

2020

Abitur

Original-Prüfungen
mit Lösungen

**MEHR
ERFAHREN**

Hessen

Chemie



STARK

Inhalt

Vorwort
Stichwortverzeichnis
Periodensystem der Elemente

Hinweise und Tipps zum Landesabitur

1	Ablauf der Prüfung	I
2	Inhalte und Aufbau der Prüfungsaufgaben	II
3	Leistungsanforderungen	V
3.1	Kompetenzen	V
3.2	Inhaltsbezogene Leistungsanforderungen	VI
3.3	Methodenbezogene Anforderungen	VI
3.4	Aufgabenstruktur und Aufgabentypen	VII
3.5	Bewertung der Aufgaben	VII
4	Anforderungsbereiche und Operatoren	VIII
5	Methodische Hinweise und allgemeine Tipps zur schriftlichen Prüfung	XII
5.1	Lösungsplan zur Bearbeitung der Aufgaben	XII
5.2	Tipps zur Analyse von Tabellen, Diagrammen und Abbildungen	XIV
5.3	Mögliche Formelschreibweisen	XV
5.4	Häufig anzutreffende Fehlertypen im Fach Chemie	XVI

Original-Abituraufgaben

Grundkurs 2015

Aufgabe A: Chemie der Küchenzwiebel	GK 2015-1
Aufgabe B: Schwefelsäure	GK 2015-4
Aufgabe C: Propansäure und Propandisäure	GK 2015-7

Leistungskurs 2015

Aufgabe A: Citronensäure	LK 2015-1
Aufgabe B: Ketchup und Mayonnaise	LK 2015-4
Aufgabe C: Ethen – Rohstoff und Pflanzenhormon	LK 2015-7
Aufgabe D: Derivate der Schwefelsäure	LK 2015-10

Grundkurs 2016

Aufgabe A: Phosphor- und Halogenverbindungen	GK 2016-1
Aufgabe B: Rum	GK 2016-4
Aufgabe C: Seifen und Waschmittel	GK 2016-7

Leistungskurs 2016

Aufgabe A: Neues von der Methansäure	LK 2016-1
Aufgabe B: Chemie in der Eisdiele	LK 2016-3
Aufgabe C: Melamin und Milch	LK 2016-7

Grundkurs 2017

Aufgabe A: Propansäure und ihre Derivate	GK 2017-1
Aufgabe B: Auf dem Frankfurter Weihnachtsmarkt	GK 2017-4
Aufgabe C: Salpetersäure	GK 2017-7

Leistungskurs 2017

Aufgabe A: Organische und anorganische Chlorverbindungen	LK 2017-1
Aufgabe B: Fumarsäure und Maleinsäure	LK 2017-5
Aufgabe C: Chlorethansäure	LK 2017-8

Grundkurs 2018

Aufgabe A: Kunststoffe im Auto	GK 2018-1
Aufgabe B: Säuren und Basen	GK 2018-4
Aufgabe C: Milch	GK 2018-7

Leistungskurs 2018

Aufgabe A: Paprika	LK 2018-1
Aufgabe B: PVC und Weichmacher	LK 2018-6
Aufgabe C: Aromatische Stickstoffverbindungen	LK 2018-9

Grundkurs 2019

Aufgabe A: Biokraftstoffe	GK 2019-1
Aufgabe B: Amine	GK 2019-4
Aufgabe C: Erdbeeren und Rhabarber – Smoothies und Marmelade	GK 2019-7

Leistungskurs 2019

Aufgabe A: Schwefelsäure	LK 2019-1
Aufgabe B: Zimtaldehyd und Zimtsäure	LK 2019-5
Aufgabe C: Flusssäure und Fluorverbindungen	LK 2019-9

Jeweils im Herbst erscheinen die neuen
Abiturprüfungsaufgaben mit Lösungen.

Autor

Dr. Dietmar Scherr: Lösungen zu den Abituraufgaben 2015–2018

Stefan Dönges: Lösungen zu den Abiturprüfungen 2019

Vorwort

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

das vorliegende Buch ermöglicht es Ihnen, sich optimal auf das **Landesabitur 2020** in Hessen im Fach Chemie vorzubereiten.

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

Der Hauptteil des Buches enthält die offiziellen, vom hessischen Kultusministerium gestellten **Abitur-Prüfungsaufgaben** der Jahre **2015 bis 2019 für den Grund- und den Leistungskurs**.

Zu jeder Aufgabe sind von unseren Autoren vorgeschlagene und vollständig ausformulierte Lösungen hinzugefügt. Die grau gerauteten Bearbeitungshinweise bieten Ihnen wertvolle Tipps zum Lösungsansatz und wichtige Zusatzinformationen.

Sollten nach Erscheinen dieses Bandes noch wichtige Änderungen in der Abitur-Prüfung 2020 vom Kultusministerium bekannt gegeben werden, finden Sie aktuelle Informationen dazu im Internet unter *www.stark-verlag.de/pruefung-aktuell*.

Viel Erfolg wünschen Ihnen Verlag und Autoren!

- Achten Sie auf eine angemessene äußere Form Ihrer Ausführungen (lesbare Schrift, eine übersichtliche Gestaltung, Absätze, Aufzählungszeichen, Unterstreichungen usw.).

Halten Sie möglichst rechts und links einen Rand ein (2 cm Heftrand und 4 cm Korrekturrand sind üblich) – Sie können die Blätter der Reinschrift entsprechend falten. Sind Zeichnungen, Skizzen oder Tabellen anzufertigen, dann erstellen Sie diese sauber, übersichtlich und nicht zu klein. Sie sind grundsätzlich vollständig zu beschriften.

- Beginnen Sie die Beantwortung der nächsten Frage auf einer neuen Seite oder lassen Sie zumindest mehrere Leerzeilen frei, sodass sie gegebenenfalls beim Überprüfen auf Vollständigkeit problemlos noch Ergänzungen einfügen können. Reicht in diesem Fall der Leerraum dennoch nicht für Ihre Nachträge, dann müssen Sie diese auf dem Zusatzblatt eindeutig unter Verwendung sinnvoller Symbole dem ersten Teil Ihrer Antwort zuordnen.

• **Überprüfen auf Vollständigkeit:**

- Kontrollieren Sie, ob Sie alle Bedingungen und Aspekte der Aufgabenstellung (unter Einbeziehung der einleitenden Informationen zu den Teilaufgaben) erfasst haben.
- Prüfen Sie, ob alle wesentlichen Inhalte berücksichtigt wurden.
- Überprüfen Sie, ob das vorgegebene Material sinnvoll und angemessen ausgewertet wurde.
- Lesen Sie den Text noch einmal durch und berichtigen Sie eventuelle Fehler in der Grammatik, Rechtschreibung oder Zeichensetzung.
- Zuletzt sollten Sie die Seiten vollständig durchnummerieren und auf jedes Einzelblatt Ihren Namen schreiben.

5.2 Tipps zur Analyse von Tabellen, Diagrammen und Abbildungen

Ein Bestandteil der Aufgabenstellungen im Fach Chemie kann auch die Analyse von Material in Form von Tabellen sowie Grafiken sein.

In **Tabellen** sind oft Daten aus chemischen Experimenten zusammengefasst. Eine andere Art der Präsentation von Zahlenmaterial sind **Diagramme**. Zur Auswertung einer Tabelle oder eines Diagramms dient ein Fragenkatalog, mit dem alle wesentlichen Aspekte erfasst werden können:

- Welche Größen sind in der Tabelle/dem Diagramm dargestellt? Achten Sie auf die Überschriften und den Begleittext.
- Welcher Diagrammtyp liegt vor (z. B. Säulendiagramm, Kreisdiagramm)?
- Welche Größen sind gegeneinander aufgetragen? Welche ist die unabhängige, welche die abhängige Größe?
- Was sind die Bezugsgrößen: Zahlenarten (absolute Zahlen, Prozentzahlen), Zahlenwerte (gerundet, geschätzt, vorläufig)?
- Welche Auffälligkeiten/Tendenzen sind zu erkennen?
- Welche Kategorien werden miteinander in Beziehung gesetzt (z. B. bei Tabellen in Kopfzeile, Spalten und Vorspalten)?
- Welche Hauptaussagen lassen sich formulieren (Trends/Tendenzen)?

- Welche Teilaussagen lassen sich treffen (Minima, Maxima, Zunahme, Abnahme, Stagnation, Zahlensprünge, Anomalien, Gleichmäßigkeiten und regelhafte Verläufe, unterschiedliche Phasen, Wechselbeziehungen zwischen verschiedenen Variablen/Merkmalen usw.)?
- Welcher Arbeitsauftrag ist mit dem Diagramm/der Tabelle verbunden? (Unabhängig davon sollten Sie Ihrer Lösung immer eine knappe Beschreibung der in der Tabelle oder der Darstellung enthaltenen Gegebenheiten im Rahmen der jeweiligen Fragestellungen voranstellen.)
- Welche Antwort gibt die Tabelle/das Diagramm auf die Fragestellung?
- Welche Aussagen werden durch die Daten nahegelegt?
- Welche neuen Fragen werden durch die Informationen der Tabelle/des Diagramms aufgeworfen?
- Was sind mögliche Ursachen für die der Tabelle/dem Diagramm entnommenen Sachverhalte?

Abbildungen in der Chemie zeigen meist entweder Strukturen (z. B. einen Formelausschnitt, Elektrolysezelle) oder Prozesse (z. B. Herstellung von Aluminium). Der erste Schritt Ihrer Lösung sollte auch hier immer darin bestehen, die bildlich dargestellte Information in Worte zu fassen („Untertitel“ der Abbildung). Die weitere Analyse ist dann sehr stark von der Art der Abbildung und der damit verbundenen Fragestellung abhängig. Aber auch hier helfen einige Grundfragen weiter:

- Wie ist die Abbildung zustande gekommen? Ist es z. B. die Skizze zur Struktur von Eiweiß oder die schematische Darstellung eines Experiments? (Beachten Sie dabei auch den vorangestellten Text, die Bildunterschrift und die angegebene Quelle.)
- Was wissen Sie über die dargestellten Strukturen oder Abläufe? Welche Fachbegriffe können Sie zuordnen?
- Was sind die wichtigen Merkmale der dargestellten Objekte oder Sachverhalte? Vergleichen Sie Teilabbildungen miteinander. Formulieren Sie Kern- und Teilaussagen.
- Welche Arbeitsanweisung ist mit der Abbildung verknüpft? Sollen Sie z. B. die Abbildung zur Erläuterung eines Sachverhaltes verwenden oder wird von Ihnen eine Hypothese über den Ablauf des dargestellten Experiments erwartet?
- Welche für die Beantwortung der Fragestellung relevanten Informationen lassen sich aus den Darstellungen entnehmen und welche Fragen stellen sich?
- Welche Ursachen und Mechanismen könnten hinter den dargestellten Prozessen stecken? Wie sind auftretende Besonderheiten zu erklären?

5.3 Mögliche Formelschreibweisen

Alternativ zu den meist in der Schule gebräuchlichen Formelschreibweisen (Strukturformel nach Lewis, Halbstrukturformel) kann auch die Skelettformelschreibweise verwendet werden, die in der Wissenschaft die ursprünglichen Schreibweisen weitestgehend abgelöst hat. Die Enden der Bindungsstriche entsprechen dabei jeweils einem Kohlenstoffatom und der entsprechenden Anzahl an gebundenen Wasserstoffatomen. Alle nicht Kohlenstoff- oder Wasserstoffatome werden mit dem Elementsymbol ergänzt.

Chlorethansäure

BE

2-Chlorethansäure ist ein Derivat der Ethansäure, die aufgrund ihrer Bifunktionalität Ausgangsstoff für zahlreiche Synthesen ist.

Die Herstellung von 2-Chlorethansäure kann auf unterschiedlichen Wegen erfolgen. Eine Möglichkeit ist die Oxidation von 2-Chlorethanol mit Salpetersäure. Dabei entsteht unter anderem Stickstoffmonoxid (NO), das gasförmig aufsteigt.

Eine wässrige Lösung von 2-Chlorethansäure reagiert sauer, sie wird in dem Medikament Acetocaustin® als Wirkstoff zur äußerlichen Behandlung von Warzen eingesetzt. Ein Syntheseprodukt aus 2-Chlorethansäure ist CMC, dessen Natriumsalz als Lebensmittelzusatzstoff E466 von der EU zugelassen ist. E466 wird als Verdickungsmittel verwendet.

2-Chlorethansäure reagiert mit Ammoniak zu 2-Aminoethansäure (Glycin) und Ammoniumchlorid. Peptide sind aus unterschiedlichen Aminosäuren aufgebaut. Die Reihenfolge der Aminosäuren eines Peptids wird in der Primärstruktur festgelegt und kann unter anderem mit Hilfe des EDMAN-Abbaus ermittelt werden.

- 3.1 Formulieren Sie die Reaktionsgleichung, Halbstrukturformeln für organische Edukte und Produkte, für die oben beschriebene Herstellung von 2-Chlorethansäure aus 2-Chlorethanol und Salpetersäure (HNO_3). Zeigen Sie anhand der wesentlichen Oxidationszahlen und der Elektronenübergänge, dass es sich um eine Redoxreaktion handelt.

7

- 3.2 Das Medikament Acetocaustin® wird als Lösung auf die Warze aufgetragen, wobei 1 mL dieser Lösung 595,0 mg 2-Chlorethansäure als Wirkstoff enthält. Der $\text{p}K_{\text{S}}$ -Wert von 2-Chlorethansäure beträgt $\text{p}K_{\text{S}}=2,85$. Der $\text{p}K_{\text{S}}$ -Wert von Ethansäure beträgt $\text{p}K_{\text{S}}=4,74$.

Berechnen Sie den pH-Wert der in Acetocaustin® enthaltenen Lösung.

2-Chlorethansäure ist vereinfachend als schwache Säure zu betrachten.

Erläutern Sie die unterschiedlichen $\text{p}K_{\text{S}}$ -Werte von 2-Chlorethansäure und Ethansäure im Vergleich.

10

- 3.3 Die Verbindung CMC wird aus 2-Chlorethansäure, Natronlauge und einem weiteren Edukt hergestellt. Material 1 zeigt einen Strukturformelausschnitt des CMC-Moleküls sowie eine Anleitung zu dessen Synthese und zu dessen Weiterverarbeitung zum Verdickungsmittel (Bindemittel für Wasser) E466. Geben Sie für das weitere Edukt und dessen Monomere die Namen sowie die Verknüpfungsart dieser Monomere an.

Formulieren und benennen Sie einen möglichen Reaktionsmechanismus für den zweiten Schritt der Herstellung von CMC. Die für den Mechanismus nicht relevanten Molekülteile können mit „R“ zusammengefasst werden.

Erklären Sie die Verwendungsmöglichkeit des Natriumsalzes von CMC (E466) als Verdickungsmittel.

12

- 3.4 2-Aminoethansäure (Glycin) kann vereinfacht direkt aus dem Feststoff 2-Chlorethansäure und gasförmigem Ammoniak hergestellt werden, dabei entsteht als weiteres Produkt Ammoniumchlorid (NH_4Cl). Thermodynamische Daten hierzu finden Sie in Material 2.

Formulieren Sie für die Synthese von 2-Aminoethansäure eine Reaktionsgleichung unter Verwendung von Strukturformeln für die organischen Stoffe.

Berechnen Sie die molare Standardreaktionsenthalpie $\Delta_R H_m^0$ für diese Reaktion.

6

- 3.5 Wässrige Lösungen von L-Valin (L-2-Amino-3-methylbutansäure) und von Glycin (2-Aminoethansäure) werden im Polarimeter auf optische Aktivität untersucht. Dabei erhält man zwei unterschiedliche Ergebnisse.

Erläutern Sie diese unterschiedlichen Ergebnisse.

4

- 3.6 Die Primärstruktur eines Proteins soll mit Hilfe des EDMAN-Abbaus ermittelt werden. Material 3 beschreibt das Prinzip des EDMAN-Abbaus.

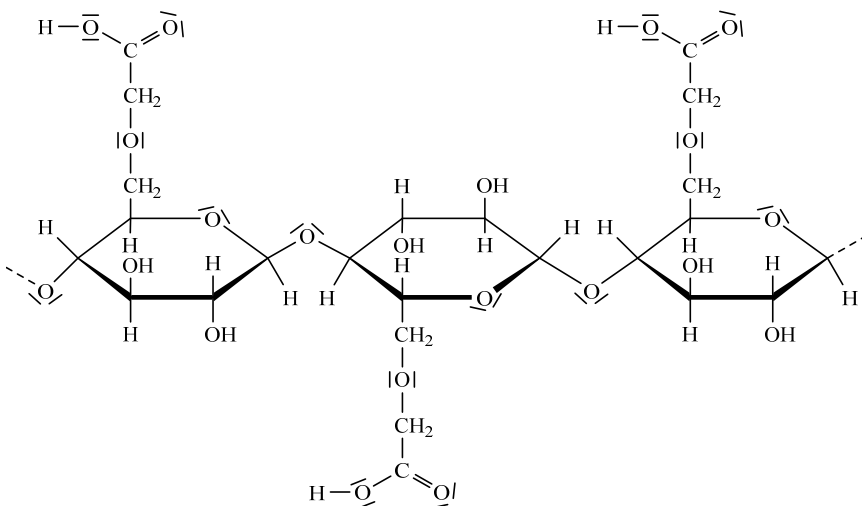
Entwickeln Sie einen möglichen Reaktionsmechanismus zur Bildung des in Material 3 dargestellten Zwischenprodukts.

Formulieren Sie die Strukturformeln der durch den EDMAN-Abbau abgetrennten Aminosäuren des angegebenen Ausschnitts einer Aminosäurekette eines Proteins und benennen Sie diese nach der IUPAC-Nomenklatur.

11
50

Material 1: CMC

Ausschnitt aus dem CMC-Molekül



Das primäre Kohlenstoff-Atom hat im Chlorethanol die Oxidationszahl $-I$ und wird im Laufe der Reaktion zu der Stufe $+III$ in der Carboxygruppe **oxidiert**. Dabei werden pro Atom 4 Elektronen abgegeben.

Das Stickstoff-Atom der Salpetersäure nimmt pro Atom 3 Elektronen auf, da die Oxidationszahl bei der **Reduktion** von $+V$ auf $+II$ im Stickstoffmonoxid sinkt.

Insgesamt werden bei der Redoxreaktion **12 Elektronen** ausgetauscht.

- 3.2 Um den pH-Wert des Medikaments Acetocaustin[®], einer Lösung von Chloressigsäure, zu berechnen, muss mithilfe der molaren Masse M und der gelösten Masse m der Chloressigsäure die **Konzentration c** berechnet werden:

$$\text{geg.: } M(\text{Chlorethansäure}) = 94,45 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m(\text{Chlorethansäure}) = 595 \text{ mg} = 0,595 \text{ g}$$

$$V(\text{Chlorethansäure}) = 1 \text{ mL} = 10^{-3} \text{ L}$$

$$\begin{aligned} c(\text{Chlorethansäure}) &= \frac{m}{M \cdot V} \\ &= \frac{0,595 \text{ g}}{94,45 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 10^{-3} \text{ L}} = \underline{\underline{6,3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}} \end{aligned}$$

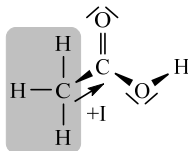
Da die Chlorethansäure als **schwache Säure** betrachtet werden soll, gilt:

$$\begin{aligned} \text{pH} &= \frac{1}{2} \cdot \left(\text{p}K_s - \lg \frac{c_0(\text{HA})}{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}} \right) \\ &= \frac{1}{2} \cdot \left(2,85 - \lg \frac{6,3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}} \right) \approx \underline{\underline{1,03 \approx 1}} \end{aligned}$$

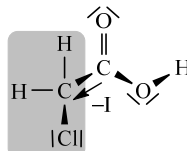
Bei einer schwachen Säure kann die vorher berechnete Konzentration der Chloressigsäure vereinfachend als Anfangskonzentration c_0 angenommen werden, da die Chloressigsäure relativ wenig protolysiert.

Aufgrund des $\text{p}K_s$ -Werts zählt die Chloressigsäure eigentlich zu den **mittelstarken** Säuren, währenddessen die Ethansäure (oder: Essigsäure) eine **schwache** Säure ist. Die verschiedenen Säurestärken lassen sich mithilfe der **induktiven Effekte** erklären: Bei der Ethansäure schiebt die Methylgruppe die Elektronen in Richtung der Carboxygruppe ($+I$ -Effekt), während die Chlormethylgruppe mit dem stark elektronegativen Chlor-Atom gegenteilig wirkt. Aufgrund der geringeren Elektronendichte der OH-Bindung kann das Wasserstoff-Atom bei der Chloressigsäure leichter als Proton abgespalten werden.

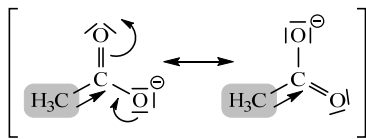
Ethansäure
(Essigsäure)



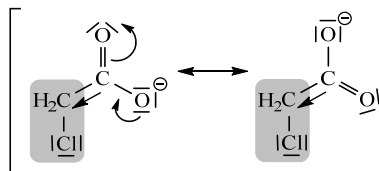
Chloressigsäure



Alternativ kann die Begründung der unterschiedlichen Säurestärke auch anhand der Mesomeriestabilisierung der entsprechenden Carboxylat-Ionen erfolgen. Die genannten induktiven Effekte beeinflussen im gleichen Maße die Stabilität der Carboxylat-Ionen:

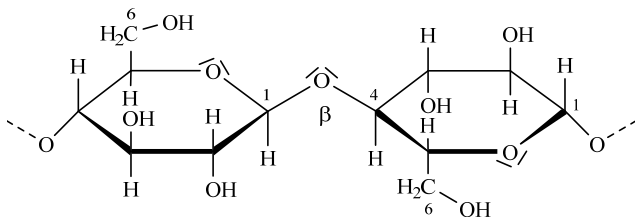


Acetat



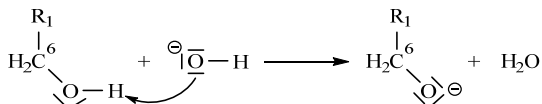
Chloracetat

3.3 Das weitere Edukt bei der CMC-Synthese ist **Cellulose**. Dieses Polysaccharid (Glycan) besteht aus β -1,4-glykosidisch verknüpften β -D-Glucose-Molekülen.

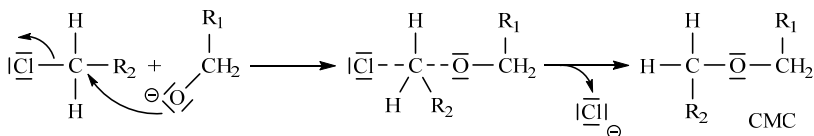
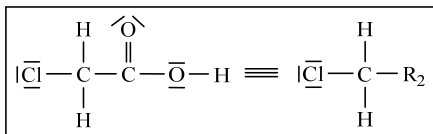


Nach der Synthesevorschrift im Material 1 bewirkt die Natronlauge eine **Deprotonierung der Hydroxygruppe** am C⁶-Atom der Cellulose:

$R_1 = \text{Celluloserest}$



Im nächsten Schritt erfolgt rückseitig ein **nukleophiler Angriff** des Cellulose-Anions am positiv polarisierten Kohlenstoff-Atom des Chloressigsäure-Anions (oder: Carboxylat-Ions, Chloracetats):





© **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