

Bearbeiten Sie eines der beiden Themen!

Thema I:

Chlor kommt in der Natur in verschiedenen Verbindungen vor. Die wichtigsten Chlorverbindungen in der Natur sind Chloride. Natriumchlorid zum Beispiel ist ein wichtiger Bestandteil des Meerwassers, außerdem ist es an der Steuerung des Wasserhaushaltes im Körper beteiligt. Einfache chlororganische Stoffe werden zur Herstellung von Kunststoffen, Medikamenten und Pestiziden eingesetzt.

- 1.a Chlor ist ein Element mit ausgesprochen hoher Reaktivität. Welchen Schluss kann man daraus für das Vorkommen von Chlor in der Natur ziehen? Bitte antworten Sie in ganzen Sätzen. **[1 Punkt]**
- 1.b Natürliches Chlor besteht zu 75,77 % aus ^{35}Cl (relative Isotopenmasse: 34,968853) und zu 24,23 % aus ^{37}Cl (relative Isotopenmasse: 36,965903). Berechnen Sie mit Hilfe dieser Daten die durchschnittliche relative Atommasse von Chlor auf zwei Stellen nach dem Komma. **[3 Punkte]**
- 1.c Definieren Sie den Begriff „relative Isotopenmasse“. Bitte antworten Sie in ganzen Sätzen. **[2 Punkte]**
- 1.d Nennen Sie Art und Anzahl der Elementarteilchen eines ^{35}Cl -Atoms. **[1 Punkt]**
- 1.e Bestimmen Sie die Masse eines durchschnittlichen Chlormoleküls in Gramm. **[3 Punkte]**

2. Das künstliche Chlorisotop mit der Massenzahl 34 entsteht in einer (α , n)-Reaktion.
 - 2.a Formulieren Sie die Kerngleichung und bestimmen Sie das Mutternuklid. **[3 Punkte]**
 - 2.b Geben Sie die Zerfallsgleichung für ^{34}Cl an und begründen Sie die Zerfallsart. **[3 Punkte]**
 - 2.c Wie viele Halbwertszeiten n vergehen, bis die Radioaktivität von ^{34}Cl auf 6,25 % abgesunken ist? **[3 Punkte]**
 - 2.d Welchen Einfluss hat die Temperatur auf die Halbwertszeit? Bitte antworten Sie in ganzen Sätzen. **[1 Punkt]**

3. Die Darstellung von elementarem Chlor erfolgte früher nach dem Weldon-Verfahren: Chlorid-Ionen (in konzentrierter Salzsäure) werden durch Mangandioxid zu elementarem Chlor oxidiert. Dabei geht Mangandioxid in Mangandichlorid über. Wie viel Gramm Mangandioxid mit einer Reinheit von 81 % werden zur Darstellung von 30 g Chlor benötigt? **[5 Punkte]**

4. Das Salz Aluminiumchlorid kann man herstellen, indem man Aluminiumoxid mit Phosgen (COCl_2) reagieren lässt. Als Nebenprodukt entsteht Kohlendioxid.
 - 4.a Stellen Sie die Reaktionsgleichung auf. **[1,5 Punkte]**
 - 4.b Formulieren Sie 5 weitere Reaktionsgleichungen zur Herstellung des Salzes Aluminiumchlorid. **[7,5 Punkte]**

Studienkolleg der TU Berlin Feststellungsprüfung Chemie

5. Das Salz Aluminiumchlorid enthält n Moleküle Wasser pro Molekül im Kristall. Zur Bestimmung von n werden 1,000 g wasserhaltiges Salz erhitzt, so dass das Kristallwasser verdampft. Man erhält 0,791 g wasserfreies Salz.
- 5.a. Berechnen Sie n . [3 Punkte]
- 5.b. Nennen Sie zwei Schutzmaßnahmen, die nötig sind, wenn man diesen Versuch im Labor durchführt. Bitte antworten Sie in ganzen Sätzen. [1 Punkt]
- 5.c. Zeichnen Sie den Versuchsaufbau zur Kristallwasserbestimmung und benennen Sie alle verwendeten Geräte! [3 Punkte]
6. Bei einem Gesamtdruck von 1,013 bar und 585 K ist ONCl (g) zu 56,4 % dissoziiert nach folgender Gleichung:
- $$2 \text{ONCl (g)} \rightleftharpoons 2 \text{NO (g)} + \text{Cl}_2 \text{(g)} \quad \Delta_{\text{R}}H = -77,12 \text{ kJ / mol}$$
- 6.a. Zeichnen Sie das Zeit-Energie-Diagramm der Reaktion. [1,5 Punkte]
- 6.b. Vor der Dissoziation waren 1,000 mol ONCl im System. Wie viel Mol ONCl, NO und Cl_2 findet man im Gleichgewichtszustand? [4 Punkte]
- 6.c. Wie viel Mol Gas sind insgesamt im Gleichgewichtszustand vorhanden? [3 Punkte]
- 6.d. Bestimmen Sie das Reaktionsvolumen und K_c und K_p bei 585 K. [6,5 Punkte]
- 6.e. Nennen Sie drei Möglichkeiten, wie man die Dissoziation von ONCl verkleinern kann. Begründen Sie Ihre Angaben. Bitte antworten Sie in ganzen Sätzen. [4,5 Punkte]
- 6.f. Bestimmen Sie die Bildungsenthalpie von ONCl mit Hilfe der Reaktionsenthalpie und der Bildungsenthalpie von NO ($\Delta_{\text{B}}H(\text{NO}) = 90 \text{ kJ / mol}$). [2,5 Punkte]
- 6.g. Notieren Sie die zur Bildungsenthalpie von ONCl gehörende Reaktionsgleichung. [1,5 Punkte]
7. Man kennt vier Sauerstoffsäuren des Chlors. Sie haben die allgemeine Zusammensetzung HClO_n mit $n = 1; 2; 3; 4$.

n	Name	Dissoziationskonstanten
$n = 1$	Hypochlorige Säure	$k_s = 2,90 \cdot 10^{-8} \text{ mol / L}$
$n = 2$	Chlorige Säure	$k_s = 1,07 \cdot 10^{-2} \text{ mol / L}$
$n = 3$	Chlorsäure	$k_s = 5,01 \cdot 10^2 \text{ mol / L}$
$n = 4$	Perchlorsäure	$k_s = 1,00 \cdot 10^{10} \text{ mol / L}$

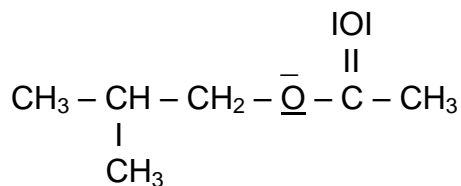
- 7.a. Bestimmen Sie die Oxidationszahlen von Chlor in den vier Säuren. [2 Punkte]
- 7.b. Geben Sie die Lewisstrukturen aller vier Säuren an und bestimmen Sie den Winkel am Cl-Atom für chlorige Säure. [4 Punkte]
- 7.c. Eine wässrige Lösung von HClO hat den pH-Wert 4. Wie viel Gramm HClO sind in einem Liter Wasser gelöst, damit sich dieser pH-Wert einstellt? [4 Punkte]
- 7.d. Mit wie viel Litern Wasser müsste man einen Liter Salzsäure der Konzentration $c(\text{HCl}) = 0,01 \text{ mol / L}$ verdünnen, um ebenfalls einen pH-Wert von 4 zu erhalten? [2,5 Punkte]
- 7.e. Diskutieren Sie das Leitfähigkeitsverhalten von reinem, flüssigem Chlorwasserstoff und von reiner, flüssiger Natronlauge. Bitte antworten Sie in ganzen Sätzen. [3 Punkte]

Studienkolleg der TU Berlin Feststellungsprüfung Chemie

8. Die Siedetemperatur von reinem Fluorwasserstoff beträgt $+19,51\text{ °C}$, die Siedetemperatur des beinahe doppelt so schweren Chlorwasserstoffs beträgt $-85,05\text{ °C}$. Erklären Sie die Tatsache, dass in der homologen Reihe der Halogenwasserstoffe vom Fluorwasserstoff zum Chlorwasserstoff die Siedetemperatur abnimmt. Bitte antworten Sie in ganzen Sätzen. **[5 Punkte]**
9. Chlordioxid wird zur Trinkwasserdesinfektion verwendet.
- 9.a Zeichnen Sie die Lewisstruktur von Chlordioxid mit allen Valenzelektronen. **[1,5 Punkte]**
- 9.b Welche Besonderheit zeigt das Chlordioxidmolekül? Bitte antworten Sie in ganzen Sätzen. **[1,5 Punkte]**
- 9.c Eine Möglichkeit, Chlordioxid herzustellen, ist die Reaktion von Chlorationen ClO_3^- mit Wasserstoffperoxid in saurer Lösung. Dabei entstehen Chlordioxid und Sauerstoff. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung. Geben Sie die Oxidationszahlen aller Atome an und markieren Sie Oxidation und Reduktion. **[5 Punkte]**
10. 2-Chlorpentan lässt sich durch die Reaktion von Chlorwasserstoff mit Pent-1-en herstellen.
- 10.a Formulieren Sie die Reaktionsgleichung. **[2 Punkte]**
- 10.b Zeichnen Sie die Lewisstrukturen von vier Isomeren von Pent-1-en und benennen Sie sie mit rationellem Namen. **[6 Punkte]**

Thema II:

Ester aus niederen Alkoholen und Carbonsäuren sind farblose, erfrischend riechende Flüssigkeiten; sie sind Bestandteile von Fruchtaromen. Ein Beispiel ist Essigsäureisobutylester, ein Aromastoff, der in Bananen vorkommt.



- 1.a Nennen Sie einen rationellen Namen dieses Esters. [1,5 Punkte]
- 1.b Bestimmen Sie die Summenformel und die Molmasse des Esters. [1,5 Punkte]
- 1.c Formulieren Sie die Reaktionsgleichung zur Darstellung dieses Esters. Als Katalysator wird Schwefelsäure eingesetzt. [2 Punkte]
- 1.d Welcher Reaktionstyp liegt hier vor? Bitte antworten Sie mit ganzen Sätzen. [2 Punkte]
- 1.e Zeichnen Sie das Zeit-Energie-Diagramm der exothermen Reaktion mit und ohne Katalysator. [2,5 Punkte]
2. Isobutanol gewinnt man in einer zweistufigen Reaktion: Im ersten Schritt reagiert Propen mit Kohlenstoffmonoxid und Wasserstoff zu Butanal und 2-Methylpropanal. Das entstandene 2-Methylpropanal reagiert im zweiten Schritt mit Wasserstoff zu Isobutanol weiter.
- 2.a Stellen Sie die beiden Reaktionsgleichungen auf. [4 Punkte]
- 2.b Zeichnen Sie die Lewisstrukturen von drei Isomeren des Isobutanols und benennen Sie die Stoffe. [6 Punkte]
- 2.c Definieren Sie die Begriffe
- primärer Alkohol
- sekundärer Alkohol
- tertiärer Alkohol
und ordnen Sie sie den Isomeren aus Aufgabe 2.b zu. Bitte antworten Sie in ganzen Sätzen. [4,5 Punkte]
3. In einem Kalorimeter werden 3,7 g Isobutanol zu den üblichen Verbrennungsprodukten verbrannt. Im Kalorimeter befinden sich 1000 g Wasser als Kalorimeterflüssigkeit. Die Temperatur des Wassers steigt durch die Verbrennung des Isobutanols um 35,1 °C.
- 3.a Berechnen Sie die Wärmemenge, die nötig ist, um die angegebene Menge Wasser 35,1 °C zu erwärmen. [2 Punkte]
- 3.b Stellen Sie die zur Verbrennungsenthalpie von Isobutanol gehörende Reaktionsgleichung auf. [1,5 Punkte]

Studienkolleg der TU Berlin Feststellungsprüfung Chemie

- 3.c Bestimmen Sie die molare Verbrennungsenthalpie von Isobutanol. [3,5 Punkte]
- 3.d Wie viel Liter Sauerstoff sind nötig, um 3,7 g Isobutanol bei 150 °C und 1,013 bar zu verbrennen? [4 Punkte]
- 3.e Stellen Sie die zur Bildungsenthalpie von Isobutanol gehörende Reaktionsgleichung auf. [1,5 Punkte]
- 3.f Bestimmen Sie die Bildungsenthalpie von Isobutanol mit Hilfe folgender Werte: $\Delta_{\text{B}}H(\text{H}_2\text{O}) = -286 \text{ kJ / mol}$, $\Delta_{\text{B}}H(\text{CO}_2) = -394 \text{ kJ / mol}$. [2,5 Punkte]

4. Essigsäure kann man durch schrittweise Oxidation von Ethanol über Ethanal durch Dichromat-Ionen ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) in saurer Lösung gewinnen. Dabei entstehen Cr^{3+} -Ionen.
- 4.a Zeichnen Sie die Lewisstrukturen der organischen Stoffe und bestimmen Sie die Winkel am C1-Atom. [3,5 Punkte]
- 4.b Stellen Sie beide Reaktionsgleichungen auf. Geben Sie die Oxidationszahlen aller Atome an und markieren Sie Oxidation und Reduktion. [6,5 Punkte]
5. In der folgenden Tabelle sind Molmassen und Siedetemperaturen der drei organischen Stoffe aus Aufgabe 4 und von Essigsäureethylester angegeben:

Stoff	Molmasse	Siedetemperatur in °C.
Ethanol	46 g / mol	78,4
Ethanal	44 g / mol	20,2
Essigsäure	60 g / mol	118,1
Essigsäureethylester	106 g / mol	77,1

- 5.a Begründen Sie den großen Unterschied in den Siedetemperaturen der etwa gleich schweren Stoffe Ethanol und Ethanal in ganzen Sätzen. [4 Punkte]
- 5.b Essigsäure hat eine deutlich höhere Siedetemperatur als der Ester, obwohl dieser eine sehr viel größere Molmasse hat. Begründen Sie diese Tatsache in ganzen Sätzen. [4 Punkte]
6. Essigsäure ist eine schwache, einwertige Säure. Der K_{s} -Wert beträgt $1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol / L}$.
- 6.a Definieren Sie die Begriffe
- schwache Säure
- einwertige Säure. [2 Punkte]
- 6.b Welches Leitfähigkeitsverhalten erwarten Sie für Essigsäure, gelöst in
- Wasser
- Tetrachlorkohlenstoff?
Antworten Sie in ganzen Sätzen und begründen Sie Ihre Angaben. [3 Punkte]
- 6.c In einem Becherglas befinden sich 100 mL einer wässrigen Essigsäurelösung der Konzentration 0,1 mol / L. Wie viele Hydroxid-Ionen befinden sich im Becherglas? [4 Punkte]

Studienkolleg der TU Berlin Feststellungsprüfung Chemie

7. Veresterungen sind typische Gleichgewichtsreaktionen.
In einem Reaktionsansatz von 250 mL Volumen werden 2,5 mol Essigsäure mit 4,5 mol Methanol gemischt und bei 25 °C zur Reaktion gebracht.
- 7.a Stellen Sie die Reaktionsgleichung auf. [1 Punkt]
- 7.b Formulieren Sie die Gleichung für das Massenwirkungsgesetz. [1,5 Punkte]
- 7.c Warum wird Methanol im Überschuss über Essigsäure eingesetzt, obwohl beide Stoffe im Molverhältnis 1:1 miteinander reagieren? [1,5 Punkte]
- 7.d In regelmäßigen Abständen werden 10 mL aus dem Reaktionsansatz entnommen und mit 1 M Natronlauge titriert. So kann man das Erreichen des Gleichgewichtszustandes feststellen. Im Gleichgewicht misst man einen Verbrauch an Natronlauge von 10 ml. Bestimmen Sie die Stoffmenge und die Konzentration an Essigsäure im Gleichgewicht. [7 Punkte]
- 7.e Bestimmen Sie die Gleichgewichtskonstante K_c . [2,5 Punkte]
- 7.f Welchen Einfluss hat ein Katalysator auf die Lage des Gleichgewichts? Bitte antworten Sie in ganzen Sätzen. [1,5 Punkte]
- 8.a Zeichnen Sie den Versuchsaufbau für die in 7d durchgeführte Titration und benennen Sie alle nötigen Geräte und Chemikalien. [3 Punkte]
- 8.b Welche zwei Vorsichtsmaßnahmen muss man bei der Durchführung einer Titration im Labor einhalten? Bitte antworten Sie in ganzen Sätzen. [1 Punkte]
9. Nach Erreichen des Gleichgewichts in Aufgabe 7 wird der Ester aus dem Gemisch abdestilliert.
- 9.a Welche zwei Voraussetzungen müssen gegeben sein, damit die Durchführung einer Destillation sinnvoll ist? Bitte antworten Sie in ganzen Sätzen. [3 Punkte]
- 9.b Zeichnen Sie eine beschriftete Destillationsapparatur mit Kühler. [3 Punkte]
10. Radioaktive Sauerstoffisotope werden eingesetzt, um Synthesewege zu analysieren.
- 10.a Wie lautet die Zerfallsgleichung von ^{21}O ? [2 Punkte]
- 10.b Wie lautet die Zerfallsgleichung von ^{17}O ? [2 Punkte]
- 10.c Warum zerfallen die beiden Sauerstoffisotope unterschiedlich? Bitte antworten Sie in ganzen Sätzen. [2 Punkte]
- 10.d Von einer Probe ^{21}O sind nach 10,2 Sekunden noch 2,5 mg übrig. Wie groß war die Ausgangsmenge? Die Halbwertszeit beträgt 3,4 Sekunden. [3 Punkte]

Ideale Gaskonstante	$R = 8,31 \cdot 10^{-2} \text{ bar} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
Spezifische Wärmekapazität	$c_p (\text{H}_2\text{O}) = 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$