

WAS KÖNNEN SIE (SCHON)? CHEMISCHES GLEICHGEWICHT

- Machen Sie sich zunächst alleine Gedanken über Ihre Fähigkeiten und kreuzen Sie an.
- Die Punkte, die Sie nur mit (sehr) unsicher eingeschätzt haben, sollten Sie mit Hilfe der Fördermaßnahmen in der Spalte „Schau nach“ aufarbeiten.
- Weitergehend können Sie auch Mitschüler oder den Lehrer befragen.
- Bearbeiten Sie die Aufgaben auf der Rückseite, um ihre Einschätzungen zu überprüfen.

Ich kann ...		sicher	zieml. sicher	unsicher	sehr unsicher	Schauen Sie nach
1	vom Namen einer organischen Verbindung auf deren Struktur schließen und die Strukturformel der Verbindung zeichnen.					S. 11
2	funktionelle Gruppen in organischen Molekülen erkennen.					S. 12 B3
3	stöchiometrische Berechnungen anstellen.					S. 14/15 Übersichts- blatt
4	Beispiele für Reaktionen und ihre Umkehrreaktion nennen.					S. 60, Heft
5	eine Reaktionsgleichung für eine Veresterungsreaktion und die Esterhydrolyse angeben.					S. 13 B6, S. 58, Heft
6	die Einstellung eines chemischen Gleichgewichtes an einem Beispiel beschreiben.					Heft, S. 58/59
7	ein Modellexperiment zur Gleichgewichtseinstellung beschreiben und interpretieren..					Heft, S. 61
8	für ein Gleichgewicht das Massenwirkungsgesetz formulieren.					S. 62, 63
9	angeben, von welchen Parametern die Gleichgewichtskonstante abhängt.					S. 62, 68/69
10	den Wert der Gleichgewichtskonstanten berechnen, wenn ich die Reaktionsgleichung und die Gleichgewichtskonzentrationen kenne.					S. 64, 65
11	das Prinzip von Le Chatelier in einem verständlichen Satz formulieren.					S. 70, Heft
12	das Prinzip von Le Chatelier zur Beurteilung der Auswirkung von Konzentrations-, Druck- und Temperaturänderungen anwenden.					S.70
13	Faktoren nennen, die die Gleichgewichtseinstellung bei der Ammoniak-Synthese beeinflussen.					S.73ff
14	Vorschläge zur technischen Problemlösung bei der Ammoniaksynthese beurteilen.					S.73ff
15	die gesellschaftliche Bedeutung der Ammoniak-Synthese erläutern.					S.73ff

Aufgaben zur Überprüfung

1. Geben Sie die Strukturformeln von Methan, Methanol, Methansäure, Ethan, Ethanol, Ethansäure und Methansäureethylester und Ethansäureethylester an. (1) Kennzeichnen Sie evtl. auftretende funktionelle Gruppen und benennen Sie diese. (2)
2. Geben Sie die Massen von 0,2 mol Ethanol und 0,4 mol Ethansäure an. (3)
3. Berechnen Sie, wie viel Gramm Ethansäure benötigt werden, um 100 mL einer Lösung der Konzentration 0,1 mol/L herzustellen. (3)
4. Geben Sie die Reaktionsgleichungen für zwei Reaktionen an, die umkehrbar sind. Geben Sie jeweils die dazu nötigen Bedingungen an. (4)
5. Geben Sie die Reaktionsgleichung für die Reaktion von Essigsäure mit Ethanol an. (5)
6. Bedeutet Gleichgewichtszustand, dass sämtliche Aktivität auf molekularer Ebene aufgehört hat? Wenn nicht, was bedeutet Gleichgewicht dann? (6)
7. Eine Gleichgewichtskonstante sei sehr viel kleiner als 1. Was sagt dies über die Lage des Gleichgewichtes aus?
8. Formulieren Sie für die folgenden Reaktionen jeweils das Massenwirkungsgesetz. (8)
 - a.) $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2 \text{HI}$
 - b.) $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{O}$
 - c.) $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3$
 - d.) $2 \text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$
 - e.) $\text{PBr}_3 + \text{Br}_2 \rightleftharpoons \text{PBr}_5$
9. Für das Gleichgewicht $\text{PCl}_3 (\text{g}) + \text{Cl}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_5 (\text{g})$ beträgt K bei 250 °C 24,0 l/mol. Berechnen Sie K für das Gleichgewicht $\text{PCl}_5 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3 (\text{g}) + \text{Cl}_2 (\text{g})$ bei gleicher Temperatur. (10)
10. Erläutern Sie die Vorteile und die Nachteile von hohem Druck und niedriger Temperatur bei der Ammoniaksynthese anhand einer Reaktionsgleichung. (12, 13)
11. Bei 450 °C und 30 MPa beträgt der Ammoniak-Gehalt im Gleichgewichtszustand 38%. (14)
 - a.) Erläutern Sie, wie man trotzdem zu einer vollständigen Umsetzung des Synthesegases kommt.
 - b.) Beim großtechnischen Verfahren liegen nach einem Durchgang durch den Reaktor nur etwa 15 % Ammoniak im Gasgemisch vor. Begründen Sie, warum man die Gleichgewichtseinstellung nicht abwartet.
 - c.) Beschreiben Sie die gesellschaftliche Bedeutung der Ammoniak-Synthese.

Lösungen

1.

Methan:		Methanol:		Methansäure:	
Ethan:		Ethanol:		Ethansäure:	
		Methansäureethylester:		Ethansäureethylester:	

$$1. \quad n(\text{Ethanol}) = 0,2 \text{ mol}; \quad M(\text{Ethanol}) = 46 \text{ g/mol} \quad m = n \cdot M = 9,2 \text{ g}$$

$$n(\text{Ethansäure}) = 0,4 \text{ mol} \quad M(\text{Ethansäure}) = 60 \text{ g/mol} \quad m = n \cdot M = 24 \text{ g}$$

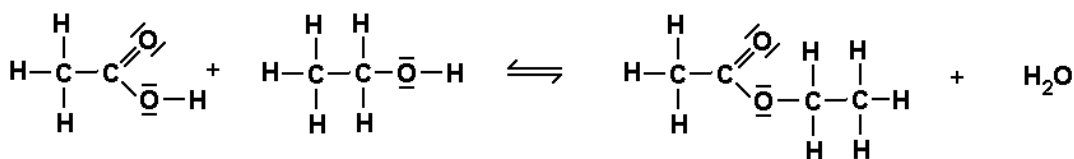
$$2. \quad V = 100 \text{ mL}, c = 0,1 \text{ mol/L}$$

$$n = c \cdot V = 0,1 \text{ mol/L} \cdot 0,1 \text{ L} = 0,01 \text{ mol} \quad m = n \cdot M = 0,6 \text{ g}$$

3. $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \quad \Delta_r H < 0$ Ammoniak und Chlorwasserstoff reagieren bei Raumtemperatur von alleine miteinander, Ammoniumchlorid lässt sich bei hohen Temperaturen (erhitzen) in Ammoniak und Chlorwasserstoff spalten.

$\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ Unter erhöhtem Druck entstehen Hydrogencarbonat- und Oxonium-Ionen. Erniedrigt man den Druck, so bildet sich wieder Kohlenstoffdioxid und Wasser.

4. Essigsäure + Ethanol $\rightleftharpoons$ Essigsäureethylester + Wasser



5. Hin- und Rückreaktion laufen gleich schnell ab.

6. Es hat fast nichts reagiert; es liegen viel mehr Edukte als Produkte vor.

$$7. \quad K = \frac{c_{\text{HI}}^2}{c_{\text{H}_2} \cdot c_{\text{I}_2}} \quad K = \frac{c_{\text{H}_2\text{O}}^2}{c_{\text{H}_2}^2 \cdot c_{\text{O}_2}} \quad K = \frac{c_{\text{SO}_3}^2}{c_{\text{SO}_2}^2 \cdot c_{\text{O}_2}} \quad K = \frac{c_{\text{N}_2\text{O}_4}}{c_{\text{NO}_2}^2} \quad K = \frac{c_{\text{PBr}_3}}{c_{\text{PBr}_5} \cdot c_{\text{Br}_2}}$$

$$8. \quad K = \frac{c_{\text{PCl}_5}}{c_{\text{PCl}_3} \cdot c_{\text{Cl}_2}} = 24 \text{ L/mol} \text{ mit } K' = 1/K = 1/24 \text{ mol/l}$$

9. Ammoniaksynthese $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta_r H < 0$, exotherm

hoher Druck begünstigt die volumenvermindernde Reaktion, also die Bildung von Ammoniak (NH_3)

niedrige Temperaturen begünstigen die exotherme Reaktion, also die Bildung von Ammoniak (NH_3)

10. a) Das im sich einstellenden Gleichgewicht gebildete Ammoniakgas wird abgetrennt, die noch vorhandenen Edukte (Wasserstoff und Stickstoff) werden erneut zur Reaktion gebracht. (Prinzip von LE CHATELIER: Stoffwegnahme begünstigt die Stoffbildende Reaktion)
- b) Trotz Einsatz eines Katalysators dauert die Einstellung des Gleichgewichtszustands relativ lange. Das Abwarten der Gleichgewichtseinstellung würde zu viel Zeit in Anspruch nehmen und die Produktivität senken. Somit entnimmt man dem Reaktionsgemisch schon vor der vollständigen Einstellung des Chemischen Gleichgewichts das entstandene Ammoniakgas. Das noch nicht reagierte Gasgemisch wird einer erneuten Reaktion zugeführt.
- c) Ammoniak ist die Grundchemikalie für Herstellung von Stickstoff-Düngern, die den Ertrag pro Fläche in der Landwirtschaft extrem steigern. Nur durch Einsatz von Düngemitteln kann der weltweite Bedarf an Nahrungsmitteln einigermaßen gedeckt werden. Außerdem ist Ammoniak Grundchemikalie zur Herstellung von Sprengstoffen.