



Hamburg

Behörde für Schule,
Familie und Berufsbildung

Schriftliche Abiturprüfung Schuljahr 2025/2026

Chemie auf grundlegendem Anforderungsniveau an allgemeinbildenden und beruflichen gymnasialen Oberstufen

Haupttermin
Freitag, 24. April 2026, 09:00 Uhr

Unterlagen für die Lehrkräfte

Diese Unterlagen sind nicht für die Prüflinge bestimmt.

Diese Unterlagen enthalten:

1. Allgemeines
 2. Rückmeldebogen für die Zweidurchsicht
 3. Hinweise zu den Aufgaben
 4. Hinweise zum Korrekturverfahren
 5. Bewertung und Erwartungshorizont
-

1. Allgemeines¹

- Weisen Sie bitte die Prüflinge auf die allgemeinen Arbeitshinweise hin.
- Die Arbeitszeit beträgt **255 Minuten**.
- Eine gesonderte Lese- oder Auswahlzeit wird nicht gewährt.
- Hilfsmittel: Taschenrechner (nicht programmierbar, nicht grafikfähig), zugelassene Formelsammlung mit Periodensystem

¹ Entsprechend der „Richtlinie über die Gewährung von Erleichterungen für neu zugewanderte Schülerinnen, Schüler und Prüflinge bei Sprachschwierigkeiten in der deutschen Sprache“ (MBISchul Nr. 08, 7. Oktober 2016, S. 60) werden für die betroffenen Prüflinge die folgenden Erleichterungen gewährt:

- Die Bearbeitungszeit wird um 30 Minuten auf **285 Minuten** erhöht.
- Ein nicht-elektronisches Wörterbuch Deutsch – Herkunftssprache / Herkunftssprache – Deutsch wird bereitgestellt.

2. Rückmeldebogen für die Zweيتدurchsicht

Bitte umgehend ausfüllen und

- a) an die Schule senden, die die externe Zweيتدurchsicht übernimmt,
oder ggf.
- b) an die Kollegin/den Kollegen geben, die/der die interne Zweيتدurchsicht übernimmt.

Information für die Zweيتدurchsicht

Fach:

Chemie

auf grundlegendem Anforderungsniveau

Kurs-Nummer: _____

Bearbeitet wurden die folgenden Aufgaben:

Aufgaben-Nr.		Anzahl	
I	von		Prüflingen
II	von		Prüflingen
III	von		Prüflingen
IV	von		Prüflingen

3. Hinweise zu den Aufgaben

- Die Lehrkraft erhält **vier** Aufgaben und reicht diese an die Prüflinge weiter.
- Die Prüflinge wählen **drei** Aufgaben aus und bearbeiten diese.
- Sie vermerken auf dem Deckblatt und der Reinschrift, welche Aufgaben sie bearbeitet haben.

4. Hinweise zum Korrekturverfahren

- Die Korrekturen werden gemäß der „Richtlinie für die Aufgabenstellung und Bewertung der Leistungen in der Abiturprüfung“ (Abiturrichtlinie) in der geltenden Fassung vorgenommen.
- Die für das Fach zuständige Lehrkraft begutachtet die Arbeiten unter Beachtung zentraler Bewertungsvorgaben und unter Kennzeichnung ihrer Vorzüge und Mängel, der richtigen Lösungen und der Fehler und bewertet jede Arbeit mit einer Punktzahl (siehe Erstkorrekturbogen). Entwürfe können ergänzend zur Bewertung herangezogen werden.
- Jede Arbeit wird sodann von der zweiten Fachlehrkraft durchgesehen, die sich entweder (auf dem Erstkorrekturbogen) der Bewertung durch die für das Fach zuständige Lehrkraft anschließt oder (auf dem Zweiddurchsichtbogen) ein ergänzendes Gutachten mit Bewertung anfertigt.
- Die oder der Vorsitzende des Fachprüfungsausschusses legt die endgültige Punktzahl fest. Beträgt die Differenz der im Erstgutachten und im ergänzenden Gutachten erteilten Punktzahlen nicht mehr als drei Punkte, bildet sie oder er den Mittelwert beider Punktzahlen; eine gebrochene Zahl wird zur nächsten vollen Punktzahl aufgerundet. Beträgt die Differenz der im Erstgutachten und im ergänzenden Gutachten erteilten Punktzahlen mehr als drei Punkte, legt die oder der Vorsitzende des Fachprüfungsausschusses die endgültige Punktzahl in Auseinandersetzung mit den erstellten Gutachten entsprechend dem Erfordernis der Einheitlichkeit und Vergleichbarkeit der Bewertung der Prüfungsleistungen fest und begründet die Entscheidung auf dem Formular „Festlegung der Note bei einer Differenz der im Erstgutachten und im ergänzenden Gutachten erteilten Punktzahlen von mehr als drei Notenpunkten“.
- Die Bewertungsbögen sind als Download zu finden auf der Plattform Prüfungen (vormals HERA) in LMS.

5. Bewertung und Erwartungshorizont

I. Bewertung

Jeder Aufgabe sind 30 Bewertungseinheiten (BE) zugeordnet. In allen Teilaufgaben werden nur ganze oder halbe BE vergeben. Die erbrachte Gesamtleistung ergibt sich aus der Summe der Bewertungseinheiten in den drei Aufgaben. Insgesamt sind somit 90 BE erreichbar. Bei der Festlegung von Notenpunkten gilt die folgende Tabelle:

Notenpunkte	mindestens zu erreichender Anteil an den insgesamt zu erreichenden Bewertungseinheiten	erreichte Bewertungseinheiten
15	95 %	85,5 – 90
14	90 %	81 – 85
13	85 %	76,5 – 80,5
12	80 %	72 – 76
11	75 %	67,5 – 71,5
10	70 %	63 – 67
9	65 %	58,5 – 62,5
8	60 %	54 – 58
7	55 %	49,5 – 53,5
6	50 %	45 – 49
5	45 %	40,5 – 44,5
4	40 %	36 – 40
3	33 %	30 – 35,5
2	27 %	24,5 – 29,5
1	20 %	18 – 24
0	0 %	0 – 17,5

Schwerwiegende und gehäufte Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit oder gegen die äußere Form führen zu einem Abzug von bis zu zwei Notenpunkten in einfacher Wertung. Mangelhafte Gliederung, Fehler in der Fachsprache, Ungenauigkeiten in Zeichnungen oder unzureichende oder falsche Bezüge zwischen Zeichnungen und Text sind als fachliche Fehler zu werten. Ein Abzug für Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit soll nicht erfolgen, wenn diese bereits Gegenstand der fachspezifischen Bewertungsvorgaben sind.

II. Erwartungshorizont

Bei den auf den folgenden Seiten dargestellten erwarteten Schülerleistungen handelt es sich um Lösungsskizzen. Oft sind aber Lösungsvarianten möglich, die in der Skizze nur zum Teil beschrieben werden konnten. Grundsätzlich gilt deshalb, dass alle Varianten, die zu richtigen Lösungen führen, mit voller Punktzahl bewertet werden, unabhängig davon, ob die gewählte Variante in der Lösungsskizze aufgeführt ist oder nicht. Kursiv gedruckte Passagen sind Hinweise an die korrigierenden Lehrkräfte. Sie sind nicht Bestandteile der erwarteten Schülerleistung.

Aufgabe I: Konservierungsstoffe – Säuren machen Lebensmittel länger haltbar

Schwerpunkt: Moleküle des Lebens

	Lösungsskizze Die Lösungsskizze versteht sich hinsichtlich des Inhalts als Anregung für eine Bewertung. Andere sinnvolle Lösungen sind adäquat zu bewerten.	Zuordnung Bewertung		
		I	II	III
a)	Als Oxidation wird eine Reaktion bezeichnet, bei der Sauerstoff aufgenommen oder Elektronen abgegeben werden. Von Ethanol zu Essigsäure: $\frac{1}{2} \text{O}_2$ einpflegen Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Formal weitere korrekte Schreibweisen sind als vollständig gelöst zu betrachten.	2 4		
b)	Sorbinsäure heißt systematisch Hexandiensäure oder Hexa-(2,4)-diensäure. Während Essigsäure in Wasser gut löslich ist, ist Sorbinsäure in Wasser schlecht/nur zu kleinen Mengen löslich. Die Moleküle der beiden Säuren enthalten eine Carboxy-Gruppe, bestehen jedoch aus einem unterschiedlich großen Kohlenwasserstoffgerüst. Essigsäure besitzt zwei und Sorbinsäure sechs Kohlenstoffatome. Da das Kohlenwasserstoffgerüst durch die geringen Elektronegativitätsdifferenzen zwischen C (EN = 2,4) und H (EN = 2,1) nur sehr schwach bzw. nahezu unpolar ist, kann es nicht mit den polaren Molekülen des Lösungsmittels Wasser wechselwirken. Wasser ist aufgrund der großen Elektronegativitätsdifferenzen zwischen O (EN = 3,5) und H (EN = 2,1) sowie seiner gewinkelten Struktur polar. Die Säure-Gruppe der Moleküle ist - wie sich bei der Betrachtung der EN-Werte zeigt - polar gebaut. Zwischen der Säure-Gruppe und Wasser können sich Wechselwirkungen ausbilden, die zur Lösung der Stoffe im Lösungsmittel beitragen. Durch den größeren unpolaren Rest - im Verhältnis zur Carboxy-Gruppe - ist Sorbin nur zu kleinem Anteil in Wasser löslich, während sich Essigsäure gut in Wasser löst.	2	2	3
c)	Essigsäure ist auch in dem unpolaren Lösungsmittel n-Heptan gut löslich. Zwei Säuremoleküle könnten mit ihren Carboxy-Gruppen Wasserstoffbrücken eingehen. Dadurch wären die so entstandenen Dimere nach außen hin nahezu unpolar. Der Einfluss der polaren Carboxy-Gruppen auf die Löslichkeit in unpolaren Kohlenwasserstoffen wird also herabgesetzt. Über die unpolaren Kohlenwasserstoffreste könnten sich die Dimere dann mittels Van-der-Waals-Kräften in Heptan lösen.	2	2	3
d)	Ein 70 kg schwerer Mensch dürfte $25 \text{ mg/kg} \cdot 70 \text{ kg} = 1750 \text{ mg} = 1,75 \text{ g}$ Sorbinsäure pro Tag zu sich nehmen. Es ist also zu berechnen, wie viel Sorbinsäure in einem Liter des Gelees enthalten sind:		2	

	$c = 0,15 \text{ mol/L} \Rightarrow$ in 1 L bzw. 1000 mL sind $n = 0,15 \text{ mol}$ $M = 112 \text{ g/mol} \Rightarrow m = 16,8 \text{ g} = 16800 \text{ mg}$ Aus empfohlener Tagesdosis und berechnetem Sorbinsäure-Gehalt lässt sich auf das Volumen an Gelee schließen: $16,8 \text{ g}/1000 \text{ mL} : 1,75 \text{ g/x} \Rightarrow x = 104,2 \text{ mL}$ Unter Berücksichtigung der Dichte ergibt sich die Gelee-Portion (in g), deren Überschreitung zur Überschreitung der empfohlenen Tagesdosis führen würde: $\rho = 1,2 \text{ g/mL}$ Es ergibt sich: $104,2 \text{ mL} \cdot 1,2 \text{ g/mL} = \mathbf{125,0 \text{ g}}$		2	
Insgesamt 30 BE		10	12	8

Aufgabe II: Antazida gegen Sodbrennen

Schwerpunkt: Chemie beeinflusst unsere Umwelt

	Lösungsskizze Die Lösungsskizze versteht sich hinsichtlich des Inhalts als Anregung für eine Bewertung. Andere sinnvolle Lösungen sind adäquat zu bewerten.	Zuordnung Bewertung		
		I	II	III
a)	<u>Erläuterung des Hydrogencarbonat-Ions als amphoterer Teilchen:</u> Ein amphoterer Teilchen ist ein Teilchen, das sowohl Säure als auch Base sein kann. Das Hydrogencarbonat-Ion verfügt über ein polar gebundenes Wasserstoff-Atom, kann deshalb ein Proton abgeben und reagiert somit als Säure (Protonendonator). Das Hydrogencarbonat-Ion verfügt über freie Elektronenpaare am Sauerstoff-Atom, kann deshalb ein Proton aufnehmen und reagiert somit als Base (Protonenakzeptor). <u>Erklärung der Entstehung einer basischen Lösung:</u> Hydrogencarbonat-Ionen besitzen einen pK_B-Wert ($pK_B = 7,65$), der kleiner als ihr pK_S-Wert ($pK_S = 10,33$) ist, daher reagieren sie eher als Base und nehmen Protonen auf. Wasser-Moleküle reagieren deshalb mit Hydrogencarbonat-Ionen als Säure und geben Protonen ab. Es entsteht ein Überschuss an Hydroxid-Ionen, d. h. es bildet sich eine alkalische Lösung.	1	2	
b)	<u>Auswertung der Beobachtungen des Modellexperiments:</u> Die Hydrogencarbonat-Ionen der Natriumhydrogencarbonat-Lösung reagieren als Base mit den Oxonium-Ionen der Salzsäure zu Kohlensäure und Wasser. Die Stoffmengenkonzentration der Oxonium-Ionen sinkt und der pH-Wert steigt. Durch den Zerfall der Kohlensäure entsteht Kohlenstoffdioxid, was zu einer Gasentwicklung führt. <u>Berechnung der Masse an Natriumhydrogencarbonat:</u> $\text{NaHCO}_3 + \text{H}_3\text{O}^+ \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ bzw. $n(\text{NaHCO}_3) = n(\text{H}_3\text{O}^+)$ $\text{pH} = -\lg\{c_0(\text{H}_3\text{O}^+)\}$ $c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-1,5} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ $c(\text{H}_3\text{O}^+) = 0,032 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ $n(\text{NaHCO}_3) = c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot V(\text{H}_3\text{O}^+)$ $n(\text{NaHCO}_3) = 0,032 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,01 \text{ L}$ $n(\text{NaHCO}_3) = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ $m(\text{NaHCO}_3) = n(\text{NaHCO}_3) \cdot M(\text{NaHCO}_3)$ $m(\text{NaHCO}_3) = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 84,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ $m(\text{NaHCO}_3) = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 84,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ $m(\text{NaHCO}_3) = 0,027 \text{ g}$	3	4	1

c)	<u>Beurteilung der Empfehlung:</u> Die empfohlene Masse (8 g) ist im Vergleich zur notwendigen Masse (0,027 g) deutlich höher. Allerdings ist diese nur für 10 mL Salzsäure berechnet worden und es werden bis zu 1000 mL pro Mahlzeit produziert, das heißt es würden 2,7 g reichen. Das Hydrogencarbonat-Ion ist eine schwache Base, weshalb sich in Wasser nur eine geringe Konzentration an Hydroxid-Ionen bildet. Sachurteil: Durch die hohe Dosis stehen dann mehr Hydroxid-Ionen zur Verfügung und die Wirkung kann unmittelbar einsetzen.	1	2	1
d)	<u>Erläuterung der Wirkung von Maaloxan®</u> 1. Phase Magnesiumhydroxid ist sehr gut löslich in Salzsäure und die Hydroxid-Ionen liegen unmittelbar frei vor. Die Hydroxid-Ionen reagieren mit den Oxonium-Ionen im Magensaft zu Wasser-Molekülen und der pH-Wert steigt, d. h. es setzt eine sofortige Wirkung ein. 2. Phase: Aus Abb. 1 kann man entnehmen, dass Aluminiumhydroxid ebenfalls gut löslich in sauren Lösungen ist. Auf Grund der komplexen Struktur des Algedrats wird es aber nur langsam freigesetzt und aufgrund der verzögerten Magenentleerung verbleibt es länger im Magen. Die Neutralisation setzt erst ein, wenn erneut überschüssige Salzsäure gebildet wird und die Wirkung erfolgt daher über einen längeren Zeitraum.	2	2	1
e)	<u>Formulierung einer Antwort:</u> Einnahme Kaiser-Natron®: Die Einnahme von Kaisernatron hilft schnell und kurzfristig, d. h. du wirst sofort eine Linderung bemerken. Durch die Bildung eines Gases kommt es allerdings zu häufigem Aufstoßen. Das kann für manchen unangenehm sein. Einnahme Maaloxan®: Das enthaltene Magnesiumhydroxid bringt dir aufgrund seiner guten Löslichkeit in sauren Lösungen, wie sie im Magen vorliegen, sofortige Linderung. Die Wirkung des enthaltenen Aluminiumhydroxids setzt erst später ein, wenn es bei dir durch neu gebildete überschüssige Säure erneut zum Sodbrennen kommen würde, d. h. deine Beschwerden werden längerfristig nachlassen. Tipp Hausmittel: Das Trinken größerer Mengen Wasser führt zur Verdünnung der Magensäure und beim Aufstoßen der so verdünnten Magensäure wird das Brennen schwächer sein.	2	1	2
Insgesamt 30 BE		10	15	5

Aufgabe III: Nickel-Eisen-Akkumulator

Schwerpunkt: Chemische Energiespeicher und Mobilität

	Lösungsskizze Die Lösungsskizze versteht sich hinsichtlich des Inhalts als Anregung für eine Bewertung. Andere sinnvolle Lösungen sind adäquat zu bewerten.	Zuordnung Bewertung		
		I	II	III
a)	Skizze so oder ähnlich: Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Das unedlere Metall Eisen geht an der Elektrode als Fe^{2+}-Ion in Lösung, die abgegebenen Elektronen wandern über den Leiter zur Nickelelektrode, an der Nickelionen (Ni^{2+}) aus der Lösung entladen werden. Das Nickel wird an der Elektrode abgeschieden. Sulfationen wandern als Ladungsausgleich durch das Diaphragma. $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^-$ $\text{Ni}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Ni}$ Bei Standardbedingungen ergibt sich eine Potentialdifferenz von $U = (-0,23 \text{ V} - (-0,41 \text{ V})) = 0,18 \text{ V}$ <i>(Sollten die Prüflinge andere Werte, beispielsweise aus anderen Formelsammlungen, verwenden, ist dies als richtig zu werten.)</i>	3		
		1	1	
		1	1	
		1	1	
b)	Das Überdruckventil ist erforderlich, da laut Material 2 nach Erreichen der vollen Akkuladung das Wasser aus dem Elektrolyt zu Wasserstoff und Sauerstoff zersetzt wird. Diese müssen aus der Zelle entweichen können. <i>(Es könnte auch ein automatisch abschaltendes Ladegerät verwendet werden, um die Gasentwicklung zu vermeiden.)</i> Beide Gase könnten separat aufgefangen und weiter verwendet werden. $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ Das Kohlendioxid aus der Luft würde mit der Kalilauge Kaliumcarbonat bilden und so den Elektrolyt schädigen, der dann ja weniger Ionen enthält. Die Reaktionsgleichung lautet $2 \text{KOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ <i>(Sollte das Entstehen von NiCO_3 oder FeCO_3 postuliert oder auf die pH-Abhängigkeit der Elektrodenreaktionen hingewiesen werden, so kann diese Idee bei gleichzeitigem Hinweis auf deren Schwerlöslichkeit bzw. die resultierenden Potentialänderungen angemessen gewertet werden.)</i>		2	2
				2
		1	3	
			2	
c)	Die Akkus sind prinzipiell aufgrund der langen Lebensdauer für Speicherung von Solarenergie etc. gut geeignet. Außerdem bestehen sie aus preisgünstigen Materialien und die Stoffe sind nicht besonders gefährlich.	1	1	

	Eine Nutzungsdauer von 20 Jahren entspricht bei täglich einmaligem Auf- bzw. Entladen allerdings $20a \times 365d/a = 7300$ Tagen. Diese Nutzungsdauer wird laut Material 3 aber nur erreicht, wenn der Akku höchstens um 25% entladen wird. Das ist aber nicht realistisch, da entweder ein viel zu großer Akku installiert werden müsste (mit entsprechenden Kosten und Platzbedarf) oder bei der üblichen täglichen Entladungstiefe (<i>wie etwa bei einem Handy</i>) von 80% (20% Restkapazität) verkürzt sich die Lebensdauer auf etwa 1100 Ladezyklen = 1100 Tage oder etwa 3 Jahre. Die Aussage muss daher präzisiert werden. <i>(Außerdem könnte eine Kostenrelation zu anderen, eventuell teureren, aber länger haltenden Akkutypen hergestellt werden. Ist der Platzbedarf ein relevanter Faktor, könnte die Leistungsdichte als weiteres Kriterium herangezogen bzw. benannt werden.</i> <i>Dies kann zur Bewertung herangezogen werden, jedoch nicht über die Maximalpunktzahl der Teilaufgabe hinaus.)</i>		1 2	2 2
Insgesamt 30 BE		8	14	8

	Legende: Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Modellhafte Darstellung eines Weichmacher-Moleküls Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Modellhafte Darstellung eines PVC-Molekülausschnitts <u>Erläuterung der Veränderungen der Eigenschaften:</u> Veränderung der Eigenschaften von Naturkautschuk durch Vulkanisation: Naturkautschuk erweicht schon bei erhöhter Umgebungstemperatur beziehungsweise wird klebrig. In der Kälte werden Thermoplaste hart und spröde. Durch die Doppelbindungen und die damit verbundene unregelmäßige räumliche Struktur der Polymer-Moleküle ist die Ausbildung der intermolekularen Wechselwirkungen zwischen den temporären Dipolen der Moleküle erschwert. Durch das Erhitzen mit Schwefel und Katalysatoren werden die Polyisopren-Moleküle über Schwefelbrücken weitmaschig vernetzt. Es entsteht ein Elastomer, das im Temperaturbereich der Verwendung weich ist, aber nicht schmilzt. Veränderung der Eigenschaften von PVC durch Zusatz von Weichmachern (Phthalaten): Polyvinylchlorid ist hart und spröde, weil sich die Makromoleküle aufgrund der ausschließlich vorhandenen Einfachbindungen parallel zueinander anordnen können und sich so die intermolekularen Wechselwirkungen gut ausbilden können. Die Weichmacher-Moleküle lagern sich bei der thermoplastischen Verarbeitung zwischen die Polymer-Moleküle ein. Die Wechselwirkungen zwischen den Polymer-Molekülen werden abgeschwächt; es bilden sich neue Wechselwirkungen zwischen den Polymer-Molekülen und den Weichmacher-Molekülen aus. Insgesamt ist das Material nicht mehr so hart und spröde.			2
		2	2	
		1	1	2
c)	<u>Begründung der Freisetzung:</u> Die Moleküle der Weichmacher sind mit dem Polymer-Molekülen nicht über Elektronenpaarbindungen verbunden; Im Vergleich zur Elektronenpaarbindung sind die vorliegenden Wechselwirkungen zwischen den Polymer- und den Weichmacher-Molekülen nicht so stark, sodass die Weichmacher-Moleküle aus dem Material entweichen können. <u>Bewertung des Einsatzes von Weichmachern in Gummistiefeln aus PVC:</u> Ohne den Einsatz von Weichmachern wären Gummistiefel aus PVC zu hart und damit nicht komfortabel. Die als Weichmacher eingesetzten Phthalate sind teilweise gesundheitlich bedenklich und gelangen bei der Nutzung der Gummistiefel in die Umwelt. Werturteil	2	2	1

Insgesamt 30 BE	11	14	5
-----------------	----	----	---



Hamburg

Behörde für Schule,
Familie und Berufsbildung

Name / Kurs-Nr.

Schriftliche Abiturprüfung Schuljahr 2025/2026

Chemie

auf grundlegendem Anforderungsniveau

an allgemeinbildenden und beruflichen gymnasialen Oberstufen

Haupttermin
Freitag, 24. April 2026, 09:00 Uhr

Unterlagen für die Prüflinge

Allgemeine Arbeitshinweise

- Überprüfen Sie diese Unterlagen auf Vollständigkeit.
- Schreiben Sie auf alle Prüfungsunterlagen Ihren Namen und zusätzlich auf dieses Deckblatt Ihre Kursnummer.
- Kennzeichnen Sie Ihre Entwurfsblätter (Kladde) und Ihre Reinschrift.

Fachspezifische Arbeitshinweise¹

- Die Arbeitszeit beträgt **255 Minuten**.
- Eine gesonderte Lese- oder Auswahlzeit wird nicht gewährt.
- Hilfsmittel: Taschenrechner (nicht programmierbar, nicht grafikfähig), zugelassene Formelsammlung mit Periodensystem

Aufgabenauswahl

- Sie erhalten **vier** Aufgaben zu unterschiedlichen Schwerpunkten.
- Wählen Sie **drei** Aufgaben aus und bearbeiten Sie diese.
- Vermerken Sie auch auf der Reinschrift, welche Aufgaben Sie bearbeitet haben.

Bearbeitet wurden die folgenden Aufgaben (Bitte kreuzen Sie an):

I	Moleküle des Lebens	
II	Chemie beeinflusst unser Leben	
III	Chemische Energiespeicher und Mobilität	
IV	Moderne Werkstoffe und chemische Produkte	

¹ Entsprechend der „Richtlinie über die Gewährung von Erleichterungen für neu zugewanderte Schülerinnen, Schüler und Prüflinge bei Sprachschwierigkeiten in der deutschen Sprache“ (MBISchul Nr. 08, 7. Oktober 2016, S. 60) werden für die betroffenen Prüflinge die folgenden Erleichterungen gewährt:

- Die Bearbeitungszeit wird um 30 Minuten auf **285 Minuten** erhöht.
- Ein nicht-elektronisches Wörterbuch Deutsch – Herkunftssprache / Herkunftssprache – Deutsch wird bereitgestellt.

Bewertung

Jeder Aufgabe sind 30 Bewertungseinheiten (BE) zugeordnet. In allen Teilaufgaben werden nur ganze oder halbe BE vergeben. Die erbrachte Gesamtleistung ergibt sich aus der Summe der Bewertungseinheiten in den drei Aufgaben. Insgesamt sind somit 90 BE erreichbar. Bei der Festlegung von Notenpunkten gilt die folgende Tabelle.

Notenpunkte	mindestens zu erreichender Anteil an den insgesamt zu erreichenden Bewertungseinheiten	erreichte Bewertungseinheiten
15	95 %	85,5 – 90
14	90 %	81 – 85
13	85 %	76,5 – 80,5
12	80 %	72 – 76
11	75 %	67,5 – 71,5
10	70 %	63 – 67
9	65 %	58,5 – 62,5
8	60 %	54 – 58
7	55 %	49,5 – 53,5
6	50 %	45 – 49
5	45 %	40,5 – 44,5
4	40 %	36 – 40
3	33 %	30 – 35,5
2	27 %	24,5 – 29,5
1	20 %	18 – 24
0	0 %	0 – 17,5

Schwerwiegende und gehäufte Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit oder gegen die äußere Form führen zu einem Abzug von bis zu zwei Notenpunkten in einfacher Wertung. Mangelhafte Gliederung, Fehler in der Fachsprache, Ungenauigkeiten in Zeichnungen oder unzureichende oder falsche Bezüge zwischen Zeichnungen und Text sind als fachliche Fehler zu werten. Ein Abzug für Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit soll nicht erfolgen, wenn diese bereits Gegenstand der fachspezifischen Bewertungsvorgaben sind.

Aufgabe I: Konservierungsstoffe – Säuren machen Lebensmittel länger haltbar 30 BE

Schwerpunkt: Moleküle des Lebens

Viele Lebensmittel – wie beispielsweise Marmelade, Wein oder eingelegtes Gemüse – sollen nach ihrer Produktion über Monate hinweg ohne Beeinträchtigungen genießbar und optisch ansprechend bleiben. Dazu wird eine Reihe verschiedener Konservierungsstoffe verwendet, die mit sogenannten E-Nummern gekennzeichnet sind.

Teilaufgaben

- I.a Die Eigenschaften der Essigsäure (Ethansäure) im Essig werden seit Jahrhunderten ausgenutzt, um Lebensmittel länger haltbar zu machen. **Definieren** Sie den Begriff Oxidation. **Formulieren** Sie die Reaktionsgleichung der Bildung von Essigsäure aus Ethanol mit Zwischenstufe. 6 BE
- I.b Eine andere zur Konservierung eingesetzte Säure ist z.B. Sorbinsäure (M 1). **Benennen** Sie die in Material 1 dargestellte Sorbinsäure systematisch. **Erklären** Sie die unterschiedlichen Löslichkeiten von Essigsäure und Sorbinsäure in Wasser (M 2). Gehen Sie dabei auf das Struktur-Eigenschafts-Konzept ein. 9 BE
- I.c Essigsäure-Moleküle können über zwischenmolekulare Wasserstoffbrücken untereinander Dimere bilden. **Erklären** Sie – ausgehend von Material 3 – die Löslichkeit von Essigsäure in Heptan. 7 BE
- I.d Ein angehender Chemiker hat zu Hause Fruchtgelee gekocht und Sorbinsäure zur Konservierung zugegeben. Seinen Berechnungen nach entspricht die Konzentration der Sorbinsäure im Gelee etwa 0,15 mol/L. Die Dichte des Gelees ermittelt er mit 1,2 g/mL. **Berechnen** Sie, wie viel Fruchtgelee (in g) ein 70 kg schwerer Mensch zu sich nehmen müsste, um die Tagesdosis zu überschreiten (M 4). 8 BE

Anlage zur Aufgabe I: Konservierungsstoffe – Säuren machen Lebensmittel länger haltbar

Material M1 Strukturformel von Sorbinsäure

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Abb. 1: Sorbinsäure

Material M2 Löslichkeiten (bei 20 °C)

Tab. 1: Löslichkeiten von Essigsäure und Sorbinsäure in verschiedenen Lösungsmitteln:

	Essigsäure	Sorbinsäure
Löslichkeit in Wasser	gut löslich	geringfügig löslich (1,6 g/L)
Löslichkeit in n-Heptan	gut löslich	gut löslich

Material M3 Dimere der Essigsäure

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Abb. 2: Wasserstoffbrücken zwischen Essigsäure-Molekülen

Material M4 Sorbinsäure

In der Natur ist eine Vorstufe der Sorbinsäure, die Parasorbinsäure, in Vogelbeeren enthalten. Die Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) war auch der Namensgeber der Sorbinsäure. Sorbinsäure wurde erstmals 1850 als reine Verbindung dargestellt.

Sorbinsäure und das Kalium-Salz der Sorbinsäure (Kaliumsorbat) sind lebensmittelrechtlich zugelassene Konservierungsmittel zur Haltbarmachung von Nahrungs- und Genussmitteln, zum Schutz vor Oberflächenschimmelbildung bei Konfitüren und Marmeladen sowie Nachgärungen bei Frucht- und Traubenweinen. Die Verwendung von Sorbinsäure lässt sich anhand der Kennzeichnung E 200 in der Inhaltsstoffübersicht auf Produkten entnehmen. Kaliumsorbat wird mit E 202 gekennzeichnet.

Die Tagesdosis von Sorbinsäure ($M = 112 \text{ g/mol}$) liegt bei 25 mg/kg Körpergewicht.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Abb. 3: Abbildung auf einer Verpackung von Kaliumsorbat

Literatur- und Quellenverzeichnis zu Aufgabe I

Material M1

<https://de.wikipedia.org/wiki/Sorbinsäure> (Zugriff am: 15.11.2024).

Material M2

<https://de.wikipedia.org/wiki/Sorbinsäure>.

<https://de.wikipedia.org/wiki/Benzoessäure>.

[https://de.wikipedia.org/wiki/Essigsäure#:~:text=Essigsäure%20\(systematisch%20Ethansäure%2C%20lateinisch%20acidum,der%20Halbstrukturformel%20CH3COOH](https://de.wikipedia.org/wiki/Essigsäure#:~:text=Essigsäure%20(systematisch%20Ethansäure%2C%20lateinisch%20acidum,der%20Halbstrukturformel%20CH3COOH) (Zugriff am: 15.11.2024).

Material M3

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/be/Acetic_Acid_Hydrogenbridge_V.1.svg/330px-Acetic_Acid_Hydrogenbridge_V.1.svg.png.

Material M4

Verändert nach: <https://de.wikipedia.org/wiki/Sorbinsäure>.

<https://gastro-brennecke.de/Arauner-Kaliumsorbat-10-g-Sorbinsaeure> (Zugriff am: 15.11.2024).

Aufgabe II: Antazida gegen Sodbrennen

30 BE

Schwerpunkt: Chemie beeinflusst unsere Umwelt

Nahezu die Hälfte der deutschen Bevölkerung leidet regelmäßig unter Sodbrennen, einem schmerzhaften Aufsteigen des sauren Magensafts in die Speiseröhre. Antazida sind Substanzen, welche das Sodbrennen lindern sollen.

Teilaufgaben

- II.a **Erläutern** Sie, dass das Hydrogencarbonat-Ion sowohl als Säure als auch als Base reagieren kann (M 2). **Erklären** Sie unter Einbeziehung der Säure- und Base-Konstante die Entstehung einer basischen Lösung bei der Reaktion von Hydrogencarbonaten mit Wasser.
6 BE
- II.b **Werten** Sie die Beobachtungen beim Modellexperiment zur Untersuchung der Wirkungsweise von Kaiser-Natron® **aus** (M 1, M 2). **Berechnen** Sie die Masse an Natriumhydrogencarbonat, die bei der Reaktion von 10 mL Salzsäure mit einem pH-Wert von 1,5 umgesetzt wird (M 2).
10 BE
- II.c **Beurteilen** Sie die empfohlene Masse von Kaiser-Natron® zur Neutralisation der überschüssigen Säure des Magensafts (M 1, M 2).
Hinweis: Sollten Sie in Teilaufgabe 2 kein Ergebnis erhalten haben, gehen Sie vom folgenden Ersatzwert aus: 0,1 g Natriumhydrogencarbonat werden bei der Reaktion mit Salzsäure umgesetzt.
4 BE
- II.d **Erläutern** Sie die in zwei Phasen erfolgende Wirkung von Maaloxan® bei der Behandlung von Sodbrennen (M 1, M 3, M 4).
5 BE
- II.e **Formulieren** Sie eine naturwissenschaftlich begründete Antwort auf die im Chatbeitrag genannten Maßnahmen zur Linderung von Sodbrennen (M 1 – M 5).
5 BE

Anlage zur Aufgabe II: Antazida gegen Sodbrennen

Material M1 Entstehung von Sodbrennen

Unser Magen produziert täglich zwei bis drei Liter Magensaft. Im Ruhezustand sind es etwa 10 mL pro Stunde und bei der Nahrungsaufnahme bis zu 1000 mL pro Stunde. Dieser Magensaft besteht unter anderem aus Salzsäure. Sie tötet Bakterien ab und unterstützt die Verdauung. Nach der Nahrungsaufnahme liegt der pH-Wert des Magensafts zwischen 2 und 4, im nüchternen Zustand zwischen 1 und 1,5.

Nach der Aufnahme von z. B. fettigen oder scharfen Speisen kann es passieren, dass der Magen zu viel Magensäure produziert. Bei Sodbrennen steigt diese überschüssige Säure in die Speiseröhre auf, die anders als der Magen nicht vor der Magensäure geschützt ist. Dadurch wird die Speiseröhre angegriffen und es entsteht ein brennendes Gefühl.

Material M2 Kaiser-Natron® gegen Sodbrennen

Ein altes Hausmittel zur Behandlung von Sodbrennen ist Kaiser-Natron®. Es besteht aus Natriumhydrogencarbonat (NaHCO_3 ; $M = 84,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$).

Zur wirksamen Bekämpfung von Sodbrennen wird empfohlen, einen Esslöffel (ca. 8 g) Kaiser-Natron® in 200 mL Wasser zu lösen und diese Lösung zu trinken.

Es kann angenommen werden, dass ca. 10 mL Magensäure mit einem pH-Wert von 1,5 im nüchternen Zustand neutralisiert werden können.

Die Wirkungsweise von Kaiser-Natron® gegen Sodbrennen soll in einem Modellexperiment untersucht werden: 10 mL Salzsäure ($\text{pH} = 1,5$) werden in ein Reaktionsgefäß gegeben. 8 g Natriumhydrogencarbonat werden in 200 mL Wasser gelöst und in das Reaktionsgefäß mit der Salzsäure gegeben.

Es werden eine Gasentwicklung und eine pH-Wert-Erhöhung beobachtet.

Material M3 Maaloxan® gegen Sodbrennen

Maaloxan® ist ein Medikament, welches geeignet ist, Sodbrennen zu bekämpfen. Es enthält eine Kombination von Magnesiumhydroxid ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) und gebundenen Algeldrat. Beim Algeldrat handelt es sich um ein Gel, welches Aluminiumhydroxid ($\text{Al}(\text{OH})_3$) enthält. Aufgrund seiner komplexen Struktur löst sich dieses bei Säurekontakt langsam auf. Es verzögert zudem die Magenentleerung.

Demzufolge erfolgt die Wirkung von Maaloxan® aufgrund der Kombination in zwei Phasen. Das Medikament sollte jedoch nicht häufiger als viermal täglich und nicht länger als 14 Tage eingenommen werden.

Material M4 Löslichkeit von Aluminium- und Magnesiumhydroxid

Magnesiumhydroxid ist ein weißes Pulver, welches in Wasser und alkalischen Lösungen schwer, dagegen in sauren Lösungen gut löslich ist.

Aluminiumhydroxid ist ebenfalls ein weißes Pulver. Seine Wasserlöslichkeit ist vom pH-Wert abhängig.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Abb. 1: Löslichkeit von Aluminiumhydroxid in Wasser in Abhängigkeit vom pH-Wert

Material M5 Chatbeitrag aus einem Forum für Gesundheit

Hallo zusammen,

ich habe eine Frage an alle, die Probleme mit Sodbrennen haben. Egal, was ich esse oder trinke, ich kriege es praktisch sofort, insbesondere nach einem üppigen Mahl. Quäle mich schon länger damit und gefühlt wird es immer schlimmer.

Im Netz habe ich schon viel über Gegenmaßnahmen gelesen. Kaisernatron oder Tabletten wie Maaloxan könnten helfen. Kenne mich damit nicht richtig aus. Oder sollte ich besser auf Hausmittel zurückgreifen? Zum Beispiel gab es den Tipp, viel Wasser zu trinken.

Hat jemand auch so ein Problem und könnte mir Anregungen geben, welche der Maßnahmen mir eine Linderung bringen?

Danke. Fluxi

Literatur- und Quellenverzeichnis zu Aufgabe II

Material M1

Ertelt, U., Hubert, M., Vollmer, A., Spinner, M. & Stark, A. (o. D.). *Versuch Neutralisation aus dem Alltag*. https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/chemie/bs/6bg/6bg1/lpe_7_saeuren_laugen_neutralisation/neutralisationen_aus_dem_alltag-versuchsanleitung.pdf (Zugriff am: 28.01.2025).
Die Magensäure – Verdauungshelfer im Magen (Dezember 2022). Talcid®. <https://www.talcid.de/magensaeure> (Zugriff am: 02.01.2025).
Magen (2024, 16. Juli). Wikipedia. <https://de.wikipedia.org/wiki/Magen> (Zugriff am 13.11.2024).

Material M2

Kaiser Natron Vorratspack (2016). Sarenus. <https://sarenus.de/lebensmittel/kaiser-natron-vorratspaket> (Zugriff am: 22.05.2024).

Material M3

Kaiser Natron Vorratspack (2016). Sarenus. <https://sarenus.de/lebensmittel/kaiser-natron-vorratspaket> (Zugriff am: 22.05.2024).
Zorn, J. (2024, 19. Februar). *Wie wirkt Maaloxan auf den Magen?* <https://www.navigator-medicin.de/medikamente/maaloxan.html> (Zugriff am: 13.11.2024).
Ungeliebter Dauerbrenner (2020, 31. August). PTA. <https://www.diepta.de/fortbildung/detail/ungeliebter-dauerbrenner/paeparate> (Zugriff am: 13.11.2024).

Material M4

Magnesiumhydroxid (2024, 07. Juli). Wikipedia. <https://de.wikipedia.org/wiki/Magnesiumhydroxid> (Zugriff am: 13.11.2024).
Binnewies, M., Finze, M., Jäckel, M., Schmidt, P., Eillner, H. & Rayner-Canham, G. (2016). *Allgemeine und Anorganische Chemie*. Springer-Verlag.

Aufgabe III: Nickel-Eisen-Akkumulator

30 BE

Schwerpunkt: Chemische Energiespeicher und Mobilität

Elektromobilität ist keineswegs eine Erfindung der Neuzeit. Thomas A. Edison fuhr bereits 1917 einen Detroit Electric Modell 47. Das Auto konnte wahlweise mit Bleiakkus oder gegen Aufpreis mit den von Edison erfundenen Nickel-Eisen-Akkumulatoren bestellt werden.

Teilaufgaben

- III.a **Skizzieren** Sie ein galvanisches Element aus je einer Nickel- und Eisenhalbzelle und **beschreiben** Sie die Abläufe in den Halbzellen auch mit Reaktionsgleichungen. **Berechnen** Sie die zu erwartende Spannung beim Betrieb der Zelle unter Standardbedingungen (M4).
9 BE
- III.b Die Akkus müssen eine Sicherheitseinrichtung (Überdruckventil) zur Regelung eines entstehenden Überdrucks aufweisen und gleichzeitig vor eindringendem Kohlenstoffdioxid aus der Luft geschützt werden. **Begründen** Sie diese beiden Sachverhalte, auch mithilfe von Reaktionsgleichungen unter Verwendung von M1 und M2.
12 BE
- III.c **Beurteilen** Sie die Aussagen zu Anwendungen der Nickel-Eisen-Akkus aus den Materialien M1 und M2 unter Berücksichtigung der Aussagen von M3. Gehen Sie davon aus, dass pro Tag ein Lade-/Entladevorgang abläuft.
9 BE

Anlage zur Aufgabe III: Eisen-Nickel-Akkumulator

Material M1 Der Nickel-Eisen-Akkumulator

Der Text wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Er ist unter folgender Quellenangabe zu finden:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Nickel-Eisen-Akkumulator> (Zugriff am 28.10.24).

Material M2 Neue Anwendungen der Nickel-Eisen-Akkus

Der Text wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Er ist unter folgender Quellenangabe zu finden:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Nickel-Eisen-Akkumulator> (Zugriff am 28.10.24).

Material M3 Abhängigkeit der Anzahl möglicher Ladezyklen von der regelmäßigen Entladungstiefe bei einem Nickel-Eisen Akku

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Abb. 1: Auftragung der Lade-/Entladevorgänge gegen Entladungstiefe

Material M4 Spannungsreihe (Ausschnitt)

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Abb. 2: Ausschnitt der Spannungsreihe

Literatur- und Quellenverzeichnis zu Aufgabe III

Material 1

<https://de.wikipedia.org/wiki/Nickel-Eisen-Akkumulator> (Zugriff am 28.10.24).

Material 2

<https://de.wikipedia.org/wiki/Nickel-Eisen-Akkumulator> (Zugriff am 28.10.24).

Material 3

<https://zukunftswerkstattverkehr.wordpress.com/2018/01/30/pv-speicher-nickel-eisen-akkumulator-nife-versus-lithiumtitanat-batterie-lto/> (Zugriff am 27.10.24, verändert).

Material 4

<https://www.abiweb.de/anorganische-chemie/donator-akzeptor-prinzip/redox-chemie/redoxreaktionen-elektrochemie/elektrochemische-spannungsreihe.html> (Zugriff am 27.10.2024).

Aufgabe IV: Gummistiefel – heute wieder modern

30 BE

Schwerpunkt: Moderne Werkstoffe und chemische Produkte

In der Mitte des 19. Jahrhunderts wurden die ersten Gummistiefel aus Naturkautschuk serienmäßig hergestellt. Als in den 1980er Jahren die ersten wasserfesten Schuhe aus synthetischen Materialien aufkamen, geriet der Gummistiefel aus der Mode. Anfang der 2000er Jahre kehrte der Gummistiefel zurück und wurde – aufgepeppt durch bunte Farben und Muster – zum modischen Accessoire.

Teilaufgaben

- IV.a **Formulieren** Sie einen Reaktionsmechanismus für die Synthese von Chlorethen (Vinylchlorid) (M 3). **Ordnen** Sie dem von Ihnen formulierten Mechanismus die Begriffe „nucleophiler Angriff“, „heterolytische Bindungsspaltung“ und „elektrophiler Angriff“ begründet **zu**.

10 BE

- IV.b **Ordnen** Sie nicht vulkanisiertes Polyisopren und Polyvinylchlorid nach ihrem Verhalten bei Erwärmen **begründet** jeweils einer Kunststoffklasse **zu**. Gehen Sie dabei auch auf strukturelle Merkmale der Kunststoff-Moleküle ein (M 1, M 3). **Stellen** Sie auf Teilchenebene mithilfe beschrifteter, modellhafter Skizzen **dar**:

- Naturkautschuk nach der Vulkanisation (M 1, M 2).
- PVC nach dem Zusatz eines Weichmachers (Dioctylterephthalat) (M 3, M 4).

Hinweis: Die Polymer-Moleküle dürfen stark vereinfacht, zum Beispiel in Form von Strichen, dargestellt werden. Eine Darstellung in Form von Strukturformeln wird nicht erwartet.

Erläutern Sie jeweils die Veränderungen der Eigenschaften auf der Teilchenebene, die eine Verwendung der beiden Stoffe für die Herstellung von Gummistiefeln möglich machen (M 1 - M 4).

15 BE

- IV.c **Begründen** Sie, dass Weichmacher aus dem PVC freigesetzt werden können (M 4). **Bewerten** Sie den Einsatz von Weichmachern in Gummistiefeln aus PVC anhand von zwei Aspekten.

5 BE

Fußnote:

¹ nucleophil - elektronenliebend

² heterolytisch – ungleich, asymmetrisch

Anlage zur Aufgabe IV: Gummistiefel – heute wieder modern

Material M1 Gummistiefel aus Naturkautschuk

Naturkautschuk wird aus dem Milchsaft von Kautschukbäumen gewonnen. Aus dem Monomer Isopren (2-Methylbuta-1,3-dien) entsteht hauptsächlich das Polymer Polyisopren (Naturkautschuk).

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Abb. 1: Ausschnitt aus der Strukturformel eines Polyisopren-Moleküls

Gummistiefel, die aus reinem Polyisopren hergestellt werden, sind wasserundurchlässig und leicht biegsam, haben jedoch den Nachteil, dass sie bei Kälte hart und spröde werden und sich bei Wärme klebrig anfühlen.

Material M2 Vulkanisation von Naturkautschuk

Im Jahr 1839 entdeckte Charles Goodyear das Verfahren der Vulkanisation. Dieses kann auch für das Material der Gummistiefel angewendet werden, sodass Gummistiefel aus dem Ausgangsstoff Naturkautschuk hergestellt werden können, die sich bei Wärme nicht mehr klebrig anfühlen.

Bei der Vulkanisation wird Naturkautschuk mit Schwefel und Katalysatoren erhitzt. Dadurch bilden sich Schwefelbrücken zwischen den Polymer-Molekülen, die aus einem oder mehreren Schwefel-Atomen bestehen können. Je nachdem, welche Eigenschaften der hergestellte Gummi haben soll, liegt der Anteil des Schwefels zwischen 2 (Weichgummi) und 30 (Hartgummi) Prozent.

Material M3 Gummistiefel aus PVC

Heute werden Gummistiefel aus vulkanisiertem Naturkautschuk oder aus Polyvinylchlorid (PVC) angefertigt.

Das für die Herstellung von Polyvinylchlorid benötigte Monomer Chlorethen (Vinylchlorid) kann durch elektrophile Addition von Chlorwasserstoff (HCl) an Ethin gewonnen werden.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Abb. 2: Ausschnitt aus der Strukturformel eines Polyvinylchlorid-Moleküls

Abb. 3: Strukturformel eines Ethin-Moleküls

Material 4 Weichmacher im PVC

Grundsätzlich ist Polyvinylchlorid hart und spröde. Durch den Zusatz von Weichmachern kann das Material weich und biegsam gemacht werden. Die Moleküle der Weichmacher lagern sich bei der

Verarbeitung zwischen die Molekülketten des PVC ein. Je nach Ausgangsmaterial und Produkteigenschaften kann der Weichmachergehalt bis zu einem Massenanteil von 50 Prozent betragen.

In Gummistiefeln aus PVC findet man als meist verwendeten Weichmacher Dioctylterephthalat (DOTP).

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Abb. 4: Strukturformel Dioctylterephthalat-Molekül

In der Vergangenheit wurden Weichmacher in großen Mengen produziert und eingesetzt. Daher kann man sie heute nahezu überall in der Umwelt und als Verunreinigung in vielen Lebensmitteln nachweisen. Im Rahmen von Studien wurden Weichmacher und deren Abbauprodukte außerdem in Urinproben festgestellt.

Bei verschiedenen Weichmachern konnten gesundheitsschädliche Wirkungen nachgewiesen werden (zum Beispiel: Beeinflussung des Hormonsystems, Schädigung der Leber, negativer Einfluss auf die Fruchtbarkeit bei Mann und Frau). In der Europäischen Union unterliegt der Einsatz der Weichmacher daher einer Zulassung durch die Europäische Chemikalienagentur. Einige Weichmacher sind verboten.

Literatur- und Quellenverzeichnis zu Aufgabe IV

Material M1

Bruice P. Y. (2011). *Synthetische Polymere, Organische Chemie* (5. Aufl.). Pearson Deutschland GmbH.

Gummistiefel (2024, 21. April). Wikipedia. <https://de.wikipedia.org/wiki/Gummistiefel> (Zugriff am 24.07.2024).

Material M2

Morrison, R. T. & Boyd, R. N. (1986). *Lehrbuch der Organischen Chemie* (13. Auflage). VCH Verlagsgesellschaft.

Material M3

Verband der Chemischen Industrie Landesverband Nord (2001). Vom Vinyl zur Scheckkarte. *Chemie + Schule*, (1). https://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/orgchem/ci/vcifolie/vci_n011.pdf

Material M4

Fragen und Antworten zu Phthalat-Weichmachern (2024, 07. Juni). Bundesinstitut für Risikobewertung. https://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zu_phthalat_weichmachern-186796.html (Zugriff am: 15.07.2024).

Spaziergang ohne Schnee: Ist bei Gummistiefeln alles sicher? (o. D.). Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit.

https://www.laves.niedersachsen.de/startseite/bedarfsgegenstande/bedarfsgegenstande_mit_korperkontakt/gummistiefel-alles-sicher-180824.html (Zugriff am: 02.07.2024).

Harling, A. (2012, 06. September). *Phthalate in Kindergeldbeuteln*. Untersuchungsämter-BW. https://www.ua-bw.de/pub/beitrag.asp?subid=0&Thema_ID=3&ID=1608&Pdf=No (Zugriff am: 18.07.2024).