



SACHSEN-ANHALT

Ministerium für Bildung

SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG 2024

CHEMIE (GRUNDLEGENDES ANFORDERUNGSNIVEAU)

PRÜFUNGSAUFGABEN

Arbeitszeit einschließlich Auswahlzeit:

240 Minuten

Wählen Sie je ein Thema aus den beiden Themenblöcken zur Bearbeitung aus und kreuzen Sie diese beiden Themen an.

Bestätigen Sie die Entscheidung mit Ihrer Unterschrift.

Themenblock Grundlagen

Thema G 1: Löten

Thema G 2: Schwefelverbindungen

Themenblock Vertiefung

Thema V 1: Autoxidation

Thema V 2: Trockenobst

Thema V 3: Halogenierte Kohlenwasserstoffe

Unterschrift des Prüflings:

Thema G 1: Löten

Material:

Leiterplatten, die sich in nahezu jedem elektronischen Gerät befinden, sind essenziell für dessen Funktion. An ihnen werden meist durch Löten elektronische Bauteile aus Metall befestigt. Über kupferhaltige Leiterbahnen sind diese miteinander verbunden.

Das Löten ist ein thermisches Verfahren zum dauerhaften Verbinden von Metallen. Dabei wird eine Metalllegierung, das Lot (Hauptbestandteil: Zinn), mithilfe eines LötKolbens geschmolzen und zwischen die zu verbindenden Metalle gebracht. Nach dem Abkühlen und Erstarren des Lotes sind beide Metalle fest miteinander verbunden.

Die LötKolbenspitze besteht aus Kupfer, das beim Erhitzen zu Kupfer(II)-oxid reagiert. Dieses behindert das Löten, sodass die LötKolbenspitze regelmäßig gereinigt werden muss. Dazu wird die heiße LötKolbenspitze mit Ammoniumchlorid versetzt, das sich thermisch zersetzt. Es entsteht u. a. ein sauer reagierendes Zersetzungsprodukt. Dieses setzt sich mit dem Kupfer(II)-oxid um und das u. a. gebildete Chlorid verdampft.

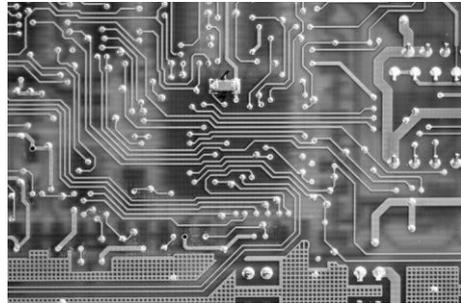


Abb. 1: Leiterplatte

(Foto: "Platine" von Paul Lindner,
<https://ccnull.de/foto/platine/1002962>)

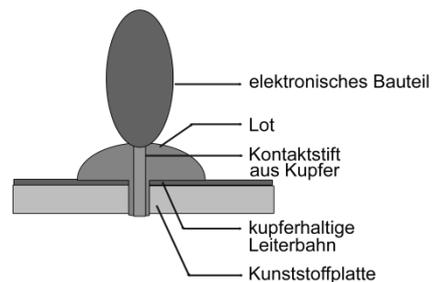


Abb. 2: Schnitt durch eine Leiterplatte mit einem befestigten elektronischen Bauteil

	BE
1 Beschreiben Sie den Bau und die chemische Bindung im Kupfer. Begründen Sie die Eignung von Kupfer als LötKolbenspitze anhand von zwei Eigenschaften und deren Auswirkung auf das Löten. Erläutern Sie das Wesen der vorliegenden Reaktionsart am Beispiel der Bildung von Kupfer(II)-oxid an der LötKolbenspitze.	14
2 Berechnen Sie die molare Standardreaktionsenthalpie für die thermische Zersetzung von Ammoniumchlorid. Erläutern Sie den im Material beschriebenen Reinigungsprozess einer LötKolbenspitze.	7

Experiment:

Sie erhalten drei mit A, B und C gekennzeichnete weiße Feststoffproben. Bei einer der drei Feststoffproben handelt es sich um Ammoniumchlorid.

	BE
3 Führen Sie Experimente zum Identifizieren der Ammoniumchlorid-Probe mithilfe eindeutiger Ionennachweise durch, indem Sie <ul style="list-style-type: none"> - die benötigten Chemikalien für den Ammonium- und den Chlorid-Ionen-Nachweis anfordern, - die Experimente durchführen und - die Beobachtungen der Experimente auswerten. 	14

Thema G 2: Schwefelverbindungen

Material:

Schwefeldioxid und Schwefelwasserstoff sind gasförmige Schwefelverbindungen, die sowohl umwelt- als auch gesundheitsschädlich sind.

Schwefeldioxid entsteht z. B. als Nebenprodukt bei der Verbrennung fossiler Energieträger und ist somit in großen Mengen im Rauchgas enthalten.

Schwefelwasserstoff ist ein übelriechendes, sauer reagierendes Gas, das durch biogenen Abbau organischer und anorganischer Stoffe unter anaeroben Bedingungen (Fäulnis) z. B. in Abwasserrohren entsteht und diese zerstört. Es ist außerdem im Erdgas enthalten, das vor der Weiterverwendung davon befreit werden muss.

Aus Schwefelwasserstoff des Erdgases und Schwefeldioxid des Rauchgases kann reiner Schwefel gewonnen werden.

Vereinfacht stellt sich bei ca. 250 °C das folgende chemische Gleichgewicht ein:



Im Jahr 2021 wurden so ca. 385.000 t Schwefel in Deutschland produziert. Dieser dient z. B. zur Herstellung von Schwefelsäure.

1 Ermitteln Sie die Oxidationszahl des Schwefelteilchens im Schwefelwasserstoffmolekül.
Begründen Sie die Oxidationszahl anhand der Elektronenkonfiguration des Schwefelatoms.

BE

4

2 Erklären Sie den Unterschied im Aggregatzustand von Wasser und Schwefelwasserstoff (bei $T = 298,15 \text{ K}$ und $p = 101,325 \text{ kPa}$) anhand von Struktur-betrachtungen.

9

Erläutern Sie das Donator-Akzeptor-Prinzip anhand der Reaktion von Schwefelwasserstoff mit Wasser.

- 3 Begründen Sie die Zuordnung der Reaktion der im Material beschriebenen Schwefelgewinnung zu den Redoxreaktionen.

Berechnen Sie die molare Standardreaktionsenthalpie für diese Reaktion.

Hinweis: Nutzen Sie vereinfachend $\Delta_f H_m^0(\text{S}_{(l)}) = 0 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$.

Skizzieren Sie ein Energiediagramm auf Grundlage dieser Berechnung.

Erklären Sie drei theoretische Möglichkeiten, die im Material beschriebene Schwefelgewinnung zu optimieren.

Berechnen Sie das Volumen an Schwefelwasserstoff, das 2021 in Deutschland aus Erdgas entfernt wurde.

Hinweise: Gehen Sie aufgrund der Optimierung von einem vollständigen Stoffumsatz aus.

$$V_m^0 = 24,4 \frac{\text{L}}{\text{mol}}$$

Bewerten Sie die im Material beschriebene Schwefelgewinnung aus ökonomischer und ökologischer Sicht.

BE

17

dokumentierte Experimente:

- A Schwefelwasserstoff wird in eine Eisen(II)-salz-Lösung geleitet.
Es bildet sich ein schwarzer Niederschlag.
- B In diese Lösung wird anschließend Chlorwasserstoffgas geleitet.
Der schwarze Niederschlag löst sich auf.

- 4 Werten Sie die Beobachtungen der dokumentierten Experimente A und B aus.

BE

5

Thema V 1: Autoxidation

Material:

Das Verderben von Frittierölen (Autoxidation) ist ein Problem für die Lebensmittelindustrie. Die Frittieröle werden dadurch meist übelriechend, ungenießbar und dickflüssiger. Teilweise bildet sich eine feste Frittierölschicht.

Bei der Autoxidation reagieren ungesättigte Fettsäuren wie z. B. Octadeca-9,12-diensäure (Linolsäure) mit dem Sauerstoff der Luft. Ein Abschnitt des Mechanismus der Autoxidation von Octadeca-9,12-diensäuremolekülen kann in folgenden Schritten beschrieben werden:

1. Ein Fettsäuremolekül (R-H) reagiert zu einem Fettsäure- und einem Wasserstoffradikal.
2. Das gebildete Fettsäureradikal reagiert mit einem Linolsäuremolekül u. a. zu einem Linolsäureradikal (Abb. 1, A).
3. Dieses Linolsäureradikal reagiert mit einem Sauerstoffmolekül u. a. zu dem Linolsäure-Peroxyradikal (Abb. 1, B).

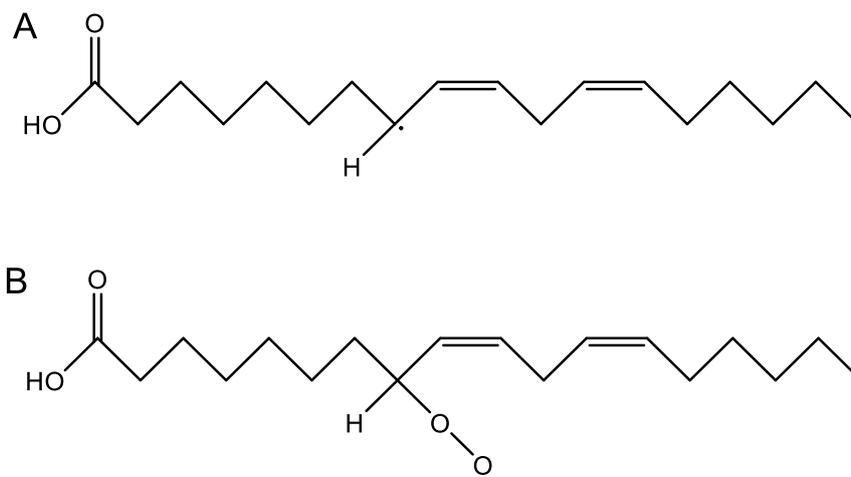


Abb. 1: Strukturformeln vom Linolsäureradikal und vom Linolsäure-Peroxyradikal

Die Schritte 1 bis 3 können wiederholt ablaufen, bis es zu Abbruchreaktionen kommt. So reagiert z. B. ein Linolsäureradikal mit einem Linolsäure-Peroxyradikal. Dabei bildet sich ein Makromolekül.

Um eine Autoxidation von Frittieröl zu reduzieren, wird in der Lebensmittelindustrie das Fett kühl und dunkel gelagert.

	BE
1 Geben Sie die LEWIS-Formel von einem Octadeca-9,12-diensäuremolekül an. Ordnen Sie Octadeca-9,12-diensäure einer Stoffklasse zu. Entwickeln Sie die chemischen Gleichungen für den Reaktionsmechanismus zur Bildung des Linolsäure-Peroxyradikals (Abb. 1) durch Autoxidation. Beschreiben Sie die Bindungsspaltung sowie die Bindungsknüpfung für die Schritte 1 und 2 des Mechanismus. Begründen Sie die Bildung einer festen Frittierölschicht mithilfe von Strukturbetrachtungen.	12
2 Beurteilen Sie die Maßnahme der Lebensmittelindustrie zum Reduzieren der Autoxidation.	3

Thema V 2: Trockenobst

Material:

In der Obst- und Weinbehandlung soll durch das Konservieren das Braunwerden der Früchte verhindert und das Wachstum schädlicher Mikroorganismen gehemmt werden.

Schwefeldioxid dient schon seit vielen Jahren als Konservierungsmittel. Es reagiert mit dem Wasser der Lebensmittel. Je nach pH-Wert bilden sich verschiedene Gleichgewichtszustände aus, u. a.

- zwischen den Molekülen der schwefligen Säure (H_2SO_3) und den Hydrogensulfit-Ionen (HSO_3^-) sowie
- zwischen den Hydrogensulfit-Ionen und den Sulfit-Ionen (SO_3^{2-}).

Die noch im konservierten Trockenobst enthaltenen Stoffe Schwefeldioxid, schweflige Säure, Hydrogensulfite und Sulfiten werden als „freie schweflige Säure“ bezeichnet.

Aus toxikologischer Sicht ist die Anwendung von Schwefeldioxid zur Konservierung von Lebensmitteln für empfindliche Personen nicht unumstritten. Es wird empfohlen, die Aufnahme von mehr als 0,7 mg Schwefeldioxid pro Kilogramm Körpermasse nicht zu überschreiten.

Zur Bestimmung des Gehalts an „freier schwefliger Säure“ in Trockenobst müssen zunächst alle Sulfiten, Hydrogensulfite und die schweflige Säure vollständig in Schwefeldioxid umgewandelt werden.

Mit einer Probe von 60 g Trockenobst wird folgende Analyse durchgeführt:

Schritt 1: Trockenobst wird mit Chlorwasserstoffsäure im Überschuss versetzt und anschließend gekocht. Dabei bildet sich z. B. aus Sulfiten Schwefeldioxid.

Schritt 2: Das so gebildete Schwefeldioxid wird in Wasserstoffperoxid-Lösung eingeleitet. Es entsteht schlussendlich Schwefelsäure.

Schritt 3: Die Analyse der so entstandenen Schwefelsäure erfolgt anschließend durch Titration mit Natriumhydroxid-Lösung ($c = 0,25 \text{ mol/L}$). Der Verbrauch an Natriumhydroxid-Lösung bis zum Äquivalenzpunkt beträgt bei der Probe 7 mL.

	BE
1 Entwickeln Sie für die Schritte 1 und 3 der Analyse des Trockenobstes die Reaktionsgleichungen. Erläutern Sie die Abhängigkeit eines im Material genannten Gleichgewichts vom pH-Wert des Obstes.	7
2 Berechnen Sie die Masse an freigesetztem Schwefeldioxid der untersuchten Trockenobstprobe (Material). Hinweis: Aus einem Schwefeldioxidmolekül entsteht genau ein Schwefelsäuremolekül. Diskutieren Sie den Verzehr von 60 g Trockenobst ($m(\text{SO}_2) = 0,06 \text{ g}$) in einer Mahlzeit einer Person ($m = 70 \text{ kg}$) aus physiologischer Sicht unter Berücksichtigen des Grenzwerts für Schwefeldioxid.	8

Thema V 3: Halogenierte Kohlenwasserstoffe

Material:

Unter dem Stichwort Tetrachlorethen steht in einem Chemielexikon:

„Tetrachlorethen (Perchlorethylen, PER) $\text{Cl}_2\text{C} = \text{CCl}_2$, C_2Cl_4 , farblose, chloroformartig riechende, nicht brennbare Flüssigkeit, Dichte: 1,624 g/mL, Schmelztemperatur: $-23\text{ }^\circ\text{C}$, Siedetemperatur: $121\text{ }^\circ\text{C}$, in Wasser unlöslich, mit den meisten organischen Lösungsmitteln gut mischbar.“

Zur Untersuchung der Reaktivität halogener Kohlenwasserstoffe werden folgende Experimente beschrieben:

dokumentierte Experimente 1:

- Hex-1-en wird mit Bromwasser (molekulares Brom in Wasser) versetzt und geschüttelt. Die wässrige Phase entfärbt sich sofort.
- Analog wird das Experiment mit Tetrachlorethen und Bromwasser durchgeführt. Die wässrige Phase hellt sich auf und die organische Phase färbt sich allmählich braun.

dokumentierte Experimente 2:

2-Brom-2-methylpropan wird mit Wasser versetzt.

Die Phasengrenze verschwindet allmählich unter Schütteln.

Bei Zugabe von Universalindikator-Lösung färbt sich diese rot.

Hinweis: Es entstehen u. a. Bromid-Ionen.

Werten Sie die dokumentierten Experimente 1 und 2 in einem sachlogischen Zusammenhang aus, indem Sie

- die Beobachtungsergebnisse der dokumentierten Experimente 1 deuten,
- das dokumentierte Experiment 1 b) oder das dokumentierte Experiment 2 hinsichtlich der Reaktivität des organischen Eduktmoleküls mithilfe von I-Effekten (induktiven Effekten) analysieren und
- Reaktionsgleichungen entwickeln.

BE

15