel Wasserstoff entsteht an der Kathode einer Salzsäure?
 - c. Wieviel Sauerstoff entsteht an der Anode einer Kalilauge?

2. Skizzieren Sie den Versuchsaufbau mit Hittorfzelle und Coulombmeter.
 - a. Wie lautet die elektrochemische Reaktion an der Kathode der Hittorf-Zelle?
 - b. Wie lautet die elektrochemische Reaktion an der Anode der Hittorf-Zelle?
 - c. Wie lautet die elektrochemische Reaktion an der Kathode des Coulombmeters?

Versuch V11

3. In der Hittorfzelle befinden sich jeweils 50 ml 0,1-molare Kalilauge im Kathodenraum und Anodenraum. Während des Experiments fließen 1 mmol Elektronen.
- Wie groß ist die Stoffmenge der OH^- Ionen vor der Elektrolyse im Anoden und Kathodenraum.
 - Wie viel OH^- Ionen werden durch Elektrolyse im Anodenraum erzeugt bzw. verbraucht?
 - Wie viel OH^- Ionen werden durch Elektrolyse im Kathodenraum erzeugt bzw. verbraucht?
 - Wie viel OH^- Ionen wandern aus dem Kathodenraum in den Anodenraum?

Versuch V11

Die Elektrolyse von Kalilauge (KOH) findet bei 25°C in einer HITTORFSchen Zelle statt. Im Anoden- und Kathodenraum befinden sich jeweils 50 mL Lauge. Ein Strom der Stärke 50 mA fließt 1 Stunde lang durch den Elektrolyten.

Folgende Konzentrationen $[KOH]_v$ werden **vor** der Elektrolyse gemessen:

	Anodenraum $\left(\frac{1}{2} H_2O + \frac{1}{4} O_2 + e^- \leftarrow OH^-\right)$	Kathodenraum $\left(\frac{1}{2} H_2O + e^- \rightarrow OH^- + \frac{1}{2} H_2\right)$
$[KOH]_v$	$0.10 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$0.10 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$

- Berechnen Sie (aus Grenzleitfähigkeiten) die **Überföhrungszahl** der Kationen t_+
- Berechnen Sie die an der Anode erzeugte **Stoffmenge** Sauerstoff n_{O_2} .
- Berechnen Sie die **Konzentration** der Natronlauge nach der Elektrolyse im Anodenraum $[KOH]_n(\text{Anodenraum})$.

Versuch V11

Die Elektrolyse von Salzsäure (HCl) findet in einer HITTORFSchen Zelle statt. Im Anoden- und Kathodenraum befinden sich jeweils 500 mL Säure. Ein Strom der Stärke 100 mA fließt 1 Stunde lang durch den Elektrolyten.

Folgende Konzentrationen $[HCl]_v$ werden vor der Elektrolyse gemessen:

	Anodenraum ($Cl_2 + 2 e^- \leftarrow 2 Cl^-$)	Kathodenraum ($2H^+ + 2 e^- \rightarrow H_2$)
$[HCl]_v$	$10.0 \frac{\text{mmol}}{\text{L}}$	$10.0 \frac{\text{mmol}}{\text{L}}$

- Berechnen Sie (aus Grenzleitfähigkeiten) die **Überföhrungszahl** der Anionen t_-
- Berechnen Sie die an der Kathode erzeugte **Stoffmenge** Wasserstoff n_{H_2} .
- Berechnen Sie die **Konzentration** der Salzsäure nach der Elektrolyse im Kathodenraum $[HCl]_n(\text{Kathodenraum})$.



Vorbereitung des Praktikums „Physikalische Chemie“

Versuch V17

1. Skizzieren Sie die Auftragung zur Auswertung Ihrer Daten.
 - a. Welche Einheit hat die Steigung?
 - b. Wie ermitteln Sie aus der Auftragung die Molmasse?

2. 200 g Glucose werden in 2000 g Wasser gelöst. Die Lösung hat eine Dichte von 1 kg/L.
 - a. Berechnen Sie die Molalität der Lösung
 - b. Berechnen Sie die Molarität der Lösung
 - c. Berechnen Sie den Molenbruch der Lösung



Vorbereitung des Praktikums „Physikalische Chemie“

Versuch V17

3. Berechnen Sie für die Lösung von Aufgabe 2
- Den Siedepunkt
 - Den Gefrierpunkt
 - Den osmotischen Druck bei 25°C.
 - Den Dampfdruck bei 100°C

Reines Wasser besitzt einen Gefrierpunkt von 0.00 °C; eine Limonade (= Lösung von Saccharose in Wasser) gefriert erst bei -1.00 °C.

- Berechnen Sie die **Konzentration** der Saccharose in der Limonade?
- Ermitteln Sie den **osmotischen Druck Π** der Limonade bei 37 °C.



Vorbereitung des Praktikums „Physikalische Chemie“

Versuch V17

Aus 0.6 kg Harnstoff ($\text{O}=\text{C}(\text{NH}_2)_2$; $M = 60 \text{ g/mol}$) und 5 kg Wasser werden bei 25°C 5.2 Liter Lösung hergestellt.

- a) Berechnen Sie den **Gefrierpunkt** T_E der Harnstoff-Lösung .

- b) Berechnen Sie den **osmotischen Druck Π** einer Natriumsulfat-Lösung, welche zu dieser Harnstoff-Lösung isotonisch ist.



Vorbereitung des Praktikums „Physikalische Chemie“

Versuch V17

Reines Wasser besitzt bei Standarddruck einen Siedepunkt von 100,00 °C; ein Sirup (= Lösung von Saccharose in Wasser) beginnt erst bei 101,00 °C zu sieden.

- c) Berechnen Sie die **Konzentration** der Saccharose im Sirup?
- d) Ermitteln Sie den **Gefriertemperatur** T'_{fus} des Sirups.



Vorbereitung des Praktikums „Physikalische Chemie“

Versuch V7

1. Skizzieren Sie die Auftragung zur Auswertung Ihrer Daten. Welche Einheit hat die Steigung?



Vorbereitung des Praktikums „Physikalische Chemie“

Versuch V7

2. Kalilauge (KOH gelöst in Wasser) wird bei 25.0 °C elektrolysiert. Die Elektroden haben einen Abstand von 10.0 cm; eine Spannung von 20.0 Volt liegt an (Messgeometrie wie bei einem Plattenkondensator). Die Viskosität der Lösung beträgt 1.11 mPa s.

a) Welche **Feldstärke** herrscht in der Elektrolysezelle?

b) Berechnen Sie die Überföhrungszahl t_+ der Kationen

c) Berechnen Sie die **Beweglichkeit u_+ der Kationen.**

d) Berechnen Sie die **Driftgeschwindigkeit v_+ der Kationen.**

e) Berechnen Sie den **hydrodynamischen Radius r der Kationen.**



Vorbereitung des Praktikums „Physikalische Chemie“

Versuch V12

1. 0,01 mol Salzsäure (HCl) werden in Wasser gelöst, so dass 10 Liter Lösung entstehen. HCl dissoziiert vollständig in H^+ und Cl^- Ionen.
- Wie groß ist Konzentration der H^+ Ionen?
 - Wie groß ist der Aktivitätskoeffizient der H^+ Ionen?
 - Wie groß ist der Aktivität der H^+ Ionen?
 - Wie groß ist der pH Wert der Lösung?
 - Wie ändert sich der pH-Wert, wenn 1 mol Natriumsulfat zusätzlich in die Lösung gegeben werden?



Vorbereitung des Praktikums „Physikalische Chemie“

Versuch V12

Nachfolgend sehen Sie einen Ausschnitt der Spannungsreihe, wobei sich die angegebenen Potentiale auf einen pH-Wert von 7 und eine Temperatur von 25 °C beziehen

Oxidierter Form [Ox]	Anzahl ausgetauschter Elektronen (n_e)	Reduzierte Form [Red]	Potential bei pH 7 und 25 °C
$4 \text{H}^+ + \text{O}_2$	4	$2 \text{H}_2\text{O}$	$E_{\text{redox}} = 0.82 \text{ V}$
Fe^{3+}	1	Fe^{2+}	$E_{\text{redox}} = 0.77 \text{ V}$
Cytochrom c^{3+}	1	Cytochrom c^{2+}	$E_{\text{redox}} = 0.22 \text{ V}$
Dehydroascorbat	2	Ascorbat	$E_{\text{redox}} = 0.08 \text{ V}$
Cytochrom b^{3+}	1	Cytochrom b^{2+}	$E_{\text{redox}} = 0.07 \text{ V}$
Acetaldehyd	2	Ethanol	$E_{\text{redox}} = -0.20 \text{ V}$
FAD^-	2	FADH_2	$E_{\text{redox}} = -0.22 \text{ V}$
NAD	2	$\text{NADH} + \text{H}^+$	$E_{\text{redox}} = -0.32 \text{ V}$
2H^+	2	H_2	$E_{\text{redox}} = -0.42 \text{ V}$
Acetat	2	Acetaldehyd	$E_{\text{redox}} = -0.6 \text{ V}$

Sind folgende Aussagen bei 25 °C und pH 7 **richtig oder falsch**:

	Richtig	Falsch
Cytochrom c^{3+} ist ein stärkeres Oxidationsmittel als Cytochrom b^{3+}		
Ethanol kann Fe^{3+} zu Fe^{2+} reduzieren		
Bei der Zusammenstellung einer H_2 - und einer O_2 -Elektrode zu einer galvanischen Zelle ist die Sauerstoffelektrode die Kathode		
Bei der Zusammenstellung einer H_2 - und einer O_2 -Elektrode zu einer galvanischen Zelle ist die Sauerstoffelektrode der Plus-Pol		



Vorbereitung des Praktikums „Physikalische Chemie“

Versuch V12

Eine Wasserstoffelektrode (Platinblech, mit Wasserstoffgas ($[H_2] = 1 \text{ bar}$) umspült, in Salzsäure ($pH = 1; [H^+] = [Cl^-] = 10^{-1} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$))

und eine Chlorelektrode (Platinblech, mit Chlorgas ($[Cl_2] = 1 \text{ bar}$) umspült, in Salzsäure ($pH = 1; [H^+] = [Cl^-] = 10^{-1} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$)) werden bei 25°C zusammengeschaltet.

- a) Ermitteln Sie das **Redoxpotenzial** $E_{Pt/H_2/H^+}$ der Wasserstoffelektrode.
- b) Ermitteln Sie das **Redoxpotenzial** $E_{Pt/Cl^-/Cl_2}$ der Chlorelektrode.
- c) Der Stromkreis wird geschlossen, ein Strom von 0.1 A fließt. Für welche **Zeit t** muss dieser Strom fließen, so dass 25 mL Chlor ($1 \text{ bar}; 25^\circ\text{C}; \text{ideales Gas}$) umgesetzt werden?



Vorbereitung des Praktikums „Physikalische Chemie“

Versuch V12

Eine Silberchlorid-Elektrode wird mit einer Silber-Elektrode zusammengeschaltet.

Bei 25°C wird eine Leerlaufspannung von $\Delta E = 577.4 \text{ mV}$ gemessen.

Bei 35 °C wird eine Leerlaufspannung von $\Delta E' = 574.4 \text{ mV}$ gemessen.

- a) Welche **Reaktion** läuft ab, wenn Strom fließt?
- b) Ermitteln Sie aus den Leerlaufspannungen die **molare Entropie** $\Delta_R S$ dieser Reaktion bei 30°C.
- c) Ermitteln Sie aus den Leerlaufspannungen die **molare Enthalpie** $\Delta_R H$ dieser Reaktion bei 30°C.

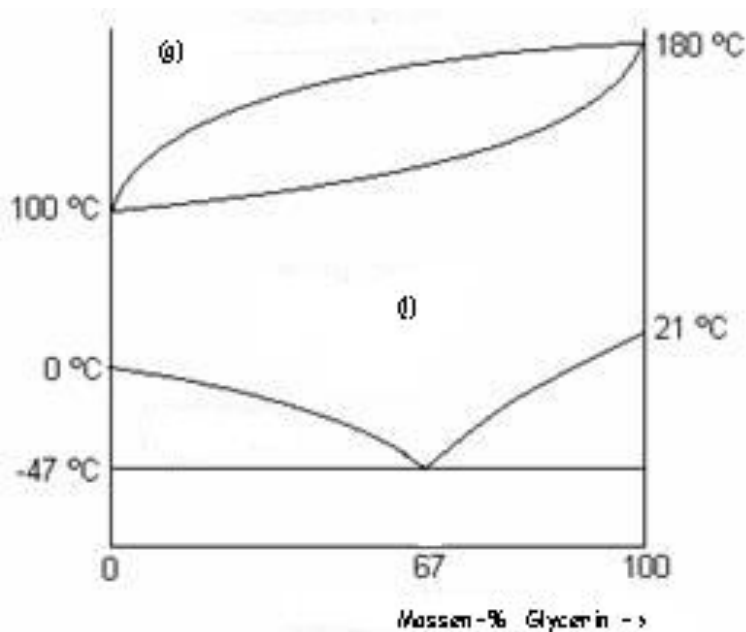


Vorbereitung des Praktikums „Physikalische Chemie“

Versuch V8

Die nachfolgende Abbildungen zeigt das **Phasendiagramm des Systems Glycerin/Wasser** bei 1 bar.

Die homogenen Bereiche im Diagramm sind mit (g) = gasförmig und (l)=flüssig gekennzeichnet.



1. Kennzeichnen Sie eine **Konode** und eine **Binodale** im Diagramm
2. Sind folgende Aussagen **richtig oder falsch**?

	Richtig	Falsch
Wasser und Glycerin sind im festen Zustand mischbar		
Bei Abkühlung einer flüssigen Mischung aus 70% Glycerin und 30 % Wasser erstarrt zunächst reines festes Wasser aus der Schmelze		
Wasser und Glycerin bilden kein Azeotrop		
Wasser und Glycerin bilden kein Eutektikum		



Vorbereitung des Praktikums „Physikalische Chemie“

Versuch V8

Ethanol und Methanol bilden ideale Mischungen.

In einem Behälter 1 befindet sich 1 mol flüssiges Ethanol bei 25°C und 1 bar.

In einem Behälter 2 befindet sich 1 mol flüssiges Methanol bei 25°C und 1 bar.

Beide Behälter werden verbunden und die Flüssigkeiten mischen sich.

- Berechnen Sie die **Dichte** ρ der Mischung.
- Ist der Prozess **endotherm** oder **exotherm** (bitte ankreuzen)?
- Ist der Prozess **endotrop** oder **exotrop** (bitte ankreuzen)?
- Ist der Prozess **endergonisch** oder **exergonisch** (bitte ankreuzen)?



Vorbereitung des Praktikums „Physikalische Chemie“

Versuch V8

Ethanol und Methanol bilden in Gasphase und Flüssigphase ideale Mischungen. Die Dampfdrücke der reinen Komponenten lassen sich mit Hilfe der ANTOINE-Gleichungen (siehe Anhang) berechnen.

- a) Bei welcher **Temperatur** $T_{vap}^{\circ}(\text{Ethanol})$ siedet reines flüssiges Ethanol bei einem Druck von 2 bar? Bei welcher **Temperatur** $T_{vap}^{\circ}(\text{Methanol})$ siedet reines flüssiges Methanol bei einem Druck von 2 bar?
- b) Welche **Zusammensetzung** x_{Methanol} (Mol-% Methanol) hat eine flüssige Ethanol/Methanol-Mischung, die bei einem Druck von 2 bar eine Siedetemperatur von 90°C besitzt? Welche **Zusammensetzung** y_{Methanol} (Mol-% Methanol) hat die Gasphase, welche mit dieser Mischung bei 90°C im Gleichgewicht steht.
- c) Skizzieren Sie das **Siedediagramm** von Methanol/Ethanol bei einem Druck von 2 bar.

	Molmasse	Dichte (l, 25°C, 1bar)	ANTOINE-Gleichung
Ethanol C_2H_5OH	$M = 46,07 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$	$\rho = 0,785 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$	$\ln\left(\frac{p}{\text{mbar}}\right) = 18,93 - \frac{3665,4 \text{ }^{\circ}\text{C}}{T + 226,37 \text{ }^{\circ}\text{C}}$
Methanol CH_3OH	$M = 32,04 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$	$\rho = 0,787 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$	$\ln\left(\frac{p}{\text{mbar}}\right) = 19,22 - \frac{3845,7 \text{ }^{\circ}\text{C}}{T + 247,38 \text{ }^{\circ}\text{C}}$
Wasser H_2O	$M = 18,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$	$\rho = 0,997 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$	$\ln\left(\frac{p}{\text{mbar}}\right) = 18,7445 - \frac{3927,102 \text{ }^{\circ}\text{C}}{T + 231,89 \text{ }^{\circ}\text{C}}$



Vorbereitung des Praktikums „Physikalische Chemie“

Versuch V8

Ethanol und Methanol bilden in Gasphase und Flüssigphase ideale Mischungen. Die Dampfdrücke der reinen Komponenten lassen sich mit Hilfe der ANTOINE-Gleichungen (siehe Anhang) berechnen.

- a) Bei welcher **Temperatur** $T_{cond}^{\circ}(\text{Ethanol})$ kondensiert reines gasförmiges Ethanol bei Standarddruck?
- b) Bei welcher **Temperatur** $T_{cond}^{\circ}(\text{Methanol})$ kondensiert reines gasförmiges Methanol bei Standarddruck?
- c) Welche **Zusammensetzung** x_{Ethanol} hat eine flüssige Ethanol/Methanol-Mischung, die bei Standarddruck eine Siedetemperatur von 70°C besitzt?
- d) Welche **Zusammensetzung** y_{Ethanol} hat die Gasphase, welche mit dieser Mischung bei 70°C im Gleichgewicht steht.
- e) Skizzieren Sie das **Siedediagramm** von Methanol/Ethanol bei Standarddruck
- f)



Vorbereitung des Praktikums „Physikalische Chemie“

Versuch V8

Aluminium (Al) und Calcium (Ca) bilden zwei feste stöchiometrische Verbindungen Al_4Ca und Al_2Ca . Mischkristalle zwischen den Komponenten und den stöchiometrischen Verbindungen existieren nicht. Folgende drei Mischungen werden hergestellt und (durch komplettes Aufschmelzen und Wiederabkühlen auf Raumtemperatur) homogenisiert:

Mischung I: 1 mol Calcium und 1 mol Aluminium

Mischung II: 1 mol Calcium und 3 mol Aluminium

Mischung III: 1 mol Calcium und 5 mol Aluminium

Alle Mischungen werden – von Raumtemperatur beginnend – langsam aufgeheizt.

- Bei welcher **Temperatur T_I** beginnt die Mischung I zu schmelzen? Welche **Zusammensetzung** (Mol-% Ca) hat die Schmelze bei T_I ?
- Bei welcher **Temperatur T_{II}** beginnt die Mischung II zu schmelzen? Welche Zusammensetzung (Mol-% Ca) hat die Schmelze bei T_{II} ?
- Bei welcher **Temperatur T_{III}** beginnt die Mischung III zu schmelzen? Welche **Zusammensetzung** (Mol-% Ca) hat die Schmelze bei T_{III} ?



Vorbereitung des Praktikums „Physikalische Chemie“

