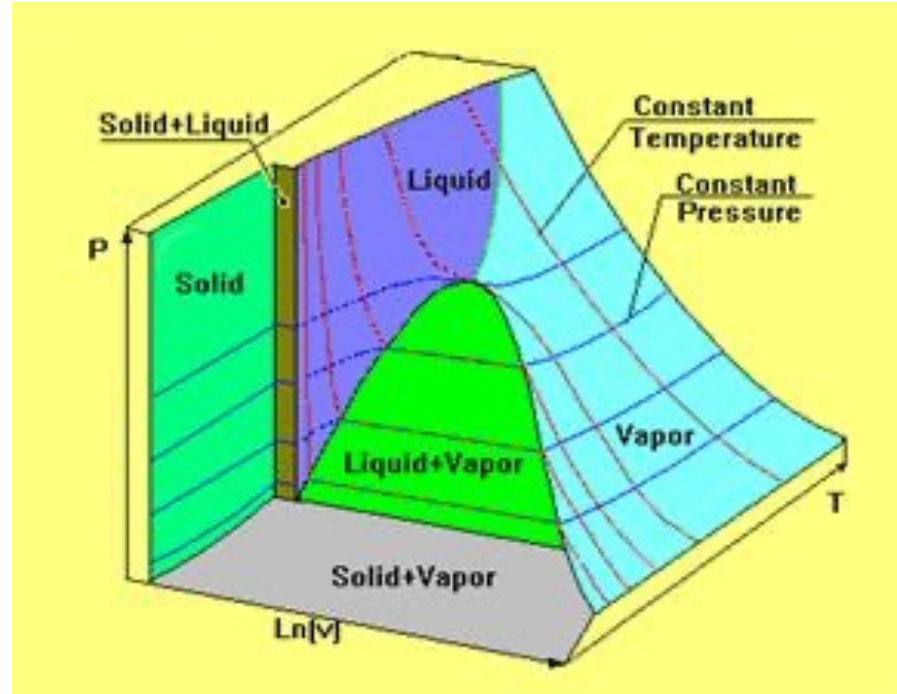




Klausur- vorbereitung

***Wie beschreiben wir
ein System?***

PC#99/01



$$F = C - P + 2$$

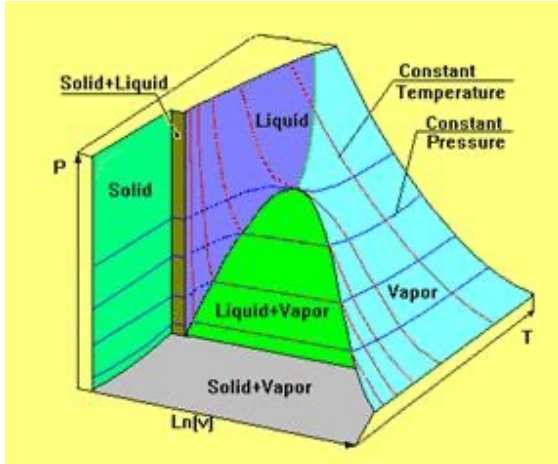


SciFox

PCÜ#31e

der
Datei
nicht
gefunden

Zustandsdiagramm eines Einkomponenten- systems



PCÜ#31a/02

Die nachfolgende Abbildung zeigt das Phasendiagramm von Kohlendioxid.

(Tripelpunkt bei $-56\text{ °C}/5,1\text{ bar}$;
kritischer Punkt bei $31\text{ °C}/73,9\text{ bar}$)

Markieren Sie darin folgende Prozesse:

Kohlendioxid-Gas wird – ausgehend von 100 °C und 25 bar - **isotherm** auf den doppelten Druck **komprimiert**.

Kohlendioxid-Gas wird – ausgehend von 100 °C und 25 bar - **isobar** bis zur kompletten Erstarrung **abgekühlt**



PC#99

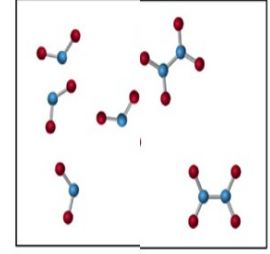
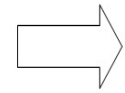
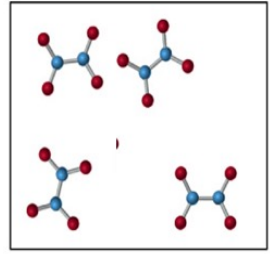
Klausur- vorbereitung

**Wie beschreiben wir
einen Prozess?**

PC#99/01

$$dw_{pV} = -p_{ex} dV$$

$$dq = C dT$$



Δp
 ΔT

x_i p_i T_i

x_f $p_{,f}$ T_f



PCÜ#31d

SCHFOX
der
Datei
nicht
gefunden.
n.

Thermisches Gleichgewicht

O_2 (g)	0 kJ/mol	205,0 J/(mol·K)
N_2 (g)	0 kJ/mol	191,5 J/(mol·K)
CO_2 (g)	- 393,77 kJ/mol	213,86 J/(mol·K)
C_2H_2 (g)	+ 226,7 kJ/mol	200,8 J/(mol·K)
H_2O (g)	- 241,83 kJ/mol	188,72 J/(mol·K)

Ein Polystyrol-Block (5 kg, Temperatur 20,0 °C) wird unter isobaren Bedingungen in ein Wasserbad (2 kg, Temperatur 60,0°C) gegeben. Nach einiger Zeit stellt sich eine Gleichgewichtstemperatur von 45,0 °C ein.

Berechnen Sie die **spezifische Wärmekapazität des Polystyrol c_p** .

[Wärmekapazität von Wasser : 4,18 kJ/(kg K)]

PCÜ#31a/02

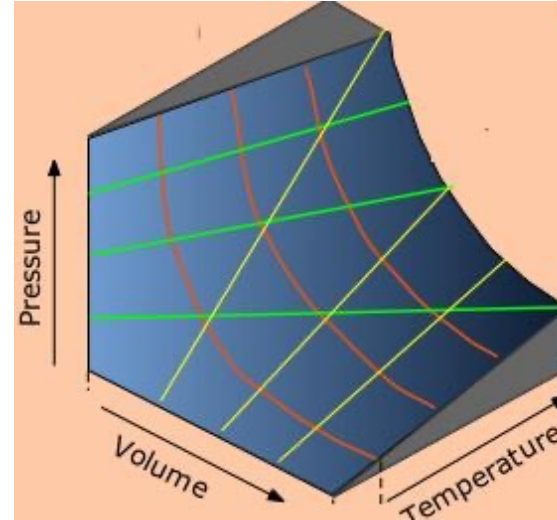


PC#99

Klausur- vorbereitung

**Wie beschreiben wir
ein Gas
makroskopisch?**

PC#99/01



$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$p_i = y_i \cdot p_{ges}$$



SCHFOX

der
Datei
nicht
gefunde
n.

Thermochemie, Dampfdruck, Gasmischungen

$O_2 (g)$	0 kJ/mol	205,0 J/(mol·K)
$N_2 (g)$	0 kJ/mol	191,5 J/(mol·K)
$CO_2 (g)$	- 393,77 kJ/mol	213,86 J/(mol·K)
$C_2H_2 (g)$	+ 226,7 kJ/mol	200,8 J/(mol·K)
$H_2O (g)$	- 241,83 kJ/mol	188,72 J/(mol·K)

p^D / mbar	23,4	43,2	70,0	123,3	199,2	311,5	473,6	701,1	1013,2	1432,6	1985,4
---------------------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------

PCÜ#31a/01

PCÜ#31b

1 Liter Acetylen (Ethin; C_2H_2) wird bei 1 bar und 150 °C stöchiometrisch mit trockener Luft (20 % O_2 , 80 % N_2) verbrannt.

- Wieviel **Wärme** q_p wird bei der Reaktion frei (Ulrichsche Näherung)?
- Berechnen Sie das **Volumen** V_{total} des Abgases bei 150 °C (ideale Gasmischung).
- Welchen **Partialdruck** p_{H_2O} besitzt der Wasserdampf im Abgas ?
- Bei welcher **Temperatur** T_{dew} des Abgases kondensiert das darin enthaltene Wasser ?

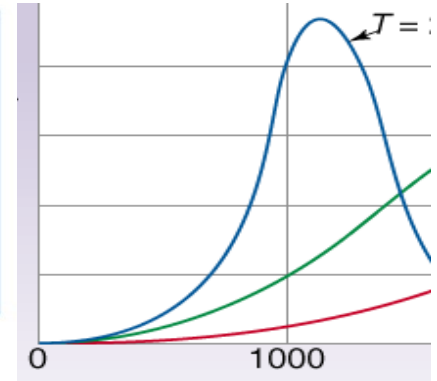
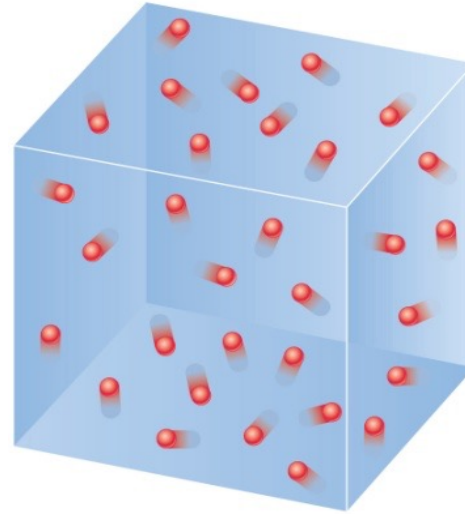


PC#99

Klausur- vorbereitung

**Wie beschreiben wir
ein Gas
mikroskopisch?**

PC#99/01



$$\langle v \rangle = \sqrt{\frac{8 k T}{\pi m}}$$

$$\langle \lambda \rangle = \frac{1}{\sqrt{2} \cdot \frac{N}{V} \cdot \sigma}$$

$$\langle E_{trans} \rangle = \frac{3}{2} k T$$



PCÜ#04
1.10

Kinetische Gastheorie

*MAXWELL-BOLTZMANN-
Verteilung, mittlere
Geschwindigkeit und
Stoßfrequenz in einem
Gas*

PCÜ#04/01

Gasförmiges Ethylen befindet sich bei 1 bar und 25 °C in einem Behälter. Berechnen Sie

a) die **mittlere freie Weglänge** $\langle \lambda \rangle$ der Ethylenmoleküle (Stoßquerschnitt 0.5 nm²).

b) die **Häufigkeit Z**, mit der ein Wandatom (Radius 0.3 nm) pro Sekunde von Ethylenmolekülen

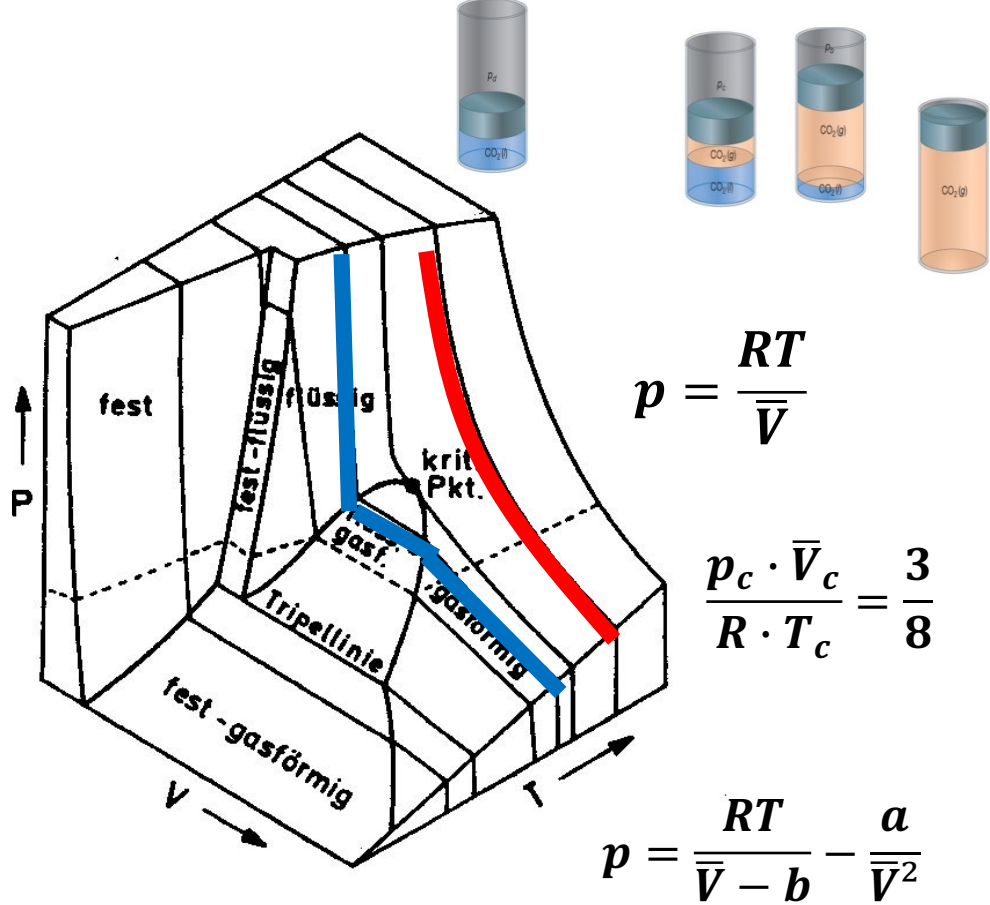


PC#99

Klausur- vorbereitung

**Wie beschreiben wir
Abweichungen vom
idealen Verhalten?**

PC#99/01



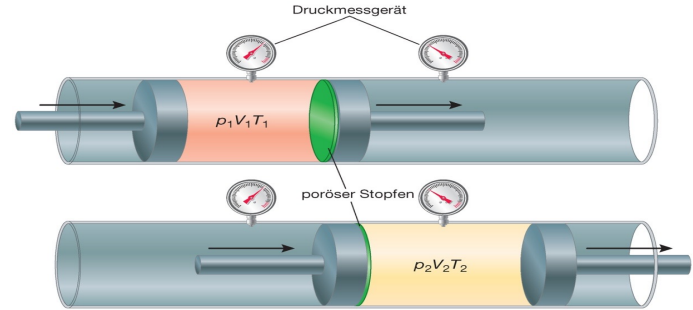


PC#99

Klausur- vorbereitung

**Wie erzeugt man
flüssige Luft?**

PC#99/01



$$\mu_{J-T} = \left(\frac{\partial T}{\partial p} \right)_H \approx \frac{\frac{2a}{RT} - b}{C_{p,m}}$$

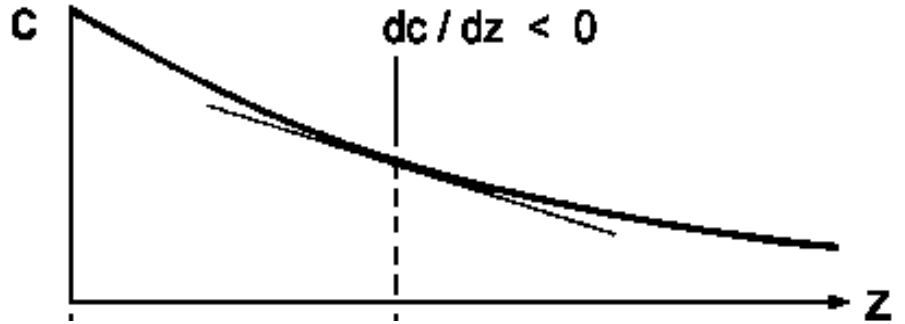


PC#99

Klausur- vorbereitung

**Wie schnell geht
Transport ohne
Strömung?**

PC#99/01



$$\frac{dQ}{A dt} = -\lambda \frac{dT}{dx}$$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{\lambda}{\rho \cdot c_p} \frac{d^2 T}{dx^2}$$

$$\frac{dn}{A dt} = -D \frac{dc}{dx}$$

$$\frac{dc}{dt} = D \frac{d^2 c}{dx^2}$$

$$\frac{d(mv_z)}{A dt} = -\eta \frac{dv_z}{dx}$$

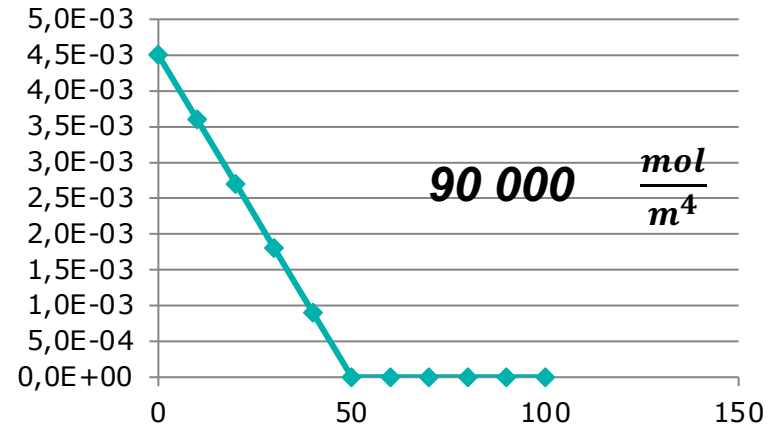


PC#99

Klausur- vorbereitung

Aufgabe 5

Ein Calciumsulfatkristall mit einer Gesamtoberfläche von 10 cm^2 wird bei 25°C in destilliertes Wasser getaucht. Direkt an der Oberfläche des Kristalls ist die Lösung mit Calciumsulfat gesättigt. Die Flüssigkeit wird intensiv gerührt, daher fällt innerhalb einer Schicht von $50 \mu\text{m}$ (NERNSTschen Grenzschicht) die Konzentration linear auf Null ab.





PC#99

Klausur- vorbereitung

Aufgabe 5

$$D = \frac{\langle x^2 \rangle}{2t}$$

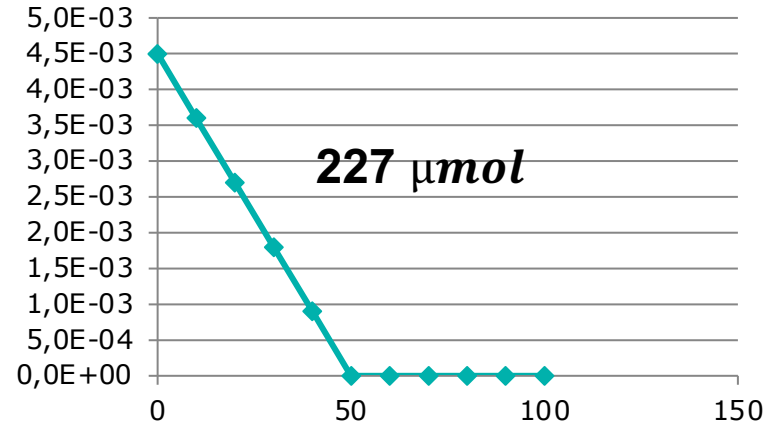
0.3 mm

$$D = 7 \cdot 10^{-10} \frac{m^2}{s}$$

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?





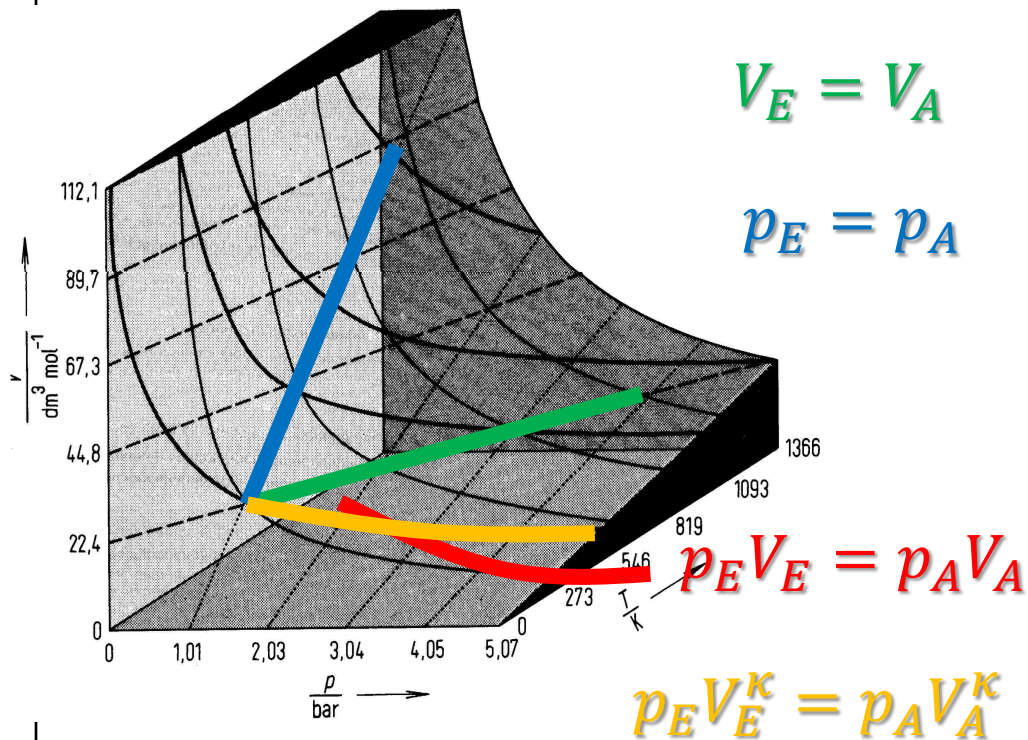
PC#99

Klausur- vorbereitung

**Wie beschreiben wir
Volumenänderung
von Gasen?**

$$dw_{pV} = -p_{ex}dV$$

$$dU = dq + dw$$





PCÜ#10
2.5

Adiabatische Expansion eines idealen Gases

POISSONSche

Adiabatengleichungen

PCÜ#10/01

1 kg Wasserdampf
(Ausgangstemperatur: 450 °C)
wird **adiabatisch reversibel** von
10 bar auf 1 bar entspannt
(Adiabatenkoeffizient $\kappa = 1.3$).
Betrachten Sie den Wasserdampf
als ideales Gas.

a) Berechnen Sie **Temperatur T_f**
und Volumen V_f des Dampfes
nach dem Prozess.



PC#99

Klausur- vorbereitung

**Wie viel Energie
steckt in einem
System?**

Four rows of diagrams illustrating enthalpy changes:

- Row 1: A blue teardrop labeled 'A' transitions to a red teardrop labeled 'A'.
Equation: $\Delta_{T_1 \rightarrow T_2} H = \int_{T_1}^{T_2} C_p dT$
- Row 2: A blue teardrop labeled 'A' transitions to a light blue teardrop labeled 'A' with a crystalline texture.
Equation: $\Delta_{s \rightarrow l} H = H_l - H_s$
- Row 3: A blue teardrop labeled 'A' transitions to a blue teardrop labeled 'B'.
Equation: $\Delta_{Rct} H^\circ = \Delta_F H^\circ(Pro.) - \Delta_F H^\circ(Rct.)$
- Row 4: A blue teardrop labeled 'A' transitions to a larger blue teardrop labeled 'A'.
Equation: $\Delta_{V_1 \rightarrow V_2} H = 0$
Text: *ideale Systeme:*

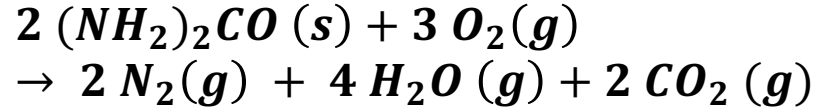


PC#99

Klausur- vorbereitung

Aufgabe 6a

Harnstoff (Urea, $(NH_2)_2CO$) verbrennt in reinem Sauerstoff zu Stickstoff, gasförmigem Wasser und Kohlendioxid. Die Reaktion



besitzt bei $25^\circ C$ eine Standard-Reaktionsenthalpie von $\Delta_{com}H^\circ = -1088 \text{ kJ}$ pro Formelumsatz. Berechnen Sie die **Standard-Bildungsenthalpie** $\Delta_F H^\circ$ von 1 mol Harnstoff.

$$\begin{aligned} \text{Reaktionsenthalpie } \Delta_R H \\ &= H_{\text{Produkte}} - H_{\text{Reaktant}} = \\ &4(-241.83) + 2(-393.51) - 2(H_{\text{Reaktant}}) \\ &= -1088 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

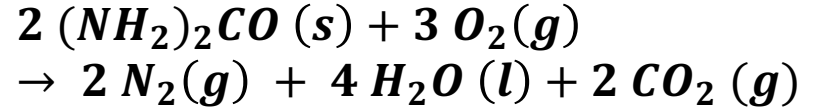


PC#99

Klausur- vorbereitung

Aufgabe 6b

Berechnen Sie die **Reaktions-Enthalpie** $\Delta_{com}H'^{\circ}$ für die Verbrennung von Harnstoff zu **flüssigem** Wasser gemäß:



$$\begin{aligned} \text{Reaktionsenthalpie } \Delta_R H \\ = H_{\text{Produkte}} - H_{\text{Reaktant}} = \end{aligned}$$

$$4(-285.84) + 2(-393.51) - \\ 2(-333.09) = -1264 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



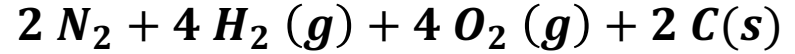
PC#99

Klausur- vorbereitung

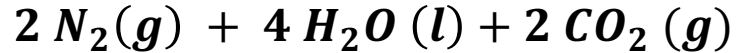
Aufgabe 6c

Zeichnen Sie ein **Enthalpiediagramm** mit den 4 Niveaus:

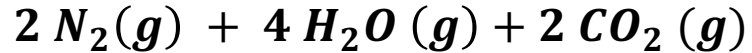
Elemente



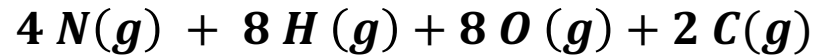
Produkte „flüssig“



Produkte „gasförmig“



Atome





SCHFOX

der
Datei
nicht
gefunde
n.

PCÜ#31g

Bildungsenthalpie und Bindungsenthalpie

C (g)	718,38 kJ/mol	157,99 J/(mol·K)
H (g)	217,94 kJ/mol	114,6 J/(mol·K)

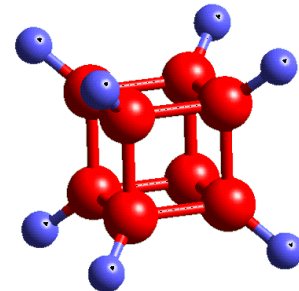
H _{Bindung} / kJ/mol		-416

PCÜ#31a/02

Die Bildungsenthalpie von gasförmigem Cuban beträgt + 700 kJ/mol

Skizzieren Sie ein Enthalpiediagramm, in welchem folgende Niveaus eingezeichnet sind:

Cuban / Elemente Kohlenstoff & Wasserstoff / Kohlenstoffatome & Wasserstoffatome



Schätzen Sie die molare

Bindungsenthalpie

$\Delta_{\text{bond}}H(\text{C-C})$ der Kohlenstoff-Kohlenstoff-

Bindung im Cubanmolekül ab.



SCHFOX

der
Datei
nicht
gefunden.
n.

PCÜ#31g1

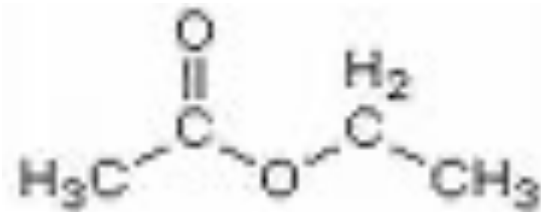
Bildungsenthalpie und Bindungsenthalpie

O (g)	247,52 kJ/mol
C (g)	718,38 kJ/mol
H (g)	217,94 kJ/mol
Cl (g)	121,1 kJ/mol
N(g)	470,6 kJ/mol

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

PCÜ#31a/02

Ethylacetat ist eine Verbindung der Summenformel $C_4H_8O_2$. Schätzen Sie die molare **Bildungsenthalpie H_f** von Essigsäureethylester aus den Bindungsenthalpien ab.





SCHFOX

der
Datei
nicht
gefunden.

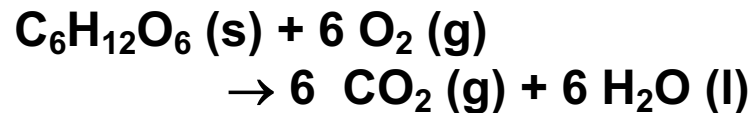
Thermochemie

PCÜ#31j

$O_2(g)$	0 kJ/mol
$CO_2(g)$	- 393,77 kJ/mol
$H_2O(l)$	- 285,84 kJ/mol
$C_6H_{12}O_6(s)$	- 1274 kJ/mol

PCÜ#31a/02

100 g Traubenzucker (α -D-Glucose, $M=180,16$ g/mol) werden bei 25°C vollständig zu Kohlendioxid und flüssigem Wasser umgesetzt:



Berechnen Sie die **Reaktionswärme** (Reaktionsenthalpie $\Delta_R H^\circ$)



PC#99

Klausur- vorbereitung

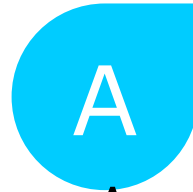
**Wie viel Chaos steckt
in einem System?**



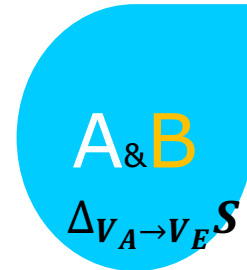
$$\Delta_{T_A \rightarrow T_E} S_p = \int_{T_A}^{T_E} \frac{C_p dT}{T}$$



$$\Delta_{\text{vap}} S = \frac{q_{\text{vap,rev}}}{T_{\text{vap}}} = \frac{\Delta_{\text{vap}} H}{T_{\text{vap}}}$$



$$\Delta_{\text{Rxn}} S^\circ = S^\circ(\text{Pro.}) - S^\circ(\text{Rct.})$$



$$\Delta_{V_A \rightarrow V_E} S = n R \ln \left(\frac{V_f}{V_i} \right)$$



PC#99

Klausur- vorbereitung

Aufgabe 1a

- 1 kg flüssiges Wasser verdampft bei 100°C und 1 bar zu gasförmigem Wasserdampf

Wie verändern sich bei diesem isotherm-isobaren Prozess folgende Größen:

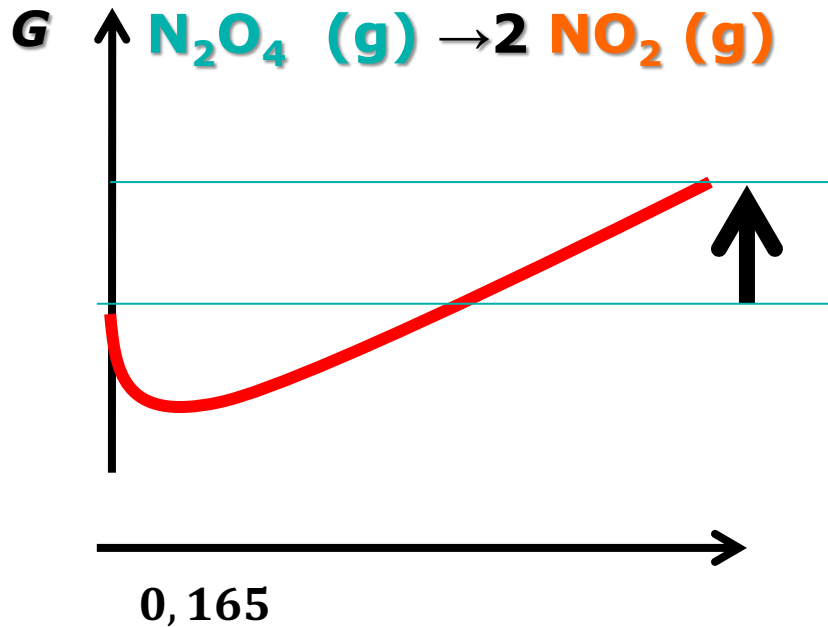
Die Enthalpie des Wassers nimmt zu	Die Enthalpie des Wassers bleibt gleich	Die Enthalpie des Wassers nimmt ab
Die Entropie des Wassers nimmt zu	Die Entropie des Wassers bleibt gleich	Die Entropie des Wassers nimmt ab
Die Freie Enthalpie des Wassers nimmt zu	Die Freie Enthalpie des Wassers bleibt gleich	Die Freie Enthalpie des Wassers nimmt ab
Die Entropie der Umgebung nimmt zu	Die Entropie der Umgebung bleibt gleich	Die Entropie der Umgebung nimmt ab



PC#99

Klausur- vorbereitung

**Wie viel Instabilität
steckt in einem
System?**



$$\Delta_{Rxn} G^{\circ} = \mu^{\circ}_{Pro} - \mu^{\circ}_{Rct}$$

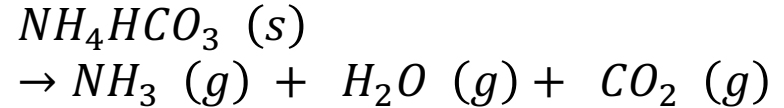


PC#99

Klausur- vorbereitung

Aufgabe 7

Ammoniumcarbonat (NH_4CO_3) kann sich in gasförmige Produkte zersetzen:



Ermitteln Sie für diesen Prozess die **Gleichgewichtskonstante K_{eq}** bei 70 °C.

Ermitteln Sie für diesen Prozess die **Gleichgewichtskonstante K_{eq}'** bei 90 °C

Verwenden Sie für Ihre Berechnungen die ULIHSche Näherung. Geben Sie auch die Einheit der Gleichgewichtskonstante an.



SchFox

der
Datei
nicht
gefunde
n.

Chemisches Gleichgewicht

$\text{N}_2(\text{g})$	0 kJ/mol	191,5 J/(mol·K)
$\text{H}_2(\text{g})$	0 kJ/mol	130,6 J/(mol·K)
$\text{NH}_3(\text{g})$	-46,19 kJ/mol	192,5 J/(mol·K)

PCÜ#31c

PCÜ#31a/01

Diskutieren Sie die Ammoniaksynthese



	Richtig	falsch
Die Reaktion ist bei 25 °C endotherm .		
Die Reaktion ist bei 25 °C endergonisch .		
Die Gleichgewichtskonstante dieser Reaktion hat bei 25°C einen Wert kleiner als 1		
Eine Erhöhung der Temperatur verschiebt das Gleichgewicht nach rechts (d.h. höhere NH_3 -Ausbeute)		
Eine Erhöhung des Gesamtdrucks führt zu einer Erniedrigung der NH_3 -Ausbeute.		
Ein besserer Katalysator führt zu einer Erhöhung der Ammoniak-Ausbeute		



SCHFOX

der
Datei
nicht
gefunden.

Chemisches Gleichgewicht

PCÜ#31c

$\text{NH}_4\text{Cl (s)}$	- 315,39 kJ/mol	94,6 J/(mol·K)
HCl (g)	- 92,31 kJ/mol	186,7 J/(mol·K)
$\text{NH}_3 (\text{g})$	-46,19 kJ/mol	192,5 J/(mol·K)

PCÜ#31a/01

Ammoniumchlorid kann in Ammoniak und Chlorwasserstoff dissoziieren.



Ermitteln Sie die **freie Enthalpie $\Delta_R G^\circ$** dieser Reaktion bei 50°C

Besitzt die Reaktion eine Floor- oder eine Ceiling-Temperatur?

(Ulrichsche Näherung, d.h. nutzen Sie zur Rechnung die Standardwerte aus der Tabelle)



PC#99

Klausur- vorbereitung

**Wo liegt das
Gleichgewicht?**

$$\Delta_R G^\circ = \Delta_R H^\circ - T \Delta_R S^\circ$$

GIBBS-HELMHOLTZ-Gleichung

$$dG = -SdT + Vdp$$

$$\mu_i = \mu_i^\circ + RT \ln[i]$$

$$\Delta_R G^\circ = -RT \ln \{K_{GG}\}$$

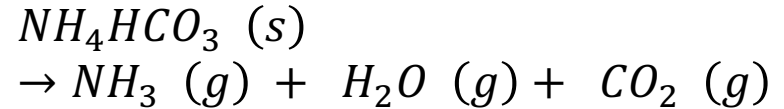


PC#99

Klausur- vorbereitung

Aufgabe 7

Ammoniumcarbonat (NH_4CO_3) kann sich in gasförmige Produkte zersetzen:



Ermitteln Sie für diesen Prozess die **Gleichgewichtskonstante** K_{eq} bei 50 °C.

Ermitteln Sie für diesen Prozess die **Gleichgewichtskonstante** K_{eq}' bei 100 °C

Verwenden Sie für Ihre Berechnungen die ULLICHsche Näherung. Geben Sie auch die Einheit der Gleichgewichtskonstante an.

$$K_{eq} = 0,18 \text{ bar}^3$$

$$K_{eq} = 4,6 \text{ bar}^3$$



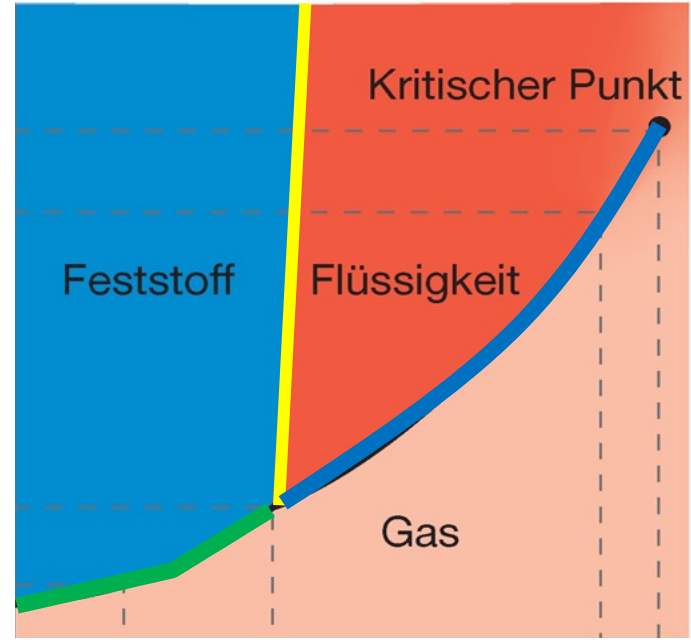
PC#99

Klausur- vorbereitung

**Wie stark ist die
Fluchttendenz einer
Komponente?**

$$p_2^* = p_1^* \exp \left[-\frac{\Delta_{vap}H}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \right]$$

$$\log p^* = A - \frac{B}{C + T}$$





SCHFOX

der
Datei
nicht
gefunde
n.

Thermochemie, Dampfdruck, Gasmischungen

$O_2 (g)$	0 kJ/mol	205,0 J/(mol·K)
$N_2 (g)$	0 kJ/mol	191,5 J/(mol·K)
$CO_2 (g)$	- 393,77 kJ/mol	213,86 J/(mol·K)
$C_2H_2 (g)$	+ 226,7 kJ/mol	200,8 J/(mol·K)
$H_2O (g)$	- 241,83 kJ/mol	188,72 J/(mol·K)

p^D / mbar	23,4	43,2	70,0	123,3	199,2	311,5	473,6	701,1	1013,2	1432,6	1985,4
---------------------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------

PCÜ#31a/01

PCÜ#31b

1 Liter Acetylen (Ethin; C_2H_2) wird bei 1 bar und 150 °C stöchiometrisch mit trockener Luft (20 % O_2 , 80 % N_2) verbrannt.

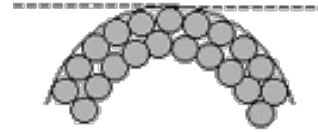
- Wieviel **Wärme** q_p wird bei der Reaktion frei (Ulrichsche Näherung)?
- Berechnen Sie das **Volumen** V_{total} des Abgases bei 150 °C (ideale Gasmischung).
- Welchen **Partialdruck** p_{H_2O} besitzt der Wasserdampf im Abgas ?
- Bei welcher **Temperatur** T_{dew} des Abgases kondensiert das darin enthaltene Wasser ?



PC#99

Klausur- vorbereitung

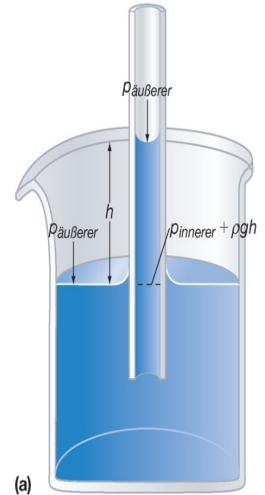
**Wie stark krümmt
sich eine Oberfläche?**



konvex

$$\Delta p_\gamma = p_{\text{konkav}} - p_{\text{konvex}} = 2 \cdot \frac{\gamma}{r}$$

$$\cos \theta = \frac{R_{\text{Kapillare}}}{r_{\text{Krümmung}}}$$

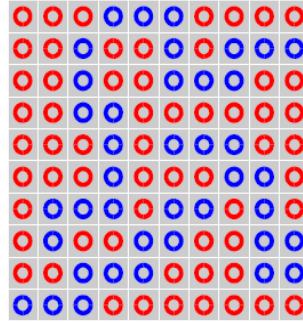




PC#99

Klausur- vorbereitung

**Wie gut vertragen
sich die
Komponenten A und
B?**



$$\Delta_{mix}V = 0$$

$$\Delta_{mix}H = 0$$

$$\Delta_{mix}H = RT \chi x_A x_B$$

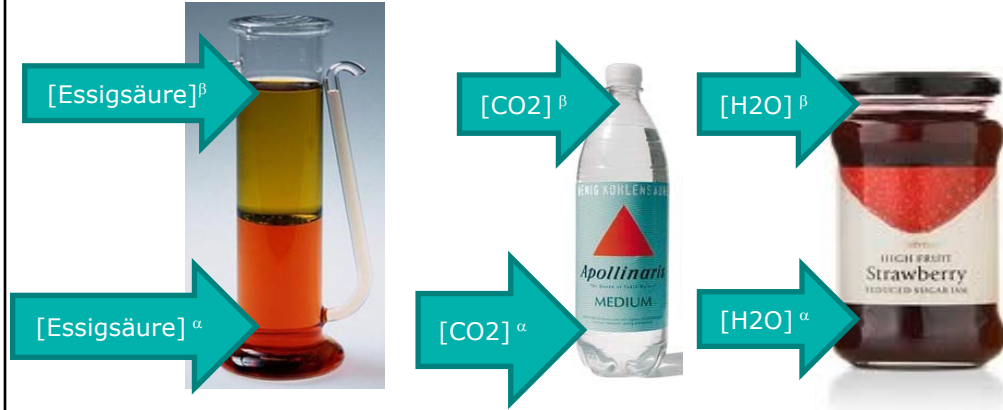
$$\Delta_{mix}S = -R (x_A \ln(x_A) + x_B \ln(x_B))$$



PC#99

Klausur- vorbereitung

**Wie verteilt sich eine
Komponenten
zwischen zwei
Phasen ?**



$$\frac{c_C^E}{c_C^R} = K_N$$

$$\frac{p_B}{x_B} = K_H$$

$$\frac{p_A}{x_A} = p_A^*$$

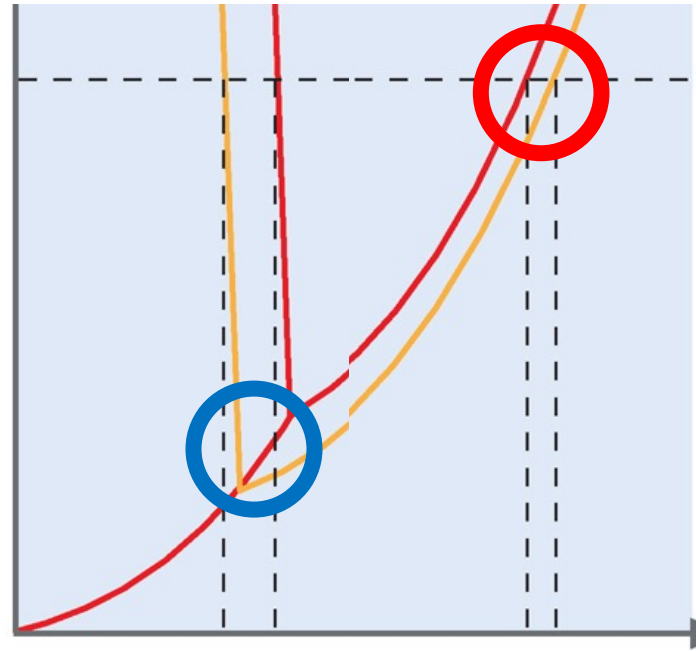


PC#99

Klausur- vorbereitung

**Wann siedet und
gefriert eine Lösung?**

Druck



T'_m T_m

T_b T'_b

$$\Delta p_A = x_B \cdot p_A^*$$

$$\Delta T_{vap} = k_{eb} b_B i$$

$$\Delta T_{fus} = -k_{kr} b_B i$$



SCHFOX

der
Datei
nicht
gefunden.

Kolligative Eigenschaften

PCÜ#31j

PCÜ#31a/02

Aus 120 g Harnstoff ($\text{O}=\text{C}(\text{NH}_2)_2$; $M = 60$ g/mol) und 1000 g Wasser werden bei 25°C 1,10 Liter Lösung hergestellt.

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

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

Die kryoskopische Konstante von Wasser beträgt 1,86 K kg/mol.

Harnstoff dissoziiert in Wasser nicht ($i=1$) ; Kochsalz dissoziiert in Wasser vollständig ($i=2$).



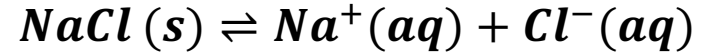
PC#99

Klausur- vorbereitung

Aufgabe 1b

Wie viel **Gramm Kochsalz** (NaCl) müssen in 1 kg Wasser gelöst werden, um den Siedepunkt von 100°C auf 105 °C zu erhöhen?

Kochsalz dissoziiert in Wasser vollständig in Natriumionen und Chloridionen



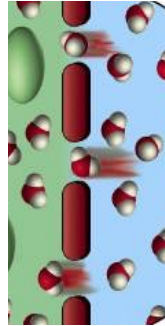
$$\Delta T = -b_{\text{NaCl}} \cdot i \cdot k_{kr}$$
$$b_{\text{NaCl}} = \frac{\Delta T}{k_{kr} \cdot i} = \frac{5}{0.513 \cdot 2} = 4.87 \frac{\text{mol}}{\text{kg}}$$
$$m = 4.87 \frac{\text{mol}}{\text{kg}} \cdot 58.44 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 285 \text{ g}$$



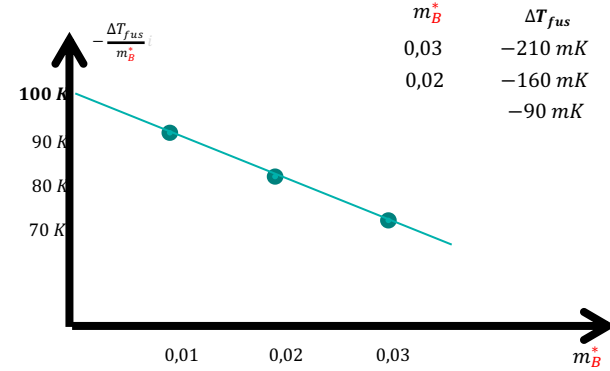
PC#99

Klausur- vorbereitung

Osmotischer Druck



$$\Pi = c_B R T i$$





SCHFOX

der
Datei
nicht
gefunden.

Osmotischer Druck

PCÜ#31d

20 g eines Polymers werden bei 35 °C in Toluol (ideale Lösung) zu einer Lösung von 1 Liter aufgelöst.

Die Lösung zeigt einen osmotischen Druck von 2,73 mbar. Berechnen Sie die (mittlere) **Molmasse** $\langle M \rangle$ des Polymers

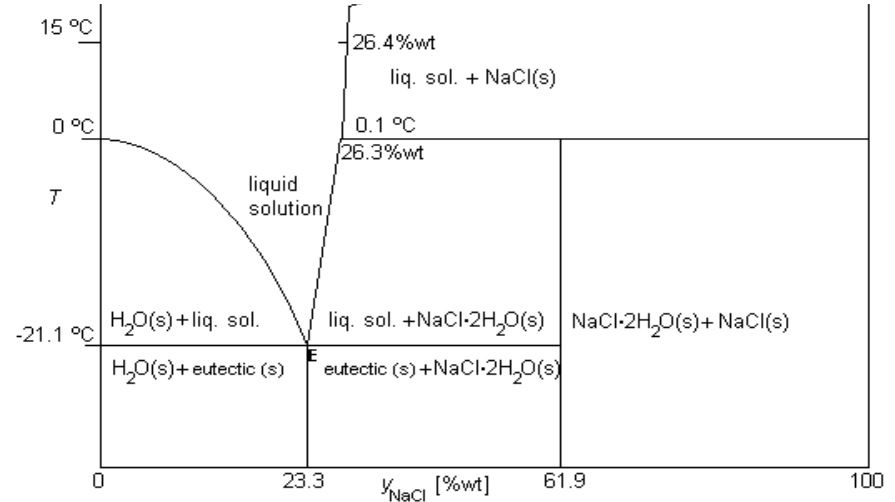
PCÜ#31a/02



PC#99

Klausur- vorbereitung

**Wie liest man
Phasendiagramme?**





Schfox

der
Datei
nicht
gefunden.

PCÜ#31i

Phasendiagramm eines Zweikomponenten- systems

Zeichnen Sie das **Phasendiagramm des Systems Natrium/Kalium**, markieren Sie die **homogenen Bereiche**, die **Liquidus-** und **Soliduslinie** sowie die **invarianten Punkte**.

PCÜ#31a/02

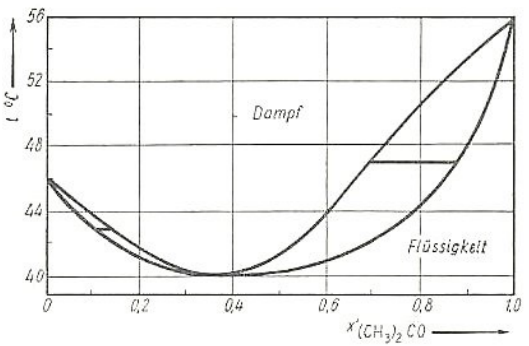
Natrium schmilzt bei 98 °C ; reines Kalium schmilzt bei 63 °C
Natrium und Kalium sind im flüssigen Zustand unbegrenzt mischbar.
Im festen Zustand sind Natrium und Kalium nicht mischbar.
Natrium und Kalium bilden eine stöchiometrische Verbindung, welche bei 7 °C in festes Natrium und eine Schmelze mit 60 % Natriumgehalt zerfällt.
Eine Schmelze mit 33,3 % Natrium besitzt mit -10 °C den tiefsten Erstarrungspunkt aller Natrium/Kalium-Schmelzen.



SCHFOX

PCÜ#31f

Zustandsdiagramm eines Zweikomponenten- systems



PCÜ#31a/02

Reines CS_2 hat bei einem Druck von 1 bar einen Siedepunkt von 46°C		
Das System $(\text{CH}_3)_2\text{CO} / \text{CS}_2$ zeigt eine positive Abweichung vom Raoult'schen Gesetz.		
Im Gleichgewicht enthält die Gasphase über einer siedenden Flüssigkeit stets mehr Aceton als die Flüssigphase		
Eine Mischung aus $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ und CS_2 läßt sich durch Destillation nicht in die reinen Komponenten auftrennen.		
Das Azeotrop aus $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ und CS_2 besitzt einen konstanten Siedepunkt.		
Eine Mischung aus 3 mol $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ und 4 mol CS_2 ist bei 45°C gasförmig		

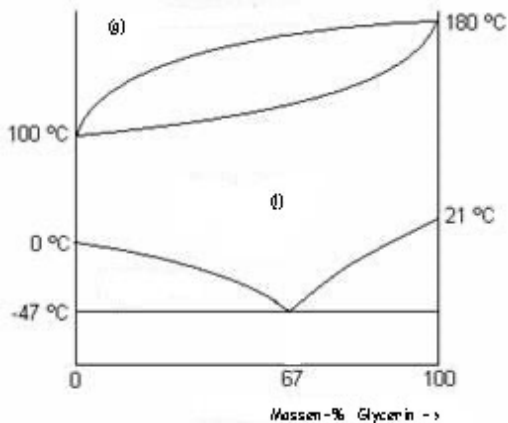


SCHFOX

PCÜ#31f1

der Datei nicht gefunden.

Zustandsdiagramm eines Zweikomponenten- systems



PCÜ#31a/02

	Richtig	Falsch
Wasser und Glycerin sind im festen Zustand unbegrenzt mischbar		
Bei Abkühlung einer flüssigen Mischung aus 40% Glycerin und 60 % Wasser erstarrt zunächst reines festes Wasser aus der Schmelze		
Wasser und Glycerin bilden kein Azeotrop		
Wasser und Glycerin bilden kein Eutektikum		



Schfox

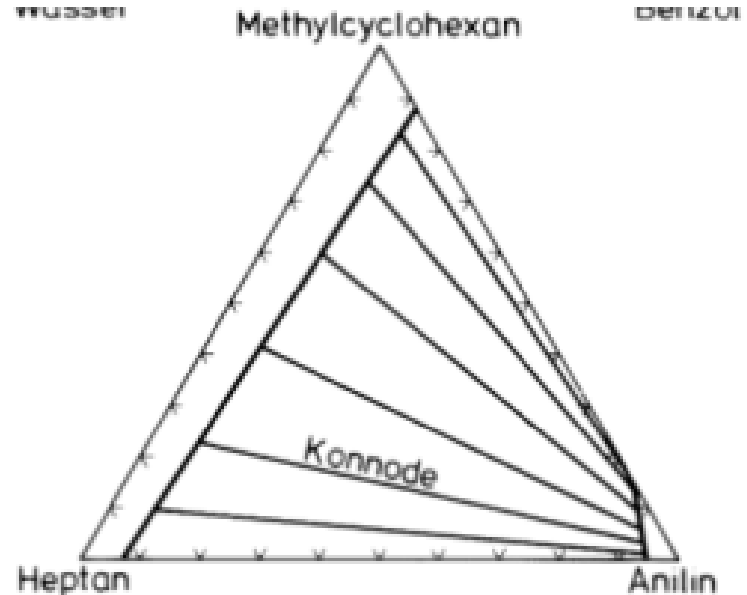
der
Datei
nicht
gefunden.

Zustandsdiagramm eines Dreikomponenten- systems

PCÜ#31h

PCÜ#31a/02

8 kg Heptan und 4 kg Methylcyclohexan werden gemischt. Zu dieser homogenen Mischung werden 5 kg Anilin gegeben. Ermitteln Sie die **Zusammensetzung der entstehenden Phasen**. (Skizze im Diagramm)



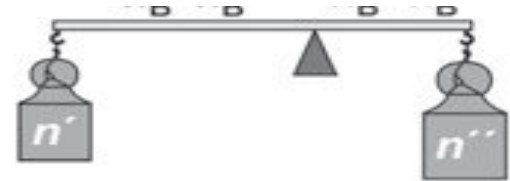
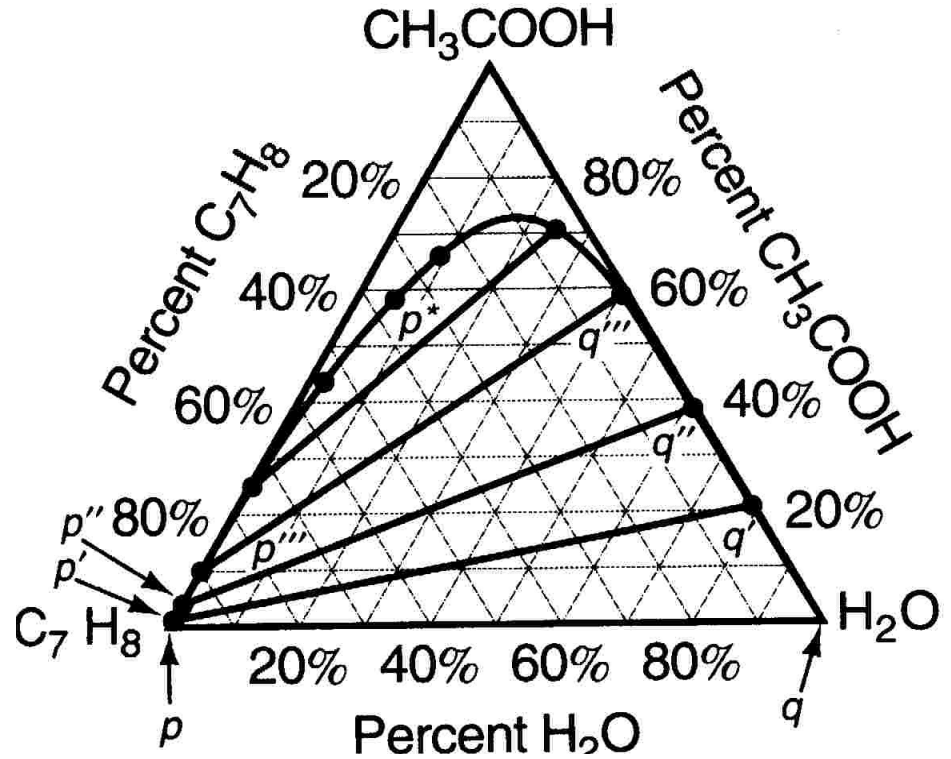


SciFox

PC#99

Klausur- vorbereitung

**Was gibt
A und B und C?**



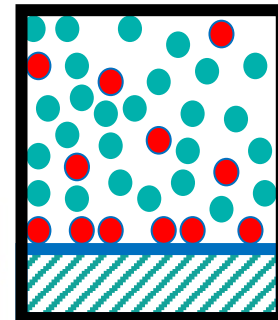
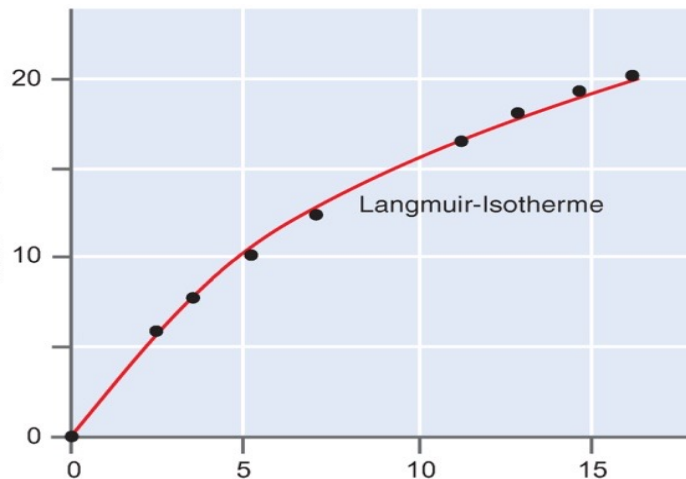


PC#99

Klausur- vorbereitung

2D oder 3D?

$$a = a_{\infty} \frac{[A]}{K_L + [A]}$$



$$\frac{1}{a} = \frac{1}{a_{\infty}} + \frac{K_L}{a_{\infty}} \frac{1}{[A]}$$

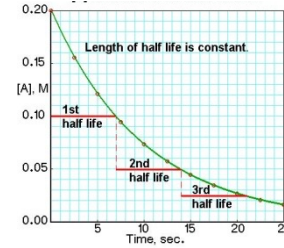
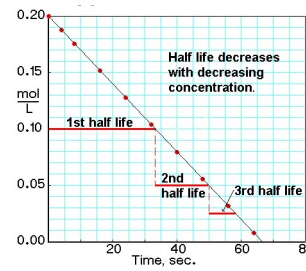
$$A_{\text{spez}} = a_{\infty} N_A A_{\text{Adsorbatteilchen}}$$



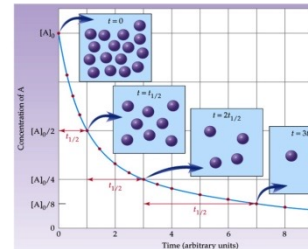
PC#99

Klausur- vorbereitung

**Schnell oder
langsam?
Eine Frage der
Konzentration und
der Temperatur**



$$k = A \exp\left(-\frac{E_A}{RT}\right)$$





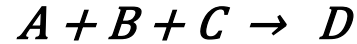
PC#99

Klausur- vorbereitung

Aufgabe 3

$$r = k \cdot [A]^2 \cdot [B]$$

In der folgenden Tabelle sind die Anfangsgeschwindigkeiten r_0 der Reaktion



für verschiedene

Reaktionsmischungen angegeben:

- Ermitteln Sie die

Reaktionsordnungen a , b und c

bezüglich der einzelnen Edukte und formulieren Sie das

Geschwindigkeitsgesetz.

$[A]_0$	$[B]_0$	$[C]_0$	r_0
$0.45 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$0.45 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$0.20 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$13.5 \frac{\text{mmol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$
$0.30 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$0.45 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$0.20 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$6.0 \frac{\text{mmol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$
$0.30 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$0.45 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$0.45 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$6.0 \frac{\text{mmol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$
$0.45 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$0.15 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$0.20 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$4.5 \frac{\text{mmol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$



PC#99

Klausur- vorbereitung

Aufgabe 8a

Die Rohrzuckerinversion gehorcht einem Geschwindigkeitsgesetz 1. Ordnung:

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

Die Reaktion hat bei 30 °C eine Halbwertszeit von 20 Minuten; bei 40°C beträgt die Halbwertszeit nur noch 10 Minuten.

Die Reaktion wird bei 40 °C Reaktionstemperatur durchgeführt. Im Reaktionsgefäß befinden sich anfangs 10 mol Saccharose in 100 Liter Wasser gelöst. **Wie viel Reaktant $n_{\textit{Saccharose}}$ ist nach 45 Minuten noch vorhanden?**



PC#99

Klausur- vorbereitung

Aufgabe 8b

Die Rohrzuckerinversion gehorcht einem Geschwindigkeitsgesetz 1. Ordnung:

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

Die Reaktion hat bei 30 °C eine Halbwertszeit von 20 Minuten; bei 40°C beträgt die Halbwertszeit nur noch 10 Minuten.

Berechnen Sie die **Aktivierungsenergie** E_A der Reaktion.

$$55 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

Ermitteln Sie die **Halbwertszeit** $t_{1/2}$ der Reaktion bei 10°C.

$$94 \text{ min}$$



SCHFOX
der
Datei
nicht
gefunde
n.

PCÜ#31j

Reaktionskinetik

Ermitteln Sie die **Ordnung** von Reaktion (1), (2) und (3).

Berechnen Sie die **Aktivierungsenergie** von Reaktion (1)

Berechnen Sie die **Halbwertszeit** von Reaktion (2) bei 50°C und einer Anfangskonzentration des Eduktes von 1 mol/L

PCÜ#31a/02

Reaktion (1) besitzt bei 50°C eine konstante Halbwertszeit von 10 Minuten.

Bei 30°C besitzt Reaktion (1) eine konstante Halbwertszeit von 1 Stunde.

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

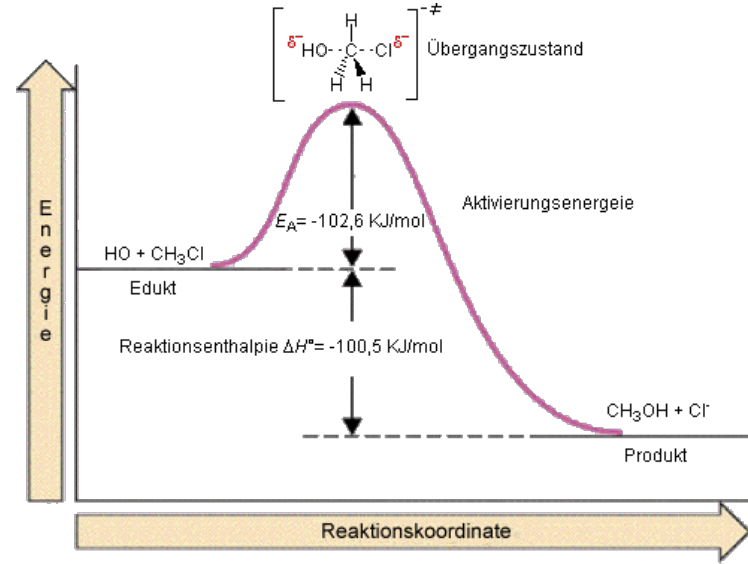
Reaktion (3) besitzt bei 50°C eine konstante Geschwindigkeit von $1\text{ mmol}/(\text{L min})$ sowie eine Aktivierungsenergie von $26\,87\text{ kJ/mol}$



PC#99

Klausur- vorbereitung

**Schnell oder
langsam?
Der
Übergangszustand
entscheidet**



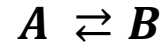
$$k = \frac{k_B T}{h} \cdot e^{\Delta S^\# / R} \cdot e^{-\Delta H^\# / RT}$$



PC#99

Klausur- vorbereitung

***Welches ist der
geschwindigkeits-
bestimmende Schritt?***



$$\Delta_R H = \overrightarrow{E}_A - \overleftarrow{E}_A$$

$$K_{GG} = \frac{\overrightarrow{k}}{\overleftarrow{k}}$$



$$\frac{d[B]}{dt} = k[A] - k'[B] \approx 0$$



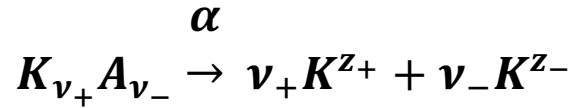
$$\frac{[B]}{[C]} = \frac{k}{k'}$$



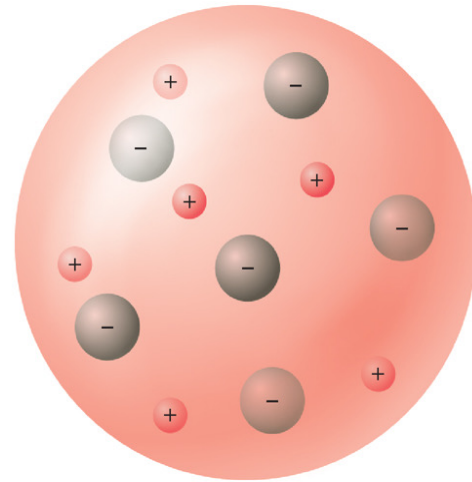
PC#99

Klausur- vorbereitung

***Wie fühlt sich ein Ion
im Elektrolyt?***



$$v_+ z_+ = n_e$$



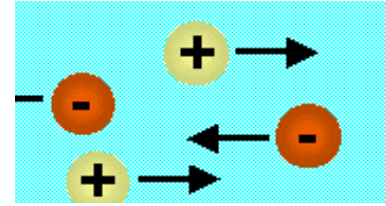
$$\log f_{\pm} = -0,509 \cdot |z_+ \cdot z_-| \cdot \sqrt{\frac{I}{\text{mol/L}}}$$



PC#99

Klausur- vorbereitung

***Wie schnell bewegt
sich ein Ion im
elektrischen Feld?***



$$\Lambda_{\infty} = \lambda_{\infty+} + \lambda_{\infty-}$$

$$\Lambda = \Lambda_{\infty}$$

$$\Lambda = \Lambda_{\infty} - K_K \sqrt{c}$$

$$\Lambda = \alpha \cdot \Lambda_{\infty}$$

$$\Lambda = \frac{\kappa}{n_e c}$$

$$u = \frac{\lambda}{F}$$

$$v = u E$$

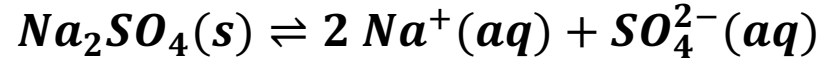


PC#99

Klausur- vorbereitung

Aufgabe 4a

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



1.61 g 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).

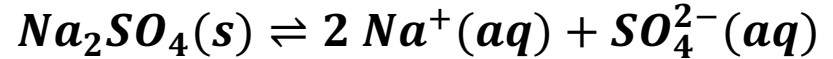


PC#99

Klausur- vorbereitung

Aufgabe 4b

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



1.61 g 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 nach dem Verfahren von KOHLRAUSCH aus der oben errechneten molaren Grenzleitfähigkeit die **molare Leitfähigkeit Λ_m** der Lösung bei der aktuellen Konzentration.

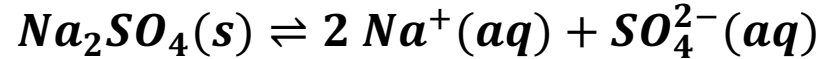


PC#99

Klausur- vorbereitung

Aufgabe 4c

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



1.61 g 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.

Berechnen Sie die **spezifische elektrische Leitfähigkeit** κ der Lösung.



PC#99

Klausur- vorbereitung

Aufgabe 4b

$$\begin{aligned}\Lambda &= \Lambda_{\infty} = \lambda_{+\infty} + \lambda_{-\infty} = 50.1 + 79.8 \\ &= 129.9 \frac{\text{S cm}^2}{\text{mol}}\end{aligned}$$

$$\Lambda_m = n_e \Lambda = 129.9 \cdot 2 = 259.8 \frac{\text{S cm}^2}{\text{mol}}$$

$$\begin{aligned}\Lambda_m &= \Lambda_{\infty} - 0,005 \frac{\text{mol}}{\text{L}} 1\,000 \frac{\text{S cm}^2}{\text{mol}} \sqrt{\frac{\text{L}}{\text{mol}}} \\ &= \Lambda_{\infty} - \sqrt{0,005 \frac{\text{mol}}{\text{L}} 1\,000 \frac{\text{S cm}^2}{\text{mol}} \sqrt{\frac{\text{L}}{\text{mol}}}} \\ &= 259.8 - 70.7 = 198.1 \frac{\text{S cm}^2}{\text{mol}}\end{aligned}$$

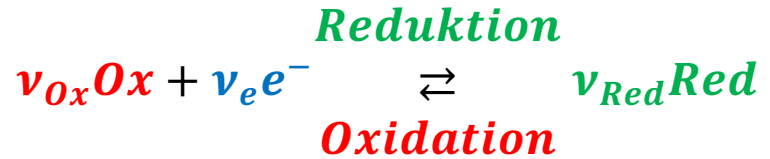
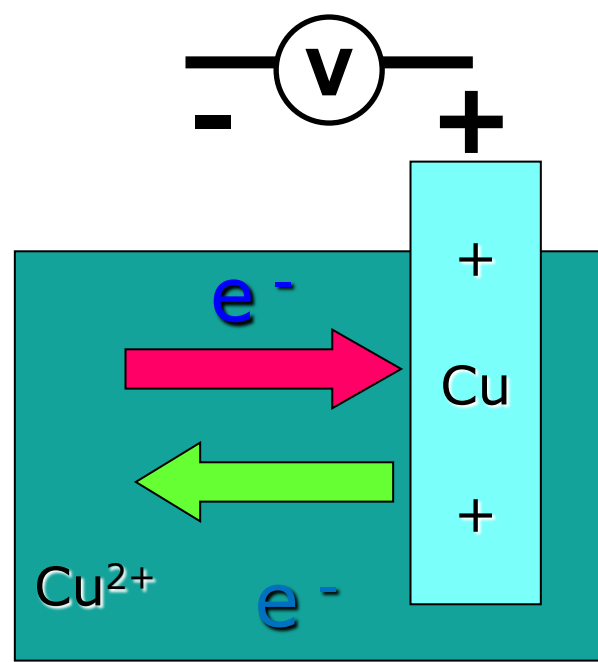
$$\begin{aligned}\kappa &= \Lambda c^{\circ} = 198.1 \frac{\text{S cm}^2}{\text{mol}} 5 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mol}}{\text{cm}^3} \\ &= 0.945 \frac{\text{mS}}{\text{cm}}\end{aligned}$$



PC#99

Klausur- vorbereitung

***Was passiert an den
Elektroden?***



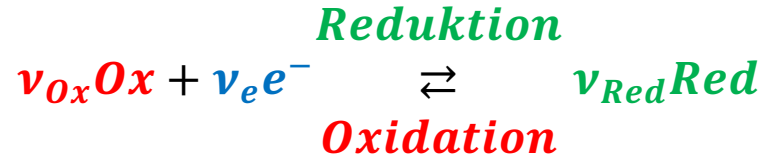
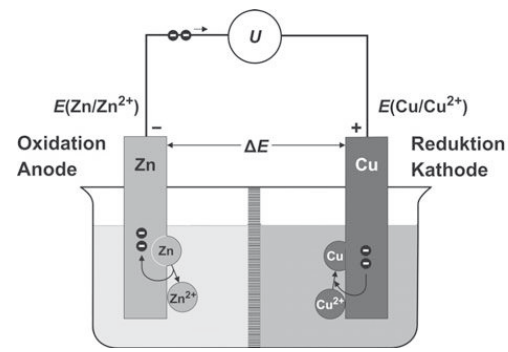
$$m = \frac{ItM}{\nu_e F}$$



PC#99

Klausur- vorbereitung

**Wie hoch ist der
Elektrodensog?**



$$E(\text{Red} / \text{Ox}) = E^\circ(\text{Red} / \text{Ox}) + \frac{RT}{v_e F} \ln \frac{[\text{Ox}]^{v_{Ox}}}{[\text{Red}]^{v_{Red}}}$$

$$\Delta_{Mem} \varphi = \varphi(II) - \varphi(I) = - \frac{RT}{z_i F} \ln \frac{[i]^{II}}{[i]^I}$$



PC#99

Klausur- vorbereitung

Aufgabe 2a

Eine Wasserstoffelektrode (Platinblech, mit Wasserstoffgas ($[H_2] = 0.1 \text{ bar}$) umspült, in verdünnter Salzsäure ($pH = 5$; $[H^+] = [Cl^-] = 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$)) und eine Chlorelektrode werden bei 25°C zusammengeschaltet.

Ermitteln Sie das **Redoxpotenzial** $E_{Pt/H_2/H^+}$ der Wasserstoffelektrode.

$$\begin{aligned} E(H_2) &= E^\circ(H_2) + \frac{RT}{2F} \ln \frac{[H^+]^2}{[H_2]} \\ &= 0,000 + \frac{8.314 \cdot 298.15}{2 \cdot 96\,485} \ln \left(\frac{(10^{-5})^2}{0.1} \right) \\ &= 0,00 - 0,266 \\ &= -0.266 \text{ V } (-\text{Pol}; \text{ Anode}) \end{aligned}$$



PC#99

Klausur- vorbereitung

Aufgabe 2b

Eine Wasserstoffelektrode und eine Chlorelektrode (Platinblech, mit Chlorgas ($[Cl_2] = 0.1 \text{ bar}$) umspült, in verdünnter Salzsäure ($pH = 5$; $[H^+] = [Cl^-] = 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$)) werden bei 25°C zusammengeschaltet.

Ermitteln Sie das **Redoxpotenzial** $E_{Pt/Cl^-/Cl_2}$ der Chlorelektrode.

$$\begin{aligned} E(Cl_2) &= E^\circ(Cl_2) + \frac{RT}{2F} \ln \frac{[Cl_2]}{[Cl^-]^2} \\ &= 1.36 + \frac{8,314 \cdot 298,15}{2 \cdot 96.485} \ln \left(\frac{0.1}{(10^{-5})^2} \right) \\ &= 1.36 + 0.266 \\ &= 1,626 \text{ V } (+Pol; Kathode) \end{aligned}$$



PC#99

Klausur- vorbereitung

Aufgabe 2c

Der Stromkreis wird geschlossen, ein Strom von 0.1 A fließt. Für welche **Zeit t** muss dieser Strom fließen, so dass 25 mL Wasserstoff (1 bar; 25 °C; *ideales Gas*) umgesetzt werden?

$$\frac{m}{M} = \frac{It}{2F}$$
$$\frac{0.025 \text{ L}}{24.79 \frac{\text{L}}{\text{mol}}} = \frac{0.1 \text{ A } t}{2 \cdot 96 \, 485}$$

$$5.244 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = t \cdot 5.18 \cdot 10^{-7} \frac{\text{s}}{\text{mol}}$$
$$t = 1946 \text{ s } (32.4 \text{ min})$$



PCÜ#31a

Spannungsreihe

*Die Anode ist freiwillig
negativ*

PCÜ#31a/01

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

[Ox]	(n _e)	[Red]	E (pH 7, 25 °C)
2 H ⁺ + ½ O ₂	2	H ₂ O	0.82 V
Cytochrom c ³⁺	1	Cytochrom c ²⁺	0.22 V
Dehydroascorbat	2	Ascorbat	0.08 V
Cytochrom b ³⁺	1	Cytochrom b ²⁺	0.07 V
Acetaldehyd	2	Ethanol	- 0.20 V
2 H ⁺	2	H ₂	- 0.42 V



PCÜ#31a

Spannungsreihe

[Ox]	(n_e)	[Red]	E
$2 \text{H}^+ + \frac{1}{2} \text{O}_2$	2	H_2O	0.82 V
Cytochrom c^{3+}	1	Cytochrom c^{2+}	0.22 V
Dehydroascorbat	2	Ascorbat	0.08 V
Cytochrom b^{3+}	1	Cytochrom b^{2+}	0.07 V
Acetaldehyd	2	Ethanol	- 0.20 V
2H^+	2	H_2	- 0.42 V

PCÜ#31a/02

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

Cytochrom b^{3+} ist ein stärkeres Oxidationsmittel als Cytochrom c^{3+}

Ascorbat kann Acetaldehyd zu Ethanol reduzieren

Bei der Zusammenstellung einer H_2 - und einer O_2 -Elektrode ist die Wasserstoffelektrode die Kathode

Bei der Zusammenstellung einer H_2 - und einer O_2 -Elektrode ist die Wasserstoffelektrode der Minus-Pol



SCHFOX
der
Datei
nicht
gefunden.

Leitfähigkeit

PCÜ#31g

Aus Natriumchlorid (NaCl ; $M = 58,44 \text{ g/mol}$) und Wasser soll eine Lösung mit der elektrischen Leitfähigkeit von $10 \text{ } \mu\text{S/cm}$ hergestellt werden. Ermitteln Sie die **Massen-Konzentration** dieser Lösung. (Natriumchlorid = idealer Elektrolyt)

Natriumchlorid dissoziiert in Wasser vollständig: $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$

Grenz-Ionenleitfähigkeiten bei 25°C :

PCÜ#31a/02

$\lambda_{\infty} / \text{Scm}^2/\text{mol}$	50,1	349,7	38,7	73,5	59,5	53,5	197,0	76,4	71,5	80,0	40,9
--	------	-------	------	------	------	------	-------	------	------	------	------



PC#99

Klausur- vorbereitung

	<i>molare Standardbildungsenthalpie</i>	<i>molare Standardentropie</i>
$H_2O (g)$	$\Delta_{form}H^\circ = -241.83 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$	$S^\circ = 188.72 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$
$H_2O (l)$	$\Delta_{form}H^\circ = -285.84 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$	$S^\circ = 69.94 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$
$CO_2 (g)$	$\Delta_{form}H^\circ = -393.51 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$	$S^\circ = 213.64 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$
$NH_4HCO_3 (s)$	$\Delta_{form}H^\circ = -849 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$	$S^\circ = 121 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$
$NH_3 (g)$	$\Delta_{form}H^\circ = -46.19 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$	$S^\circ = 192.5 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$

<i>Molmasse von Natriumchlorid (NaCl)</i>	$M = 58.44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$
<i>ebullioskopische Konstante von Wasser</i>	$k_{kr} = 0.513 \frac{\text{K kg}}{\text{mol}}$

<i>Gaskonstante</i>	$R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$
<i>Boltzmannkonstante</i>	$k = 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$
Avogadrokonstante	$N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$
<i>Faradaykonstante</i>	$F = 96485 \frac{\text{A} \cdot \text{s}}{\text{mol}}$



PC#99

Klausur- vorbereitung

Durchtrittsreaktion	Standardpotenzial
$Cl_2(g) + 2 e^- \rightleftharpoons 2 Cl^-(aq)$	$E_{redox}^0 = +1.36 V$
$2 H^+(aq) + 2 e^- \rightleftharpoons H_2(g)$	$E_{redox}^0 = +0.00 V$
Äquivalent – Grenzleitfähigkeit Na^+ bei $25^\circ C$	$\lambda_\infty(Na^+) = 50.1 \frac{S \text{ cm}^2}{mol}$
Äquivalent – Grenzleitfähigkeit SO_4^{2-} bei $25^\circ C$	$\lambda_\infty\left(\frac{1}{2} SO_4^{2-}\right) = 79.8 \frac{S \text{ cm}^2}{mol}$
Glaubersalz ($Na_2SO_4 \cdot 10 H_2 O$)	$M = 322.19 \frac{g}{mol}$
Kohlrauschsche Konstante für Natriumsulfatlösung	$K_{Kohlrausch} = 1000 \frac{S \text{ cm}^2}{mol} \sqrt{\frac{L}{mol}}$