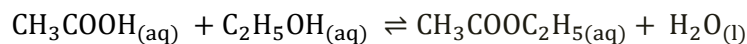


Arbeitsblatt – Chemisches Gleichgewicht

1) Beschreibe in eigenen Worten, was das Prinzip von Le Chatelier aussagt.

Aus Carbonsäuren und Alkoholen entstehen unter Wasserabspaltung Ester. Diese Reaktion ist umkehrbar (reversibel), sodass ein Ester durch Zugabe von Wasser wieder in die Carbonsäure und in den Alkohol gespalten wird.



2) Stelle das Massenwirkungsgesetz zu der Reaktion auf und begründe, welche Auswirkungen die folgenden Bedingungen auf das Gleichgewicht haben.

MWG:

a) Zugabe von Edukt: _____

b) Zugabe von Produkt: _____

c) Zugabe eines Katalysators _____

Bei der Reaktion von 3 mol $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$ (Ethansäure) mit 3 mol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{aq})}$ (Ethanol) bilden sich bei Raumtemperatur (25°C) 2 mol Wasser und 2 mol $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5_{(\text{aq})}$.

3) Berechne die Gleichgewichtskonstante K_c mit Hilfe des in Aufgabe 2 aufgestellten Massenwirkungsgesetzes. (Tipp: Stoffmenge = Konzentration, da konstantes Volumen $\rightarrow K_c = K_n$!) Begründe anschließend auf welcher Seite das Gleichgewicht sich befindet!

1 Didaktischer Kommentar zum Schülerarbeitsblatt

Anhand des Arbeitsblattes sollen die SuS mittels einer Gleichgewichtsreaktion, das Massenwirkungsgesetz aufstellen und das Prinzip von Le Chatelier anwenden. In Aufgaben 1 soll das Prinzip von Le Chatelier mit eigenen Worten beschrieben und in Aufgabe 2 an einer bestimmten Gleichgewichtsreaktion angewendet werden.

In Aufgabe 3 soll die Gleichgewichtskonstante ermittelt und anschließend begründet werden, auf welcher Seite sich das Estergleichgewicht befindet. Das Arbeitsblatt kann nachdem das Prinzip von Le Chatelier und die Grundlagen des chemischen Gleichgewichts erarbeitet wurden, jederzeit verteilt werden. Es kann aber auch am Ende des Themengebietes, um den gelernten Stoff zu festigen und zu wiederholen, eingesetzt werden.

1.1 Erwartungshorizont (Kerncurriculum)

Das Arbeitsblatt fördert mit den Aufgaben 1-3 folgende Kompetenzen in den Bereichen Fachwissen, Erkenntnisgewinnung und Kommunikation:

Fachwissen: Die SuS beschreiben, dass Katalysatoren die Einstellung des chemischen Gleichgewichts beschleunigen und beschreiben das Prinzip von Le Chatelier und wenden es an. Außerdem formulieren sie das Massenwirkungsgesetz und können anhand der Gleichgewichtskonstanten Aussagen zur Lage des Gleichgewichts machen.

Erkenntnisgewinnung: Die SuS übertragen chemische Sachverhalte in mathematische Darstellungen und umgekehrt. Sie sollen Gleichgewichtskonstanten in wässrigen Lösungen berechnen.

Kommunikation: Die SuS argumentieren mithilfe des Massenwirkungsgesetzes.

Aufgabe 1: Bei Aufgabe 1 sollen die SuS in eigenen Worten das Prinzip vom kleinsten Zwang (Prinzip von Le Chatelier) beschreiben. Es handelt sich hierbei um eine Aufgabe im Anforderungsbereich I. Es wird lediglich bekanntes Wissen wiedergegeben.

Aufgabe 2: In der Aufgabe 2 sollen die SuS die Erkenntnisse nutzen, um zu begründen, in welche Richtung sich das Gleichgewicht verschiebt, wenn auf das chemische Reaktionssystem ein äußerer Zwang ausgeübt wird. Dazu dient als Beispiel das Estergleichgewicht von Ethanol mit Ethansäure (Essigsäure). Außerdem soll für die Reaktion das Massenwirkungsgesetz aufgestellt werden.

Aufgabe 3: In dieser Aufgabe sollen die SuS konkret die Gleichgewichtskonstante K berechnen. Die Berechnungen können vereinfacht werden, indem statt der Konzentration die Stoffmengen in das Massenwirkungsgesetz eingesetzt werden, da die Volumina bei der Reaktion konstant sind. Anschließend soll begründet werden, auf welcher Seite sich das Gleichgewicht befindet.

1.2 Erwartungshorizont (Inhaltlich)

Aufgabe 1: Wenn auf ein im Gleichgewicht befindliches chemisches Reaktionssystem ein äußerer Zwang beispielsweise durch Temperatur-, Konzentrations- oder Druckänderung ausgeübt wird, so verschiebt sich das Gleichgewicht so, dass es dem Zwang ausweicht.

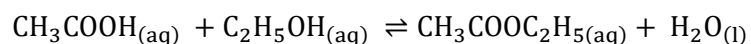
Aufgabe 2: Das Massenwirkungsgesetz für die Gleichgewichtsreaktion lautet:

$$K_c = \frac{c(\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5(\text{aq})) \cdot c(\text{H}_2\text{O}(\text{l}))}{c(\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})) \cdot c(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{aq}))}$$

- Bei Zugabe von Edukten verschiebt sich das Gleichgewicht laut des Prinzips von Le Chatelier auf die Seite der Produkte.
- Bei Zugabe von Produkten verschiebt sich das Gleichgewicht auf die Seite der Edukte
- Katalysatoren haben zwar auf die Gleichgewichtskonstante K keinen Einfluss und damit auf die Lage des Gleichgewichts. Dennoch bewirken sie, dass sich das Gleichgewicht schneller einstellt.

Anmerkung für Lehrkräfte: Als Katalysator bei dieser Reaktion eignet sich beispielsweise Schwefelsäure.

Aufgabe 3: Die Reaktion ist mit Anfangsstoffmenge n_0 und Stoffmenge n_{GG}



n_0	3 mol	3 mol		0 mol	0 mol
n_{GG}	(3-2) mol	(3-2) mol		2 mol	2 mol

Laut des Tipps ist die Konzentration gleich der Stoffmenge bei konstanten Volumina. Es folgt:

$$K_n = \frac{n(\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5(\text{aq})) \cdot n(\text{H}_2\text{O}(\text{l}))}{n(\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})) \cdot n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{aq}))} = \frac{2 \text{ mol} \cdot 2 \text{ mol}}{1 \text{ mol} \cdot 1 \text{ mol}} = 4$$

Das Estergleichgewicht liegt auf der rechten Seite, da $K \gg 1$ ist.