

A05 Verteilungsquotient

Gruppe 11: Georg Fleig, Markus Prim

14. Juni 2010



Karlsruher Institut für Technologie
Institut Physikalische Chemie

Praktikum:

testiert am: 24.06.11

Betreuer:

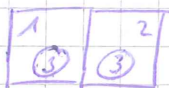
He

bwr.

Fehlerrechnung
lineare Regression
21.06.11 He

1) Theoretische Grundlagen

1.1. Berechnung des Verteilungsquotienten



μ_3^i : chem. Potential von Stoff 3 in Stoff i

Stellt das System im Gleichgewicht, so gilt

$$\mu_3^1 = \mu_3^{1,0} + RT \ln a_3^1 = \mu_3^{2,0} + RT \ln a_3^2 = \mu_3^2$$

In unendlicher Verdünnung gilt $a_i \approx c_i$

$$\mu_3^{1,0} + RT \ln c_3^1 = \mu_3^{2,0} + RT \ln c_3^2$$

Durch Umformung erhält man

$$\exp\left(\frac{\mu_3^{1,0} - \mu_3^{2,0}}{RT}\right) = K = \frac{c_3^1}{c_3^2}$$

Damit lässt sich der Verteilungsquotient berechnen

1.2. Bestimmung von K

Ziel des Versuchs ist die Bestimmung von K für gelöstes Iod in n-Heptan und Wasser. Dazu wird Iod in ein Gefäß mit n-Heptan und Wasser gegeben und stark geschüttelt, damit das Iod sich löst und sich ein Gleichgewicht einstellt. Danach trennt man beide Phasen mit einem Scheidetrichter und titriert diese über die Teilchenzahl und Konzentration des Triiodid-Isg. können wir auf die Konzentration des Iods in der jeweiligen Phase zurückschließen.

2. Messwerte und Auswertung

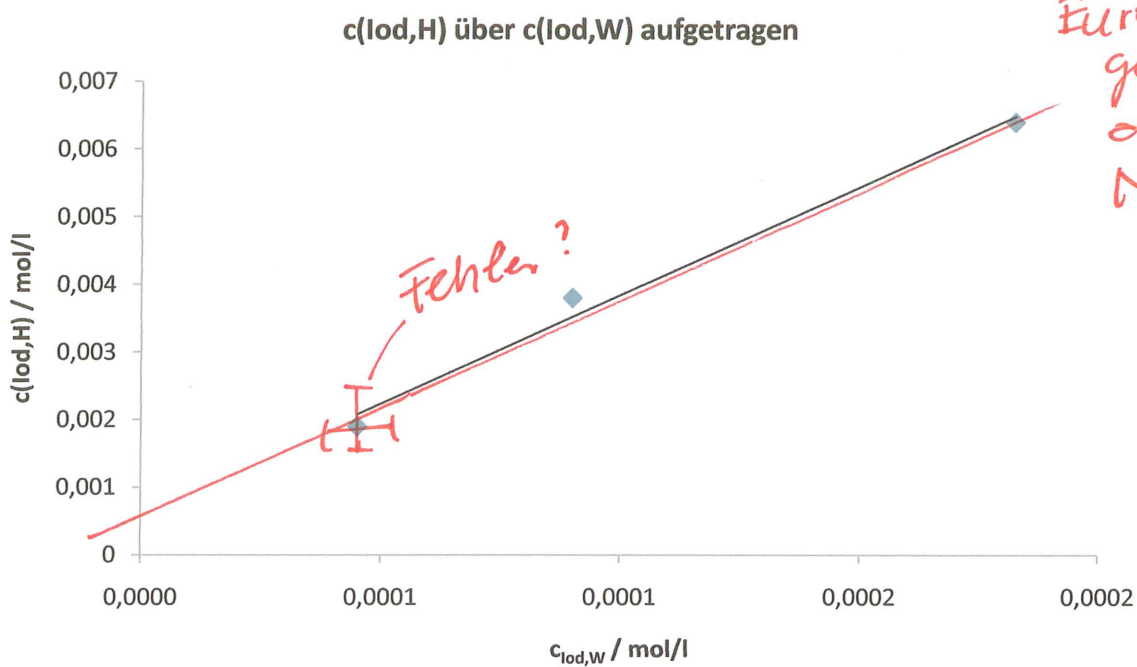
$m(I_2) / g$	$V_{Tit,W} / ml$	$V_{Tit,H} / ml$	K	ΔK
0,1	1,8	1,9	42,2	5,02
0,2	3,6	3,8	42,2	2,74
0,4	7,3	6,4	35,1	1,41

für K ergibt sich folgender Mittelwert:

$$K = 39,8 \pm 1,76$$

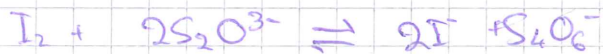
$V_{Probe,H} / ml$	5
$\Delta V_{Probe,H} / ml$	0,05
$\Delta V_{Tit,H} / ml$	0,1
$V_{Probe,W} / ml$	200
$\Delta V_{Probe,W} / ml$	0,16
$\Delta V_{Tit,W} / ml$	0,1
$c_{Tit} / mol/l$	0,01

$c_{Iod,H} / mol/l$	$c_{Iod,W} / mol/l$
0,0019	0,000045
0,0038	0,000090
0,0064	0,000183



3. Auswertung der Messergebnisse

Die Reaktionsgleichung bei der Titration lautet:



$$\Rightarrow \frac{1}{2} n_{Tit} = n_{lod}$$

$$n_{Tit} = n(Na_2S_2O_3)$$

$$n_{lod} = n(I_2)$$

Im Wasser:

$$c_{lod} = \frac{n_{lod}}{V_{probe, w}} = \frac{n_{Tit}}{2 V_{probe, w}}$$

$$= \frac{c_{Tit} \cdot V_{Tit, w}}{2 V_{probe, w}}$$

wobei $V_{Tit, w}$ das zur Neutralisation benötigte Volumen der Natriumthiosulfatlösung ist und $V_{probe, w}$ das Volumen der Probe, deren Iod-Konzentration es zu bestimmen galt.

Entsprechend im n-Bepten:

$$c_{lod} = \frac{c_{Tit} \cdot V_{Tit, lt}}{2 V_{probe, lt}}$$

Daraus ergibt sich k :

$$k = \frac{c_{lod, lt}}{c_{lod, w}} = \frac{c_{Tit} \cdot V_{Tit, lt}}{2 V_{probe, lt}} \cdot \frac{2 V_{probe, w}}{c_{Tit} \cdot V_{Tit, w}} = \frac{V_{Tit, lt} \cdot V_{probe, w}}{V_{probe, lt} \cdot V_{Tit, w}}$$

Der Fehler Δk wird mittels Größtfehlerabschätzung bestimmt.

Wir nehmen folgende Fehler an:

$$\Delta V_{Tit, lt} = \Delta V_{Tit, w} = 0,1 \text{ ml}$$

$$\Delta V_{probe, lt} = 0,05 \text{ ml}$$

$$\Delta V_{probe, w} = 0,08 \text{ ml} \cdot 2 = 0,16 \text{ ml}$$

$$\Rightarrow \Delta k = \left| \frac{\partial k}{\partial V_{Tit, lt}} \right| \Delta V_{Tit, lt} + \left| \frac{\partial k}{\partial V_{probe, w}} \right| \Delta V_{probe, w} + \left| \frac{\partial k}{\partial V_{probe, lt}} \right| \Delta V_{probe, lt} + \left| \frac{\partial k}{\partial V_{Tit, w}} \right| \Delta V_{Tit, w}$$

$$= \frac{V_{probe, w}}{V_{Tit, w} \cdot V_{probe, lt}} \cdot 0,1 \text{ ml} + \frac{V_{Tit, lt}}{V_{Tit, w} \cdot V_{probe, lt}} \cdot 0,16 \text{ ml} + \frac{V_{Tit, lt} \cdot V_{probe, w}}{V_{probe, lt}^2 \cdot V_{Tit, w}} \cdot 0,05 \text{ ml}$$

$$+ \frac{V_{Tit, lt} \cdot V_{probe, w}}{V_{probe, lt} \cdot V_{Tit, w}^2} \cdot 0,1 \text{ ml}$$

Die Ergebnisse befinden sich in der Tabelle der Messwerte.

4. Fehleranalyse und Diskussion

Die größten Fehler sind wahrscheinlich beim abmessen der verschiedenen Volumina beim Titrieren und Pipettieren entstanden. Diese haben wir mit einer Größtfehlerabschätzung in unser Ergebnis mit einbezogen.

Nicht einberechnet wurden eventuelle Verunreinigungen der Behälter und Gefäße, die die tatsächliche Konzentration der Proben beeinflussen können. Außerdem kann ungelöstes, nicht abdehantiertes Iod, welches beispielsweise an den Rändern der Glasgefäße haftet ebenfalls mit der Zeit die Konzentration beeinflussen.

Des Weiteren wird die Messung durch leichte Schwankungen des Drucks und der Umgebungstemperatur beeinflusst. Das sind Faktoren, die sich bei unserer Berechnung nicht oder nur schlecht ~~berücksichtigen~~ berücksichtigen lassen.

5. Quellen

Gerd Wedler
Lehrbuch der physikalischen Chemie 5. Auflage
Wiley-VCH
Weinheim 2005

6. Zusatzfragen

1.)

Das Verteilungs^{gleich}gewicht von Essigsäure zwischen Tetrachlorkohlenstoff (C_2) und einem anderen Stoff (C_1), der nicht mit Tetrachlorkohlenstoff mischbar ist.

Der Verteilungsquotient ist entsprechend:

$$K = \frac{C_1}{C_2}$$

Essigsäure liegt in Tetrachlorkohlenstoff dimerisiert vor, es existiert in dieser Phase ~~son~~ daher zusätzlich ein Dimerisierungsgleichgewicht.



$$\Rightarrow K_D = \frac{c[\text{CH}_3\text{COOH}]_2}{c[\text{CH}_3\text{COOH}]^2} \leftarrow \text{Exponent} = \text{Stöchiometrischer Koeffizient}$$

Das ergibt für die Konzentration der Essigsäure in Tetrachlorkohlenstoff:

$$C_2 = c[\text{CH}_3\text{COOH}]_2 + c[\text{CH}_3\text{COOH}] \Rightarrow c[\text{CH}_3\text{COOH}]_2 = C_2 - c[\text{CH}_3\text{COOH}]$$

$$\Rightarrow K_D = \frac{C_2 - c[\text{CH}_3\text{COOH}]}{c[\text{CH}_3\text{COOH}]^2} \Rightarrow c[\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{\sqrt{1 + C_2 \cdot 4 K_D} - 1}{2 K_D}$$

$$\Rightarrow K = \frac{C_1}{\frac{\sqrt{1 + C_2 \cdot 4 K_D} - 1}{2 K_D}} = \text{const}$$

Das entspricht dem Verteilungs~~quotient~~quotient von Essigsäure zwischen Tetrachlorkohlenstoff und einem anderen Stoff.

- 2) • Die Siedetemp. von Essigsäure ($T = 118^\circ\text{C}$) liegt höher wie die von Stoff-
mit ähnlichen molaren Massen und Polaritäten. Erklärung dafür ist, dass sich
zwei Essigsäuremoleküle zu einem größeren Molekül durch Wasserstoffbrücken verbinden.



- Rührt man Essigsäure auf eine Temp. unterhalb von 290K ab bilden
sich Kristalle, bei 273K liegt die Säure vollständig kristallisiert vor. Erwärmt
man sie nun wieder bis überhalb von 290K findet man einen Schmelzpunkt
bei 290K . Der Grund liegt an den Wasserstoffbrücken des Dimers. Es erfordert
eine größere Menge an Energie sie zu lösen.
- Desweiteren lässt sich die Dimerisierung von Essigsäure durch eine Untersuchung mit
einer Kernspinresonanzspektroskopie finden.

A05 Tabelle 1

m(l) / g	<u>0,1g Iod</u>	<u>0,2g Iod</u>	<u>0,4g Iod</u>
200ml Lsg → V(NaTi..)	0,101 g	0,202 g	0,402 g
5ml Lsg → V(NaTi..)	1,8 ml	3,6 ml	7,25 ml
	1,9 ml	3,8 ml	6,4 ml

<u>Messungenauigkeit</u>	<u>±-</u>
100ml Pipette	0,08ml
50ml Pipette	0,035ml
5ml Pipette	keine Angabe
Waage	0,001g

<u>Konzentration in mol/l</u>	<u>200ml Lsg</u>	<u>5ml Lsg</u>
0,1g Iod	0.442168	0.418896
0,2g Iod	0.442168	0.418896
0,4g Iod	0.436945	0.494976

Müller

Korrektur

Fehlerrechnung für $c(\text{Iod}, \text{W})$ und $c(\text{Iod}, \text{K})$:

$$c_{\text{Iod}, \text{K}} = \frac{c_{\text{Tit}} \cdot V_{\text{Tit}, \text{K}}}{2 V_{\text{probe}, \text{K}}} \quad \text{für n-Heptan:}$$

$$\Rightarrow \Delta c_{\text{Iod}, \text{K}} = \left| \frac{\partial c_{\text{Iod}, \text{K}}}{\partial V_{\text{Tit}, \text{K}}} \right| \cdot \Delta V_{\text{Tit}, \text{K}} + \left| \frac{\partial c_{\text{Iod}, \text{K}}}{\partial V_{\text{probe}, \text{K}}} \right| \cdot \Delta V_{\text{probe}, \text{K}}$$

$$= \frac{c_{\text{Tit}}}{2 V_{\text{probe}, \text{K}}} \Delta V_{\text{Tit}, \text{K}} + \frac{c_{\text{Tit}} \cdot V_{\text{Tit}, \text{K}}}{2 V_{\text{probe}, \text{K}}^2} \Delta V_{\text{probe}, \text{K}}$$

entsprechend in Wasser:

$$\Delta c_{\text{Iod}, \text{W}} = \frac{c_{\text{Tit}}}{2 V_{\text{probe}, \text{W}}} \Delta V_{\text{Tit}, \text{W}} + \frac{c_{\text{Tit}} \cdot V_{\text{Tit}, \text{W}}}{2 V_{\text{probe}, \text{W}}^2} \Delta V_{\text{probe}, \text{W}}$$

$$\text{mit } \Delta V_{\text{Tit}, \text{K}} = \Delta V_{\text{Tit}, \text{W}} = 0,1 \text{ ml}$$

$$\Delta V_{\text{probe}, \text{K}} = 0,05 \text{ ml}$$

$$\Delta V_{\text{probe}, \text{W}} = 0,16 \text{ ml}$$

Die berechneten Fehler befinden sich in der angehängten Tabelle inkl. neuem Diagramm.

Messwerte und Auswertung

$m(I_2) / g$	$V_{Tit,W} / ml$	$V_{Tit,H} / ml$	K	ΔK
0,1	1,8	1,9	42,2	5,02
0,2	3,6	3,8	42,2	2,74
0,4	7,3	6,4	35,1	1,41

für K ergibt sich folgender Mittelwert:

$$K = 39,8 \pm 1,76$$

$V_{Probe,H} / ml$	5
$\Delta V_{Probe,H} / ml$	0,05
$\Delta V_{Tit,H} / ml$	0,1
$V_{Probe,W} / ml$	200
$\Delta V_{Probe,W} / ml$	0,16
$\Delta V_{Tit,W} / ml$	0,1
$c_{Tit} / mol/l$	0,01

$c_{Iod,H} / mol/l$	$\Delta c_{Iod,H} / mol/l$	$c_{Iod,W} / mol/l$	$\Delta c_{Iod,W} / mol/l$
0,0019	0,000119	0,000045	0,000002536
0,0038	0,000138	0,000090	0,000002572
0,0064	0,000164	0,000183	0,000002646

$c(Iod,H)$ über $c(Iod,W)$ aufgetragen

