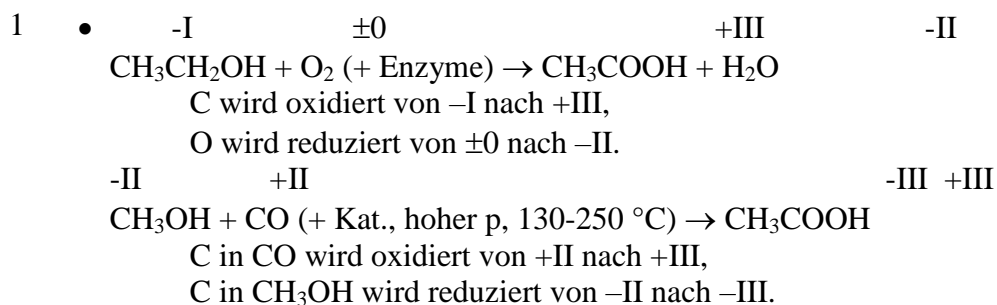


Abi 2008 - Teile aus Aufgabe 1-Lösung



•
$$K_C = \frac{c(CH_3COOH)}{c(CH_3OH) \cdot c(CO)}$$

nach LE CHATELIER muss bei hohem Druck gearbeitet werden,
 weil die Bildung der Essigsäure
 unter Volumenverminderung (Druckabnahme!) abläuft.
 Hoher Druck begünstigt daher
 die druckmindernde Reaktion.

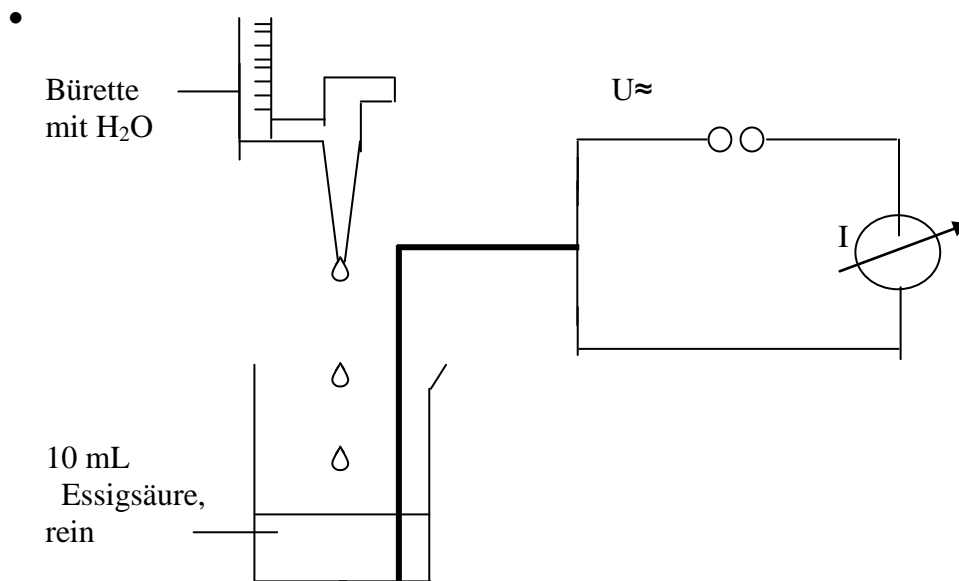
Ferner muss nach LE CHATELIER bei niedriger Temperatur gear- beitet
 werden,

weil die Bildung der Essigsäure
 mit $-121 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ exotherm abläuft.
 Niedrige Temperatur begünstigt daher
 die Wärme liefernde Reaktion.

Der Katalysator

beschleunigt die Einstellung des Gleichgewichts.

2



- Reine Essigsäure liegt undissoziiert als Dimeres vor.
 - Leitfähigkeit = Null, da keine Ionen vorliegen.
- Zugabe von Wasser: Essigsäure dissoziiert.
 - Leitfähigkeit steigt stark an, da H_3O^+ - und CH_3COO^- -Ionen vorliegen.
- Ab Erreichen des Gleichgewichtszustandes werden keine weiteren Ionen mehr gebildet.
 - Leitfähigkeit steigt nicht mehr an, da die maximale Ionenkonzentration erreicht wurde.
- Weiteres Wasser wird zugegeben.
 - Leitfähigkeit sinkt wieder in Folge des Verdünnungseffekts.

- 3
- In 1000 mL 1 m NaOH ist 1 Mol NaOH enthalten.
In 1 mL 1 m NaOH ist 0,001 Mol NaOH enthalten.
In 15,3 mL 1 m NaOH sind 0,0153 Mol NaOH enthalten.

15,3 mL 1 m NaOH neutralisieren 20 mL Speiseessig.
In 20 mL Speiseessig sind 0,0153 Mol H_3O^+ enthalten.
In 1 mL Speiseessig sind 0,000765 Mol H_3O^+ enthalten.
In 1000 mL Speiseessig sind 0,765 Mol H_3O^+ enthalten.
Der Speiseessig ist also bezüglich der Essigsäure 0,765-molar.

Massenanteil an Essig im Speiseessig: $w = 4,5 \%$
→ Von 1000 g Essig entfallen 45 g auf Essigsäure.

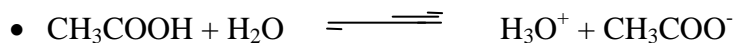
$$\begin{aligned} M(\text{CH}_3\text{COOH}) &= 2 \cdot 12 \text{ g} + 2 \cdot 16 \text{ g} + 4 \cdot 1 \text{ g} \\ &= 24 \text{ g} + 32 \text{ g} + 4 \text{ g} \\ &= 60 \text{ g} \end{aligned}$$

60 g Essigsäure \triangleq 1 Mol Essigsäure

1 g Essigsäure \triangleq 1/60 Mol Essigsäure

45 g Essigsäure \triangleq 45/60 Mol Essigsäure = 0,75 Mol Essigsäure

Die Titration ergab, dass die Essigsäure 0,765-molar ist. Dieses Ergebnis stimmt gut mit der Angabe des Herstellers überein. Um-gekehrt ergibt sich mit 0,765 m Essigsäure ein Massenanteil an Essig von $w = 4,59 \%$, was ebenfalls eine weitgehende Übereinstimmung bedeutet.



4 VP

$$K_S = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 1,74 \cdot 10^{-5}; \quad \text{p}K_S(\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,76$$

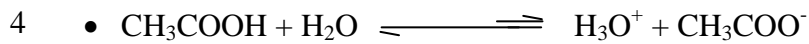
Weil Essigsäure nur eine schwache Säure ist, gilt:

$$\begin{aligned} [\text{H}_3\text{O}^+] &= \sqrt{K_S \cdot [\text{CH}_3\text{COOH}]} \\ \text{pH} &= \frac{1}{2} \cdot (\text{p}K_S - \lg c_0(\text{CH}_3\text{COOH})) \\ &= \frac{1}{2} \cdot (4,76 - \lg 0,765) \\ &= \frac{1}{2} \cdot (4,76 - (-0,12)) \\ &= \frac{1}{2} \cdot 4,88 \\ &= \underline{\underline{2,44}} \end{aligned}$$

Anders als die schwache Essigsäure liegt die starke Salzsäure vollständig dissoziiert vor.

$$\begin{aligned} c(\text{HCl}) &= c(\text{H}_3\text{O}^+) = 0,765 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ \text{pH} &= -\lg 0,765 = \underline{\underline{0,12}} \end{aligned}$$

Die Differenz der pH-Werte trotz gleicher Ausgangskonzentration erklärt sich über die unterschiedlichen Säurestärken.



Zugabe von Natriumacetat erhöht die Konzentration von CH_3COO^- auf der Produktseite.

Nach LE CHATELIER wird durch Zugabe von H_3O^+ die CH_3COO^- -Konzentration wieder erniedrigt durch Verschiebung des Gleichgewichts auf die Seite der undissoziierten Essigsäure. Zugegebene H_3O^+ -Ionen werden somit aus dem Gleichgewicht entfernt.

Nach LE CHATELIER werden zugegebene OH^- -Ionen entfernt durch Reaktion mit undissoziierten Essigsäuremolekülen gemäß $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{COO}^-$.

- Ein Puffer arbeitet am besten, wenn die schwache Säure und ihre konjugierte Base äquimolar vorliegen.

$$\begin{aligned} M(\text{CH}_3\text{COONa}) &= 2 \cdot 12 \text{ g} + 3 \cdot 1 \text{ g} + 2 \cdot 16 \text{ g} + 23 \text{ g} \\ &= 24 \text{ g} + 3 \text{ g} + 32 \text{ g} + 23 \text{ g} \\ &= 82 \text{ g} \end{aligned}$$

$$82 \text{ g CH}_3\text{COONa} \triangleq 1 \text{ Mol CH}_3\text{COONa}$$

$$1 \text{ g CH}_3\text{COONa} \triangleq 1/82 \text{ Mol CH}_3\text{COONa}$$

$$6,15 \text{ g CH}_3\text{COONa} \triangleq 6,15/82 \text{ Mol CH}_3\text{COONa}$$

$$= 0,075 \text{ Mol CH}_3\text{COONa}$$

In 100 mL der 0,75 m Essigsäure sind 0,075 Mol CH_3COOH enthalten. Somit gilt:

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = n(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0,075 \text{ Mol (äquimolar!).}$$

Berechnung der $[\text{H}_3\text{O}^+]$ im Puffersystem:

$$K_S = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_S \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

Da der Puffer äquimolar ist, also $[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{CH}_3\text{COO}^-]$, gilt:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_S$$

$$\text{pH} = \text{p}K_S$$

$$\text{pH} = \underline{\underline{4,76}}$$