

KULTUSMINISTERIUM DES LANDES SACHSEN-ANHALT



Abitur
Januar/Februar 2002

Chemie
(Grundkurs)

Einlesezeit: 30 Minuten
Bearbeitungszeit: 210 Minuten

Thema 1

Chemie im Alltag

Thema 2

Reaktionen von Kohlenwasserstoffen

Thema 3

Kohlenstoffdioxid

Thema 1: Chemie im Alltag

1 Chemie in Küche und Bad

1.1 Auf Silber bildet sich ein schwarzer Belag, der oft aus Silber(I)-sulfid besteht. Das „angelaufene“ Silber lässt sich reinigen, indem man die Silbergegenstände auf Aluminiumfolie in eine Schüssel mit heißer Kochsalz-Lösung legt.

Erklären Sie umfassend das Prinzip dieser Reinigung.
Formulieren Sie Reaktionsgleichungen für die ablaufenden Reaktionen.

1.2 Im Sanitärbereich beseitigt man Kalkstein (CaCO₃) mit Reinigern, die Natriumhydrogensulfat enthalten.

Erklären Sie die Wirkung eines solchen Reinigers.
Stellen Sie die Reaktionsgleichungen auf und geben Sie jeweils begründet die Reaktionsart an.

Viele Feinseifen zur Körperpflege enthalten das Natriumsalz der Palmitinsäure (Hexadecansäure) und verschiedene Zusatzstoffe.

Experiment

- Prüfen Sie eine Seifen-Lösung mit Universalindikator.
- Lösen Sie einige Seifenflocken zum einen in destilliertem Wasser und zum anderen in Leitungswasser. Schütteln Sie kräftig. (Leitungswasser enthält Calcium-Ionen als Härtebildner.)
- Versetzen Sie 2 – 3 mL Seifen-Lösung mit 2 – 3 Tropfen verdünnter Chlorwasserstoffsäure und schütteln Sie die Lösung. Geben Sie dann 2 – 3 Tropfen verdünnter Natriumhydroxid-Lösung dazu und schütteln Sie nochmals.

Erklären Sie Ihre Beobachtungen unter Einbeziehung des nachfolgenden Schemas. Leiten Sie Nachteile von Seifen ab.

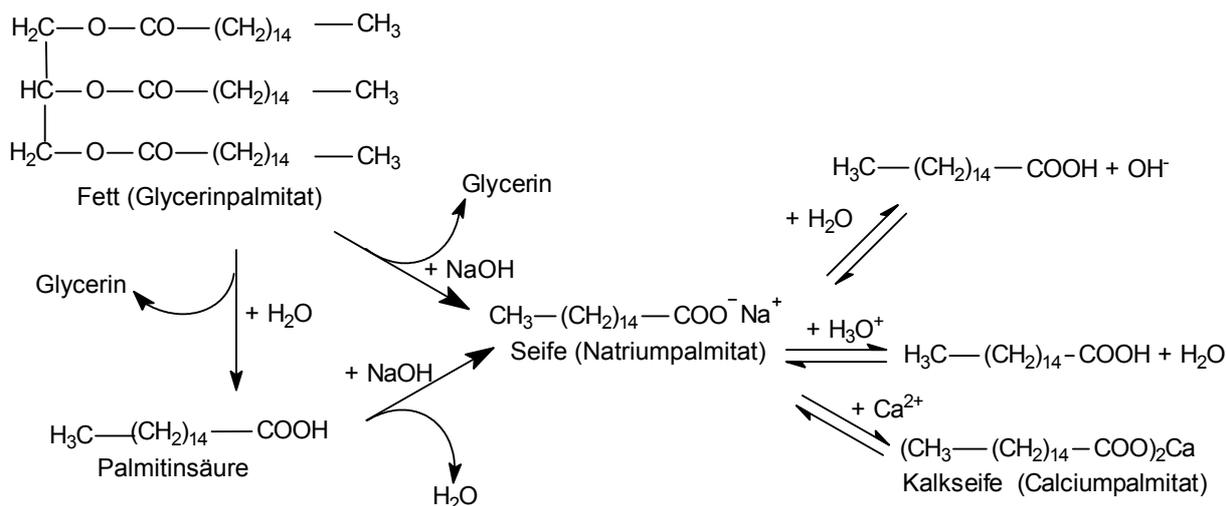


Abb. 1.1: Schematische Darstellung der Synthese und wichtiger Reaktionen von Seife

- 1.3 In modernen Waschmitteln helfen Enzyme als Biokatalysatoren u. a. beim Entfernen von eiweißhaltigen Anschmutzungen. Dabei werden große wasserunlösliche Eiweißmoleküle in kleinere Moleküle gespalten, die anschließend leicht aus dem Gewebe auszuwaschen sind.

Beschreiben Sie die allgemeine Wirkungsweise eines Katalysators.

Interpretieren Sie die Abb. 1.2 „Restaktivität von Proteasen in Abhängigkeit von Temperatur und Zeit“ und leiten Sie daraus eine Anforderung für den Einsatz von Enzymen in Waschmitteln ab.

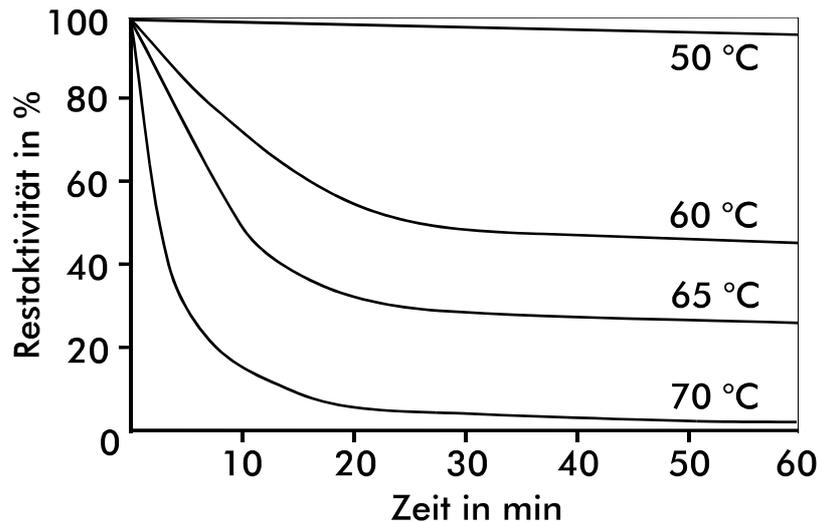


Abb. 1.2: Restaktivität von Proteasen in Abhängigkeit von Temperatur und Zeit

2 Chemie in der Hausapotheke

- 2.1 Ascorbinsäure $C_6H_8O_6$ (Vitamin C) hat vielfältige Aufgaben im Organismus. Eine Vitamin C-Tablette wird in 200 mL Wasser gelöst. Zur Neutralisation von 20 mL dieser Lösung werden 11,35 mL Natriumhydroxid-Lösung ($c = 0,01 \text{ mol/L}$) verbraucht. Vereinfacht gelte: $C_6H_8O_6 + NaOH \rightleftharpoons C_6H_7O_6Na + H_2O$

Berechnen Sie den Gehalt an Vitamin C in einer Tablette.

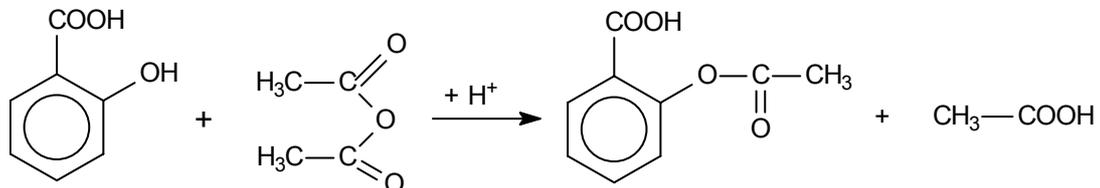
- 2.2 Die Reaktionsfähigkeit der Carboxylgruppe bestimmt das chemische Verhalten der Carbonsäuren.

Erklären Sie diese Tatsache am Beispiel der Reaktion einer Carbonsäure mit Ethanol und der Reaktion einer Carbonsäure-Lösung mit Natriumhydroxid-Lösung.

Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen und vergleichen Sie die beiden Reaktionen.

- 2.3 Seit seiner Entdeckung vor ca. 100 Jahren durch den deutschen Chemiker Felix HOFFMANN ist Aspirin (Acetylsalicylsäure) das bis heute meistverkaufte Schmerzmittel der Welt.

Aspirin wird aus Salicylsäure (2-Hydroxybenzoesäure) durch Reaktion mit Ethansäureanhydrid unter Zugabe von konzentrierter Schwefelsäure hergestellt.



Begründen Sie den Einsatz der Schwefelsäure.

Ordnen Sie Aspirin verschiedenen Stoffklassen zu.

In einem Labor werden 2 g Salicylsäure und 4 mL Ethansäureanhydrid zur Reaktion gebracht.

Berechnen Sie die Masse an Aspirin im chemischen Gleichgewicht ($K_C = 3,39$).

3 Chemie und Umwelt

Bei der Müllverbrennung können unter anderem als Luftschadstoffe Schwefeldioxid, Chlorwasserstoff und Stickstoffoxide entstehen. Sie sind Hauptverursacher des sauren Regens.

Geben Sie drei Reaktionsgleichungen für die Entstehung des sauren Regens am Beispiel der genannten Luftschadstoffe an.

Beschreiben Sie die schädigende Wirkung des sauren Regens an einem selbst gewählten Beispiel.

Saurer Regen und mineralische Düngemittel wie Ammoniumnitrat können eine Versauerung des Bodens verursachen.

Berechnen Sie den pH-Wert einer Ammoniumnitrat-Lösung mit einer Konzentration von $c = 0,1 \text{ mol/L}$.

Thema 2: Reaktionen von Kohlenwasserstoffen

1 Kettenförmige Kohlenwasserstoffe

1.1 Ethan, Ethen und Ethin können durch Cracken hergestellt werden.

Beschreiben Sie dazu die unterschiedlichen Verfahrensweisen.

Stellen Sie für das Cracken von Decan eine mögliche Reaktionsgleichung auf, sodass Alkane, Alkene und Alkine als Endprodukte entstehen.

1.2 Ethin kann großtechnisch unterschiedlich hergestellt werden. Eine Möglichkeit ist die Herstellung aus Calciumoxid (Branntkalk) und Kohlenstoff (Koks) im elektrischen Lichtbogen, wobei zunächst Kohlenstoffmonooxid und Calciumcarbid (CaC_2) entstehen. Letzteres reagiert mit Wasser zu Ethin und Calciumhydroxid. Eine zweite Möglichkeit ist die Gewinnung von Ethin aus dem Methan des Erdgases, das ebenfalls im elektrischen Lichtbogen zur Reaktion gebracht wird. Es entsteht neben Ethin noch Wasserstoff.

Stellen Sie für beide Möglichkeiten die Reaktionsgleichungen auf und berechnen Sie die molaren Standardreaktionsenthalpien.

Geben Sie eine begründete Vermutung dafür an, dass die Herstellung auf der Grundlage von Erdgas heute bevorzugt wird.

1.3 Methan bildet verschiedene Chlorderivate.

Beschreiben Sie den Reaktionsmechanismus zur Bildung von Monochlormethan.

Die technische Chlorierung von Methan erfolgt in einem Strömungsreaktor bei einer Temperatur von $\vartheta \approx 440 \text{ }^\circ\text{C}$. Zur Weiterführung der Chlorierung wird das Restgas bestehend aus Methan und Monochlormethan erneut als Kreislaufgas in den Reaktor zurückgeführt.

Bestimmen Sie aus der Abbildung 2.1 „Ausbeuten an Chlorierungsprodukten in Abhängigkeit vom Stoffmengenverhältnis von Chlor zu Methan“ das optimale Stoffmengenverhältnis von Chlor zu Methan zur Bildung von Dichlormethan.

Geben Sie die Zusammensetzung des Reaktionsgemisches für diesen Fall an. Nennen Sie eine Möglichkeit zur Trennung des Produktgemisches sowie einen Verwendungszweck für ein Chlorderivat des Methans.

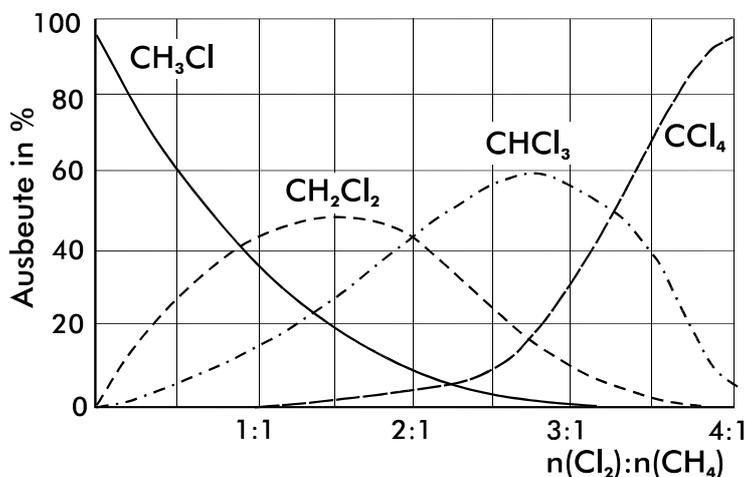


Abb. 2.1: Ausbeuten an Chlorierungsprodukten in Abhängigkeit vom Stoffmengenverhältnis Chlor zu Methan

2 Sauerstoffderivate der Alkane und ihre Reaktionen

2.1 **Experiment**

Sie erhalten in mit A, B und C gekennzeichneten Reagenzgläsern Stoffproben von Ethanol, Ethanal und Propansäure.

Erstellen Sie einen Plan zur experimentellen Bestimmung der Stoffe, wobei Ihnen zum Nachweis neben den Stoffen A, B und C nur Lösungen von Universalindikator, Schwefelsäure, Ammoniak und Silbernitrat zur Verfügung stehen.

Führen Sie nur die notwendigen Experimente unter Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen durch. Werten Sie Ihre Beobachtungen in einem Protokoll aus.

2.2 Die pH-Wert-Messung einer Ethansäure- und einer Natriumethanoat-Lösung ergibt unterschiedliche Werte.

Begründen Sie diese Aussage unter Angabe der Reaktionsgleichungen.

Berechnen Sie die Konzentration einer Ethansäure-Lösung mit dem pH-Wert von 3,5. Erklären Sie die Wirkungsweise eines Gemisches gleicher Volumina gleichkonzentrierter Lösungen von Ethansäure und Natriumethanoat (Natriumacetat) gegenüber Lösungen, die Oxonium-Ionen (Hydronium-Ionen) oder Hydroxid-Ionen enthalten.

3 Reaktionen ringförmiger Kohlenwasserstoffe und ihrer Derivate

3.1 Sowohl Benzol als auch Cyclohexen reagieren mit Chlorgas.

Zur Reaktion von Benzol mit Chlorgas ist Aluminiumchlorid notwendig und das Reaktionsgemisch wird schwach erhitzt.

Formulieren Sie für die genannten Reaktionen je eine chemische Gleichung unter Verwendung von Strukturformeln und geben Sie Unterschiede beider Reaktionen an.

3.2 Ein Gemisch aus Hydroxybenzol (Phenol) und Wasser ist trüb und hat einen pH-Wert von 5,5. Bei Zugabe von Natriumhydroxid-Lösung verschwindet die Trübung.

Erklären Sie diese Sachverhalte.

Thema 3: Kohlenstoffdioxid

1 Carbonate

1.1 Erläutern Sie das Wesen der Säure-Base-Theorie von BRÖNSTED.

Experiment

Sie erhalten drei Lösungen der Stoffe A, B und C. Es handelt sich um Kaliumcarbonat, Kaliumchlorid und Aluminiumchlorid.

Identifizieren Sie diese nur unter Verwendung von Phenolphthalein und durch Reaktionen der Lösungen untereinander.

Nutzen Sie für Ihre Vorüberlegungen das angegebene Schema und protokollieren Sie:

	Phenolphthalein	Kaliumchlorid	Kaliumcarbonat	Aluminiumchlorid
Phenolphthalein	 			
Kaliumchlorid		 		
Kaliumcarbonat			 	
Aluminiumchlorid				

Treffen Sie in der Auswertung eine begründete Entscheidung und formulieren Sie die Reaktionsgleichungen.

1.2 Nach der Geschichtsschreibung bahnte sich Hannibal 218 v. Chr. auf seinem Feldzug nach Italien den Weg über die Alpen, indem er das durch Feuer glühend heiße Gestein mit Essig auflöste.

Beurteilen Sie, ob es sich dabei um Wahrheit oder Legende handelt. Es ist vereinfacht anzunehmen, dass das Gestein nur aus Calciumcarbonat bestand. Ermitteln Sie in diesem Zusammenhang das nötige Volumen an Essig (Ethansäure-Lösung) für das Auflösen von einer Tonne Gestein. Beachten Sie, dass vor zweitausend Jahren vermutlich nur 5 %iger Essig (Volumenprozent) zur Verfügung stand.

2 Kohlenstoffdioxid im Wasser

2.1 Kohlenstoffdioxid kann nachgewiesen werden, indem das Gas in eine mit Phenolphthalein versetzte Natriumcarbonat-Lösung eingeleitet wird. Dabei entfärbt sich die Lösung.

Begründen Sie die auftretende Entfärbung unter Einbeziehung der chemischen Zeichensprache.

Geben Sie eine weitere Möglichkeit zum Nachweis von Kohlenstoffdioxid an.

- 2.2 Das Vorkommen von Kohlenstoffdioxid in Mineralquellen hat therapeutische Bedeutung z. B. für die Durchblutung der Haut. Kohlensäurebäder werden auch künstlich bereitet. Dazu werden pro Bad 366 g Natriumhydrogencarbonat und 490 g Aluminiumsulfat im Wasser gelöst.

Stellen Sie für fünf mögliche Reaktionen, die im Wasser ablaufen, die Gleichungen auf. Ordnen Sie die Reaktion zur Kohlenstoffdioxidentwicklung einer Reaktionsart zu.

Zur Bereitung des Bades wird kristallwasserhaltiges Aluminiumsulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$) genutzt.

Ermitteln Sie unter Verwendung der angegebenen Massen das Stoffmengenverhältnis, in dem wasserfreies Natriumhydrogencarbonat und dieses Aluminiumsulfat eingesetzt werden.

3 Kohlenstoffdioxid in der Technik

- 3.1 Die Umwandlung von Kohlenstoffmonoxid mit Wasserdampf zu Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid bezeichnet man als Konvertierung.

Begründen Sie diese Reaktion als Prozessstufe bei der technischen Herstellung von Ammoniak.

In einem Modellversuch besteht das vorliegende Synthesegas aus Kohlenstoffmonoxid und Wasserstoff im Stoffmengenverhältnis $n(\text{CO}) : n(\text{H}_2) = 4 \text{ mol} : 3 \text{ mol}$.

Berechnen Sie die Stoffmenge an Wasserdampf, die nötig ist, um bei einer Temperatur von $\vartheta = 427 \text{ °C}$ und der Gleichgewichtskonstante $K = 10$ einen Restgehalt an Kohlenstoffmonoxid von $n(\text{CO}) = 0,3 \text{ mol}$ zu erhalten.

- 3.2 Kohlenstoffdioxid hat in der Feuerlöschtechnik große Bedeutung.

Leiten Sie aus den drei Bedingungen für die Entstehung eines Feuers Maßnahmen für das Löschen eines Brandes ab.

1912 wendete man erstmalig Trockenlöscher an. Diese enthalten feinpulverisiertes Natriumhydrogencarbonat als Löschmittel. Wird ein Druckhebel an der Löschpistole betätigt, dann wird das Löschmittel herausgeschleudert und thermisch in der Flamme zersetzt.

Formulieren Sie eine entsprechende Reaktionsgleichung und berechnen Sie die molare Standardreaktionsenthalpie für diese Zersetzungsreaktion.

Erläutern Sie die mehrfache Wirkung der Löschwolke.

Begründen Sie unter Einbeziehung von Reaktionsgleichungen, weshalb weder der genannte Trockenlöscher noch ein Nasslöscher bei einem Magnesiumbrand eingesetzt werden darf.

3.3 In Deutschland soll bis zum Jahre 2010 der Kohlenstoffdioxidausstoß entscheidend gesenkt werden.

Geben Sie fünf Maßnahmen an, die zur Realisierung dieses Ziels beitragen können. Verwenden Sie dazu auch die Abbildung 3.1 „Kohlenstoffdioxid in Kreisläufen“.

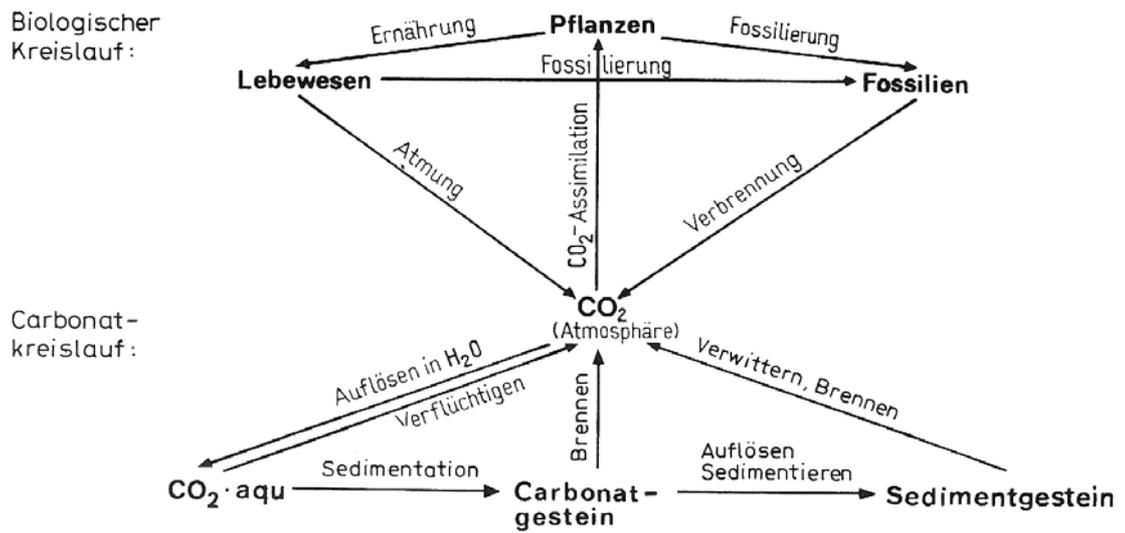


Abb. 3.1: Kohlenstoffdioxid in Kreisläufen

Anhang

Name	molare Standardbildungsenthalpie in kJ/mol
Natriumcarbonat	- 1131
Natriumhydrogencarbonat	- 951
Natriumhydroxid	- 426
Natriumoxid	- 418

Name	Dichte in g/cm³
Ethansäure	1,05
Ethansäureanhydrid	1,082

Name	molare Masse in g/mol
Aspirin	180
Ethansäureanhydrid	102
Salicylsäure	138