

Gemeinsame Aufgabenpools der Länder

Pool für das Jahr 2026

Aufgaben für das Fach Chemie

Kurzbeschreibung

Aufgabentitel	Ascorbinsäure – erstaunlich gesund?
Anforderungsniveau	erhöht
Inhaltsbereiche	♦ Stoffe, Strukturen, Eigenschaften ♦ Verbindungen mit funktionellen Gruppen ♦ Hydroxy-, Carboxygruppe ♦ Strukturen ausgewählter organischer und anorganischer Stoffe ♦ inter- und intramolekulare Wechselwirkungen ♦ Chemische Reaktionen ♦ Protonenübergänge ♦ Säure-Base-Konstanten ♦ pH-Wert-Berechnungen ♦ Puffersysteme ♦ Arbeitsweisen ♦ Quantitative und instrumentelle Analytik ♦ Säure-Base-Titration (mit Titrationskurve) ♦ ein Verfahren der instrumentellen Analyse (potentiometrische pH-Messung mit sensor- und computergestütztem Messwerterfassungssystem)
Materialien	♦ M 1 Ascorbinsäure ♦ M 2 Tagesbedarf an Vitamin C und Folgen eines Mangels oder Überschusses ♦ M 3 Ascorbinsäure in Nahrungsergänzungsmitteln und Injektionspräparaten ♦ M 4 Schülerexperiment zur Bestimmung der Stoffmengenkonzentration von Ascorbinsäure in einer Injektionslösung
Quellenangaben	♦ M 1 ♦ Seilnacht, T. (o.D.). <i>Ascorbinsäure (Vitamin C)</i>. https://www.seilnacht.com/Chemie/ch_ascor.html (Zugriff am: 27.09.2023) ♦ Tsao, C. S. (1997). An overview of Ascorbic Acid Chemistry and Biochemistry. In Packer, L. & Fuchs, J., <i>Vitamin C in Health and Disease</i> (S. 25–58). CRC Press.

	♦ M 2 ♦ <i>Vitamin C</i> (o. D.). DGE. https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/vitamin-c/?L=0 (Zugriff am: 18.07.2022) ♦ Felchner, C. (2023, 19. Oktober). <i>Vitamin C</i>. NetDoktor. https://www.netdoktor.de/laborwerte/vitamin-c/ (Zugriff am: 18.07.2022) ♦ M 3 ♦ Gebrauchsinformation: Information für den Anwender Pascorbin® Wirkstoff: Ascorbinsäure 150 mg pro ml Injektionslösung (2020, Mai). Shop Apotheke. https://cdn.shop-apotheke.com/PDF/D00/581/310/D00581310-bp.pdf (Zugriff am 05.04.2024)
Hilfsmittel	♦ digitales Hilfsmittel, das mindestens die Funktionalität eines WTR hat ♦ mathematisch-naturwissenschaftliche Formelsammlung ♦ digitales Messwerterfassungssystem für eine potentiometrische pH-Messung
fachpraktischer Anteil	ja ☒ nein ☐ Zeitzuschlag: —
Hinweise	Die folgenden Dokumente sind für den fachpraktischen Teil unter Punkt 6 zu entnehmen: Hinweise zur Durchführung, Beobachtungsbogen, Ersatzergebnisse und die Gefährdungsbeurteilung.

1 Aufgabe

Ascorbinsäure – erstaunlich gesund?

Ascorbinsäure, auch Vitamin C genannt, kommt vor allem in frischem Obst und Gemüse vor. Für eine gute Gesundheit ist eine tägliche Zufuhr von Ascorbinsäure notwendig. Zur Ergänzung der Aufnahme über Lebensmittel werden Vitaminpräparate in Tablettenform oder auch Injektionslösungen mit Vitamin C angeboten.

	BE
1 Erläutern Sie das Säure-Base-Konzept nach Brönsted am Beispiel der Reaktion von Ascorbinsäure und Wasser. Formulieren Sie hierzu die Reaktionsgleichung unter Verwendung von Strukturformeln für die organischen Verbindungen (M 1).	5
2 Führen Sie die potentiometrische Titration durch und erstellen Sie eine Titrationskurve (M 4). <i>Hinweis: Für den Fall, dass Sie keine auswertbaren Beobachtungen erzielt haben, können Sie sich die Titrationskurve unter Abzug von 3 BE geben lassen.</i>	7
3 Kennzeichnen Sie in der Titrationskurve den Äquivalenzpunkt und den Halbäquivalenzpunkt. Beschreiben und erklären Sie den Kurvenverlauf bis zur Zugabe von 7 mL Maßlösung. Wählen Sie für die Titration einen geeigneten Säure-Base-Indikator aus und begründen Sie Ihre Auswahl.	11
4 Berechnen Sie die Stoffmengenkonzentration der Ascorbinsäure in der Injektionslösung aus den Ergebnissen der Titration. <i>Hinweis: Für den Fall, dass Sie den Äquivalenzpunkt nicht bestimmen konnten, verwenden Sie den Ersatzwert: $V(\text{NaOH}) = 9,2 \text{ mL}$.</i> Überprüfen Sie die Angabe des Herstellers zur in der Injektionslösung enthaltenen Masse an Ascorbinsäure (M 3). Beurteilen Sie die Anwendungsempfehlung der Injektionslösung anhand von zwei Argumenten (M 2, M 3).	11
5 Begründen Sie die Veränderung des pH-Wertes bei Zugabe von Natriumhydrogencarbonat zu einer Ascorbinsäure-Lösung unter Einbeziehung einer Reaktionsgleichung (M 3).	6

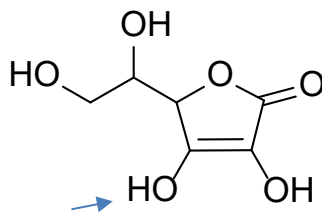
Quellen (ggf. verändert):

- [1] Seilnacht, T. (o.D.). *Ascorbinsäure (Vitamin C)*. https://www.seilnacht.com/Chemie/ch_ascor.html (Zugriff am: 27.09.2023)
- [2] Tsao, C. S. (1997). An overview of Ascorbic Acid Chemistry and Biochemistry. In Packer, L. & Fuchs, J., *Vitamin C in Health and Disease* (S. 25–58). CRC Press.
- [3] *Vitamin C* (o. D.). DGE. <https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/vitamin-c/?L=0> (Zugriff am 18.07.2022)
- [4] Felchner, C. (2023, 19. Oktober). *Vitamin C*. NetDoktor. <https://www.netdoktor.de/laborwerte/vitamin-c/> (Zugriff am: 18.07.2022)
- [5] *Gebrauchsinformation: Information für den Anwender Pascorbin® Wirkstoff: Ascorbinsäure 150 mg pro ml Injektionslösung* (2020, Mai). Shop Apotheke. <https://cdn.shop-apotheke.com/PDF/D00/581/310/D00581310-bp.pdf> (Zugriff am 05.04.2024)

2 Material

Material 1: Ascorbinsäure [1], [2]

Ascorbinsäure wird auch Vitamin C genannt. Ascorbinsäure ist sehr gut in Wasser löslich. Obwohl das Molekül keine Carboxygruppe aufweist, besitzt es saure Eigenschaften. Ascorbinsäure hat einen pK_S -Wert von 4,25 und kann vereinfacht als einprotonige Säure angesehen werden. Ihre Salze heißen Ascorbate.



acides Wasserstoff-Atom

Abb. 1 Strukturformel des Ascorbinsäure-Moleküls

Material 2: Tagesbedarf an Vitamin C und Folgen eines Mangels oder Überschusses [3], [4]

Natürliches Vitamin C kommt vorwiegend in rohem Obst und Gemüse vor. Sehr hohe Anteile weisen hierbei Paprika mit ca. $1,2 \frac{g}{kg}$ sowie schwarze Johannisbeeren mit ca. $1,75 \frac{g}{kg}$ auf.

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) empfiehlt bei Erwachsenen eine tägliche Vitamin-C-Aufnahme von 95–110 mg.

Ein Vitamin C Mangel führt zur Krankheit Skorbut. Diese trat in der Zeit vom 16. bis 19. Jahrhundert vor allem bei Seefahrern auf. Typische Symptome eines Vitamin-C-Mangels sind entzündetes und blutendes Zahnfleisch, Gelenksmerzen, verzögerte Wundheilung, Wasseransammlung in Geweben und leichte Blutungen der Haut oder der Schleimhaut.

Ein Vitamin-C-Überschuss ist für den gesunden Menschen nicht gefährlich. Überschüssiges Vitamin C wird über den Harn ausgeschieden. Trotzdem empfiehlt es sich für Erwachsene nicht mehr als 500 mg pro Tag einzunehmen, weil bei Überdosierung mit Verdauungsbeschwerden und Durchfall zu rechnen ist.

Material 3: Ascorbinsäure in Nahrungsergänzungsmitteln und Injektionspräparaten [5]

Man kann Ascorbinsäure in Tablettenform oder als Pulver im Supermarkt als Nahrungsergänzungsmittel kaufen. Zur Intensivtherapie bei Vitamin-C-Mangel gibt es vom Arzt zu verabreichende Injektionslösungen.

Die Produktion von Injektionslösungen unterliegt strengen Qualitätskontrollen. Eine besteht darin, die Stoffmengenkonzentration an Ascorbinsäure in der Injektionslösung durch Titration mit Natronlauge zu bestimmen (analog zum Schülerexperiment in Material 4).

Ein Hersteller weist auf dem Beipackzettel aus, dass 1 mL der vertriebenen Injektionslösung 150 mg Ascorbinsäure und 50 mg Natriumhydrogencarbonat enthalte. Eine tägliche Gabe von 5 mL dieser Lösung wird empfohlen. Durch Zugabe von Natriumhydrogencarbonat wird der pH-Wert der Injektionslösung verändert.

Material 4: Schülerexperiment zur Bestimmung der Stoffmengenkonzentration von Ascorbinsäure in einer Injektionslösung

10 mL Ascorbinsäure-Lösung wurden vor der Titration mit destilliertem Wasser auf 100 mL Probelösung aufgefüllt.

Geräte:

- ♦ Messwerterfassungssystem mit Drucker
- ♦ Bürette
- ♦ Stativmaterial
- ♦ pH-Elektrode
- ♦ Trichter
- ♦ Weithalservolumenkolben, 200–300 mL
- ♦ Vollpipette ($V = 25 \text{ mL}$) mit Pipettierhilfe
- ♦ ggf. Magnetrührer mit Rührfisch
- ♦ Becherglas

Chemikalien:

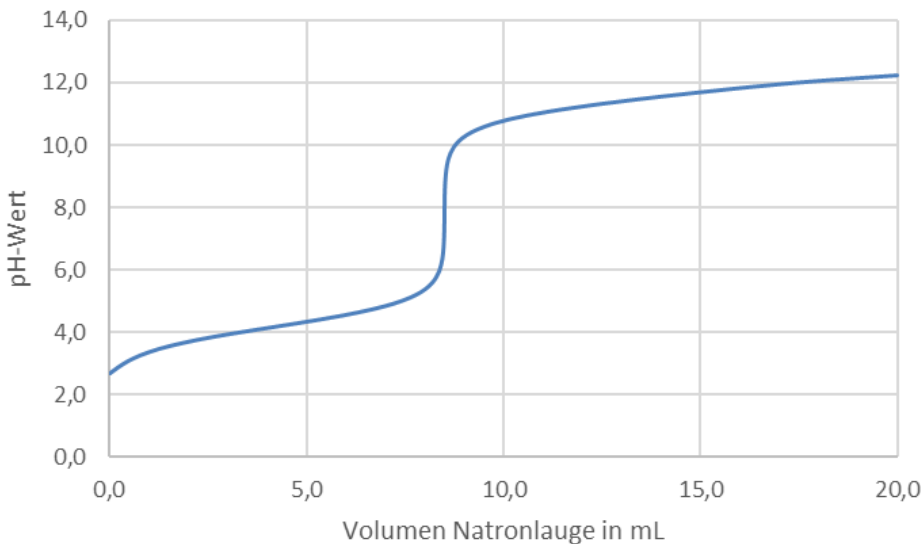
- ♦ Natronlauge mit $c(\text{NaOH}) = 0,25 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$
- ♦ Ascorbinsäure-Lösung
- ♦ destilliertes Wasser

Durchführung:

Entnehmen Sie der vorbereiteten Probenlösung 25 mL und titrieren Sie diese potentiometrisch mit Natronlauge der Stoffmengenkonzentration $c(\text{NaOH}) = 0,25 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$.

3 Erwartungshorizont

Der Erwartungshorizont stellt für jede Teilaufgabe eine mögliche Lösung dar. Nicht dargestellte korrekte Lösungen sind als gleichwertig zu akzeptieren.

		BE/AFB		
		I	II	III
1	<u>Erläuterung der Säure-Base-Theorie nach Brönsted:</u> - Das Ascorbinsäure-Molekül ist eine Brönsted-Säure, weil es ein Proton abgibt (Protonendonator). - Das Wasser-Molekül ist eine Brönsted-Base, weil es ein Proton aufnimmt (Protonenakzeptor). - Insgesamt handelt es sich um eine Protonenübertragungsreaktion. <u>Formulierung der Reaktionsgleichung:</u> <chem>O=C1OC(O)C(O)C(O)O1.O>>[O-]C1OC(O)C(O)C(O)O1.O=[H+]</chem>	2	1	
		1	1	
2	<u>Durchführung der Titration und Erstellung einer Titrationskurve:</u> - fachgerechte Durchführung (siehe Beobachtungsbogen) - Titrationsskurve (Achsenbeschriftung, Bereich nach dem Anfangspunkt, um den Halbäquivalenzpunkt, um den Äquivalenzpunkt und nach dem Äquivalenzpunkt) 	4	3	
3	<u>Kennzeichnung des Äquivalenzpunkts und des Halbäquivalenzpunkts in der Titrationskurve</u> - bei Zugabe von 4,25 mL Natronlauge-Zugabe: Halbäquivalenzpunkt - bei Zugabe von 8,5 mL Natronlauge-Zugabe: Äquivalenzpunkt <u>Beschreibung und Erklärung des Kurvenverlaufs:</u> - Zu Beginn der Titration liegt der pH-Wert bei ca. 2,8. Der pH-Wert wird von der Ascorbinsäure-Lösung bestimmt.	2	2	
		2	4	

		BE/AFB		
		I	II	III
	- Der pH-Wert steigt bei Zugabe der Lauge langsam an, da Oxonium-Ionen mit Hydroxid-Ionen reagieren. - Geringerer pH-Anstieg um den Halbäquivalenzpunkt durch Bildung des Ascorbinsäure-Ascorbat-Puffers. Der pH-Wert am Halbäquivalenzpunkt entspricht dem pK_S-Wert. <u>Auswahl eines geeigneten Säure-Base-Indikators und Begründung:</u> - Geeignet ist zum Beispiel der Indikator Thymolblau, da innerhalb des pH-Bereichs seines Farbumschlags der pH-Wert des Äquivalenzpunkts liegt bzw. Thymolblau innerhalb des pH-Sprungs seine Farbe ändert.		3	
4	<u>Berechnung der Stoffmengenkonzentration der Ascorbinsäure-Lösung (HAsc):</u> - Aus Diagramm ablesen: Äquivalenzpunkt bei $V(\text{NaOH}) = 8,5 \text{ mL} = 0,0085 \text{ L}$ - Stoffmengenverhältnis ableiten: $n(\text{NaOH}) = n(\text{HAsc})$ $c(\text{HAsc}) = \frac{n(\text{HAsc})}{V(\text{HAsc})}$ $= \frac{n(\text{NaOH})}{V(\text{HAsc})}$ $= \frac{c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{V(\text{HAsc})}$ $= \frac{0,25 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,0085 \text{ L}}{0,025 \text{ L}} = 0,085 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ - Unter Berücksichtigung des Verdünnungsfaktors von 10 gilt: $c(\text{HAsc})_{\text{inj.}} = 0,85 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ <u>Überprüfung der Angabe des Herstellers:</u> $\beta = c \cdot M$ $= 0,85 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 176,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ $= 150 \frac{\text{g}}{\text{L}}$ - Die Konzentrationsangabe des Herstellers ist korrekt. <u>Beurteilung der Anwendungsempfehlung anhand von zwei Argumenten:</u> - In 5 mL der Injektionslösung sind 750 mg Ascorbinsäure enthalten. - Selbst die empfohlene tägliche Zufuhr von 95–110 mg für einen Erwachsenen wird hier deutlich überschritten. Die täglich empfohlene Maximalmenge von 500 mg wird ebenso überschritten. - Überschüssiges Vitamin C wird zwar vom Körper ausgeschieden, dies kann jedoch bei empfindlichen Personen zu Verdauungsbeschwerden und Durchfall führen. - Die Gabe per Injektion führt zur schnellen Verfügbarkeit der Ascorbinsäure in der Blutbahn, jedoch ist eine Injektion im Vergleich mit der oralen Aufnahme aufwendiger. - Sachurteil: Geeigneter wäre eine gesunde vitaminreiche Ernährung.	1	1 2	1 1 3

		BE/AFB		
		I	II	III
5	<u>Begründung der Veränderung des pH-Wertes bei Zugabe von Natriumhydrogencarbonat:</u> ♦ Reaktionsgleichung: $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ ♦ Das Ascorbinsäure-Molekül ist eine stärkere Säure als das Hydrogencarbonat-Ion. ♦ Die Oxonium-Ionen der Ascorbinsäure-Lösung protonieren Hydrogencarbonat-Ionen. ♦ Die entstehenden Kohlensäure-Moleküle zerfallen in Kohlenstoffdioxid- und Wasser-Moleküle. ♦ Kohlenstoffdioxid entweicht als Gas aus der Lösung und dadurch wird das Gleichgewicht zugunsten der Produktseite beeinflusst.		2 1	 1 1 1
	Summe¹	11	21	8

¹ Bei jeder Aufgabe liegen die Anzahlen der Bewertungseinheiten – abhängig vom Anforderungsniveau – in den Bereichen, die der folgenden Tabelle zu entnehmen sind:

Anforderungsniveau	erhöht			grundlegend		
Anforderungsbereich	I	II	III	I	II	III
Anzahl der BE	11 - 13	17 - 21	8 - 10	10 - 12	13 - 16	4 - 6

4 Standardbezug²

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
1	7, 16		9	
2		5, 6		
3	7	5	7, 10	
4	17	11	8	1
5	7		10	

5 Bewertungshinweise

Die Bewertung der erbrachten Prüfungsleistungen hat sich für jede Teilaufgabe nach der am rechten Rand der Aufgabenstellung angegebenen Anzahl maximal erreichbarer Bewertungseinheiten (BE) zu richten.

Für die Bewertung der Gesamtleistung eines Prüflings ist ein Bewertungsraster³ vorgesehen, das angibt, wie die in den drei Prüfungsteilen insgesamt erreichten Bewertungseinheiten in Notenpunkte umgesetzt werden.

² Zu jeder Teilaufgabe sind zu jedem Kompetenzbereich die Nummern der Standards gemäß den Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife genannt, die zur Bearbeitung der Aufgabe erforderlich sind.

³ Das Bewertungsraster ist Teil des Dokuments „Beschreibung der Struktur“, das auf den Internetseiten des IQB zum Download bereitsteht.

6 Hinweise für Lehrkräfte bei fachpraktischen Aufgabenvorschlägen

6.1 Hinweise zur Durchführung der fachpraktischen Aufgabe

Geräte pro Arbeitsplatz:

- ◆ Messwerterfassungssystem mit Drucker
- ◆ Bürette
- ◆ Stativmaterial
- ◆ pH-Elektrode
- ◆ Trichter
- ◆ Vollpipette ($V = 25 \text{ mL}$) mit Pipettierhilfe
- ◆ Weithalserlenmeyerkolben, 200–300 mL
- ◆ ggf. Magnetrührer mit Rührfisch
- ◆ Becherglas

Chemikalien pro Arbeitsplatz

- ◆ ca. 25 mL Natriumhydroxid-Lösung mit
 $c = 0,25 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$
- ◆ ca. 50 mL Ascorbinsäure-Lösung mit
 $c = 0,085 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$
- ◆ destilliertes Wasser

Aufgeführte Geräte und Chemikalien sind dem Prüfling am Arbeitsplatz bereitzustellen.

Durchführung: potentiometrische Titration der Ascorbinsäure-Lösung

Arbeits-, Brand- und Gesundheitsschutz:

Arbeits-, Brand- und Gesundheitsschutz sind entsprechend den gesetzlichen Vorgaben sowie den bundeslandspezifischen Regelungen einzuhalten. Die Gefährdungsbeurteilung entspricht dem Stand von April 2025 und ist gegebenenfalls an aktuelle Änderungen und an die örtlichen Gegebenheiten anzupassen.

6.2 Beobachtungsbogen

Protokoll zur Erfassung der Versuchsdurchführung

Prüfling		
Datum, Raum		
Uhrzeit	Versuchsbeginn:	Versuchsende:
Fach, Kurs	Chemie	Kurs:
Prüfende Lehrkraft		
Aufsichtführende Fachlehrkraft		

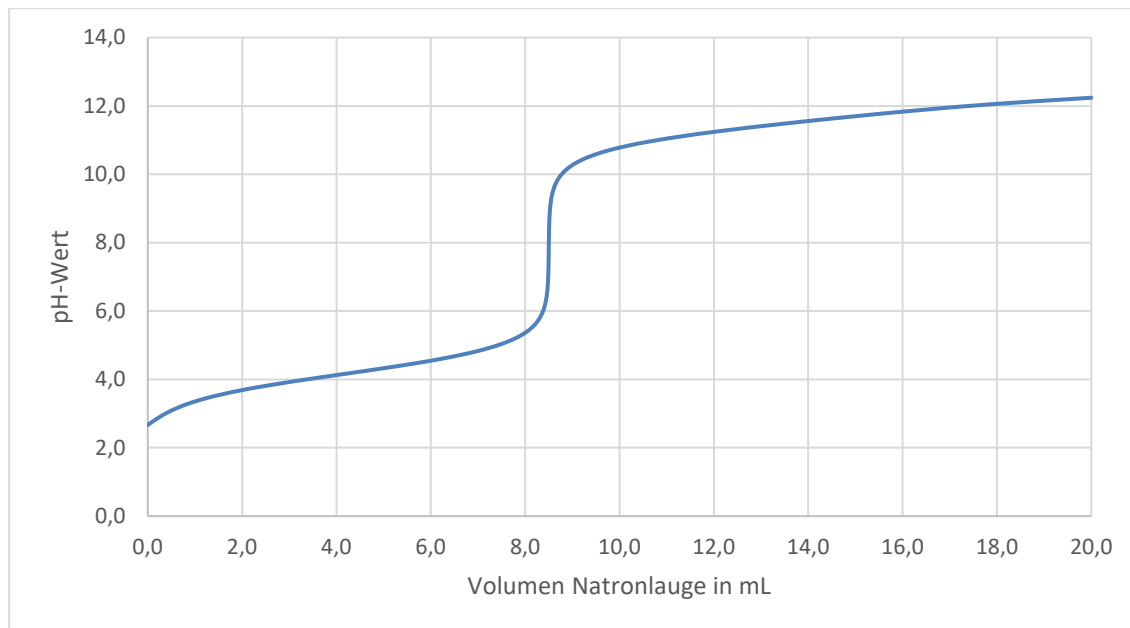
Experiment	Teilaufgabe 2: Führen Sie die pH-metrische Titration durch ...
Durchführung des Experimentes (4 BE)	Die Bewertungskriterien sind: ♦ Beachtung der Sicherheitsbestimmungen: (1 BE) ♦ Schutzbrille ♦ sichere Handhabung von Geräten und Chemikalien ♦ sauberer, aufgeräumter Arbeitsplatz ♦ Fachgerechte Arbeitsweise: (3 BE) ♦ Versuchsaufbau und Versuchsabläufe entsprechend der Vorgaben ♦ fachgerechtes Durchführen der Titration
Beobachtungen/ Messergebnisse	☐ vom Prüfling selbstständig ermittelt ☐ vom Prüfling angefordert

Datum, Unterschrift der aufsichtführenden Fachlehrkraft

Gemäß dem Protokoll zur Erfassung der Versuchsdurchführung erhält der Prüfling
___ BE von maximal 4 BE.

6.3 Ersatzergebnisse, Ersatzmesswerte, Ersatzbeobachtungen

Titrationsskurve:



6.4 Weitere Hinweise

Nachfolgend ist eine DEGINTU-Gefährdungsbeurteilung⁴ angeführt. Sie entspricht dem Stand von April 2025.

⁴ DGUV Information 213-098 Stoffliste zur DGUV Regel 113-018 „Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen“

Konzentrationsbestimmung einer Ascorbinsäure-Lösung

Versuchs-Kategorie: **Quantitative Aspekte**

Versuchs-Typ: **Chemie**

 **Gerät**

- Messwerterfassungssystem mit Drucker
- Bürette
- Stativmaterial
- pH-Elektrode
- Trichter
- Vollpipette (V = 25 mL) mit Pipettierhilfpette mit Pipettierhilfe
- Weithalsrlenmeyerkolben (V = 200 mL bis V = 300 mL)
- ggf. Magntrührer mit Rührfisch
- Becherglas

Weiterführende Informationen zu Geräten sind in der Geräteverwaltung hinterlegt.



i Ggf. unten stehende Erläuterungen zu den Piktogrammen beachten.

 **Versuchsdurchführung**

Eine Ascorbinsäure-Lösung unbekannter Stoffmengenkonzentration wird mit Natriumhydroxid-Lösung bekannter Stoffmengenkonzentration titriert.

Reaktionsgleichung

$$\text{HAsc} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaAsc} + \text{H}_2\text{O}$$

 **Gefährdungen durch:**

Stoffliche Eigenschaften	vorhanden
KMR-Stoff 1A/1B	☐
durch Einatmen	☐
durch Hautkontakt	☒
durch Augenkontakt	☒
Brandgefahr	☐
Explosionsgefahr	☐
Infektionsgefahr	☐

☐ weitere Gefahren und Hinweise

Tätigkeitsbeschränkung:

Schülerversuch ab Jahrgangsstufe 5

 **Schutzmaßnahmen**

 Schutzbrille ☒	 Schutzhandschuhe ☐	 Abzug ☐	 Lüftungsmaßnahmen ☐	 geschlossenes System ☐	 Brandschutzmaßnahmen ☐	 Sicherheitswerkbank ☐	 Labormantel ☐
---	---	--	--	---	---	--	--

Weitere Schutzmaßnahmen:

Für die Vollständigkeit und Richtigkeit dieser Gefährdungsbeurteilung wird keine Haftung übernommen. Jede Nutzerin/jeder Nutzer muss die aufgeführten Inhalte auf der Grundlage der länderspezifischen Regelungen eigenverantwortlich prüfen und an die tatsächlichen Gegebenheiten anpassen.

☞ Chemikalien

Stoffbezeichnung - ZVG	Anmerkung	Signalwort	Piktogramm	H-Satz	P-Satz	Tätigkeit.	Typ
Natriumhydroxid-Lösung 0,25 M -		ACHTUNG		H290 H319	P280 P302+P352 P305+P351+P338	S4K	Edukt

☞ Biostoffe/Organismen

Es werden keine Biostoffe/Organismen verwendet.

ℹ Sicherheitshinweise

Die Betriebsanweisungen und einschlägigen Regelungen für die Schule sind zu beachten.

Persönliche Schutzausrüstung



Eine **Gestellschutzbrille** ist zu tragen.

Verhalten im Gefahrenfall

Keine besonderen über die allgemeinen Maßnahmen zur Gefahrenabwehr hinausgehenden Maßnahmen nötig.

♻ Entsorgung

Stark verdünnte Lösungen über den Ausguss entsorgen.

⇄ Substitution

Gefahrstoffe

Substitution von Gefahrstoffen, Verwendungsformen und -verfahren wurde geprüft. Der Versuch ist zur Vermittlung wesentlicher Lerninhalte nicht verzichtbar und kann unter Einhaltung der in der Versuchsvorschrift genannten Einschränkungen und mit den dort genannten Schutzmaßnahmen durchgeführt werden.

Gefährliche Stoffeigenschaften oder andere Gefährdungen, die eine Durchführung durch Schüler/innen oder Lehrkräfte grundsätzlich ausschließen würden, sind nicht bekannt. Die Stoffliste DGV Information 213-098 in degintu.dguv.de wurde berücksichtigt.

Können Geräte oder Verfahren durch weniger gefährliche ersetzt werden? ,

Geräte oder Verfahren können nicht ersetzt werden.

Literatur

keine Angaben

Versuch wird in folgendem Raum durchgeführt:

Chemieraum

Datum: _____

Unterschrift: _____

Erstellt am 10.04.2025 11:38, für
IQB, Berlin