



Name: _____

Abiturprüfung 2018

Chemie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

Vanillin

1. Skizzieren Sie einen beschrifteten Versuchsaufbau für die Titration des Vanillin-haltigen Extraktes (Versuch 1). Geben Sie eine Reaktionsgleichung für die bei der Titration ablaufende Reaktion an. Berechnen Sie die Masse des extrahierten Vanillins und bewerten Sie den Vanillingehalt der untersuchten Vanilleschote. *(20 Punkte)*
2. Stellen Sie die Säure-Base-Theorie nach Brönsted am Beispiel des Vanillins dar. Erläutern Sie, auch unter Angabe von Strukturformeln, warum Vanillin eine stärkere Säure als Phenol ist. Begründen Sie anhand seiner molekularen Struktur die Farbigkeit des roten Farbstoffs. *(22 Punkte)*
3. Erläutern Sie unter Angabe des Reaktionstyps die Reaktion von Vanillin und Catechin zu dem angegebenen Zwischenprodukt in Einzelschritten (Versuch 2), auch anhand vereinfachter Strukturformeln. Erläutern Sie, warum die Zugabe von Salzsäure für den Ablauf dieser Reaktion von Bedeutung ist. *(18 Punkte)*

Zugelassene Hilfsmittel:

- Taschenrechner (graphikfähiger Taschenrechner / CAS-Taschenrechner)
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Fachspezifische Vorgaben:

Vanillin ist ein in der Lebensmittelindustrie häufig verwendeter Zusatzstoff. Vanillin wird in großem Umfang als Geschmacks- und Geruchsstoff für die Aromatisierung von Schokolade, Süßwaren, Likören und Backwaren eingesetzt, in kleineren Mengen auch in Parfüms. In der Natur kommt Vanillin in den Kapsel Früchten (Vanilleschoten) der tropischen Orchideengattung *Vanilla* vor. Je nach Qualität enthalten die Vanilleschoten 0,8 bis 2,9 % Vanillin.

Vanillin gehört zu den **Hydroxybenzaldehyden**, die als Derivate der Phenole angesehen werden können. Vanillin-Lösungen reagieren sauer. Die Vanillin-Konzentration kann im Rahmen einer Säure-Base-Titration ermittelt werden. Bei der Bestimmung des Vanillingehaltes von Vanilleschoten wird hier vereinfacht davon ausgegangen, dass Vanillin vollständig extrahiert wird und keine weiteren Säuren aus der Vanilleschote extrahiert werden.

Versuch 1:

Eine Vanilleschote mit einer Masse von 2,2 g wurde zerkleinert und auf 50,0 mL mit warmem Wasser aufgefüllt, um das Vanillin zu extrahieren. Anschließend wurden 10,0 mL des so gewonnenen Extraktes mit einem geeigneten Indikator versetzt und mit Natronlauge, $c(\text{NaOH}) = 0,01 \text{ mol/L}$, unter Rühren bis zum Farbumschlag des Indikators titriert. Es wurden insgesamt 7,0 mL Natronlauge benötigt.

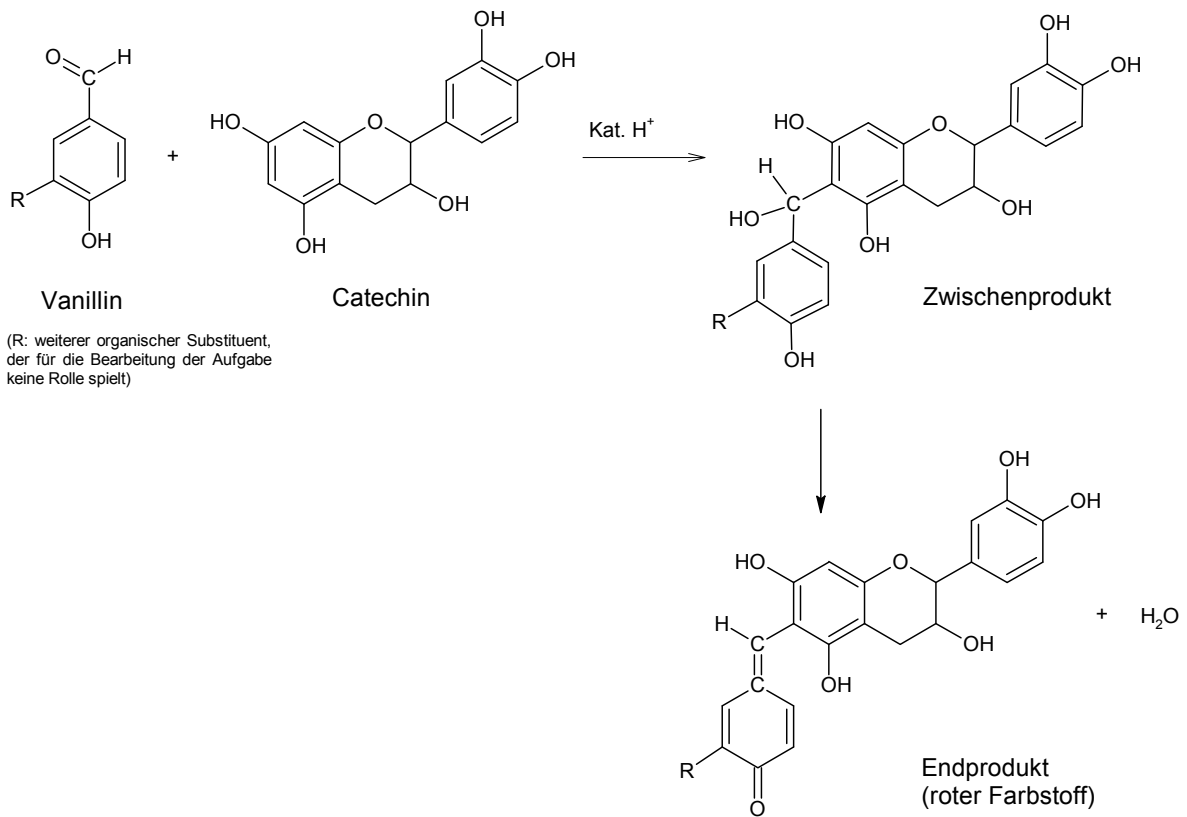
In der analytischen Chemie lässt sich Vanillin für einen Schnelltest zum Nachweis von Flavanolen verwenden. Dabei reagiert die Aldehydgruppe des Vanillins säurekatalysiert mit dem Flavanol. Flavanole sind organische Verbindungen, die in vielen Pflanzen und in Produkten vorkommen können, die aus Pflanzen gewonnen werden (z. B. Weißwein, grüner Tee).

Versuch 2:

0,5 g Vanillin wurden in 6,0 mL Ethanol gelöst und anschließend mit 3,0 mL konzentrierter Salzsäure versetzt. Das so hergestellte Reagenz wurde zu grünem Tee gegeben, der das Flavanol Catechin enthält. Nach einigen Minuten beobachtete man eine Rotfärbung des Gemisches.



Name: _____



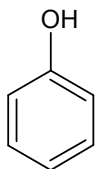
Zusatzinformationen:

Molare Masse **Vanillin**: $M(\text{Vanillin}) = 152,15 \text{ g/mol}$

Eine wässrige **Phenol**-Lösung reagiert sauer, die Phenol-Moleküle sind aufgrund ihrer Hydroxygruppe schwache Säuren.

$\text{p}K_s(\text{Phenol}) = 10,0$

$\text{p}K_s(\text{Vanillin}) = 7,4$



Phenol

Unterlagen für die Lehrkraft

Abiturprüfung 2018

Chemie, Grundkurs

1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

2. Aufgabenstellung¹

Vanillin

1. Skizzieren Sie einen beschrifteten Versuchsaufbau für die Titration des Vanillin-haltigen Extraktes (Versuch 1). Geben Sie eine Reaktionsgleichung für die bei der Titration ablaufende Reaktion an. Berechnen Sie die Masse des extrahierten Vanillins und bewerten Sie den Vanillingehalt der untersuchten Vanilleschote. (20 Punkte)
2. Stellen Sie die Säure-Base-Theorie nach Brönsted am Beispiel des Vanillins dar. Erläutern Sie, auch unter Angabe von Strukturformeln, warum Vanillin eine stärkere Säure als Phenol ist. Begründen Sie anhand seiner molekularen Struktur die Farbigkeit des roten Farbstoffs. (22 Punkte)
3. Erläutern Sie unter Angabe des Reaktionstyps die Reaktion von Vanillin und Catechin zu dem angegebenen Zwischenprodukt in Einzelschritten (Versuch 2), auch anhand vereinfachter Strukturformeln. Erläutern Sie, warum die Zugabe von Salzsäure für den Ablauf dieser Reaktion von Bedeutung ist. (18 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Römpp Enzyklopädie Online (2017)
<http://www.roempp.thieme.de/roempp3.0/do/Welcome.do> (Zugriff: 13.10.2017)
- Kuhse, B. B.: Wilhelm Haarmann auf den Spuren der Vanille – Forscher, Unternehmer, Pionier der Riechstoffe, 1. Aufl., Verlag Jörg Mitzkat, Holzminden, 2012
- Ötles, S.: Methods of Analysis of Food Components and Additives, second edition, CRC Press, Boca Raton, 2012
- <http://www.chemikalienlexikon.de/aroinfo/0541-aro.htm> (Zugriff: 07.02.2017)

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

4. Bezüge zum Kernlehrplan und zu den Vorgaben 2018

Die Aufgaben weisen vielfältige Bezüge zu den Kompetenzerwartungen und Inhaltsfeldern des Kernlehrplans bzw. zu den in den Vorgaben ausgewiesenen Fokussierungen auf. Im Folgenden wird auf Bezüge von zentraler Bedeutung hingewiesen.

1. Inhaltsfelder und inhaltliche Schwerpunkte

Säuren, Basen und analytische Verfahren

- Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
- Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen durch Titration

Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

- Organische Verbindungen und Reaktionswege
- Organische Werkstoffe
- Farbstoffe und Farbigkeit

2. Medien/Materialien

- entfällt

5. Zugelassene Hilfsmittel

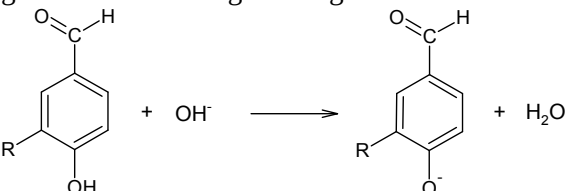
- Taschenrechner (graphikfähiger Taschenrechner / CAS-Taschenrechner)
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

Teilleistungen – Kriterien

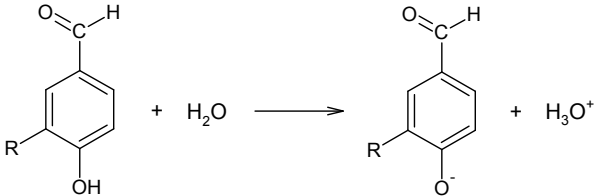
a) inhaltliche Leistung

Teilaufgabe 1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>skizziert einen beschrifteten Versuchsaufbau für die Titration des Vanillin-haltigen Extraktes (Versuch 1).</p> <p><i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling einen Erlenmeyerkolben (oder ein Becherglas) mit der Probe und dem Indikator sowie eine mit der Natronlauge gefüllte Bürette zeichnet und beschriftet.)</i></p>	4
2	<p>gibt eine Reaktionsgleichung für die bei der Titration ablaufende Reaktion an, z. B.:</p> 	4

3a	berechnet die Masse des extrahierten Vanillins, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> Berechnung der Stoffmenge an verbrauchter Natronlauge: $n(\text{OH}^-) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})$ $n(\text{OH}^-) = 0,01 \text{ mol/L} \cdot 0,0070 \text{ L} = 7,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$ Berechnung der Stoffmenge an Vanillin in der titrierten Probe: $n(\text{Vanillin}) = n(\text{OH}^-) = 7,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$ Berechnung der gesamten Stoffmenge des aus der Vanilleschote extrahierten Vanillins: $n(\text{Vanillin}) = 5 \cdot 7,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = 3,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ Berechnung der Masse an extrahiertem Vanillin: $m(\text{Vanillin}) = n(\text{Vanillin}) \cdot M(\text{Vanillin})$ $m(\text{Vanillin}) = 3,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 152,15 \text{ g/mol} \approx 0,053 \text{ g}$ 	8
3b	bewertet den Vanillingehalt der untersuchten Vanilleschote, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> bei einer Masse von 2,2 g an eingesetzter Vanilleschote entsprechen 0,053 g einem Massenanteil von ca. 2,4 %, damit liegt der Gehalt an Vanillin im oberen Bereich der in Vanilleschoten normalerweise vorkommenden Vanillinmengen. 	4
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	stellt die Säure-Base-Theorie nach Brønsted am Beispiel des Vanillins dar, z. B.: <ul style="list-style-type: none">  unprotolysierte Vanillin-Moleküle: Säure (Protonendonator), protolysiertes Vanillin-Ion: korrespondierende Base Wasser-Moleküle: Base (Protonenakzeptor), Oxonium-Ionen: korrespondierende Säure 	6
2a	erläutert, warum Vanillin eine stärkere Säure als Phenol ist. <i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling auf die Aldehydgruppe in para-Stellung zur Hydroxygruppe eingeht, die einen -M-Effekt ausübt, die Elektronendichte im aromatischen Kern verringert, das anionische Produkt durch eine zusätzliche mesomere Grenzstruktur stabilisiert und so die Abspaltung des Protons der Hydroxygruppe erleichtert.)</i>	4

2b	gibt entsprechende Strukturformeln an. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling Strukturformeln des mesomeriestabilisierten Anions zeichnet, z. B.:	4
3	begründet anhand seiner molekularen Struktur die Farbigkeit des roten Farbstoffs. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling am Beispiel des roten Farbstoffs Aussagen macht zum vorliegenden ausgedehnten System konjugierter Doppelbindungen (Chromophor), zum Mesomeriemodell (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von konjugierten π -Elektronen, Einfluss von Donator- /Akzeptorgruppen, hier der Hydroxygruppen und der Oxogruppe) und zur Anregung von Elektronen.)	8
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1a	gibt den Reaktionstyp der Reaktion von Vanillin und Catechin zu dem angegebenen Zwischenprodukt (Versuch 2) an, z. B.: • elektrophile Substitution	2
1b	erläutert die Reaktion von Vanillin und Catechin zu dem angegebenen Zwischenprodukt in Einzelschritten. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling auf die Bildung des π -Komplexes und des mesomeriestabilisierten σ -Komplexes sowie auf die Rearomatisierung durch Protonenabspaltung eingeht.)	6
1c	gibt entsprechende vereinfachte Strukturformeln an. (Hinweis: Es wird erwartet, dass entsprechende Strukturformeln des π -Komplexes und des mesomeriestabilisierten σ -Komplexes zur Veranschaulichung angegeben werden.)	4
2	erläutert, warum die Zugabe von Salzsäure für den Ablauf dieser Reaktion von Bedeutung ist, z. B.: • Durch die Zugabe von Salzsäure wird die Aldehydgruppe des Vanillins protoniert. • Hierbei entsteht ein Carbenium-Ion, das stärker elektrophil wirkt als die nicht protonierte Aldehydgruppe:	6
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus.	4
2	<ul style="list-style-type: none">• strukturiert seine Darstellung sachgerecht und übersichtlich,• verwendet eine differenzierte und präzise Sprache,• veranschaulicht seine Ausführungen durch geeignete Skizzen, Schemata etc.,• gestaltet seine Arbeit formal ansprechend.	3

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

Teilaufgabe 1

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK ²	ZK	DK
1	skizziert einen beschrifteten ...	4			
2	gibt eine Reaktionsgleichung ...	4			
3a	berechnet die Masse ...	8			
3b	bewertet den Vanillingehalt ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 1. Teilaufgabe		20			

Teilaufgabe 2

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	stellt die Säure-Base-Theorie ...	6			
2a	erläutert, warum Vanillin ...	4			
2b	gibt entsprechende Strukturformeln ...	4			
3	begründet anhand seiner ...	8			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 2. Teilaufgabe		22			

² EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1a	gibt den Reaktionstyp ...	2			
1b	erläutert die Reaktion ...	6			
1c	gibt entsprechende vereinfachte ...	4			
2	erläutert, warum die ...	6			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 3. Teilaufgabe	18			
	Summe der 1., 2. und 3. Teilaufgabe	60			

Darstellungsleistung

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	führt seine Gedanken ...	4			
2	strukturiert seine Darstellung ...	3			
	Summe Darstellungsleistung	7			

	Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)	67			
--	---	-----------	--	--	--

Festlegung der Gesamtnote (Bitte nur bei der letzten bearbeiteten Aufgabe ausfüllen.)

	Lösungsqualität			
	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
Übertrag der Punktsomme aus der ersten bearbeiteten Aufgabe	67			
Übertrag der Punktsomme aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe	67			
Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung	134			
aus der Punktsomme resultierende Note gemäß nachfolgender Tabelle				
Note ggf. unter Absenkung um bis zu zwei Notenpunkte gemäß § 13 Abs. 2 APO-GOST				
Paraphe				

Berechnung der Endnote nach Anlage 4 der Abiturverfügung auf der Grundlage von § 34 APO-GOST

Die Klausur wird abschließend mit der Note _____ (____ Punkte) bewertet.

Unterschrift, Datum:

Grundsätze für die Bewertung (Notenfindung)

Für die Zuordnung der Notenstufen zu den Punktzahlen ist folgende Tabelle zu verwenden:

Note	Punkte	Erreichte Punktzahl
sehr gut plus	15	134 – 128
sehr gut	14	127 – 121
sehr gut minus	13	120 – 114
gut plus	12	113 – 108
gut	11	107 – 101
gut minus	10	100 – 94
befriedigend plus	9	93 – 88
befriedigend	8	87 – 81
befriedigend minus	7	80 – 74
ausreichend plus	6	73 – 67
ausreichend	5	66 – 61
ausreichend minus	4	60 – 54
mangelhaft plus	3	53 – 45
mangelhaft	2	44 – 37
mangelhaft minus	1	36 – 27
ungenügend	0	26 – 0



Name: _____

Abiturprüfung 2018

Chemie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

Breaking Bad: Selbstbaubatterie zum Starten eines Motors

1. Skizzieren Sie einen beschrifteten Aufbau eines Elementes der beschriebenen Selbstbaubatterie. Ermitteln Sie die beim Entladen der Selbstbaubatterie an den Elektroden einer Zelle ablaufenden Reaktionen und die Gesamtreaktion. Berechnen Sie die Spannung einer Zelle der Selbstbaubatterie unter Annahme von Standardbedingungen.
(16 Punkte)
2. Erklären Sie unter Angabe einer Reaktionsgleichung die beobachtete Gasentwicklung im Modellexperiment. Beurteilen Sie, inwieweit die Selbstbaubatterie geeignet ist, die Autobatterie beim Startvorgang zu ersetzen. Entwickeln Sie mögliche Strategien, die beschriebene Selbstbaubatterie hinsichtlich ihres Einsatzes als Autobatterie zu optimieren.
(18 Punkte)
3. Beschreiben Sie das Verfahren der Leitfähigkeitstiteration zur Gehaltsbestimmung der Hydroxid-Ionen der Kaliumhydroxid-Lösung. Erläutern Sie anhand einer skizzierten Leitfähigkeitstiterationskurve der Kaliumhydroxid-Lösung mit Salzsäure die Grundlagen des Verfahrens unter Berücksichtigung von Tabelle 2. Berechnen Sie die Hydroxid-Ionen-Konzentration der im Modellexperiment eingesetzten Kaliumhydroxid-Lösung.
(26 Punkte)

Zugelassene Hilfsmittel:

- Taschenrechner (graphikfähiger Taschenrechner / CAS-Taschenrechner)
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Fachspezifische Vorgaben:

„Breaking Bad“ (deutsch: vom rechten Weg abkommen) ist der Titel einer Fernsehserie, die den Lebensweg eines Chemielehrers beschreibt. Chemisches Grundlagenwissen und dessen technische Bedeutsamkeit im Alltag sind an vielen Stellen der Serie Gegenstände der Handlung.

In einer lebensbedrohlichen Situation in der Wüste Nevadas soll die entladene Autobatterie, ein aus sechs Zellen bestehender 12 V-Blei-Akkumulator, provisorisch durch eine aus verfügbaren Gegenständen selbst hergestellte Batterie (**Selbstbaubatterie**) ersetzt werden. Der Chemielehrer wählt gezielt folgende Gegenstände aus: Zinkschrauben, Schwämme, Kaliumhydroxid-Lösung, Bremsklötze (Graphitblöcke mit Quecksilber(II)-oxid (HgO)), Kunststoffschalen und isolierte Kupferkabelstücke.

Sechs Schalen werden jeweils mit ca. 100 mL Kaliumhydroxid-Lösung gefüllt. In die Mitte der Schale wird ein Schwamm eingesetzt, so dass zwei getrennte Bereiche entstehen. Die linke Seite der Schale wird jeweils mit Zink-Schrauben gefüllt, die rechte Seite enthält jeweils Bremsklötze. Die einzelnen Bestandteile der Schalen werden der Reihe nach durch Kupferdrähte leitend verbunden (Reihenschaltung) und an die Stromversorgung des Fahrzeugs angeschlossen.

Die so hergestellte Selbstbaubatterie soll die Autobatterie beim Startvorgang ersetzen.

Die Frage, ob die im Film hergestellte Selbstbaubatterie wirklich den 12 V-Blei-Akkumulator ersetzen könnte, stand im Mittelpunkt einer experimentellen Untersuchung. Dabei wurden das Zink-Quecksilber(II)-oxid-Element und die eingesetzte Kaliumhydroxid-Lösung untersucht.

Modellexperiment:

Ein galvanisches Element aus Zink und Quecksilber(II)-oxid mit einer Kaliumhydroxid-Lösung als Elektrolyt wurde entsprechend der im Film beschriebenen Selbstbaubatterie aufgebaut. Das Experiment wurde abgebrochen, da eine Gasentwicklung an der Zinkelektrode zu beobachten war. Aufgrund einer positiven Knallgasprobe wurde das Gas als Wasserstoff identifiziert.

Zur Unterdrückung der Wasserstoffbildung an der Zinkelektrode wurden der Kaliumhydroxid-Lösung einige Tropfen Spülmittel hinzugefügt. Die Gasentwicklung blieb nahezu aus und die gemessene Zellspannung betrug nun 1,2 V.

Aufgrund der bestehenden pH-Abhängigkeit des Potentials der Halbzellen wurde die Konzentration der verwendeten Kaliumhydroxid-Lösung durch eine Leitfähigkeitstiteration bestimmt. Hierzu wurden 20,0 mL Kaliumhydroxid-Lösung mit einer Salzsäure-Maßlösung ($c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol/L}$) titriert und die Leitfähigkeit der Lösung kontinuierlich verfolgt. Der Äquivalenzpunkt wurde bei $V(\text{Maßlösung}) = 18,5 \text{ mL}$ zeichnerisch bestimmt.



Name: _____

Zusatzinformationen:

Tabelle 1: Standardpotentiale (E°) (bei pH = 14)

Stoff	Reaktionsgleichung	Standardpotential (E°)
Quecksilber	$\text{Hg} + 2 \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{HgO} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^-$	+0,1 V
Wasserstoff	$\text{H}_2 + 2 \text{OH}^- \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^-$	-0,83 V
Zink	$\text{Zn} + 4 \text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + 2 \text{e}^-$	-1,2 V

Tabelle 2: Relative Ionenleitfähigkeiten

Ion	Relative Ionenleitfähigkeit
Oxonium-Ion (H_3O^+)	100
Hydroxid-Ion (OH^-)	57
Chlorid-Ion (Cl^-)	21
Kalium-Ion (K^+)	21

Unterlagen für die Lehrkraft

Abiturprüfung 2018

Chemie, Grundkurs

1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

2. Aufgabenstellung¹

Breaking Bad: Selbstbaubatterie zum Starten eines Motors

1. Skizzieren Sie einen beschrifteten Aufbau eines Elementes der beschriebenen Selbstbaubatterie. Ermitteln Sie die beim Entladen der Selbstbaubatterie an den Elektroden einer Zelle ablaufenden Reaktionen und die Gesamtreaktion. Berechnen Sie die Spannung einer Zelle der Selbstbaubatterie unter Annahme von Standardbedingungen.
(16 Punkte)
2. Erklären Sie unter Angabe einer Reaktionsgleichung die beobachtete Gasentwicklung im Modellexperiment. Beurteilen Sie, inwieweit die Selbstbaubatterie geeignet ist, die Autobatterie beim Startvorgang zu ersetzen. Entwickeln Sie mögliche Strategien, die beschriebene Selbstbaubatterie hinsichtlich ihres Einsatzes als Autobatterie zu optimieren.
(18 Punkte)
3. Beschreiben Sie das Verfahren der Leitfähigkeitstiteration zur Gehaltsbestimmung der Hydroxid-Ionen der Kaliumhydroxid-Lösung. Erläutern Sie anhand einer skizzierten Leitfähigkeitstiterationskurve der Kaliumhydroxid-Lösung mit Salzsäure die Grundlagen des Verfahrens unter Berücksichtigung von Tabelle 2. Berechnen Sie die Hydroxid-Ionen-Konzentration der im Modellexperiment eingesetzten Kaliumhydroxid-Lösung.
(26 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Harnisch, Falk; Salthammer, Tunga: Die Chemie bei Breaking Bad. In: Chemie in unserer Zeit, 47 (2013) 4, S. 214 – 217
- Harris, Daniel C.: Quantitative Chemical Analysis, 7. Aufl., W. H. Freeman and Company, New York 2007
- Otto, Matthias: Analytische Chemie, 2., vollst. überarb. Aufl., WILEY-VCH-Verlag, Weinheim 2000
- Baumann, Werner; Muth, Anneliese: Batterien: Daten und Fakten zum Umweltschutz, Springer 1997
- Glaeser, Wolfgang: Batterien mit verringertem Wasserstoff-Partialdruck und Verfahren zur Herstellung derselben, Patentschrift DE 4221849 C1, Deutsches Patentamt 1994

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

4. Bezüge zum Kernlehrplan und zu den Vorgaben 2018

Die Aufgaben weisen vielfältige Bezüge zu den Kompetenzerwartungen und Inhaltsfeldern des Kernlehrplans bzw. zu den in den Vorgaben ausgewiesenen Fokussierungen auf. Im Folgenden wird auf Bezüge von zentraler Bedeutung hingewiesen.

1. Inhaltsfelder und inhaltliche Schwerpunkte

Säuren, Basen und analytische Verfahren

- Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
- Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen durch Titration

Elektrochemie

- Elektrochemische Gewinnung von Stoffen
- Mobile Energiequellen
- Korrosion

2. Medien/Materialien

- entfällt

5. Zugelassene Hilfsmittel

- Taschenrechner (graphikfähiger Taschenrechner / CAS-Taschenrechner)
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

Teilaufgabe 1

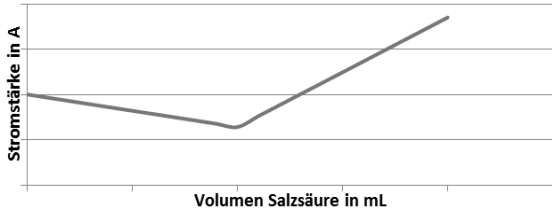
	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>skizziert einen beschrifteten Aufbau eines Elementes der beschriebenen Selbstbaubatterie.</p> <p><i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling eine beschriftete Skizze der galvanischen Zelle mit Zink als Anode und Quecksilber(II)-oxid als Kathode, Kaliumhydroxid-Lösung als Elektrolyt und Schwämmen als Diaphragma zeichnet.)</i></p>	6
2	<p>ermittelt die beim Entladen der Selbstbaubatterie an den Elektroden einer Zelle ablaufenden Reaktionen und die Gesamtreaktion, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anode: $\text{Zn} + 4 \text{OH}^- \rightarrow [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + 2 \text{e}^-$ • Kathode: $\text{HgO} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Hg} + 2 \text{OH}^-$ • Gesamtgleichung: $\text{Zn} + \text{HgO} + 2 \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + \text{Hg}$ <p><i>(Hinweis: Alternative Formulierungen, z. B. durch eine vereinfachte Ionenschreibweise oder mit $\text{Zn}(\text{OH})_2$, sind auch möglich.)</i></p>	6

3	berechnet die Spannung einer Zelle der Selbstbaubatterie unter Annahme von Standardbedingungen, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> $U = E^0(\text{Hg}/\text{HgO}) - E^0(\text{Zn}/[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}) = 0,1 \text{ V} - (-1,2 \text{ V}) = 1,3 \text{ V}$ 	4
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	erklärt unter Angabe einer Reaktionsgleichung die beobachtete Gasentwicklung im Modellexperiment, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> Das Potential der Zinkhalbzelle ist geringer als das der Wasserstoffhalbzelle. Zink wird oxidiert. Wassermoleküle werden reduziert. Wasserstoff wird freigesetzt. Reaktionsgleichung: $\text{Zn} + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{OH}^- \rightarrow [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + \text{H}_2$ <i>(Hinweis: Der Begriff Korrosion muss in diesem Zusammenhang nicht genannt werden.)</i>	6
2	beurteilt, inwieweit die Selbstbaubatterie geeignet ist, die Autobatterie beim Startvorgang zu ersetzen, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> Die Selbstbaubatterie würde unter Standardbedingungen durch Reihenschaltung von sechs Zellen eine Gesamtspannung von maximal 7,8 V erreichen können. Die Selbstbaubatterie kann den 12 V-Blei-Akkumulator daher nicht angemessen ersetzen. <i>(Hinweis: Auch andere sachangemessene Argumentationen, wie die beobachtete Wasserstoffbildung und die Berechnung anhand der im Modellexperiment gemessenen Spannung, sind möglich.)</i>	6
3	entwickelt mögliche Strategien, die beschriebene Selbstbaubatterie hinsichtlich ihres Einsatzes als Autobatterie zu optimieren, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> Die Bildung von Wasserstoff kann durch Zugabe von Spülmittel vermindert werden. Die Spannung der Selbstbaubatterie kann durch weitere in Reihe angeordnete Zellen erhöht werden. Um eine Spannung von 12 V zu erzielen, würden ca. 10 Zellen unter Standardbedingungen benötigt. <i>(Hinweis: Auch andere sinnvolle Strategien sind möglich.)</i>	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>beschreibt das Verfahren der Leitfähigkeitstiteration zur Gehaltsbestimmung der Hydroxid-Ionen der Kaliumhydroxid-Lösung, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maßlösung mit bekanntem Gehalt, • Titration durch Zutropfen der Salzsäure-Maßlösung zur Probelösung über den Äquivalenzpunkt hinaus, • Verfolgung der Leitfähigkeit in Abhängigkeit vom Volumen zugegebener Maßlösung, • graphische oder rechnerische Bestimmung des Äquivalenzpunktes, • Reaktionsgleichung/Neutralisationsgleichung: $\text{K}^+ + \text{OH}^- + \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{K}^+ + \text{Cl}^- + 2 \text{H}_2\text{O}.$ 	6
2a	<p>erläutert anhand einer skizzierten Leitfähigkeitstiterationskurve der Kaliumhydroxid-Lösung mit Salzsäure die Grundlagen des Verfahrens unter Berücksichtigung von Tabelle 2.</p> <div style="text-align: center;"> <p>Leitfähigkeitstiteration einer Kaliumhydroxid-Lösung mit Salzsäure</p>  </div> <p><i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass die Skizze den Verlauf einer Leitfähigkeitstiteration einer starken Base mit einer starken Säure wiedergibt.)</i></p>	6
2b	<p>erläutert anhand einer skizzierten Leitfähigkeitstiterationskurve der Kaliumhydroxid-Lösung mit Salzsäure die Grundlagen des Verfahrens unter Berücksichtigung von Tabelle 2, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Leitfähigkeit des Elektrolyten wird zu Beginn von dissoziierten Kalium-Ionen und Hydroxid-Ionen bestimmt. • Durch die Zugabe der Salzsäure-Maßlösung werden Hydroxid-Ionen durch Neutralisation entfernt und durch Chlorid-Ionen mit geringerer relativer Ionenleitfähigkeit ersetzt. • Die Leitfähigkeit sinkt, bis der Äquivalenzpunkt erreicht wird. • Nach Erreichen des Äquivalenzpunktes steigt die Leitfähigkeit stark an, da die relative Ionenleitfähigkeit der Oxonium-Ionen höher ist (ca. Faktor 5) als die der Chlorid-Ionen. • Oxonium-Ionen bestimmen zum Ende wesentlich die Leitfähigkeit der Lösung. 	8
3	<p>berechnet die Hydroxid-Ionen-Konzentration der im Modellexperiment eingesetzten Kaliumhydroxid-Lösung, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vereinfachte Titrationsgleichung: $\text{OH}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ • Berechnung: $n(\text{OH}^-) = n(\text{H}_3\text{O}^+) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol/L} \cdot 0,0185 \text{ L}$ $n(\text{OH}^-) = 0,00185 \text{ mol}$ $c(\text{OH}^-) = n(\text{OH}^-) / V(\text{Probe}) = 0,0925 \text{ mol/L}$ <p><i>(Hinweis: Die korrekte Berechnung ist auch ohne die Angabe der Titrationsgleichung ausreichend.)</i></p>	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus.	4
2	<ul style="list-style-type: none">• strukturiert seine Darstellung sachgerecht und übersichtlich,• verwendet eine differenzierte und präzise Sprache,• veranschaulicht seine Ausführungen durch geeignete Skizzen, Schemata etc.,• gestaltet seine Arbeit formal ansprechend.	3

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

Teilaufgabe 1

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK ²	ZK	DK
1	skizziert einen beschrifteten ...	6			
2	ermittelt die beim ...	6			
3	berechnet die Spannung ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 1. Teilaufgabe		16			

Teilaufgabe 2

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	erklärt unter Angabe ...	6			
2	beurteilt, inwieweit die ...	6			
3	entwickelt mögliche Strategien ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 2. Teilaufgabe		18			

² EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1a	beschreibt das Verfahren ...	6			
2a	erläutert anhand einer ...	6			
2b	erläutert anhand einer ...	8			
3	berechnet die Hydroxid-Ionen-Konzentration ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 3. Teilaufgabe	26			
	Summe der 1., 2. und 3. Teilaufgabe	60			

Darstellungsleistung

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	führt seine Gedanken ...	4			
2	strukturiert seine Darstellung ...	3			
	Summe Darstellungsleistung	7			

	Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)	67			
--	---	-----------	--	--	--

Die Festlegung der Gesamtnote erfolgt auf dem Auswertungsbogen in GK HT 1.



Name: _____

Abiturprüfung 2018

Chemie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

γ -Hydroxybuttersäure: Ein Mittel gegen Narkolepsie

1. Geben Sie die systematischen Namen für γ -Hydroxybuttersäure (GHB) und Bernsteinsäure an. Begründen Sie mithilfe von Oxidationszahlen, dass es sich bei der Reaktion von GHB zu Bernsteinsäure um eine Oxidation handelt. Erklären Sie die schwere Nachweisbarkeit von verabreichter GHB im menschlichen Körper sowie die gute Wasserlöslichkeit von GHB. *(16 Punkte)*
2. Skizzieren Sie eine mögliche Titrationskurve für die Leitfähigkeitstiteration von Salzsäure mit Natronlauge und erläutern Sie diese. Erläutern Sie den Verlauf der gegebenen Titrationskurve (Abbildung 1) im Vergleich zu Ihrer Skizze. Geben Sie geeignete Reaktionsgleichungen für die chemischen Vorgänge der beiden Titrations an. *(26 Punkte)*
3. Geben Sie die Reaktionsgleichung mithilfe von vereinfachten Strukturformeln und den Reaktionstyp zur Bildung von Polyhydroxybuttersäure (PHB) an. Erklären Sie die thermoplastischen Eigenschaften von PHB, auch mithilfe einer Skizze. Begründen Sie die schlechte Eignung von PHB als Verpackungsmaterial für Zitronensaft. *(18 Punkte)*

Zugelassene Hilfsmittel:

- Taschenrechner (graphikfähiger Taschenrechner / CAS-Taschenrechner)
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Fachspezifische Vorgaben:

Patienten mit Narkolepsie leiden unter exzessiver Tagesschläfrigkeit, d. h. mehrmals am Tag schlafen sie aufgrund sogenannter Einschlafattacken unvermeidlich ein, weswegen die Krankheit auch als Schlafkrankheit oder Schlummersucht bezeichnet wird. Die Dauer der Einschlafattacken beträgt meist zwischen wenigen Sekunden und 20 Minuten.

Arzneimittel gegen Narkolepsie enthalten als Wirkstoff z. B. γ -Hydroxybuttersäure (GHB). GHB ist zudem ein körpereigenes Stoffwechselprodukt, weswegen Spuren von GHB in jedem Menschen vorhanden sind.

Die Konzentration der schwachen Säure GHB in einer wässrigen Lösung lässt sich mithilfe von Natronlauge durch Leitfähigkeitstitation bestimmen. Als Maß für die Leitfähigkeit kann die Stromstärke dienen.

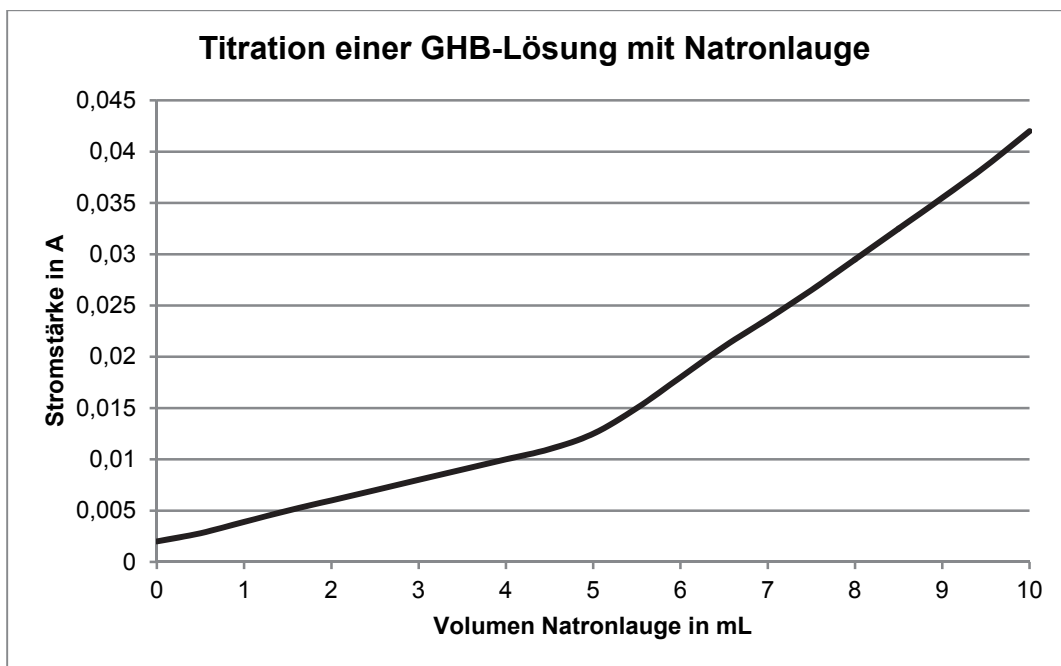


Abbildung 1: Titrationskurve einer Leitfähigkeitstitation von GHB ($c(\text{GHB}) = 0,01 \text{ mol/L}$) mit Natronlauge

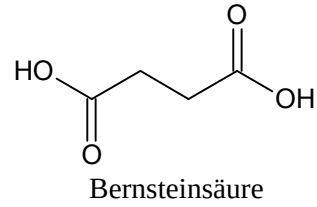
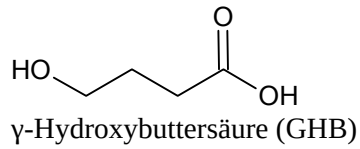
Im Körper wird GHB enzymatisch sehr schnell zu Bernsteinsäure umgewandelt, die letztlich zu Kohlenstoffdioxid und Wasser abgebaut wird.

Aus Hydroxybuttersäuren lassen sich biologisch abbaubare Kunststoffe herstellen. Polyhydroxybuttersäure (PHB) wird z. B. für kompostierbare Lebensmittelverpackungen, Kosmetikflaschen, zum medizinischen Knochenaufbau oder für Implantate verwendet. PHB ist wenig resistent gegenüber Säuren und Laugen.



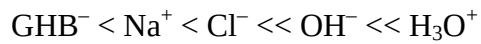
Name: _____

Zusatzinformationen:



Bei der Leitfähigkeitstiteration von GHB mit Natronlauge dissoziiert GHB als schwache Säure nur zu einem geringen Teil, dabei entstehen GHB^- -Ionen.

Ionen, geordnet nach ihrer Ionenäquivalentleitfähigkeit:



Unterlagen für die Lehrkraft

Abiturprüfung 2018

Chemie, Grundkurs

1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

2. Aufgabenstellung¹

γ -Hydroxybuttersäure: Ein Mittel gegen Narkolepsie

1. Geben Sie die systematischen Namen für γ -Hydroxybuttersäure (GHB) und Bernsteinsäure an. Begründen Sie mithilfe von Oxidationszahlen, dass es sich bei der Reaktion von GHB zu Bernsteinsäure um eine Oxidation handelt. Erklären Sie die schwere Nachweisbarkeit von verabreichter GHB im menschlichen Körper sowie die gute Wasserlöslichkeit von GHB. (16 Punkte)
2. Skizzieren Sie eine mögliche Titrationskurve für die Leitfähigkeitstitation von Salzsäure mit Natronlauge und erläutern Sie diese. Erläutern Sie den Verlauf der gegebenen Titrationskurve (Abbildung 1) im Vergleich zu Ihrer Skizze. Geben Sie geeignete Reaktionsgleichungen für die chemischen Vorgänge der beiden Titrationen an. (26 Punkte)
3. Geben Sie die Reaktionsgleichung mithilfe von vereinfachten Strukturformeln und den Reaktionstyp zur Bildung von Polyhydroxybuttersäure (PHB) an. Erklären Sie die thermoplastischen Eigenschaften von PHB, auch mithilfe einer Skizze. Begründen Sie die schlechte Eignung von PHB als Verpackungsmaterial für Zitronensaft. (18 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Andresen, H.; Stimpfl, T.; Sprys, N.; Schnitgerhans, T.; Müller, A.: Liquid Ecstasy – ein relevantes Drogenproblem. In: Dtsch. Ärztebl. 105 (2008) 36, S. 599 – 603
- Blume, R.; Wiehoczek, D.: <http://www.chemieunterricht.de/dc2/echemie/leitf-02.htm>. (Zugriff 20.09.2017)
- Römpf Enzyklopädie Online (2017), Stuttgart: Thieme Verlag <https://roempp.thieme.de/roempp4.0/do/Welcome.do> (Zugriff 13.10.2017).
- Hennessy, S. A. u. a.: The reactivity of gamma-hydroxybutyric acid (GHB) and gamma-butyrolactone (GBL) in alcoholic solutions. Journal of forensic sciences, 49 (2004) 6, S. 1220 – 1229

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

4. Bezüge zum Kernlehrplan und zu den Vorgaben 2018

Die Aufgaben weisen vielfältige Bezüge zu den Kompetenzerwartungen und Inhaltsfeldern des Kernlehrplans bzw. zu den in den Vorgaben ausgewiesenen Fokussierungen auf. Im Folgenden wird auf Bezüge von zentraler Bedeutung hingewiesen.

1. Inhaltsfelder und inhaltliche Schwerpunkte

Säuren, Basen und analytische Verfahren

- Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
- Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen durch Titration

Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

- Organische Verbindungen und Reaktionswege
- Organische Werkstoffe
- Farbstoffe und Farbigkeit

2. Medien/Materialien

- entfällt

5. Zugelassene Hilfsmittel

- Taschenrechner (graphikfähiger Taschenrechner / CAS-Taschenrechner)
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

Teilleistungen – Kriterien

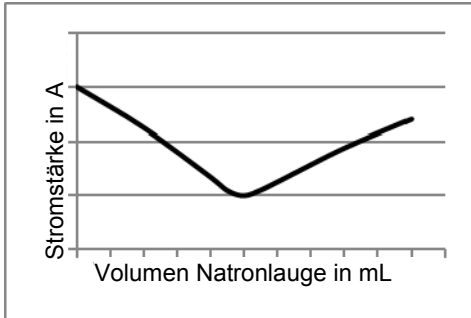
a) inhaltliche Leistung

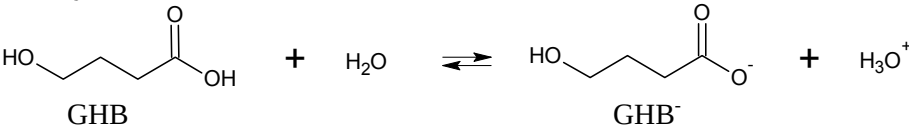
Teilaufgabe 1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	gibt die systematischen Namen für γ -Hydroxybuttersäure (GHB) und Bernsteinsäure an, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • 4-Hydroxybutansäure • 1,2-Ethandicarbonsäure (Butandisäure) 	2
2	begründet mithilfe von Oxidationszahlen, dass es sich bei der Reaktion von GHB zu Bernsteinsäure um eine Oxidation handelt, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Die Verbindungen unterscheiden sich lediglich in ihren funktionellen Gruppen: GHB besitzt eine Hydroxygruppe, Bernsteinsäure eine zweite Carboxygruppe. • Oxidationszahl am Kohlenstoffatom 4 bei GHB: $-I$ • Oxidationszahl am Kohlenstoffatom 4 bei der Bernsteinsäure: $+III$ • Begründung der Oxidation mit der Erhöhung der Oxidationszahl 	4

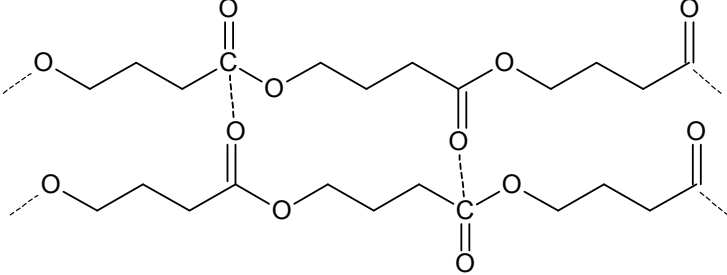
3a	<p>erklärt die schwere Nachweisbarkeit von verabreichter GHB im menschlichen Körper, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es sind deutlich höhere Konzentrationen nötig, um einen Unterschied zu der stoffwechselbedingten Konzentration zu erkennen. • Schneller Abbau von GHB zu Kohlenstoffdioxid und Wasser, dadurch ist GHB nicht lange nachweisbar. <p>(Hinweis: Alternative Lösungen sind entsprechend zu werten.)</p>	4
3b	<p>erklärt die gute Wasserlöslichkeit von GHB.</p> <p>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling darauf eingeht, dass die Hydroxy- und Carboxygruppe stark polar sind, sich H-Brücken zu Wassermolekülen ausbilden, die Alkylkette relativ kurz ist, GHB teilweise deprotoniert wird, wobei sich Carboxylat-Ionen und Oxonium-Ionen bilden.</p> <p>Alternative Lösungen sind entsprechend zu werten. Die Nennung von mindestens drei Aspekten führt zur Vergabe der vollen Punktzahl.)</p>	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
Der Prüfling		
1a	<p>skizziert eine mögliche Titrationskurve für die Leitfähigkeitstiration von Salzsäure mit Natronlauge, z. B.:</p>  <p>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling die geringere Steigung der zweiten Geraden in seiner Zeichnung berücksichtigt.)</p>	4
1b	<p>erläutert eine mögliche Titrationskurve für die Leitfähigkeitstiration von Salzsäure mit Natronlauge, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vor der Titration wird die Gesamtleitfähigkeit ausschließlich durch Oxonium-Ionen und Chlorid-Ionen bestimmt. • Durch Zugabe von Natronlauge nimmt die Leitfähigkeit ab, da die Oxonium-Ionenkonzentration durch die Neutralisation verringert wird. • In gleichem Maße steigt die Konzentration an Natrium-Ionen, die jedoch eine geringere Äquivalentleitfähigkeit besitzen als Oxonium-Ionen. • Am Äquivalenzpunkt erreicht die Leitfähigkeit ihr Minimum, da alle Oxonium-Ionen neutralisiert sind. Die Leitfähigkeit wird durch Natrium-Ionen und Chlorid-Ionen bestimmt. • Bei weiterer Zugabe von Natronlauge steigt sie wieder an. Nach dem Äquivalenzpunkt wird die Leitfähigkeit durch Natrium-, Hydroxid- und Chlorid-Ionen bestimmt. • Die Konzentration der Chlorid-Ionen während der Titration ist konstant. <p>(Hinweis: Alternative Lösungen sind entsprechend zu werten.)</p>	6

2	<p>erläutert den Verlauf der gegebenen Titrationskurve (Abbildung 1) im Vergleich zu seiner Skizze, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • GHB als schwache Säure dissoziiert nur zu einem sehr kleinen Teil. Vor der Laugen-zugabe tragen somit lediglich sehr wenige Oxonium-Ionen und Säurerest-Ionen (GHB^-) zur Leitfähigkeit bei. Daher ist im Vergleich zur Titration mit Salzsäure zu Beginn nur eine geringe Leitfähigkeit messbar. • Durch Zugabe von Natronlauge nimmt die Leitfähigkeit leicht zu, da gemäß der Neutralisationsgleichung die Konzentration sowohl an Natrium-Ionen als auch Säurerest-Ionen (GHB^-) ansteigt. Im Vergleich zur Titration mit Salzsäure steigt die Leitfähigkeit, da bis zum Äquivalenzpunkt die Konzentration an Oxonium-Ionen aufgrund des Dissoziationsgleichgewichts etwa konstant bleibt. • Am Äquivalenzpunkt sind alle GHB-Moleküle bzw. nachdissoziierten Oxonium-Ionen neutralisiert. Die Leitfähigkeit wird durch Natrium-Ionen und Säurerest-Ionen (GHB^-) bestimmt. • Die weitere Zugabe von Natronlauge lässt die Gerade steiler ansteigen, da die OH^--Ionen nicht mehr abgefangen/neutralisiert werden. Na^+- und vor allem OH^--Ionen mit ihrer hohen Äquivalentleitfähigkeit bestimmen ab hier vorwiegend die Gesamtleitfähigkeit der Lösung. <p>(Hinweis: Alternative Lösungen sind entsprechend zu werten.)</p>	8
3	<p>gibt geeignete Reaktionsgleichungen für die chemischen Vorgänge der beiden Titrati-onen an, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Protolyse HCl: $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ • Neutralisation: $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^- + \text{Na}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^- + 2 \text{H}_2\text{O}$ • Protolyse GHB:  $\text{HO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ <p style="text-align: center;">$\text{GHB} \qquad \qquad \qquad \text{GHB}^-$</p> • Neutralisation GHB: $\text{GHB} + \text{Na}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{GHB}^- + \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O}$ <p>(Hinweise: Alternative Lösungen sind entsprechend zu werten. Da GHB als schwache Säure nur sehr gering dissoziiert, reagieren die Hydroxid-Ionen zumeist direkt mit den GHB-Molekülen. Beide Lösungen sind zu akzeptieren.)</p>	8
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
Der Prüfling		
1a	<p>gibt die Reaktionsgleichung mithilfe von vereinfachten Strukturformeln zur Bildung von PHB an:</p> $n \text{ HO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH} \longrightarrow \left[\text{H-O-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CO} \right]_n \text{ OH} + (n-1) \text{ H}_2\text{O}$	4
1b	<p>gibt den Reaktionstyp zur Bildung von PHB an:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Polykondensation 	2
2a	<p>erklärt die thermoplastischen Eigenschaften von PHB, auch mithilfe einer Skizze, z. B.:</p>  <p>(Hinweis: Alternative Lösungen sind entsprechend zu werten.)</p>	4
2b	<p>erklärt die thermoplastischen Eigenschaften von PHB.</p> <p>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling darauf eingeht, dass die Makromoleküle in PHB linear aufgebaut sind und keine Quervernetzungen aufweisen, zwischen den langkettigen Molekülen vor allem (schwächere) van-der-Waals-Kräfte und Dipol-Dipol-Kräfte wirken, die Ausbildung von H-Brücken außer an den Kettenenden kaum möglich ist.</p> <p>Die Nennung von mindestens drei Aspekten führt zur Vergabe der vollen Punktzahl.)</p>	6
3	<p>begründet die schlechte Eignung von PHB als Verpackungsmaterial für Zitronensaft, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • PHB eignet sich nicht für diesen Zweck, weil es als ein Polyester säurekatalysiert hydrolysiert werden kann. • Eine beschleunigte Zersetzung des Verpackungsmaterials wäre die Folge. <p>(Hinweis: Alternative Lösungen sind entsprechend zu werten.)</p>	2
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
Der Prüfling		
1	führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus.	4
2	<ul style="list-style-type: none"> • strukturiert seine Darstellung sachgerecht und übersichtlich, • verwendet eine differenzierte und präzise Sprache, • veranschaulicht seine Ausführungen durch geeignete Skizzen, Schemata etc., • gestaltet seine Arbeit formal ansprechend. 	3

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

Teilaufgabe 1

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK ²	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	gibt die systematischen ...	2			
2	begründet mithilfe von ...	4			
3a	erklärt die schwere ...	4			
3b	erklärt die gute ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 1. Teilaufgabe	16			

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1a	skizziert eine mögliche ...	4			
1b	erläutert eine mögliche ...	6			
2	erläutert den Verlauf ...	8			
3	gibt geeignete Reaktionsgleichungen ...	8			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 2. Teilaufgabe	26			

² EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1a	gibt die Reaktionsgleichung ...	4			
1b	gibt den Reaktionstyp ...	2			
2a	erklärt die thermoplastischen ...	4			
2b	erklärt die thermoplastischen ...	6			
3	begründet die schlechte ...	2			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 3. Teilaufgabe	18			
	Summe der 1., 2. und 3. Teilaufgabe	60			

Darstellungsleistung

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	führt seine Gedanken ...	4			
2	strukturiert seine Darstellung ...	3			
	Summe Darstellungsleistung	7			
	Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)	67			

Die Festlegung der Gesamtnote erfolgt auf dem Auswertungsbogen in GK HT 1.