

- allgemeinbildendes Gymnasium
- Abendgymnasium und Kolleg
- schulfremde Prüflinge

Schriftliche Abiturprüfung Leistungskursfach Chemie

Abiturähnliche Musteraufgaben

1 Vorbemerkungen und Hinweise zum Aufgabenmuster

Der Beschluss der Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife in den Fächern Biologie, Chemie und Physik durch die Kultusministerkonferenz am 18. Juni 2020 bedingt auch Änderungen bei Struktur und Inhalten der schriftlichen Abiturprüfungen in den genannten Fächern.

Die abiturähnliche Musterklausur soll wesentliche Veränderungen der Abiturprüfungen ab 2024/25 illustrieren und als Hilfe für alle Fachlehrkräfte sowie Schülerinnen und Schüler bei der Vorbereitung auf die schriftliche Abiturprüfung dienen.

Neben Abbildung der neuen Abitur- und Aufgabenstruktur sollen die Musteraufgaben auf neue Lerninhalte, die Nutzung der angepassten Operatorenliste, die größere Bedeutung von neben der Sachkompetenz im Fachunterricht erworbener Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz und Bewertungskompetenzen sowie exemplarisch auf die mögliche Verwendung verschiedener alternativer Fachtermini für den gleichen Fachinhalt in den Aufgabenstellungen hinweisen. Beispielhaft sind hier genannt: Ausgangsstoffe/Edukte, Hydronium-Ion/Oxonium-Ion, vereinfachte Struktur-formel/Halbstrukturformel, Wesen einer Redox- bzw. Säure-Base-Reaktion/Anwenden des Donator- und Akzeptor-Prinzips auf Redox- und Säure-Base-Reaktionen.

Die verwendeten themengleichen Aufgaben in den Mustern für Grundkurs und Leistungskurs veranschaulichen zudem einige mögliche Unterschiede in den Anforderungen.

Mit der Abiturprüfung 2024/25 besteht für Prüflinge die Möglichkeit, sich beim Misslingen eines Experiments oder einer anderen fachpraktischen Tätigkeit, Teillösungen gegen Abzug von Bewertungseinheiten zur Verfügung stellen zu lassen. Die Umsetzung dessen wird hier ebenfalls illustriert.

Dem Muster sind folgende Dokumente zugrunde gelegt:

- Bildungsstandards in den Fächern Biologie, Chemie, Physik für die Allgemeine Hochschulreife (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020)
- Lehrpläne für allgemeinbildende Gymnasien in den Fächern Chemie, Biologie und Physik in der Fassung vom 01.08.2022
- Verwaltungsvorschrift des Sächsischen Staatsministeriums für Kultus zur Vorbereitung auf die Abiturprüfung und die Ergänzungsprüfungen 2025 an allgemeinbildenden Gymnasien, Abendgymnasien und Kollegs im Freistaat Sachsen
- Grundstock von Operatoren (IQB, Stand 31.03.2022)

Beim Zusammenstellen der Aufgaben für die Musterklausur wurde im Wesentlichen auf illustrierende Abituraufgaben des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) zurückgegriffen. Änderungen bei der Verteilung der Bewertungseinheiten hinsichtlich der Anforderungsbereiche sind künftig möglich.

Weitere Aufgabenvorschläge sind zu finden unter: <https://www.iqb.hu-berlin.de/abitur/sammlung/naturwissenschaften/chemie/>

Gegenüber den bisherigen sächsischen Abiturprüfungen ergeben sich folgende Strukturveränderungen:

Pflichtaufgaben 1 und 2

- materialgestützte Aufgaben ohne fachpraktischen Anteil
- Anzahl der zu erreichenden Bewertungseinheiten ist bei beiden Aufgaben gleich

Wahlaufgabe 3

- besteht aus zwei Aufgaben mit fachpraktischem Anteil, von denen nur eine bearbeitet werden muss
- fachpraktische Aufgaben sind zusätzlich mit Material angereichert
- bei Bearbeitung der Wahlaufgabe ist die gleiche Anzahl an Bewertungseinheiten erreichbar wie auch bei den Pflichtaufgaben 1 oder 2

Je bearbeiteter Aufgabe können im Leistungskursfach 40 BE und damit bei der Prüfung insgesamt 120 BE erreicht werden.

Zwei der vier dem Prüfling vorgelegten Aufgaben werden **unverändert** dem gemeinsamen Abituraufgabenpool der Länder beim Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen entnommen sein. Alle weiteren Aufgaben stellt die sächsische Abituraufgabenauswahlkommission bereit. Bestimmend für das Erstellen aller Aufgaben sind die Vorgaben für die Abituraufgabenerstellung des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen.

Zugelassene Hilfsmittel können zur Lösung jeder Aufgabe uneingeschränkt genutzt werden. Der Einsatz bundesweit einheitlicher Hilfsmittel ist in Sachsen ab dem Abitur 2025/26 vorgesehen.

Es ist davon auszugehen, dass pro Aufgabe zwei Seiten Material beigelegt sind.

Jede der Aufgaben einer Prüfung bezieht sich in komplexer Weise hauptsächlich auf einen der in den Bildungsstandards genannten Inhaltsbereiche. Eine Vernetzung mit anderen Inhaltsbereichen erfolgt nur in geringem Umfang.

Von einer Bezugnahme auf die vier Kompetenzbereiche: Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz und Bewertungskompetenz sowie auf die in den Bildungsstandards genannten Basiskonzepte ist bei allen Prüfungsaufgaben auszugehen.

Prüflinge müssen zudem in der Lage sein, grundlegende Kompetenzen, welche in Sekundarstufe I erworben wurden, beim Lösen von Aufgaben anwenden zu können.

2 Hinweise zur Durchführung fachpraktischer Aufgaben

Sächsisches Staatsministerium
für Kultus

ab Schuljahr 2024/25

Geltungsbereich:
- allgemeinbildendes Gymnasium
- Abendgymnasium und Kolleg
- schulfremde Prüflinge

Schriftliche Abiturprüfung Leistungskursfach Chemie

- ABITURÄHNLICHE MUSTERAUFGABEN -

Vorinformationen für die prüfende Fachlehrkraft

Maßnahmen zur materiellen Sicherstellung der Prüfung

Für die Prüflinge ist kariertes Papier bereitzustellen.

Im Wahlteil 3 der schriftlichen Prüfung hat jeder Prüfling die Wahl zwischen zwei Aufgaben (3.1 und 3.2), die jeweils eigene experimentelle Tätigkeit unter Einhaltung der geltenden Sicherheitsbestimmungen erfordern.

Dafür sind hinreichend viele Experimentierplätze einzurichten. Für die Beaufsichtigung und Bewertung der experimentellen Tätigkeit der Prüflinge ist eine **Fachlehrkraft** einzusetzen, die in der Lage ist, die Durchführung der Experimente zu kontrollieren, einzuschätzen und zu protokollieren.

Zu diesem Zweck ist der **am Morgen des Prüfungstags** erhaltene **Beobachtungsbogen für jeden Prüfling** zu vervielfältigen und mit der Chiffre der Bildungseinrichtung als auch der Kennzahl des Prüflings zu versehen.

Der von der Aufsicht führenden Fachlehrkraft ausgefüllte **Beobachtungsbogen** (Erfüllungsgrad des jeweiligen Schwerpunktes, ggf. erteilte Hilfe bzw. Hinweise) ist nach der Prüfung den **korrigierenden Fachlehrkräften** zugänglich zu machen.

Ersatzergebnisse, Ersatzmesswerte oder Ersatzbeobachtungen, die ein Prüfling beim Misslingen eines Experiments oder einer anderen fachpraktischen Tätigkeit gegen Abzug von Bewertungseinheiten erhalten kann, werden zusammen mit dem Beobachtungsbogen am **Morgen des Prüfungstags** zum Download bereitgestellt.

Es ist sicherzustellen, dass alle geltenden Sicherheitsbestimmungen beim experimentellen Arbeiten eingehalten werden können.

Die praktischen Tätigkeiten sind von der prüfenden Fachlehrkraft vorher selbst durchzuführen.
Für jeden Arbeitsplatz sind Geräte, Materialien und Chemikalien wie folgt zu planen:

Leistungskurs Wahlaufgabe 3.1

Für den Versuch zur konduktometrischen Titration sind zur Verfügung zu stellen:

Geräte:

- sensor- und computergestütztes Messwerterfassungssystem (bereits aufgebaut)
- Bürette
- Stativ
- Leitfähigkeitsselektrode
- Trichter
- Becherglas (250 mL, hohe Form)
- Vollpipette (25 mL) mit Pipettierhilfe oder Messzylinder
- Magnetrührer mit Rührfisch oder Glasstab

Chemikalien:

- Milchsäure, $c = 0,12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $V = 60 \text{ mL}$
- Natriumhydroxid-Lösung als Maßlösung, $c = 0,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $V = 50 \text{ mL}$
- Wasser (demineralisiert) {Der Zusatz von Wasser ist ggf. notwendig, damit die Messstelle des Sensors vollständig in die Lösung eintaucht.}

Hinweise:

Die Aufsicht führende Fachlehrkraft muss im Beobachtungsbogen ein **verbales Urteil** zum Experimentieren abgeben.

Sollten die Messungen aus von einem Prüfling nicht selbst zu verantwortenden Gründen keine oder nachweisbar beeinträchtigte Beobachtungen liefern, ist seitens der Aufsicht führenden Fachlehrkraft für Ersatzmaterialien oder -geräte zu sorgen. Alternativ werden von dieser Lehrkraft die Ersatzmesswerte dem Prüfling zur Verfügung gestellt.

Prüflinge können sich überdies gegen Abzug von Bewertungseinheiten auf eigenes Verlangen die Messergebnisse zur weiteren Bearbeitung der Aufgabe vorlegen lassen. Bei der vorliegenden Aufgabe erfolgt in diesem Fall der **Abzug von 5 BE**.

Leistungskurs Wahlaufgabe 3.2

Auf eine zweite Wahlaufgabe wurde in diesem Muster verzichtet.

Weiterer Hinweis:

Notwendige Gefährdungsbeurteilungen werden zentral am Morgen des Prüfungstages zum Download bereitgestellt.

3 Prüfungsaufgabenmuster

Sächsisches Staatsministerium
für Kultus

ab Schuljahr 2024/25

Geltungsbereich:

- allgemeinbildendes Gymnasium
- Abendgymnasium und Kolleg
- schulfremde Prüflinge

Schriftliche Abiturprüfung Leistungskursfach Chemie

- Abiturähnliche Musteraufgaben -

Material für den Prüfling

Pflichtaufgabe 1, Pflichtaufgabe 2 und Wahlaufgabe 3

Allgemeine Arbeitshinweise

Pflichtaufgabe 1 und Pflichtaufgabe 2 sind von allen Prüflingen zu bearbeiten. Bei Wahlaufgabe 3 ist nur eine der zur Auswahl stehenden Aufgaben 3.1 oder 3.2 zu lösen.

Ihre Gesamtarbeitszeit beträgt **315 Minuten**. Diese Angabe schließt bereits zusätzliche 15 Minuten für die Aufgabenauswahl und das Einrichten des Experimentierplatzes mit ein.

Die im **Anhang** angegebenen Daten sind für Berechnungen zu verwenden. Werden GTR-Programme genutzt, so muss in der Darstellung des Lösungsweges deutlich werden, aus welchen Eingabedaten mit Hilfe des Programms welche Ergebnisse gewonnen wurden.

Bei jeder der zu bearbeitenden Aufgaben sind jeweils 40 Bewertungseinheiten (BE) erreichbar.

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wörterbuch der deutschen Rechtschreibung
- Tabellen- und Formelsammlung
- Zeichengeräte
- grafikfähiger, programmierbarer Taschenrechner mit oder ohne Computer-Algebra-System. Die Software eines solchen Taschenrechners oder eine vergleichbare Software kann auch auf einer anderen geschlossenen Plattform verwendet werden.
- Computer oder ein computergestütztes Messwerverfassungssystem im Rahmen einer geschlossenen Plattform im Falle einer entsprechenden Aufgabenstellung zur möglichen Nutzung. Es muss die jeweilige Software installiert sein, die der Prüfling im Unterricht für die Erfassung und Auswertung von Messwerten genutzt hat. Das Hilfsmittel wird für die experimentelle oder praktische Tätigkeit benötigt.

Handelt es sich bei den Hilfsmitteln um Wörterbücher, sind jeweils nichtelektronische und elektronische Wörterbücher zugelassen, sofern sie geschlossene Systeme ohne Möglichkeit der Speichererweiterung sind. Internetfähige Hilfsmittel sind ausgeschlossen.

Prüflinge, deren Herkunftssprache nicht oder nicht ausschließlich Deutsch ist, können zusätzlich in allen Prüfungsfächern ein zweisprachiges Wörterbuch (Deutsch-Herkunftssprache/Herkunftssprache-Deutsch) verwenden.

Prüfungsinhalt

Pflichtaufgabe 1

Die Chemie der selbsterhitzenden Getränkebecher

In Outdoor-Geschäften gibt es ein interessantes Angebot: selbsterhitzende Getränkebecher. Es richtet sich zum Beispiel an Bergwandernde, die eine Rast in der Natur einlegen und dabei gern einen Becher heißen Kaffee trinken möchten. In dieser Aufgabe geht es um die Chemie und Funktionsweise selbsterhitzender Getränkebecher.

	BE
1 Beschreiben Sie den Lösevorgang einer Ionensubstanz auf der Teilchenebene. Erklären Sie die Funktionsweise eines selbsterhitzenden Getränkebechers (M 1).	8
2 Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen für <ul style="list-style-type: none">- die Bildung von Calciumchlorid-Hexahydrat,- das Lösen von Calciumchlorid-Hexahydrat und- das Lösen von wasserfreiem Calciumchlorid. Berechnen Sie jeweils die molare Standardreaktionsenthalpie. Entscheiden Sie begründet, welches Calciumchlorid in selbsterhitzenden Getränkebechern zum Einsatz kommt (M 1 und M 2).	10
3 Erklären Sie den unterschiedlich gerichteten Wärmeaustausch beim Lösen von wasserfreiem Calciumchlorid und Calciumchlorid-Hexahydrat.	6
4 Diskutieren Sie auf der Grundlage einer weiteren Berechnung den Einfluss von Enthalpie und Entropie auf die Freiwilligkeit des Lösevorgangs von wasserfreiem Calciumchlorid. Belegen Sie mithilfe der Gibbs-Helmholtz-Gleichung die Freiwilligkeit des Lösevorgangs bei einer Temperatur von 15 °C.	10
5 Beurteilen Sie die Hinweise zur Lagerung und zum Gebrauch von selbsterhitzenden Getränkebechern auf der Basis von Calciumchlorid (M 1).	6

Prüfungsinhalt

Material Pflichtaufgabe 1

Material 1: Aufbau und Funktionsweise eines selbsterhitzenden Getränkebechers

Die Becher bestehen oft aus einer mit Kunststoff ummantelten Blechdose, deren Innenraum in mehrere Kammern gegliedert ist. Dies ermöglicht eine Erwärmung zur gewünschten Zeit. Der Wärmeentwicklung selbst liegt eine chemische Reaktion zugrunde. Ein Salz, Calciumchlorid, und Wasser befinden sich in zwei durch eine dünne Kunststoff-Folie getrennten Kammern im unteren Teil des Bechers.

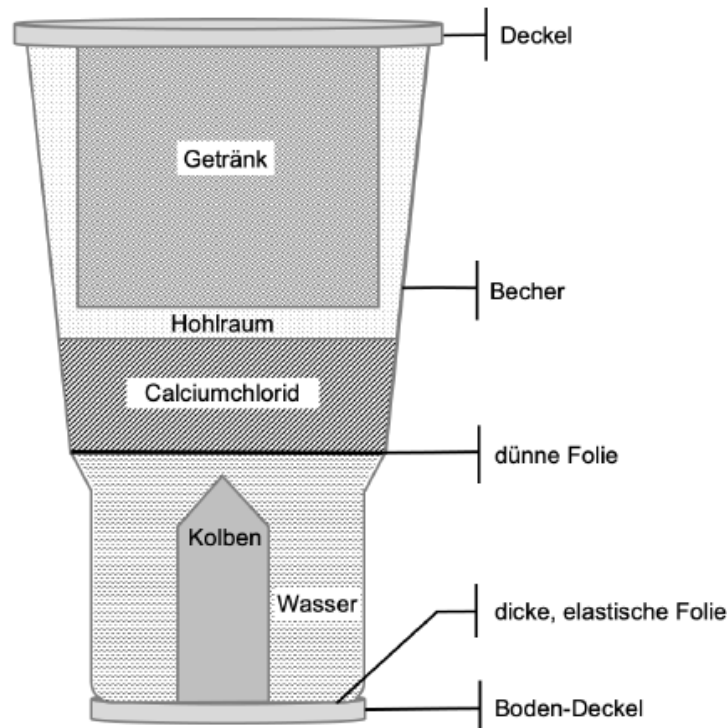


Abb. 1: Schematischer Aufbau eines Selbsterhitzenden Bechers, IQB

Die Nutzung selbsterhitzender Dosen ist einfach und lässt sich in folgende Worte fassen:

- Dose umdrehen,
- Boden-Deckel öffnen,
- Kunststoff-Folie eindrücken,
- kräftig schütteln,
- 3 Minuten warten,
- Deckel öffnen und genießen!

Hinweise zur Lagerung und zum Gebrauch:

1. Lagern Sie die Dose in trockener Umgebung.
2. Verhindern Sie direkte Sonneneinstrahlung oder eine Überhitzung von mehr als 60 °C.
3. Äußerlich beschädigte Dosen (z. B. durch Risse) nicht mehr verwenden, im Hausmüll entsorgen.

Material 2: Calciumchlorid

Calciumchlorid kommt in der Natur in Kochsalz-Solen gelöst vor. In Reinform bildet es farblose Kristalle.

Wasserfreies, festes Calciumchlorid ist stark hygroskopisch. Das heißt, es reagiert mit der Luftfeuchtigkeit und bildet festes Calciumchlorid-Hexahydrat. In diesen Kristallen ist jede CaCl_2 -Einheit von einer Hydrathülle aus 6 Wasser-Molekülen umgeben. Löst man Calciumchlorid-Hexahydrat in Wasser, führt dies, wie beim Lösen von wasserfreiem Calciumchlorid, zu einer spürbaren Temperaturveränderung.

Tab 1: Vergleich von wasserfreiem Calciumchlorid und Calciumchlorid-Hexahydrat

	wasserfreies Calciumchlorid	Calciumchlorid-Hexahydrat
Formel	CaCl_2	$\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
Aggregatzustand bei 25 °C	fest	fest
Molare Masse M in $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$	111,0	219,1
Dichte ρ in $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	2,1	1,7

Quelle: Aylward, G.H.; Findlay, T.J.V. (2014). *Datensammlung Chemie in SI-Einheiten*. Vierte, bearbeitete und erweiterte Auflage. Weinheim, WILEY-VCH Verlag, S. 32.

Prüfungsinhalt

Pflichtaufgabe 2

Polyurethanschaum in Medizintechnik und als Verpackungsmaterial

Kunststoffe sind als Werkstoffe von einer enormen Vielfalt gekennzeichnet, ihre Einsatzbereiche erstrecken sich über praktisch alle Bereiche der Lebens- und Arbeitswelt. So wird z. B. Polyurethanschaum in der Wundbehandlung sowie als Verpackungsmaterial eingesetzt.

	BE
<p>1 Erklären Sie unter Verwendung von Skizzen jeweils die Eigenschaften der Kunststoffklassen „Thermoplaste“, „Duromere“ und „Elastomere“.</p> <p>Ordnen Sie Polyurethanschaum einer Kunststoffklasse zu und beurteilen Sie anhand zweier Aspekte dessen Eignung in der Behandlung der großflächigen, schweren Hautwunden (M 3).</p>	9
<p>2 Für die Synthese des Polyurethanschaumes sind zunächst die Monomere herzustellen (M 3 und M 4).</p> <p>Entwickeln Sie die Reaktionsgleichung zur Synthese eines aliphatischen Diisocyanats aus Phosgen und einem Diamin (M 3 und M 4).</p> <p>Erläutern Sie die Geometrie der Amino-Gruppe und des Phosgen-Moleküls auf Grundlage des Elektronenpaar-Abstoßungs-Modells (EPA-Modell).</p> <p>Beurteilen Sie, ob die Reaktion durch die Geometrie der Ausgangsstoffe erleichtert oder erschwert wird.</p>	11
<p>3 Erklären Sie den zugrundeliegenden Reaktionsmechanismus zur Bildung der Urethan-Gruppe (M 4).</p> <p>Erläutern Sie das Aufschäumen des Polyurethans, auch unter Einbeziehung einer entsprechenden Reaktionsgleichung (M 4).</p>	10
<p>4 Stellen Sie den Zusammenhang zwischen der Nutzung von Polyurethanschaumnetzen und toxischen aromatischen Aminen in exotischen Früchten dar.</p> <p>Bewerten Sie die Herstellung und den Einsatz von Polyurethanschaumnetzen zur Verpackung empfindlicher Früchte hinsichtlich dreier verschiedener Kriterien (M 4 und M 5).</p>	10

Prüfungsinhalt

Material Pflichtaufgabe 2

Material 3: Polyurethanschaum in der Wundheilung

Schäume auf Grundlage von Polyurethan kommen mit großem Erfolg in der Wundversorgung zur Anwendung. Besonders großflächige oder komplizierte tiefe Hautwunden können als Wundheilungshilfe mit Polyurethanschaum versorgt werden. Solche Hautwunden kommen bei Verbrennungen oder bei chronischen Erkrankungen vor und nehmen bisweilen über die Hälfte der Körperoberfläche ein. Polyurethanschaum fungiert hier nicht nur als schützende Wundabdeckung. Er dient vielmehr zusätzlich teilungsfähigen Hautstammzellen als Anheftungs- und Gerüstsubstanz. Die Hautstammzellen wandern aus tieferliegenden Hautschichten in den Polyurethanschaum ein, um dort die Haut neu zu bilden und damit die Wunde zu schließen. Die eingesetzten Polyurethanprodukte in der Wundversorgung werden in der Hautwunde durch körpereigene Substanzen und Stoffwechselprozesse nach und nach abgebaut. Dieser Abbau wird dadurch begünstigt, dass die eingesetzten Isocyanate keine aromatischen Molekülbestandteile aufweisen (aliphatische Isocyanate).

Material 4: Synthese von Polyurethan

Zur Synthese werden zwei Monomere benötigt: Monomer 1 ist ein Isocyanat, welches zwei bis vier Isocyanat-Gruppen enthält. Dieses wird durch Reaktion eines Diamins $\text{H}_2\text{N-R}_1\text{-NH}_2$, (R_1 beliebiger Rest) mit Phosgen (Cl_2CO) hergestellt. Phosgen sowie Isocyanat-Produkte sind stark giftige Substanzen. Monomer 2 ist ein Polyalkohol, welcher zwei bis vier Hydroxy-Gruppen aufweist. Monomer 1 und 2 reagieren miteinander unter Bildung der Urethan-Gruppe, welche kennzeichnend für Polyurethane ist.

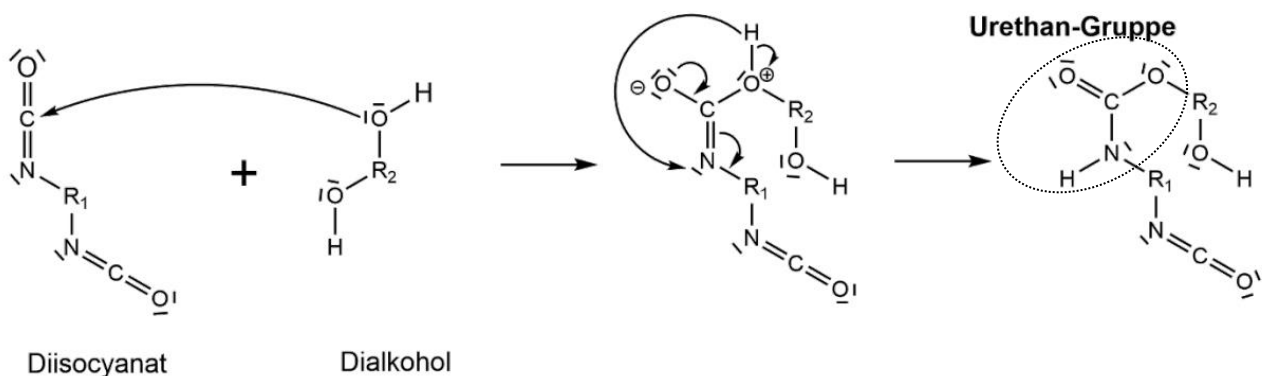


Abb. 2: Mechanismus zur Herstellung eines Stoffes mit Urethan-Gruppe, vereinfachend wird von bifunktionellen Molekülen ausgegangen, in Anlehnung an IQB

Die Porengröße und -anzahl wird im Herstellungsprozess des Polyurethanschaumes unter anderem durch die Menge an Wasser reguliert, welches dem Gemisch der Edukte beigefügt wird. Wasser reagiert dabei mit der im Überschuss zugegebene Isocyanat-Komponente unter Bildung eines als Treibgas fungierenden Stoffes, welches die Aufschäumung des Produktes bewirkt. Dieses Treibgas ist farb- und geruchlos und nicht brennbar.

Material 5: Polyurethanschaum als Verpackungsmaterial

Eine weitere Anwendung von Polyurethanschaum liegt in der Verpackung von Lebensmitteln, z. B. von Obst oder Gemüse. Empfindliche exotische Früchte, die über lange Strecken transportiert werden sollen, werden etwa durch ein Polyurethanschaumnetz vor mechanischer Belastung geschützt (Abb. 3). Da hierbei, im Gegensatz zu der Wundheilungshilfe aus Polyurethanschaum, der Abbau nicht erwünscht ist, werden resistenterere Polyurethanschäume eingesetzt, deren Monomere aromatische Molekülbestandteile enthalten, z. B. TDI (Abb. 4). Im Zuge regelmäßiger Lebensmittelüberwachungen werden in exotischen Früchten bisweilen aromatische Amine in toxischen Konzentrationen nachgewiesen, z. B. 2,4-Diaminotoluol. Hierbei besteht ein gesicherter Zusammenhang zur Verpackung dieser Früchte in Polyurethanschaum.



Abb. 3: Einzeln mit Polyurethanschaumnetzen verpackte Früchte, IQB

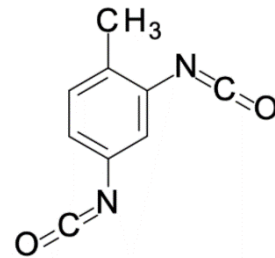


Abb. 4: TDI (Toluol-2,4-diisocyanat), IQB

Prüfungsinhalt

Wahlaufgabe 3

Wählen Sie zwischen den Aufgaben 3.1 und 3.2. Bearbeiten Sie nur **eine** dieser.

Aufgabe 3.1

Chemische Peelings

Ein Peeling oder eine Schälkur ist eine kosmetische Behandlung, bei der oberflächliche Schichten der Haut flächig entfernt werden. Dabei unterscheidet man mechanisches und chemisches Peeling oder Peeling mithilfe von Lasern. Bei chemischen Peelings wird u. a. Milchsäure (2-Hydroxypropansäure) verwendet. Nachfolgend sollen chemische Peelingmittel näher betrachtet werden.

	BE
<p>1 Im Rahmen einer Qualitätskontrolle soll im Labor mithilfe einer konduktometrischen Titration die Konzentration einer Milchsäure-Lösung bestimmt werden. Zur Verfügung stehen Ihnen die Geräte und Chemikalien aus M 6. Legen Sie 25 mL Milchsäure-Lösung vor und titrieren Sie diese durch Zugabe von 10 mL Natriumhydroxid-Lösung der Stoffmengenkonzentration, $c = 0,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ in 1 mL-Schritten. Berechnen Sie, ausgehend von einer selbst erstellten Titrationskurve, die Konzentration der Analysenlösung. Beurteilen Sie die Eignung dieser Lösung für den Einsatz als oberflächliches Peeling (M 7).</p> <p><i>Hinweis: Sollten Sie die Titrationskurve nicht ermitteln können, wird Ihnen diese bei Bedarf von der Aufsicht führenden Lehrkraft zur Verfügung gestellt. Sie erhalten aber keine der hierfür vorgesehenen 5 BE.</i></p>	14
<p>2 Titriert man in kleineren Schritten, erhält man zu Beginn einen wie in M 10 dargestellten Abfall der Leitfähigkeit. Anschließend steigt die Leitfähigkeit an. Erklären Sie den gesamten Kurvenverlauf mithilfe von M 8 und Reaktionsgleichungen unter Verwendung von Halbstrukturformeln auf Teilchenebene (M 8, M 10).</p>	8
<p>3 Es soll eine Lösung für 100 mL eines Milchsäure-Peelings mit dem pH-Wert von $pH = 3,5$ hergestellt werden. Berechnen Sie die Masse an Milchsäure, die dafür benötigt wird.</p>	3
<p>4 Die in M 7 genannten Wirkstoffe verhalten sich unterschiedlich stark ätzend und dürfen daher teilweise nur von Fachleuten in Behandlungen eingesetzt werden. Leiten Sie aus der Struktur des Milchsäure- sowie des Trichloressigsäure-Moleküls deren unterschiedliche Säurestärken ab.</p>	6
<p>5 Beurteilen Sie aus chemischer Sicht die drei Aspekte der Aussage in M 9 und formulieren Sie diese Aussage fachlich korrekt.</p>	9

Prüfungsinhalt

Material Aufgabe 3.1

Material 6: Materialliste für Experiment

Folgende Geräte und Materialien stehen Ihnen am Laborplatz für den Versuch der konduktometrischen Titration zur Verfügung.

Geräte:

- sensor- und computergestütztes Messwerterfassungssystem (bereits aufgebaut)
- Stativ mit Bürette
- Leitfähigkeitselektrode
- Trichter
- Becherglas
- Vollpipette mit Pipettierhilfe oder Messzylinder
- Magnetrührer mit Rührfisch oder Glasstab

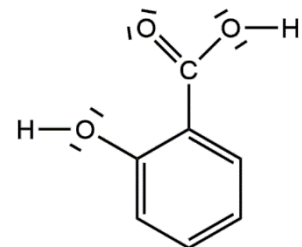
Chemikalien:

- Milchsäure-Lösung
- Maßlösung (Natriumhydroxid-Lösung, $c = 0,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)
- Wasser (demineralisiert)

Material 7: Chemische Peelings

Beim chemischen Peeling unterscheidet man folgende drei Arten:

- oberflächliches Peeling
Es ist für den Hausgebrauch gedacht und kann in Drogeriemärkten gekauft werden. Dabei handelt es sich um Lösungen, deren pH-Wert zwischen 3 und 5 liegt. Eingesetzt wird dafür z. B. Milchsäure (2-Hydroxypropansäure; $pK_S = 3,9$; Schmelztemperatur $17 \text{ }^\circ\text{C}$). Geeignet ist es unter anderem für die Verbesserung der Hauteigenschaften oder zur Reduktion von kleinen Narben.
- mitteltiefes Peeling
Die Anwendung erfolgt nur durch Ärzte, etwa bei größeren Narben und Fältchen. Als Mittel wird dabei z. B. Trichlorethansäure ($pK_S = 0,65$; Schmelztemperatur $59 \text{ }^\circ\text{C}$) verwendet.
- tiefes Peeling
Es darf nur von Ärzten angewandt werden, wobei z. B. Salicylsäure (2-Hydroxybenzencarbonsäure; $pK_S = 2,75$; Schmelztemperatur $159 \text{ }^\circ\text{C}$) genutzt wird. Diese Art ist besonders effektiv bei Hautunreinheiten, wie z. B. Mitessern.



Quelle: IQB, in Anlehnung an Beiersdorf Ges. mbH, 2020.

Abb. 5: Strukturformel der Salicylsäure, IQB

Material 8: Ionenäquivalentleitfähigkeiten

Tab. 2: Molare Ionenäquivalentleitfähigkeiten bei unendlicher Verdünnung bei 25 °C

Ionen	Ionenäquivalentleitfähigkeit Λ_{∞} in $\text{S}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{mol}^{-1}$
Oxonium-Ion (H_3O^+)	350
Hydroxid-Ion (OH^-)	199
Natrium-Ion (Na^+)	50
Lactat-Ion (Milchsäure-Anion)	39

Quelle: Aylward & Findlay, 2014, S. 155 und Lide et al., 2006.

Material 9: Wirkung eines Peelings laut Werbung

In einer Zeitschrift wird die Wirkung eines Peelingmittels wie folgt beschrieben:

„Salicylsäure befreit die Hautporen von Fett, indem sie dieses wie ein Magnet anzieht und aus den Poren lockt.“

Quelle: IQB, in Anlehnung an Hartmann, 2018.

Material 10: Titrationskurve

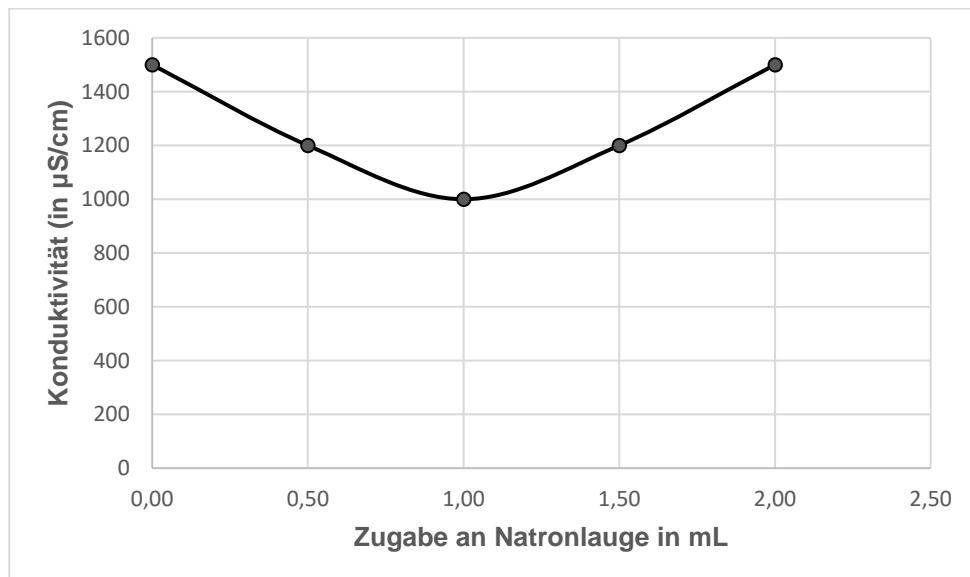


Abb. 6: Titrationskurve bei Titration in kleineren Schritten, SMK

Prüfungsinhalt

Wahlaufgabe 3

Wählen Sie zwischen den Aufgaben 3.1 und 3.2. Bearbeiten Sie nur **eine** dieser.

Aufgabe 3.2

Auf eine zweite Wahlaufgabe wurde in diesem Muster verzichtet.

Anhang

Thermodynamische Standardgrößen

Tabellierungsbedingungen für molare Standardgrößen: 25 °C (298 K) und 101,3 kPa; $\Delta_f H_m^0$: molare Standardbildungsenthalpie; $\Delta_f G_m^0$: molare freie Standardbildungsenthalpie; ΔS_m^0 : molare Standardentropie; (s) fest; (l) flüssig; (g) gasförmig; (aq) hydratisiert.

Name	Formel	Aggregatzustand bei 25 °C	$\Delta_f H_m^0$ in $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$\Delta_f G_m^0$ in $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	ΔS_m^0 in $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Calcium-Ionen	Ca^{2+}	aq	-543	-553	-56
Calciumcarbonat	CaCO_3	s	-1207	-1129	93
Calciumchlorid	CaCl_2	s	-796	-748	105
Calciumchlorid-Hexahydrat	$\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	s	-2608	*	*
Chlor	Cl_2	g	0	0	223
Chlor-Atome	Cl	g	121	105	165
Chlorid-Ionen	Cl^-	aq	-167	-131	57
Wasser	H_2O	g	-242	-229	189
Wasser	H_2O	l	-286	-237	70

4 Beobachtungsbögen und Ersatzlösungen

Chiffre:

Kennzahl:

Beobachtungsbogen Leistungskurs Chemie

Wahlaufgabe 3.1: Chemische Peelings

Schwerpunkte	Einschätzung der Fachlehrkraft	
<ul style="list-style-type: none"> • Durchführung des Experiments <ul style="list-style-type: none"> - zielgerichtetes Vorgehen - korrektes Experimentieren, z. B. <ul style="list-style-type: none"> · Ablesen des Meniskus in Augenhöhe · kontrolliertes Zutropfen der Maßlösung · Abspülen der Elektroden 	→	
<ul style="list-style-type: none"> • Beachtung von Sicherheitsrichtlinien z. B. <ul style="list-style-type: none"> - Verwendung der Schutzbrille - Befüllen der Bürette nicht über Augenhöhe und mit Trichter - Ausschalten der Geräte 	→	
<ul style="list-style-type: none"> • Ersatzergebnisse vom Prüfling gegen Abzug von 5 BE angefordert 	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>

Besondere Hinweise

.....

.....

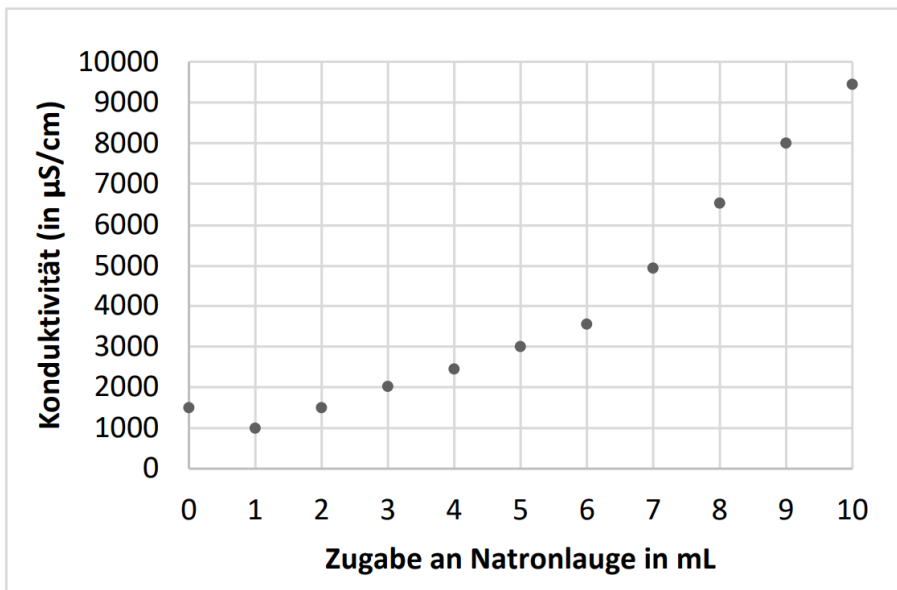
.....

.....

.....

Ersatzergebnisse

Titrationkurve mit Messwerten



Bei Nutzung erhält der Prüfling 5 BE weniger.

5 Erwartungshorizonte

Erwartungshorizont Pflichtaufgabe 1: Die Chemie der selbsterhitzenden Getränkebecher

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	<p><i>Beschreiben Sie den Lösevorgang einer Ionensubstanz auf der Teilchenebene. Erklären Sie die Funktionsweise eines selbsterhitzenden Getränkebechers (M 1).</i></p> <p>Die Beschreibung erfolgt sachlogisch auf Teilchenebene und unter Verwendung der Fachbegriffe, sodass der Lösevorgang gut nachvollziehbar ist.</p> <ul style="list-style-type: none"> - polare Wassermoleküle greifen Ionengitter an → Ion-Dipol-Wechselwirkungen → einzelne Ionen werden aus ihrer Gitterposition herausgezogen → um Kationen und Anionen bildet sich eine Hydrathülle. <p>Die Erklärung der Funktionsweise orientiert sich an der Reihenfolge der beschriebenen Schritte und wird durch chemische Sachverhalte, z. B. exothermer Lösevorgang, Wärmeaustausch etc. sachlogisch ergänzt.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eindrücken der dicken, elastischen Folie → innerer Kolben durchstößt dünne Folie → Wasser fließt in benachbarte Kammer → Calciumchlorid löst sich exotherm → Energie wird in Form von Wärme abgegeben - Getränk nimmt die abgegebene Wärme auf → Schütteln unterstützt Durchwärmung des Getränks → nimmt Zeit in Anspruch (3 Minuten warten) → Getränkeseite öffnen → Becherinhalt verzehrbereit 	4		
2	<p><i>Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen für</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>die Bildung von Calciumchlorid-Hexahydrat,</i> - <i>das Lösen von Calciumchlorid-Hexahydrat und</i> - <i>das Lösen von wasserfreiem Calciumchlorid.</i> <p><i>Berechnen Sie jeweils die molare Standardreaktionsenthalpie. Entscheiden Sie begründet, welches Calciumchlorid in selbsterhitzenden Getränkebechern zum Einsatz kommt (M 1 und M 2).</i></p> <p>Reaktionsgleichungen:</p> $\text{CaCl}_{2(s)} + 6 \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}_{(s)}$ $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}_{(s)} \rightarrow \text{Ca}^{2+}_{(aq)} + 2 \text{Cl}^{-}_{(aq)} + 6 \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ $\text{CaCl}_{2(s)} \rightarrow \text{Ca}^{2+}_{(aq)} + 2 \text{Cl}^{-}_{(aq)}$ <p>Berechnungen:</p> $\Delta_r H_m^0 = \sum v_i \Delta_f H_m^0 (\text{Produkte}) - \sum v_i \Delta_f H_m^0 (\text{Edukte})$		3	

	<ul style="list-style-type: none"> - Bildung von Calciumchlorid-Hexahydrat: $\Delta_r H_m^0 = \Delta_f H_m^0 (\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}_{(s)}) - \Delta_f H_m^0 (\text{CaCl}_{2(s)}) - 6 \cdot \Delta_f H_m^0 (\text{H}_2\text{O}_{(l)})$ $\Delta_r H_m^0 = [(-2608) - (-796) - 6 \cdot (-286)] \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -97 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ - Lösen von Calciumchlorid-Hexahydrat: $\Delta_r H_m^0 = \Delta_f H_m^0 (\text{Ca}^{2+}_{(aq)}) + 2 \cdot \Delta_f H_m^0 (\text{Cl}^{-}_{(aq)}) + 6 \cdot \Delta_f H_m^0 (\text{H}_2\text{O}_{(l)}) - \Delta_r H_m^0 (\text{CaCl}_{2(s)})$ $\Delta_r H_m^0 = [(-543) + 2 \cdot (-167) + 6 \cdot (-286) - (-2608)] \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ $\Delta_r H_m^0 = +15 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ - Lösen von wasserfreiem Calciumchlorid: $\Delta_r H_m^0 = \Delta_f H_m^0 (\text{Ca}^{2+}_{(aq)}) + 2 \cdot \Delta_f H_m^0 (\text{Cl}^{-}_{(aq)}) - \Delta_r H_m^0 (\text{CaCl}_{2(s)})$ $\Delta_r H_m^0 = [(-543) + 2 \cdot (-167) - (-796)] \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -81 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ <p>Nur wasserfreies Calciumchlorid kann in selbsterhitzenden Getränkebechern zum Einsatz kommen, da nur dieser Lösevorgang exotherm verläuft und die zum Erwärmen notwendige Energie liefert.</p>		5	2
3	<p><i>Erklären Sie den unterschiedlich gerichteten Wärmeaustausch beim Lösen von wasserfreiem Calciumchlorid und Calciumchlorid-Hexahydrat.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Erklärung <i>erfolgt sachlogisch</i> und basiert auf dem Satz von Hess, wobei der Zusammenhang zwischen Gitterenthalpie, Hydratationsenthalpie und der Lösungsenthalpie als Gesamtwärmesumme zum Ausdruck gebracht wird. - Lösungsenthalpie = Gitterenthalpie + Hydratationsenthalpie $\Delta_L H = +\Delta_G H + (-\Delta_H H)$ - (<i>Hinweis: Dies soll verbal-sprachlich unter Verwendung der Fachbegriffe geschehen.</i>) Die Gitterenthalpien ändern sich geringfügig. Die Ursache liegt hauptsächlich in der Hydratation. Wasserhaltiges Calciumchlorid gibt weniger Energie bei der Hydratation ab, da das Salz schon teilweise durch das vorhandene Wasser hydratisiert ist. $\Delta_L H (\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}) > 0, \text{ da } \Delta_G H > \Delta_H H \text{ beziehungsweise}$ $\Delta_L H (\text{CaCl}_2) < 0, \text{ da } \Delta_G H < \Delta_H H .$ 			6
4	<p><i>Diskutieren Sie auf der Grundlage einer weiteren Berechnung den Einfluss von Enthalpie und Entropie auf die Freiwilligkeit des Lösevorgangs von wasserfreiem Calciumchlorid.</i> <i>Belegen Sie mithilfe der Gibbs-Helmholtz-Gleichung die Freiwilligkeit des Lösevorgangs bei einer Temperatur von 15 °C.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Berechnung der Entropieänderung beim Lösen von wasserfreiem Calciumchlorid: $\Delta S_m^0 = \sum v_i \Delta S_m^0 (\text{Produkte}) - \sum v_i \Delta S_m^0 (\text{Edukte})$ $\Delta S_m^0 = S_m^0 (\text{Ca}^{2+}_{(aq)}) + 2 \cdot S_m^0 (\text{Cl}^{-}_{(aq)}) - S_m^0 (\text{CaCl}_{2(s)})$ 			

	$\Delta S_m^0 = [(-56) + 2 \cdot 57 - 105] \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = -47 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ <p>- Die Diskussion führt beide Triebkräfte chemischer Reaktionen an und verknüpft sie mit den entsprechenden Werten. $\Delta_r H_m^0 = -81 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ und $\Delta S_m^0 = -47 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$</p> <p>Ein Vergleich der Vorzeichen von Enthalpie- und Entropieänderung bringt die Gegenläufigkeit der Triebkräfte hervor.</p> <p>- Berechnung mithilfe der Gibbs-Helmholtz-Gleichung: $\Delta_r G = \Delta_r H - T \cdot \Delta S$</p> $\Delta_r G = (-81) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - \frac{288 \text{ K} \cdot (-47) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}}{1000} = -67,46 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ <p>Die Reaktion ist bei 15 °C exergonisch.</p>	3	
		4	
		3	
5	<p><i>Beurteilen Sie die Hinweise zur Lagerung und zum Gebrauch von selbsterhitzenden Getränkebechern auf der Basis von Calciumchlorid (M 1).</i></p> <p>Hinweise aus M1:</p> <ol style="list-style-type: none"> Lagern Sie den Getränkebecher in trockener Umgebung. Sinnvoller Hinweis, da durch trockene Umgebung ein verfrühtes, unkontrolliertes Lösen des Salzes verhindert wird. Verhindern Sie direkte Sonneneinstrahlung oder eine Überhitzung von mehr als 60 °C. Sinnvoller Hinweis, da Inhaltsstoffe bei hohen Temperaturen verderben könnten. Äußerlich beschädigte Getränkebecher (z. B. Risse) nicht mehr verwenden, im Hausmüll entsorgen. Sinnvoller Hinweis, da durch eindringende Luftfeuchtigkeit Calciumchlorid-Hexahydrat gebildet wird, was beim Lösen für Abkühlung sorgt. 	2	
		2	
		2	
	Summe	10	24
	Anteile der Bewertungseinheiten in Prozent	25	60
			15

Standardbezug¹

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
1	3, 6	1	6	
2	16, 17		7	
3	12, 13	7	8, 10	
4	3, 17			
5				6, 7

¹ Zu jeder Teilaufgabe sind zu jedem Kompetenzbereich die Nummern der Standards gemäß *Bildungsstandards für das Fach Biologie/Chemie/Physik für Allgemeine Hochschulreife* zu nennen, die zur Bearbeitung der Aufgabe erforderlich sind.

Erwartungshorizont Pflichtaufgabe 2: Polyurethanschaum in Medizintechnik und als Verpackungsmaterial

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	<p>Erklären Sie unter Verwendung von Skizzen jeweils die Eigenschaften der Kunststoffklassen „Thermoplaste“, „Duromere“ und „Elastomere“. Ordnen Sie Polyurethanschaum einer Kunststoffklasse zu und beurteilen Sie anhand zweier Aspekte dessen Eignung in der Behandlung der großflächigen, schweren Hautwunden (M 3).</p> <p>Schematische Skizzen:</p> <div style="display: flex; align-items: center; gap: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> </div> <div style="text-align: left;"> <p>Thermoplaste</p> <p>Elastomere</p> <p>Duromere</p> </div> </div> <p>Merkmale:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Thermoplaste (oben): bei Zimmertemperatur hart, bei Erwärmung verformbar, da die schwachen zwischenmolekularen Wechselwirkungen zwischen den unverzweigten Molekül-Ketten leicht überwunden werden können; - Elastomere (Mitte): elastisch, gehen nach mechanischer Beanspruchung wieder in Ausgangsform zurück, da weitmaschig-vernetzte Molekül-Ketten mit schwachen Wechselwirkungen gut gegeneinander verschiebbar sind; - Duromere (unten): hart und spröde, keine Verformbarkeit, zerspringen bei mechanischer Belastung, zersetzen sich bei höheren Temperaturen, da hoher Vernetzungsgrad der Molekül-Ketten. <p>Zuordnung: Elastomere</p> <p>Beurteilung: Polyurethanschaum ist geeignet, da er z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> - sich elastisch in die Wunde einbettet. - Hohlräume für einwandernde Hautzellen bietet. - nach Druckausübung auf die Wunde wieder das ursprüngliche Volumen und die ursprüngliche Form einnehmen kann. 	3		
		3	1	
			2	

<p>2</p>	<p>Für die Synthese des Polyurethanschaumes sind zunächst die Monomere herzustellen (M 3 und M 4). Entwickeln Sie die Reaktionsgleichung zur Synthese eines aliphatischen Diisocyanats aus Phosgen und einem Diamin (M 3 und M 4). Erläutern Sie die Geometrie der Amino-Gruppe und des Phosgen-Moleküls auf Grundlage des Elektronenpaar-Abstoßungs-Modells (EPA-Modell). Beurteilen Sie, ob die Reaktion durch die Geometrie der Ausgangsstoffe erleichtert oder erschwert wird.</p> <p>Reaktionsgleichung: $\text{H}_2\text{N-R-NH}_2 + 2 \text{Cl}_2\text{CO} \rightarrow \text{OCN-R-NCO} + 4 \text{HCl}$</p> <p>Molekülgeometrie der Amino-Gruppe: Angabe der Lewis-Formel der Amino-Gruppe; trigonal-pyramidal (alternativ: flache, dreiseitige Pyramide); freies Elektronenpaar am Stickstoff-Atom hat größere Abstoßungskräfte; drängt bindende Elektronenpaare der N-H- und N-R-Bindungen zusammen; Bindungswinkel daher kleiner als Tetraeder-Winkel</p> <p>Molekülgeometrie von Phosgen: Angabe der Lewis-Formel von Phosgen; trigonal-planares Molekül (alternativ: ebenes, dreieckiges Molekül); Bindungswinkel Cl-C-Cl kleiner 120°, weil Doppelbindung C=O größere Abstoßungskraft.</p> <p>Beurteilung: Reaktion wird erleichtert, weil das Stickstoff-Atom der Amino-Gruppe mit seinem nach außen gerichteten freien Elektronenpaar das Kohlenstoff-Atom des Phosgen-Moleküls ungehindert angreifen kann.</p>	<p>2</p>	<p>3</p>	<p>3</p>
<p>3</p>	<p>Erklären Sie den zugrundeliegenden Reaktionsmechanismus zur Bildung der Urethan-Gruppe (M 4). Erläutern Sie das Aufschäumen des Polyurethans, auch unter Einbeziehung einer entsprechenden Reaktionsgleichung (M 4).</p> <p>Erklärung (formelmäßige Darstellungen des Mechanismus können herangezogen werden):</p> <ul style="list-style-type: none"> - stark elektronegatives Sauerstoff-Atom der Carbonyl-Gruppe des Isocyanat-Moleküls führt zur positiven Partialladung am Kohlenstoff-Atom der Carbonyl-Gruppe (elektrophil); - stark elektronegatives Sauerstoff-Atom der Hydroxy-Gruppe des Diolmoleküls führt zur negativen Partialladung am Sauerstoff-Atom der Hydroxy-Gruppe (nucleophil); - Angriff des Nucleophils mit freiem Elektronenpaar an positiver Partialladung der Carbonyl-Gruppe (ein Elektronenpaar der Doppelbindung wird auf das Sauerstoff-Atom der Carbonyl-Gruppe übertragen und es entsteht eine negative Ladung); 			

	<ul style="list-style-type: none"> - Sauerstoff-Atom der Hydroxy-Gruppe mit positiver Ladung; - Umlagerung des Wasserstoff-Ions von der Hydroxygruppe des Diols an das Stickstoff-Atom des Isocyanats (positiv geladenes Sauerstoff-Atom zieht Bindungselektron vom Wasserstoff-Atom an); - Anlagerung des Wasserstoff-Ions an das Stickstoff-Atom bei gleichzeitiger Rückbildung der Doppelbindung zur Carbonyl-Gruppe; Folge ist freies Elektronenpaar am Stickstoff-Atom. <p><i>Die Benennung des Mechanismus (Polyaddition) wird nicht erwartet.</i></p> <p>Erläuterung:</p> <p>Reaktionsgleichung: $R-NCO + H_2O \rightarrow R-NH_2 + CO_2 \uparrow$</p> <ul style="list-style-type: none"> - Überschüssiges Isocyanat reagiert; - es entsteht (gasförmiges) Kohlenstoffdioxid; - welches im Kunststoff Bläschen bildet (Aufschäumen). 		3	3
4	<p><i>Stellen Sie den Zusammenhang zwischen der Nutzung von Polyurethanschaumnetzen und toxischen aromatischen Aminen in exotischen Früchten dar.</i></p> <p><i>Bewerten Sie die Herstellung und den Einsatz von Polyurethanschaumnetzen zur Verpackung empfindlicher Früchte hinsichtlich dreier verschiedener Kriterien (M 4 und M 5).</i></p> <p>Darstellen z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> - aromatische Isocyanate werden im Überfluss eingesetzt (Aufschäumung); - TDI-Monomere können aus deren Verpackungen auf das Lebensmittel übergehen; - aromatische Amine können in den Früchten als Reaktionsprodukt aus den Isocyanaten entstehen. <p><i>Bewertung: (offene Aufgabenstellung, wobei erwartet wird, dass Kriterien eigenständig aufgestellt und wertend ausgeführt werden), z. B.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Kriterium „Lebensmittel-Wertigkeit“ (Verbrauchererwartung, Qualitätssicherung, Lebensmittelverschwendung), z. B.: Die Verpackung ist nützlich: Verbraucher erwarten unversehrte, visuell attraktive Lebensmittel, ungeschützte Früchte bekommen Druckstellen und verderben schneller, müssen ggf. weggeworfen werden. - Kriterium „Umwelt“ (Nachhaltigkeit, Recycling, Ökologie), z. B.: Die Verpackung ist ökologisch bedenklich: Mengen an 	1	2	1

<p>Verpackungsmüll, keine Wiederverwendung der Polyurethanschaumnetze.</p> <p>- Kriterium „Gesundheit“ (Risiken, Toxizität), z. B.: Die Herstellung und Anwendung der Verpackung können Schaden hervorrufen: Einsatz giftiger Substanzen in der Herstellung, Risiko für im Prozess beteiligte Arbeitskräfte, toxische Belastung von Lebensmitteln.</p> <p>eigenes Werturteil formulieren</p> <p><i>Hinweis: Für die sechs Bewertungseinheiten müssen Aspekte dreier verschiedener Kriterien wertend herausgearbeitet sein.</i></p>	1	5	
Summe	8	25	7
Anteile der Bewertungseinheiten in Prozent	20	62,5	17,5

Standardbezug²

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
1	2, 11			7
2	16	7		
3	3, 14, 16			
4			8	6, 13

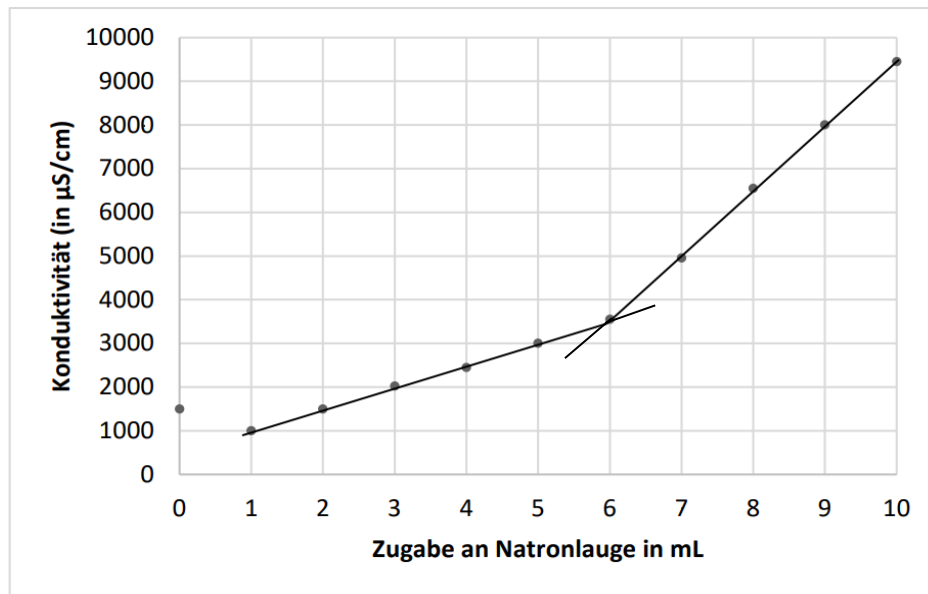
² Zu jeder Teilaufgabe sind zu jedem Kompetenzbereich die Nummern der Standards gemäß *Bildungsstandards für das Fach Biologie/Chemie/Physik für Allgemeine Hochschulreife* zu nennen, die zur Bearbeitung der Aufgabe erforderlich sind.

Erwartungshorizont Wahlaufgabe 3.1: Chemische Peelings

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	<p>Im Rahmen einer Qualitätskontrolle soll im Labor mithilfe einer konduktometrischen Titration die Konzentration einer Milchsäure-Lösung bestimmt werden.</p> <p>Zur Verfügung stehen Ihnen die Geräte und Chemikalien aus M 6.</p> <p>Legen Sie 25 mL Milchsäure-Lösung vor und titrieren Sie diese durch Zugabe von 10 mL Natriumhydroxid-Lösung der Stoffmengenkonzentration $c = 0,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ in 1 mL-Schritten.</p> <p>Berechnen Sie, ausgehend von einer selbst erstellten Titrationskurve, die Konzentration der Analysenlösung.</p> <p>Beurteilen Sie die Eignung dieser Lösung für den Einsatz als oberflächliches Peeling (M 7).</p> <p><i>Hinweis: Sollten Sie die Titrationskurve nicht ermitteln können, wird Ihnen diese bei Bedarf von der Aufsicht führenden Lehrkraft zur Verfügung gestellt. Sie erhalten aber keine der hierfür vorgesehenen 5 BE.</i></p> <p>Durchführung laut Beobachtungsbogen</p> <p>Beobachtung: Wertetabelle</p> <p>Titrationkurve zeichnen:</p> <div style="text-align: center;"> <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <caption>Data points from the conductivity plot</caption> <thead> <tr> <th>Zugabe an Natronlauge in mL</th> <th>Konduktivität (in µS/cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>1500</td></tr> <tr><td>1</td><td>1000</td></tr> <tr><td>2</td><td>1500</td></tr> <tr><td>3</td><td>2000</td></tr> <tr><td>4</td><td>2500</td></tr> <tr><td>5</td><td>3000</td></tr> <tr><td>6</td><td>3500</td></tr> <tr><td>7</td><td>5000</td></tr> <tr><td>8</td><td>6500</td></tr> <tr><td>9</td><td>8000</td></tr> <tr><td>10</td><td>9500</td></tr> </tbody> </table> </div>	Zugabe an Natronlauge in mL	Konduktivität (in µS/cm)	0	1500	1	1000	2	1500	3	2000	4	2500	5	3000	6	3500	7	5000	8	6500	9	8000	10	9500
Zugabe an Natronlauge in mL	Konduktivität (in µS/cm)																								
0	1500																								
1	1000																								
2	1500																								
3	2000																								
4	2500																								
5	3000																								
6	3500																								
7	5000																								
8	6500																								
9	8000																								
10	9500																								

Auswertung: Ausgleichsgeraden einzeichnen



1

Äquivalenzpunkt bei etwa 6 mL

1

Konzentration:

Ansatz: $n_1 = n_2$
 $c_{(\text{NaOH})} \cdot V_{(\text{NaOH})} = c_{(\text{MS})} \cdot V_{(\text{MS})}$
 $c_{(\text{MS})} = \frac{c_{(\text{NaOH})} \cdot V_{(\text{NaOH})}}{V_{(\text{MS})}}$

Rechnung: $c_{(\text{MS})} = \frac{0,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 6 \text{ mL}}{25 \text{ mL}}$

Ergebnis: $c_{(\text{MS})} = 0,12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

3

pH-Wert:

Ansatz: $\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{p}K_s - \log c(\text{HA}))$

Rechnung: $\text{pH} = \frac{1}{2} (3,90 - \log 0,12)$

Ergebnis: $\text{pH} \approx 2,41$

2

Beurteilung:

Die Konzentration der Milchsäure ist ungeeignet, um damit ein oberflächliches (chemisches) Peeling herzustellen, weil der Wert nicht zwischen 3 und 5 liegt.

2

Auch eine Lösung über eine Konzentrationsberechnung ist möglich.

3	<p>Es soll eine Lösung für 100 mL eines Milchsäure-Peelings mit dem pH-Wert von $pH = 3,5$ hergestellt werden. Berechnen Sie die Masse an Milchsäure, die dafür benötigt wird.</p> <p>Ansatz: $pH = \frac{1}{2} (pK_s - \lg c(\text{HA}))$</p> $3,5 = \frac{1}{2} (3,9 - \lg c(\text{Milchsäure}))$ $3,1 = -\lg c(\text{Milchsäure})$ <p>Lösung: $c(\text{Milchsäure}) \approx 0,0008 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ in 100 mL: $m = 0,00008 \text{ mol} \cdot 90 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $\approx 0,007 \text{ g}$</p> <p>Hinweis für die Lehrkraft: Bei einer Berechnung über das MWG erhält man einen Wert von 0,01 g, der dann ebenfalls als vollständig richtig zu werten ist.</p>		1	1
4	<p>Die in M 7 genannten Wirkstoffe verhalten sich unterschiedlich stark ätzend und dürfen daher teilweise nur von Fachleuten in Behandlungen eingesetzt werden. Leiten Sie aus der Struktur des Milchsäure- sowie des Trichloressigsäure-Moleküls deren unterschiedliche Säurestärken ab.</p> <p>Struktur: z. B.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \overset{\ominus}{\text{O}}=\overset{\ominus}{\text{O}}-\text{H} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} \\ \\ \text{H}-\overset{\ominus}{\text{O}}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$ </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \overset{\ominus}{\text{O}}=\overset{\ominus}{\text{O}}-\text{H} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} \\ \\ \overset{\ominus}{\text{Cl}}-\text{C}-\overset{\ominus}{\text{Cl}} \\ \\ \overset{\ominus}{\text{Cl}} \end{array}$ </div> </div> <p>Ableiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - bei beiden Säure-Molekülen: Die Abspaltung des Protons aus der Carboxy-Gruppe ist verantwortlich für die Säureeigenschaft. - beim Milchsäure-Molekül: Die Hydroxy-Gruppe übt einen elektronenziehenden Effekt aus und beeinflusst die Acidität. (Der elektronenschiebende Effekt der endständigen Methyl-Gruppe kann hier vernachlässigt werden.) - beim Trichloressigsäure-Molekül: Die drei Chlor-Atome üben jeweils einen elektronenziehenden Effekt aus. - Die drei elektronenziehenden Effekte der Chlor-Atome führen zu einem stärkeren Elektronenzug auf das Wasserstoff-Atom als die Hydroxy-Gruppe allein und erleichtern daher die Protolyse in zunehmendem Maße. Daher ist die Trichloressigsäure die stärkere Säure. 	2		4

	<i>Hinweis für die Lehrkraft: Der Begriff induktiver Effekt kann, muss aber nicht genannt werden.</i>			
5	<p>Beurteilen Sie aus chemischer Sicht die drei Aspekte der Aussage in M 9 und formulieren Sie diese Aussage fachlich korrekt.</p> <p>Beurteilen: mögliche Schülerantworten (jeweils das zu fällende Urteil und das dazugehörige fachliche Kriterium):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Löslichkeit von Fett-Molekülen in Salicylsäure-Lösung ist prinzipiell möglich, da der unpolare Molekülteil (Phenylrest / Benzolrest) der Salicylsäure mit unpolaren Fett-Molekülen intermolekulare Wechselwirkungen ausbilden kann. - Die Formulierung in Material 9 ist fachsprachlich nicht korrekt, da hier eine gegenseitige Anziehung vorliegt, das „Locken“ aber nur von einer Seite ausgeht. - Die Wechselwirkung kann man zwar ähnlich wie eine magnetische Anziehung ansehen, aber wichtig ist, zu bedenken, dass die Moleküle keine magnetischen Eigenschaften besitzen. <p>Formulieren: z. B.: „Eine Lösung von Salicylsäure entfernt Fett aus den Hautporen, weil die gelöste Salicylsäure und das Fett aufgrund von zwischenmolekularen Kräften, die zwischen den Teilchen wirken, miteinander wechselwirken und so das Fett mit der Lösung aus den Poren transportiert wird.“</p>		3	3
	Summe	10	23	7
	Anteile der Bewertungseinheiten in Prozent	25	57,5	17,5

Standardbezug³

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

³ Zu jeder Teilaufgabe sind zu jedem Kompetenzbereich die Nummern der Standards gemäß *Bildungsstandards für das Fach Biologie/Chemie/Physik für Allgemeine Hochschulreife* zu nennen, die zur Bearbeitung der Aufgabe erforderlich sind.

6 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 folgendes Bewertungsraster⁴ vorgesehen, das angibt, wie die in den drei Prüfungsteilen insgesamt erreichten Bewertungseinheiten in Notenpunkte umgesetzt werden.

Notenpunkte	mindestens zu erreichender Anteil an den insgesamt zu erreichenden Bewertungseinheiten in %	mindestens zu erreichende Anzahl an Bewertungseinheiten bei 120 BE
15	95 %	114
14	90 %	108
13	85 %	102
12	80 %	96
11	75 %	90
10	70 %	84
9	65 %	78
8	60 %	72
7	55 %	66
6	50 %	60
5	45 %	54
4	40 %	48
3	33 %	40
2	27 %	33
1	20 %	24
0	0 %	0

⁴ Das Bewertungsraster ist Teil des Dokuments „Beschreibung der Struktur“, das auf den Internetseiten des IQB zum Download bereitsteht.