

2024

Abitur

Original-Prüfung
mit Lösungen

**MEHR
ERFAHREN**

Sachsen

Chemie



STARK

Inhalt

Vorwort
Stichwortverzeichnis

Hinweise und Tipps für das Zentralabitur im Fach Chemie

1	Hinweise zur Nutzung dieses Buches	I
2	Inhaltliche Einschränkungen für die Prüfung 2024	I
3	Tipps zum Ablauf der schriftlichen Prüfung	III
4	Die Anforderungsbereiche in den Prüfungsaufgaben	V
Anhang		IX

Grundkurs Abiturprüfung 2016

Aufgabe A:	Schwefel und seine Verbindungen	G 2016-1
Aufgabe B:	Lithium- und Chlorverbindungen	G 2016-2
Aufgabe C 1:	Zusammensetzung von Gummibärcchen	G 2016-4
Aufgabe C 2:	Harnstoff	G 2016-4

Leistungskurs Abiturprüfung 2016

Aufgabe A:	Allgemeine Chemie, Molybdän- und Molybdänverbindungen	2016-1
Aufgabe B:	Asparaginsäure, Phosgen, Silber, Natriumhydrogensulfat, Indigo	2016-2
Aufgabe C 1:	Salicylsäure und Acetylsalicylsäure	2016-4
Aufgabe C 2:	Reaktionen von Silbernitrat- mit Kaliumiodidlösungen	2016-4

Grundkurs Abiturprüfung 2017

Aufgabe A:	Eisen, chemisches Gleichgewicht, Ester	G 2017-1
Aufgabe B:	Aluminium, BOUDOUARD-Gleichgewicht, Säure-Base-Theorie, Polymere	G 2017-1
Aufgabe C 1:	Reaktion und Nachweise mit BULLRICH-Salz	G 2017-3
Aufgabe C 2:	Metalle und ihre Reaktionen	G 2017-3

Leistungskurs Abiturprüfung 2017

Aufgabe A:	Silicium und Siliciumverbindungen	2017-1
Aufgabe B:	Chemisches Gleichgewicht; Lösungsvorgänge; Säure-Base-Reaktionen, Farbstoffe	2017-1
Aufgabe C 1:	Analyse einer Natriumacetatlösung	2017-2
Aufgabe C 2:	Wirkung von Entfärbem	2017-3

Grundkurs Abiturprüfung 2018

Aufgabe A:	Stickstoffverbindungen	G 2018-1
Aufgabe B:	Selenverbindungen, Galvanische Elemente	G 2018-2
Aufgabe C 1:	Isotonische Getränke	G 2018-3
Aufgabe C 2:	Struktur einer organischen Verbindung	G 2018-4

Leistungskurs Abiturprüfung 2018

Aufgabe A:	Chrom und seine Verbindungen	2018-1
Aufgabe B:	Allgemeine Chemie	2018-2
Aufgabe C 1:	Ammoniumchlorid	2018-4
Aufgabe C 2:	Ascorbinsäure (Vitamin C)	2018-4

Grundkurs Abiturprüfung 2019

Aufgabe A:	Modellvorstellungen und Eigenschaften	G 2019-1
Aufgabe B:	Stoffe und chemische Reaktionen	G 2019-2
Aufgabe C 1:	Ammoniumsalze	G 2019-3
Aufgabe C 2:	Redox- und Fällungsreaktionen	G 2019-4

Leistungskurs Abiturprüfung 2019

Aufgabe A:	Aromatische Verbindungen	2019-1
Aufgabe B:	Chemie und Mobilität	2019-2
Aufgabe C 1:	Identifizieren anorganischer Verbindungen	2019-4
Aufgabe C 2:	Konduktometrische Fällungstitration	2019-4

Grundkurs Abiturprüfung 2020

Aufgabe A:	Modellvorstellungen, Eigenschaften und Reaktionen	G 2020-1
Aufgabe B:	Fluor und Fluorverbindungen	G 2020-1
Aufgabe C 1:	Qualitative Analyse von Inhaltsstoffen der Chipsorte "Salt & Vinegar"	G 2020-3
Aufgabe C 2:	Elektrolyse einer Zinkiodidlösung	G 2020-4

Leistungskurs Abiturprüfung 2020

Aufgabe A:	Methansäure, Lithiumchlorid und Farbigkeit	2020-1
Aufgabe B:	Arsen- und Stickstoffverbindungen	2020-2
Aufgabe C 1:	Reaktionen mit Kaliumpermanganat	2020-4
Aufgabe C 2:	Quantitative Analyse einer Zinksalzlösung	2020-5

Grundkurs Abiturprüfung 2021

Aufgabe A:	Modellvorstellungen, Eigenschaften und Reaktionen	G 2021-1
Aufgabe B:	Magnesium, Chlorwasserstoff und Salpetersäure	G 2021-2
Aufgabe C 1:	Ammoniumchlorid: Pufferwirkung und Lösungsenthalpie	G 2021-3
Aufgabe C 2:	Reaktionen und Titration von Oxalsäure	G 2021-4

Leistungskurs Abiturprüfung 2021

Aufgabe A:	Sorbinsäure	2021-1
Aufgabe B:	Silberverbindungen und deren Anwendungen	2021-2
Aufgabe C 1:	Analyse eines unbekannten Stoffs mit Essigsäure und Perchlorsäure	2021-4
Aufgabe C 2:	Reaktionen von Metallen und ihren Verbindungen	2021-4

Grundkurs Abiturprüfung 2022

Aufgabe A:	Chlor und dessen Verbindungen	G 2022-1
Aufgabe B:	Anwendung und Herstellung von Ammoniumnitrat	G 2022-2
Aufgabe C 1:	Protolyse- und Redoxreaktionen mit Oxalsäure	G 2022-4
Aufgabe C 2:	Geschirrspülmittel	G 2022-5

Leistungskurs Abiturprüfung 2022

Aufgabe A:	Ammoniak	2022-1
Aufgabe B:	Eisen-Ionen im Tageausee und dessen pH-Wert	2022-1
Aufgabe C 1:	Metalle in elektrochemischen Prozessen	2022-3
Aufgabe C 2:	Säuren, Alkohole und Ester	2022-4

Grundkurs und Leistungskurs Abiturprüfung 2023

Aufgaben www.stark-verlag.de/mystark

Sobald die Original-Prüfungsaufgaben 2023 freigegeben sind, können Sie sie als PDF auf der Plattform MyStark herunterladen (Zugangscode siehe Umschlaginnenseite).

Lösungen der Aufgaben:

Claas Riedel und Steffen Schäfer

Vorwort

Liebe Schülerinnen und Schüler,

das vorliegende Buch bietet Ihnen die Möglichkeit, sich optimal auf die schriftliche Abiturprüfung im Fach Chemie vorzubereiten.

Im Abschnitt „**Hinweise und Tipps für das Zentralabitur im Fach Chemie**“ bieten wir Ihnen ausführliche Hinweise zum **Ablauf und den Anforderungen der schriftlichen Prüfung** in Sachsen. Zusätzlich werden die Anforderungsbereiche der Abiturprüfung genau erläutert und die Unterteilung der Prüfungsaufgaben in Reproduktions-, Transfer- und problemlösende Aufgaben an Beispielen erklärt.

Das Buch enthält die Aufgaben des sächsischen Zentralabiturs für den Grund- und den Leistungskurs der **Jahrgänge 2016–2023**. Sobald die **Abschlussprüfungen 2023** des LK und des GK freigegeben sind, können sie als PDF-Dateien auf der Plattform MyStark heruntergeladen werden.

Zu allen Abituraufgaben bieten wir Ihnen von unseren Autoren erstellte **ausführliche, kommentierte Lösungsvorschläge**, z. T. mit Tipps und Hinweisen zur Lösungsstrategie, die eine effektive Vorbereitung auf die Prüfung ermöglichen.

Lernen Sie gerne am **PC** oder **Tablet**? Nutzen Sie die Plattform MyStark, um mithilfe von **interaktiven Aufgaben** Ihr chemisches Fachwissen effektiv zu trainieren. Außerdem stehen Ihnen hier hilfreiche **Lernvideos** zu zentralen Themen zur Verfügung (Zugangscod siehe Umschlaginnenseite).



Sollten nach Erscheinen dieses Bandes noch wichtige Änderungen in der Abitur-Prüfung 2024 vom Kultusministerium bekannt gegeben werden, sind aktuelle Informationen dazu online auf der Plattform MyStark abrufbar.

Viel Erfolg wünschen Ihnen Verlag und Autoren!

Hinweise und Tipps für das Zentralabitur im Fach Chemie

1 Hinweise zur Nutzung dieses Buches

Das vorliegende Buch bietet Ihnen wertvolle Unterstützung bei der effektiven Vorbereitung auf das Zentralabitur im Fach Chemie. Es enthält die **Aufgaben des sächsischen Zentralabiturs für den Grund- und den Leistungskurs der Jahrgänge 2016–2023**.

Die im Jahr 2004 veröffentlichten **einheitlichen Prüfungsanforderungen** sehen für die Prüfung vor allem anwendungsbezogene Aufgaben und Vernetzungen zwischen verschiedenen Lernbereichen vor. Im folgenden Abschnitt erhalten Sie wichtige Informationen über den Ablauf des Zentralabiturs und Tipps zur Bearbeitung der Prüfungsaufgaben, sowie eine ausführliche Erläuterung zu den Anforderungsbereichen im Zentralabitur.

Im Anschluss an dieses Kapitel finden Sie einen ausführlichen Anhang mit Säurekonstanten, Löslichkeitsprodukten, Redoxpotentialen, Größengleichungen etc., die Sie zur Bearbeitung der Abituraufgaben benötigen.

Zu allen Aufgaben bieten wir ausführliche Musterlösungen. Die Antworten sind ausführlich formuliert, damit Sie den Umfang, der von Ihnen erwartet wird, richtig einschätzen können. Bei einigen Aufgaben sind **mehrere Lösungsvorschläge** denkbar. Die hier formulierten Antworten orientieren sich an den durch den Lehrplan vorgegebenen Erwartungshorizonten. Die Darstellung des Lösungswegs ist an manchen Stellen jedoch ausführlicher. Außerdem werden in einigen Fällen alternative Antworten formuliert. Dadurch erhalten Sie weitere nützliche Informationen.

Ideal zur Überprüfung des chemischen Fachwissens und zum Aufdecken von Wissenslücken sind die **interaktiven Aufgaben** online (vgl. Umschlaginnenseite). Hier finden Sie außerdem anschauliche **Lernvideos** zu zentralen Themen.

2 Inhaltliche Einschränkungen für die Prüfung 2024

Auch für die schriftliche Abiturprüfung 2024 gibt es wegen der unterrichtlichen Beeinträchtigungen aufgrund der **COVID-19-Pandemie** einige Änderungen (Stand: 7. Juni 2023). Im **Leistungskurs** sind folgende Lernziele bzw. Lerninhalte der Jahrgangsstufe 12 **nicht** Schwerpunkt der **schriftlichen Abiturprüfung im Jahr 2024**:

- Lernbereich 2: Struktur und Analyse organischer Stoffe:
 - Einblick in ein modernes Analyseverfahren gewinnen)
- Lernbereich 3: Natur- und Kunststoffe
 - Aminosäuren und Proteine (experimentelles Untersuchen von Eigenschaften ausgewählter Aminosäuren; Zwitterion; Aggregatzustand, Wasserlöslichkeit, Pufferwirkung, isoelektrischer Punkt; Strukturen der Proteine, Bindungen, zwischenmolekulare Kräfte)
 - Übertragen des Wissens über die Struktur von Stoffen auf Formen der Isomerie (Konstitutionsisomerie; Konfigurationsisomerie: Enantiomere und Diastereomere)

- Lernbereich 4: Farbstoffchemie
 - Kennen des Chromophor-Modells nach Witt (Zusammenhang von Lichtabsorption und Farbigkeit; chromophore Gruppe als konjugiertes π -Elektronensystem; Einfluss der auxo- und antiauxochromen Gruppen)
 - Anwenden der Kenntnisse über das Mesomeriemodell auf Farbstoffklassen bei vorgegebenen Strukturformeln (Triphenylmethanfarbstoffe; Azofarbstoffe; Carbonylfarbstoffe)
 - Anwenden des Wissens über Säure-Base-Reaktionen und Redoxreaktionen auf die Verwendung von Farbstoffen als Indikatoren (experimentelles Überprüfen der Umschlagbereiche von pH-Indikatoren; Indikatorgleichgewicht; experimentelles Überprüfen eines Redoxindikators)
 - Übertragen des Wissens über zwischenmolekulare Kräfte und chemische Bindungen auf ausgewählte Färbverfahren (experimentelles Durchführen von Färbverfahren; Haftung zwischen Farbstoff und Faser)

Im **Grundkurs** sind folgende Lernziele bzw. Lerninhalte der Jahrgangsstufe 12 **nicht** Schwerpunkt der **schriftlichen Abiturprüfung im Jahr 2024**:

- Lernbereich 2: Säure-Base-Gleichgewichte
 - Übertragen des Wissens über Titrationsen auf einwertige schwache Säuren und Basen (experimentelle Durchführung von Titrationsen mit Indikatoren und unter Nutzung digitaler Werkzeuge; Titrationskurven)
- Lernbereich 3: Organische Stoffe
 - Einblick in ein modernes Analyseverfahren gewinnen
 - Einblick in die Vielfalt und Bedeutung aromatischer Verbindungen gewinnen
 - Anwenden des Wissens über den Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften organischer Stoffe auf aromatische Verbindungen (Benzol bzw. Benzen als ein Stoff mit aromatischem System; experimentelles Untersuchen von Eigenschaften und Reaktionen einiger Benzolhomologe und -derivate)
 - Kennen des Mechanismus der radikalischen Polymerisation (Bildung von Polystyrol aus Styrol; Gewinnung des Ausgangsstoffes Styrol aus Benzol)

Es könnte jederzeit noch weitere Änderungen geben, die in dieser Auflistung nicht aufgeführt sind. **Fragen Sie bitte vor der Prüfung Ihre Fachlehrkraft nach dem neuesten Stand** der Regelungen zur Vorbereitung auf die Abiturprüfung 2024.

3 Tipps zum Ablauf der schriftlichen Prüfung

Allgemeines

Das sächsische Zentralabitur umfasst drei Aufgabenteile:

Für die Bearbeitung des **Teils A** stehen maximal 60 Minuten zur Verfügung. Als Hilfsmittel darf dabei nur das den Prüfungsaufgaben beigelegte Periodensystem der Elemente genutzt werden. Der **Teil B** der Abiturprüfung ist ein theoretischer Prüfungsteil mit Inhalten aus den Jahrgangsstufen 11 und 12. Innerhalb dieses Prüfungsteils ist eine Wahlaufgabe enthalten. Außerdem wird eine materialgebundene Aufgabe Bestandteil dieses Prüfungsteils sein. Im **Teil C** können Sie zwischen zwei Aufgaben (C 1 und C 2) wählen. Dieser Teil sieht die praktische Durchführung von Experimenten sowie deren Auswertung vor. Ein Teil der Prüfungsaufgaben wird in zunehmendem Maße als „offene Aufgabenstellung“ angelegt sein.

Die Abiturklausur ist im Leistungskurs in 270 Minuten zu bewältigen, im Grundkurs stehen 240 Minuten zur Verfügung. Es sind maximal 60 Bewertungseinheiten zu erreichen, wobei 15 Bewertungseinheiten auf Teil A entfallen, 30 Einheiten auf Teil B und 15 Einheiten auf Teil C.

Folgende Hilfsmittel sind bei der Prüfung zugelassen:

- Wörterbuch der deutschen Rechtschreibung
- Grafikfähiger, Taschenrechner (GTR) mit und ohne Computer-Algebra-System (CAS) (nicht für Teil A)
- Tabellen- und Formelsammlung ohne ausführliche Musterbeispiele (nicht für Teil A)
- Zeichengeräte
- PC zur Messwerterfassung

Bearbeitung der theoretischen Aufgaben

Reinschrift, Konzept, Aufgabenblatt, Rechtschreibung

In der Regel wird nur bewertet, was in der Reinschrift steht! Alle Notizen, die Sie auf dem Aufgabenblatt oder dem Konzeptpapier (eigene Schmierzettel sind nicht erlaubt!) hinterlassen, werden zwar eingesammelt, aber nicht gewertet. Sollten Sie aus Zeitgründen Probleme haben, Lösungen vom Konzept in die Reinschrift zu übertragen, so müssen Sie an der entsprechenden Stelle auf Ihrem Konzept kennzeichnen, dass dieser Abschnitt bewertet werden soll.

Die meisten Schüler*innen benützen die Konzeptblätter nur als Schmierzettel und schreiben gleich in die Reinschrift. Dies führt jedoch manchmal auch dazu, dass die Reinschrift wie ein Schmierzettel aussieht! Deshalb dürfen bei schweren Mängeln in der sprachlichen Form (Rechtschreibung und Grammatik) und/oder der Darstellungsform bis zu 2 Bewertungseinheiten abgezogen werden. Machen Sie also eine Stichwortliste, eine grobe Gliederung oder Skizzenentwürfe erst einmal im Konzept.

Fachsprache, Skizzen

Achten Sie darauf, dass Sie alle Fachbegriffe in Ihre Antworten einbauen, die zur vollständigen Beantwortung einer Aufgabenstellung notwendig sind. Kurze Definitionen der Fachbegriffe unterstreichen Ihre Fachkompetenz. Häufig kann man Formulierungshilfen aus den Vortexten übernehmen. Schematische Skizzen müssen in der Regel mindestens eine halbe Seite groß sein! „Miniskizzen“ mit unklarer Beschriftung und mehrfach mit Kugelschreiber oder Filzstift korrigierte Strukturen führen zu Punktabzügen. Also: Tinte bzw. Tintenkiller und für Skizzen Bleistift, Radiergummi, und Lineal benutzen! Ebenfalls sollen Strukturformeln und Reaktionsgleichungen in Größe und Darstellung übersichtlich sein.

Zeitmanagement, Vollständigkeit

Nicht selten werden zurückgestellte Teilaufgaben vergessen. Beginnen Sie deshalb jeden Aufgabenblock auf einem neuen vierseitigen Papierbogen. Damit entfällt die Suche nach Teilaufgaben, die als Nachtrag irgendwo zwischen anderen Aufgabenblöcken versteckt sind. Auf diesem Bogen kann man jederzeit eine Transfer-Frage nachtragen, die man erst bearbeiten will, wenn die leichteren Aufgaben erledigt sind. Haken Sie deshalb alle erledigten Teilfragen auf dem Aufgabenblatt deutlich sichtbar ab!

Aufgabenstruktur

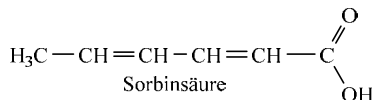
Bei materialgebundenen Aufgaben enthalten die beigefügten Materialien (z. B. Zusammensetzung von Lebensmitteln, Formeln, Beipackzettel von Arzneimitteln, Materialien aus dem Internet) oft wichtige Informationen, die für die Lösung der Aufgaben unbedingt notwendig sind. Lesen Sie sich deshalb alle beigefügten Materialien gründlich durch.

Für Aufgaben mit Berechnungen sind wichtige quantitative Größen im Anhang Ihrer Prüfungsaufgaben enthalten. Schauen Sie erst in diesem Anhang nach und verwenden Sie die

Aufgabe A

Sorbinsäure ($\text{C}_5\text{H}_7\text{COOH}$) ist eine ungesättigte Carbonsäure. Sie wird u. a. als Lebensmittelzusatzstoff (E 200, Konservierungsstoff) verwendet.

- 1 Geben Sie den systematischen Namen von Sorbinsäure an. Beurteilen Sie, ob es sich bei Sorbinsäure um eine optisch aktive Verbindung handelt.



2

- 2 Ein Kohlenstoffatom im Sorbinsäuremolekül ist sp^3 -hybridisiert. Erläutern Sie ausgehend vom Grundzustand eines Kohlenstoffatoms die Ausbildung dieses Hybridisierungszustands.

3

- 3 Sorbinsäure löst sich in Wasser. Die Löslichkeit ist u. a. vom pH-Wert abhängig.

- 3.1 Entwickeln Sie die Reaktionsgleichung für die Protolyse von Sorbinsäure in Wasser. Geben Sie die Gleichung für das Massenwirkungsgesetz an.

2

- 3.2 Begründen Sie den Einfluss der Zugabe von Basen bzw. Säuren auf die Löslichkeit der Sorbinsäure.

2

- 4 Erläutern Sie einen Nachweis für Mehrfachbindungen zwischen den Kohlenstoffatomen im Sorbinsäuremolekül. Verwenden Sie Strukturformeln.

3

- 5 Neben Sorbinsäure wird auch Benzoesäure ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$) als Konservierungsstoff eingesetzt. Benzoesäure kann technisch aus Toluol (Methylbenzen) durch eine katalytische Reaktion mit Luftsauerstoff hergestellt werden. Als Nebenprodukt entsteht Wasser.

Entwickeln Sie die Reaktionsgleichung mit Strukturformeln. Begründen Sie die vorliegende Reaktionsart.

$\frac{3}{15}$

Aufgabe B

- 1 Elementares Silber kann aus Silbererzen durch Cyanidlaugerei gewonnen werden. Aus einer Lösung mit Dicyanidoargentat(I)-Ionen entstehen durch Ausfällung mit Zink Tetracyanidozinkat(II)-Ionen und Silber. Entwickeln Sie die Reaktionsgleichung in Ionenschreibweise. Beschreiben Sie mithilfe einer Modellvorstellung die chemische Bindung in einem komplexen Ion. 3

- 2 Silber kommt in der Natur elementar oder in verschiedenen Verbindungen vor. Qualitative Untersuchungen des Erzes Stephanit ergaben die elementare Zusammensetzung $\text{Ag}_x\text{Sb}_y\text{S}_z$. Die quantitative Analyse einer Stoffprobe lieferte folgende Werte:

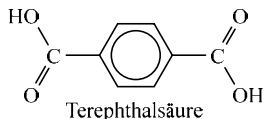
Masse der Silber(I)-Ionen: $m(\text{Ag}^+) \approx 54 \text{ mg}$

Masse der Antimon(III)-Ionen: $m(\text{Sb}^{3+}) \approx 12 \text{ mg}$

Masse der Sulfid-Ionen: $m(\text{S}^{2-}) \approx 13 \text{ mg}$

Berechnen Sie die Verhältnisformel von Stephanit. 2

- 3 Aufgrund der antibakteriellen Wirkung verschiedener Silberverbindungen werden u. a. medizinische Gefäßprothesen damit beschichtet. Dies erfolgt z. B. durch das Aufbringen von Silber(I)-acetat (Silber(I)-ethanoat) auf die aus einem Polyester hergestellten Prothesen. Ausgangsstoffe für die Herstellung des Polyesters Dacron® sind Ethan-1,2-diol und Terephthalsäure.



- 3.1 Entwickeln Sie einen Strukturausschnitt dieses Kunststoffs. Begründen Sie die Zuordnung des Polyesters Dacron® zu einer Kunststoffklasse. 3

- 3.2 Mehr als 750 mg Silber(I)-acetat führen im menschlichen Organismus zu Vergiftungserscheinungen. Berechnen Sie das notwendige Volumen an Wasser zum Lösen dieser Masse. 3

- 4 Silber(I)-azid (AgN_3) ist eine hochexplosive Stickstoffverbindung des Silbers. Beim exothermen Zerfall entstehen Silber und Stickstoff.

- 4.1 Entwickeln Sie die Reaktionsgleichung für den Zerfall des Silber(I)-azids. Stellen Sie die Zusammenhänge zwischen der Änderung der inneren Energie, der Reaktionsenthalpie und der Volumenarbeit am Beispiel dieser Reaktion grafisch dar. 3

- 4.2 Geben Sie eine LEWIS-Formel des linearen Azid-Ions an. 1

- 5 Die Bestimmung von Stoffmengenkonzentrationen an Silber(I)-Ionen in stark verdünnten Lösungen kann z. B. elektrochemisch erfolgen. Das betrachtete Konzentrationselement besteht aus einer Standard-Silberhalbzelle (Halbzelle A) und einer zweiten Silberhalbzelle (Halbzelle B) mit wechselnder Stoffmengenkonzentration an Silber(I)-Ionen, die jeweils geringer als in der Standardhalbzelle ist.

- 5.1 Beschreiben Sie die Ausbildung des Elektrodenpotenzials in einer Silberhalbzelle. 3

- 5.2 Skizzieren Sie das Konzentrationselement. Beschriften Sie die Skizze. 2

- 5.3 Für das Konzentrationselement wurde aus Messwerten folgende Grafik erstellt. Interpretieren Sie die grafische Darstellung. 3

Aufgabe A

- 1 Bei der Benennung ungesättigter organischer Verbindungen muss die Lage der Mehrfachbindungen erkennbar sein. Diese werden durch die Nummer des Kohlenstoffatoms angegeben, auf das die Mehrfachbindung folgt. Die Nummerierung der Kohlenstoffatome in der Kette geht vom Kohlenstoffatom mit der höchsten Oxidationszahl aus. In diesem Fall ist es das Kohlenstoffatom der Carboxylgruppe.
Eine Substanz ist optisch aktiv, wenn sie mindestens ein asymmetrisches Kohlenstoffatom (chirales Zentrum) besitzt. Ein asymmetrisches Kohlenstoffatom verfügt über vier unterschiedliche Substituenten.

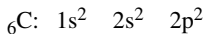
Der systematische Name der Sorbinsäure lautet Hexa-2,4-diensäure. Diese Säure ist nicht optisch aktiv, da sie über kein **asymmetrisches Kohlenstoffatom** verfügt.

- 2 Eine sp^3 -Hybridisierung liegt in Kohlenstoffatomen vor, welche ausschließlich Einfachbindungen aufweisen.

Das sechste Kohlenstoffatom der Sorbinsäure ist sp^3 -hybridisiert.

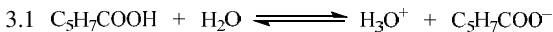
Im Grundzustand des Kohlenstoffs befinden sich zwei der vier Außenelektronen im 2s-Orbital, die anderen beiden in zwei der drei energetisch höher liegenden p-Orbitalen.

Die **Elektronenkonfiguration** lautet:



In diesem Zustand ist das Kohlenstoffatom nicht in der Lage, vier Bindungen zu seinen Nachbaratomen auszubilden, da erstens nur die beiden p-Elektronen (p_x und p_y) ungepaart vorliegen. Zweitens können wegen des Energieunterschieds zwischen s- und p-Orbitalen keine energetisch gleichwertigen Bindungen entstehen.

Die **Hybridisierung** beginnt mit der als Promotion bezeichneten **energetischen Anhebung** eines 2s-Elektrons in das noch unbesetzte $2p_z$ -Orbital. Diese energetische Anhebung stellt jedoch nur einen instabilen Übergangszustand dar. Die nun mit je einem Elektron besetzten 2s- und 2p-Orbitale werden aneinander **angegeben**, sodass vier energie- und formgleiche **sp^3 -Hybridorbitale** entstehen. Die Bezeichnung ergibt sich aus der Beteiligung eines s-Orbitals und der drei p-Orbitale an der Hybridisierung. Nach dem Elektronenpaarabstoßungsmodell bilden diese vier Orbitale bzw. C-H-Bindungen eine tetraedische Struktur.



Das Massenwirkungsgesetz wird mit der **Gleichgewichtskonstante** K_C formuliert:

$$K_C = \frac{c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot c(\text{C}_5\text{H}_7\text{COO}^-)}{c(\text{C}_5\text{H}_7\text{COOH}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})}$$

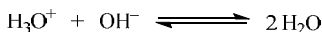
Bei verdünnten Säurelösungen ist es üblich, das Massenwirkungsgesetz über die Säurekonstante K_S zu formulieren. Hierbei wird die Konzentration des Wassers als konstant angesehen:

$$K_S = \frac{c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot c(\text{C}_5\text{H}_7\text{COO}^-)}{c(\text{C}_5\text{H}_7\text{COOH})}$$

- 3.2 Eine Verringerung bzw. Erhöhung der Konzentration eines am chemischen Gleichgewicht beteiligten Stoffes führt nach dem Prinzip des kleinsten Zwangs zu einer Veränderung der Lage des chemischen Gleichgewichts.

Die **Löslichkeit** der Sorbinsäure wird bei Zugabe einer Base erhöht und bei Zugabe einer Säure verringert.

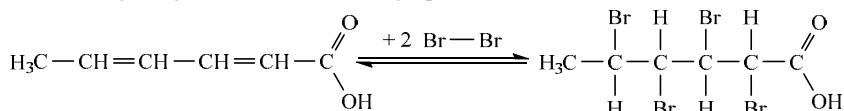
Die bei Zugabe einer Base vorhandenen Hydroxid-Ionen verringern die Konzentration der Hydronium-Ionen in der Lösung, indem sie diese neutralisieren:



Dadurch wird dem Protolysegleichgewicht der Sorbinsäure (siehe 3.1) ein Reaktionsprodukt entzogen, sodass die Hinreaktion – in diesem Fall die weitere Protolyse der Säure – gefördert wird. Sorbinsäure löst sich leichter, denn das entstehende **Sorbat-Anion** ist aufgrund der geladenen Carboxylatgruppe **besser wasserlöslich**.

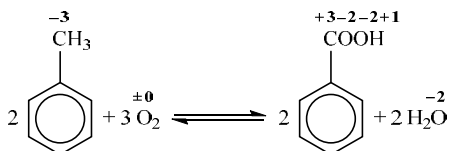
Die Zugabe einer Säure erhöht die Konzentration der Hydronium-Ionen, wodurch die Rückreaktion gefördert wird. Das Gleichgewicht verschiebt sich in Richtung der nicht protolysierten Säure mit hydrophobem Rest. Sorbinsäure löst sich schwerer.

- 4 Als Nachweismittel eignet sich **Bromwasser**. Nach Zugabe der gelbbraun gefärbten Lösung in die Sorbinsäurelösung tritt eine schnelle Entfärbung ein. Ursache ist die Addition des Broms an Sorbinsäure, d. h. die **Doppelbindungen** im Sorbinsäuremolekül werden durch Anlagerung von Bromatomen aufgespalten:



Eine weitere Möglichkeit stellt die Untersuchung mit dem **BAEYER'schen Reagenz** dar. Dabei wird der zu untersuchende Stoff in Lösung mit einer schwach basischen Kaliumpermanganatlösung versetzt. Bei Vorhandensein von Doppelbindungen färbt sich die Lösung durch entstehendes Mangan(IV)-oxid (Braunstein) braun. Neben dieser Reduktion findet an den Kohlenstoffatomen mit Doppelbindung eine Oxidation statt. Die Doppelbindung wird aufgespalten und es entsteht ein Diol.

- 5 Zur Bestimmung der Reaktionsart überprüft man zunächst die Oxidationszahlen aller an der chemischen Reaktion beteiligten Elemente. Ändern sich diese bei mindestens einem Element, so liegt eine Redoxreaktion vor. Eine Redoxreaktion ist auf Teilchenebene durch einen Elektronenübergang gekennzeichnet.

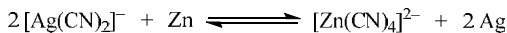


Die Oxidationszahl des Kohlenstoffatoms, das nicht Bestandteil des aromatischen Systems ist, steigt von -3 in der Methylgruppe auf $+3$ in der Carboxylgruppe. Gleichzeitig sinkt die Oxidationszahl des Sauerstoffs von ± 0 im elementaren Sauerstoff auf -2 in der Carboxylgruppe sowie im Wassermolekül. Das Toluolmolekül ist der Elektronendonator, das Sauerstoffmolekül der Elektronenakzeptor.

Somit liegt ein Elektronenübergang und damit eine **Redoxreaktion** vor.

Aufgabe B

- 1 Die chemische Bindung in komplexen Teilchen kann nach dem vereinfachten Modell der elektrostatischen Anziehung sowie dem verbesserten Modell der koordinativen Bindung beschrieben werden.



Modell der elektrostatischen Wechselwirkung:

Das komplexe Ion entsteht durch die elektrostatische Anziehung zwischen dem positiv geladenen Zentral-Ion (im Beispiel Ag^+ bzw. Zn^{2+}) und den negativ geladenen Liganden (im Beispiel die Cyanid-Ionen, CN^-).

Modell der koordinativen Bindung:

Das komplexe Ion entsteht durch die Ausbildung gemeinsamer Elektronenpaare zwischen Zentral-Ion und Ligand, wobei die Bindungselektronen von jeweils einem freien Elektronenpaar des Liganden stammen.

- 2 Bei gegebenen Massen der beteiligten Elemente wird die Verhältnisformel durch die Umrechnung in Stoffmengen ermittelt. Daraus wird das Atomzahlenverhältnis bestimmt. Das Element mit der kleinsten Stoffmenge erhält die Atomzahl 1.

$$n(\text{Ag}^+) = \frac{m(\text{Ag}^+)}{M(\text{Ag}^+)} = \frac{0,054 \text{ g}}{107,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

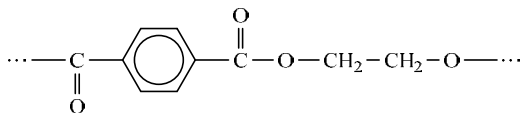
$$n(\text{Sb}^{3+}) = \frac{m(\text{Sb}^{3+})}{M(\text{Sb}^{3+})} = \frac{0,012 \text{ g}}{121,8 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,985 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n(\text{S}^{2-}) = \frac{m(\text{S}^{2-})}{M(\text{S}^{2-})} = \frac{0,013 \text{ g}}{32,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} N(\text{Ag}^+) : N(\text{Sb}^{3+}) : N(\text{S}^{2-}) &= \frac{5,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{0,985 \cdot 10^{-4} \text{ mol}} : \frac{0,985 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{0,985 \cdot 10^{-4} \text{ mol}} : \frac{4,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{0,985 \cdot 10^{-4} \text{ mol}} \\ &= 5,07 : 1 : 4,06 \approx 5 : 1 : 4 \end{aligned}$$

Die **Verhältnisformel** des Stephanits lautet Ag_5SbS_4 .

- 3.1 Ein Strukturausschnitt eines Polymers muss die es aufbauenden Monomere zweifelsfrei erkennen lassen und die sich wiederholenden Molekülabschnitte darstellen.



Der Polyester Dacron® ist ein **thermoplastisches Polykondensat**.

Das Polymer entsteht aus den Monomeren Terephthalsäure und Ethandiol durch Veresterung und damit unter Abspaltung von Wassermolekülen.

Die langen und unverzweigten Ketten führen zum thermoplastischen Verhalten des Kunststoffs.



© **STARK Verlag**

www.stark-verlag.de
info@stark-verlag.de

Der Datenbestand der STARK Verlag GmbH
ist urheberrechtlich international geschützt.
Kein Teil dieser Daten darf ohne Zustimmung
des Rechteinhabers in irgendeiner Form
verwertet werden.

STARK