



SACHSEN-ANHALT

Ministerium für Bildung

SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG 2025

CHEMIE (ERHÖHTES ANFORDERUNGSNIVEAU)

Prüfungsaufgaben

Arbeitszeit einschließlich Auswahlzeit:

300 Minuten

Es sind drei Aufgaben zu bearbeiten.

Kreuzen Sie die drei Aufgaben an, die bewertet werden sollen.

Bestätigen Sie Ihre Auswahl mit Ihrer Unterschrift.

Aufgabe 1: Energieträger für Fahrzeuge ☐

Aufgabe 2: Butanole ☐

Aufgabe 3: Zink und Eisen – zusammen stark gegen Rost ☐
(Aufgabe mit fachpraktischem Anteil)

Aufgabe 4: Milchsäure ☐

Name, Vorname: _____

Unterschrift des Prüflings: _____

Sofern keine anderen Werte angegeben sind, gilt: $T = 298,15 \text{ K}$ und $p = 101,325 \text{ kPa}$.

Aufgabe 1: Energieträger für Fahrzeuge

Im Zuge der Entwicklung klimafreundlicherer Antriebe werden aktuell verschiedene Energieträger mit besserer Kohlenstoffdioxid-Bilanz als erdölbasierte Treibstoffe erforscht. Insbesondere Methanol tritt in den Mittelpunkt vieler solcher Forschungsvorhaben.

	BE
1 Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Methanol-Synthese auf dem konventionellen Weg (M 1). Geben Sie das Prinzip von Le Chatelier an und begründen Sie auch unter Berücksichtigung von Abbildung 1 die Steuerungsmöglichkeit bei der konventionellen Methode durch eine geeignete Wahl des Druckes (M 2).	2 4
2 Leiten Sie aus Abbildung 2 eine Aussage über die Änderung der Enthalpie der Reaktion beim BASF-Prozess ab (M 2). Überprüfen Sie Ihre Aussage durch eine Berechnung (M 3). Skizzieren Sie für diese Reaktion ein beschriftetes Energieverlaufdiagramm (M 2).	3 5 3
3 Erklären Sie die Prozesse, die zur konstanten Nachbildung und Abtrennung von Methanol im Reaktor führen (M 4, Abbildung 3). Beurteilen Sie die Eignung der in Tabelle 2 angegebenen Lösungsmittel zur Entfernung des Methanols aus dem Kreislauf anhand von zwei Eigenschaften (M 4).	4 7
4 Berechnen Sie für die vollständige Verbrennung von Octan die freigesetzte Masse an Kohlenstoffdioxid pro Kilogramm Treibstoff (M 5).	5
5 Beurteilen Sie unter Einbeziehung der in Abbildung 4 gegebenen Energiedichten, der Herstellung sowie Ihrer Berechnungen aus Teilaufgabe 4, ob Methanol oder das daraus hergestellte MtG-Benzin als Treibstoff besser geeignet ist (M 5). Hinweis: Sollten Sie in Teilaufgabe 4 kein Ergebnis erhalten haben, gehen Sie von dem folgenden Ersatzwert aus: Bei der vollständigen Verbrennung von Octan entstehen 3 kg Kohlenstoffdioxid.	7

Material zur Aufgabe 1

Aufgabe 1, M 1: Methanol-Synthese aus Wasserstoff und verschiedenen Kohlenstoffoxiden

...

Quelle (ggf. verändert):

– https://www.researchgate.net/figure/Equilibria-in-methanol-synthesis-Approximate-conditions-are-given-for-i-conventional_fig10_258733433 (Zugriff am: 18.03.2024)

Fortsetzung auf Seite 4

Aufgabe 1, M 2:
Umsetzung des Synthesegases

...

Quelle (ggf. verändert):

- https://www.researchgate.net/figure/Equilibria-in-methanol-synthesis-Approximate-conditions-are-given-for-i-conventional_fig10_258733433 (Zugriff am: 18.03.2024)

Fortsetzung auf Seite 5

Aufgabe 1, M 3:
Thermodynamische Größen

...

Quellen (ggf. verändert):

– Haynes, W., Lide, D. R. & Bruno, T. J. (2014). CRC Handbook of Chemistry and Physics (95. Aufl.). Taylor & Francis.

Aufgabe 1, M 4:
Großtechnischer Prozess zur Methanol-Synthese

...

Quelle (ggf. verändert):

– <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2019/se/c9se00494g/unauth> (Zugriff am: 18.03.2024)

Fortsetzung auf Seite 6

Aufgabe 1, M 5:
Treibstoffe

...

Quelle (ggf. verändert):

– <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2020/ee/d0ee01187h> (Zugriff am: 18.03.2024)

Aufgabe 2: Butanole

Isomere Alkanole mit vier Kohlenstoff-Atomen werden zur Gruppe der Butanole zusammengefasst. Die Butanole zeigen in Abhängigkeit von der Struktur der jeweiligen Moleküle unterschiedliches Reaktionsverhalten.

	BE
1 Geben Sie die Valenzstrichformeln (Lewis-Formeln) der jeweiligen funktionellen Gruppe der Moleküle von Butan-1-ol, Butanal und Butansäure an und benennen Sie diese (M 1). Begründen Sie anhand der Struktur der Moleküle die unterschiedlichen Siedetemperaturen von Butan-1-ol, Butanal und Butansäure (M 1).	6 5
2 Beschreiben Sie den Mechanismus zur Bildung von Butan-2-ol-Molekülen (M 2). Benennen Sie den Mechanismus (M 2). Formulieren Sie einen Mechanismus zur Bildung von 2-Methylpropan-2-ol-Molekülen auf Grundlage von M 2.	5 1 5
3 Erklären Sie anhand des Zusammenhangs zwischen der Struktur und der Eigenschaft die Eignung von Ethanol als Lösungsmittel für Butansäure (M 1). Leiten Sie den pK_S -Wert von 2-Methylpropansäure aus dem dokumentierten Experiment ab (M 3, M 4).	3 3
4 Berechnen Sie den Heizwert von 2-Methylpropan-1-ol (M 5, M 6). Diskutieren Sie die Verwendung von Biobutanol als Kraftstoff unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit anhand von drei Argumenten (M 5).	8 4

Material zur Aufgabe 2:

Aufgabe 2, M 1:

Siedetemperaturen ausgewählter organischer Verbindungen

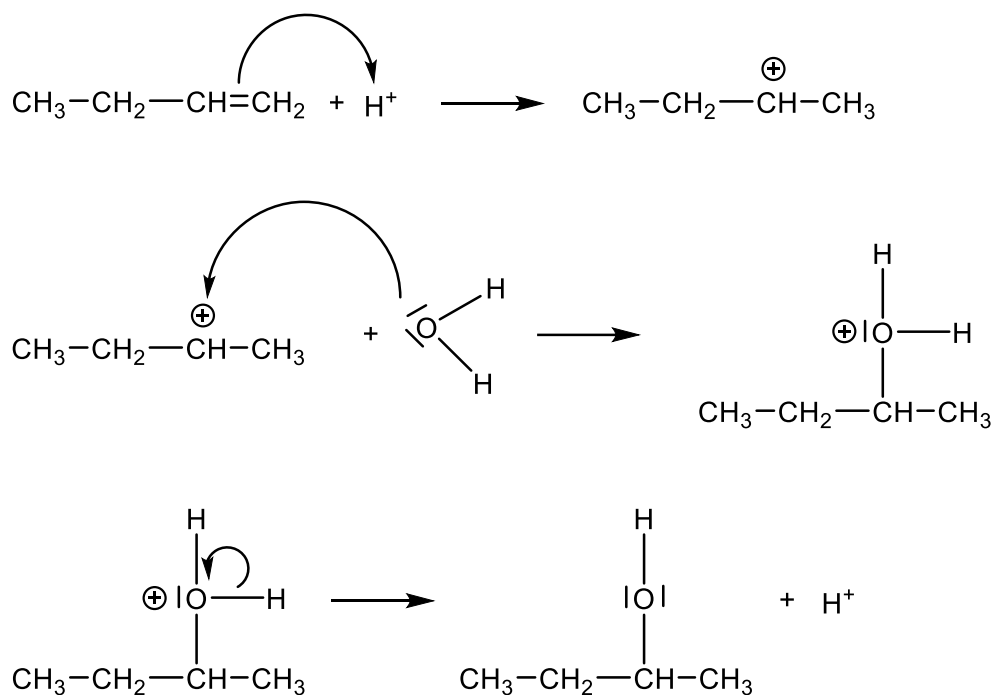
...

Quellen (ggf. verändert):

– Haynes, W., Lide, D. R. & Bruno, T. J. (2014). CRC Handbook of Chemistry and Physics (95. Aufl.). Taylor & Francis.

Aufgabe 2, M 2:

Mechanismus der Bildung von Butan-2-ol-Molekülen



Fortsetzung auf Seite 9

Aufgabe 2, M 3:
Butansäure

Butansäure ($pK_s = 4,82$) ist ein farbloser, nach ranziger Butter riechender Stoff, der sich gut in Wasser und in Ethanol löst. Die Salze der Butansäure sind geruchlos.

Aufgabe 2, M 4:
dokumentiertes Experiment

Der pH-Wert gleichkonzentrierter Lösungen ($c = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$) von Butansäure und 2-Methylpropansäure wird untersucht.

Die Untersuchung ergibt den gleichen pH-Wert für beide Lösungen.

Aufgabe 2, M 5:
Biobutanol

...

Quellen (ggf. verändert):

– <https://www.energie-lexikon.info/> (Zugriff am: 28.05.2024)

Aufgabe 2, M 6:
thermodynamische Daten

...

Quellen (ggf. verändert):

– Haynes, W., Lide, D. R. & Bruno, T. J. (2014). CRC Handbook of Chemistry and Physics (95. Aufl.). Taylor & Francis.

Aufgabe 3: Zink und Eisen – zusammen stark gegen Rost

Zink als Gebrauchsmetall für Eimer, Schüsseln und Münzen begleitet den Menschen schon seit dem Altertum. Zwar werden auch heute noch viele Alltagsgegenstände aus Zink hergestellt, doch der Großteil allen gewonnenen Zinks wird als Korrosionsschutz für Eisenbauteile verwendet. Die Nachfrage für Zink auf dem Weltmarkt ist seit Jahren konstant hoch und das Interesse für Recycling steigt.

	BE
1 Beschreiben Sie die beim Rosten von Eisen zur Materialermüdung führende stoffliche Veränderung (M 1).	2
Begründen Sie die beim Rosten abnehmende Verformbarkeit auf Teilchenebene (M 1).	4
2 Erklären Sie unter Einbeziehung von Standardpotenzialen den Sachverhalt, dass selbst beschädigte Zinküberzüge Eisenbauteile noch vor Korrosion schützen (M 1).	3
3 Skizzieren Sie ein Schema der einzelnen Reaktionsschritte bei der Gewinnung von Zink und berücksichtigen Sie Primär- und Sekundärproduktion. Geben Sie darin sämtliche Produkte und Edukte an, ausgenommen bei der Elektrolyse (M 2).	6
Geben Sie zwei Gemeinsamkeiten und zwei Unterschiede der Primär- und Sekundärproduktion an (M 2).	4
Beurteilen Sie die Empfehlung zum Neuverzinken von Eisenbauteilen (M 3).	3
4 Führen Sie die in M 4 beschriebenen Experimente durch.	3
Geben Sie Ihre Beobachtungen an und werten Sie diese unter Einbeziehung von Reaktionsgleichungen aus.	9
Hinweis: Für den Fall, dass Sie keine auswertbaren Beobachtungen erzielt haben, können Sie sich Ersatzbeobachtungen unter Abzug von 3 BE geben lassen.	
5 Formulieren Sie die Reaktionsgleichung der großtechnischen Elektrolyse von Zink(II)-sulfat-Lösung (M 5).	2
Begründen Sie zwei Versuchsbedingungen der industriellen Elektrolysezelle, die gegenüber dem Experiment abgeändert wurden, damit eine großtechnische Gewinnung von Zink gelingt (M 4, M 5).	4
Hinweis: Größenverhältnisse der Anlage bzw. eingesetzte Massen sind nicht zu betrachten.	

Material zur Aufgabe 3

Aufgabe 3, M 1:

Korrosion von Eisen und Korrosionsschutz durch Verzinken

...

Quellen (ggf. verändert):

- Groteklaes, M. (2005). Zink und Zinkverbindungen. In K. Schwister (Hrsg.), Taschenbuch der Chemie (3. Aufl., S. 409-411). Carl Hanser.
- RÖMPP-Redaktion (2002), Rost. In F. Böckler et al., RÖMPP [Online]. Georg Thieme. <https://roempp.thieme.de/lexicon/RD-18-01801> (Zugriff am: 20.03.2024)
- Martens, H. (2013). Zink-Recycling. In F. Böckler et al., RÖMPP [Online]. Georg Thieme. <https://roempp.thieme.de/lexicon/RD-26-00947> (Zugriff am: 20.03.2024)
- Holleman, A. F., Wiberg, E. & Wiberg, N. (2017). Die Elemente Zink und Cadmium. In N. Wiberg (Hrsg.) Anorganische Chemie (103. Aufl., Bd. 2, S.1749-1754). De Gruyter.

Fortsetzung auf Seite 12

Aufgabe 3, M 2:
Synthesewege für Zink

...

Quellen (ggf. verändert):

- Holleman, A. F., Wiberg, E. & Wiberg, N. (2017). Die Elemente Zink und Cadmium. In N. Wiberg (Hrsg.) Anorganische Chemie (103. Aufl., Bd. 2, S.1749-1754). De Gruyter.

Aufgabe 3, M 3:
Ökobilanzstudie empfiehlt Neuverzinken

...

Quelle (ggf. verändert):

- <https://www.feuerverzinken.com/feuerverzinken/nachhaltigkeit> (Zugriff am: 20.3.2024)

Fortsetzung auf Seite 13

Aufgabe 3, M 4:
Experiment

Geräte:

- Becherglas ($V = 100 \text{ mL}$)
- Kupferblech
- Graphitstab
- Spannungsquelle, Spannungsmesser
- Verbindungskabel und Krokodilklemmen
- Halterung zur Fixierung der Elektroden

Chemikalien:

- Zink(II)-sulfat-Lösung ($c = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$)

Durchführung Telexperiment 1:

Befüllen Sie das Becherglas gut zur Hälfte mit Zink(II)-sulfat-Lösung und tauchen Sie darin den Graphitstab und das Kupferblech bis zum Boden ein. Schließen Sie den Minuspol der Spannungsquelle an den Graphitstab, den Pluspol an das Kupferblech an und elektrolysieren Sie ca. 5 Minuten lang bei angelegter Spannung von $U = 5 \text{ V}$.

Durchführung Telexperiment 2:

Beenden Sie die Elektrolyse und schalten Sie ein Spannungsmessgerät an die beiden Elektroden von Telexperiment 1. Achten Sie darauf, dass kein Kurzschluss eintritt und vermeiden Sie ruckartige Bewegungen der Elektroden. Führen Sie eine Spannungsmessung durch.

Aufgabe 3, M 5:
Großtechnische Elektrolyse von wässriger Zink(II)-sulfat-Lösung

...

Quelle (ggf. verändert):

- Dittmeyer, R. (2006). Elektrolyse. In R. Dittmeyer et al. (Hrsg.), Metalle. 2 Bände (5. Aufl., Band 6b, S. 691-692). Wiley-VCH.

Aufgabe 4: Milchsäure

Milchsäure dient der Säuerung und Konservierung von Lebensmitteln sowie zur Herstellung von Futtermitteln. Des Weiteren ist sie für den menschlichen Stoffwechsel bedeutsam.

	BE
1 Geben Sie drei Aussagen zum Bau eines Kohlenstoff-Atoms an, die sich aus der Stellung des Elements im Periodensystem ableiten lassen. Erklären Sie eine Oxidationszahl vom Kohlenstoffteilchen in einer Verbindung unter Einbeziehen der Elektronenkonfiguration. Geben Sie den systematischen Namen und die Valenzstrichformel (Lewis-Formel) für ein Milchsäure-Molekül an (M 1).	3 4 3
2 Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen für drei Reaktionen von Milchsäure, die in M 2 benannt sind. Erläutern Sie an einem Beispiel aus M 2 das Donator-Akzeptor-Prinzip.	3 3
3 Berechnen Sie für eine Milchsäure-Lösung mit $\text{pH} = 5,13$ – die Ausgangskonzentration der Milchsäure-Lösung sowie – die Stoffmengenkonzentrationen der Oxonium-Ionen und der Hydroxid-Ionen. Hinweise: Milchsäure-Moleküle protolysieren unvollständig. $\text{pK}_s(\text{Milchsäure}) = 3,9$	8
4 Erklären Sie die Änderung des pH-Werts einer Milchsäure-Lösung bei Zugabe einer Lösung, die Lactat-Ionen enthält, anhand des Massenwirkungsgesetzes des Protolysegleichgewichts (M 3). Beurteilen Sie die Aussagen in M 3.	6 10

Material zur Aufgabe 4

Aufgabe 4, M 1: Milchsäure

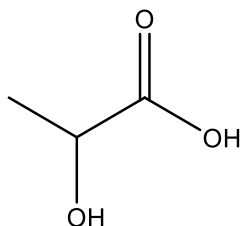


Abbildung 1: Strukturformel eines Milchsäure-Moleküls

Aufgabe 4, M 2: Reaktionen der Milchsäure

Milchsäure kann an verschiedenen chemischen Reaktionen teilnehmen, die sich aus der Struktur des Milchsäure-Moleküls ableiten lassen, z. B.:

- Dissoziation nach der Säure-Base-Theorie von Arrhenius,
- Neutralisation,
- Veresterung,
- katalytische Reduktion zu Propan-1,2-diol,
- Bilden eines Zwitter-Ions durch intramolekulare Protonenwanderung,
- Reaktion mit geeignetem Metall oder Metalloxid zu einem Salz (Lactat).

Fortsetzung auf Seite 16

Aufgabe 4, M 3:
Milchsäure und Lactat

Der pH-Wert des Blutes wird im Körper in einem engen Bereich (zwischen $\text{pH} = 7,35$ und $\text{pH} = 7,45$) gehalten, um eine optimale Funktion der biochemischen Prozesse zu gewährleisten. Milchsäure und ihre gelösten Salze (Lactate) spielen eine wichtige Rolle bei der Aufrechterhaltung dieses pH-Wert-Bereichs.

In einer verdünnten Milchsäure-Lösung wurde ein pH-Wert von $\text{pH} = 5,13$ und nach dem Zusatz von Natriumlactat ein pH-Wert von $\text{pH} = 7,4$ gemessen.

Tabelle 1: pOH-Wert und Stoffmengenkonzentrationen für $\text{pH} = 7,4$

pH	7,4
pOH	6,6
$c(\text{H}_3\text{O}^+)$	$4 \cdot 10^{-8} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$
$c(\text{OH}^-)$	$2,5 \cdot 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$

Aussagen:

Die Lösung aus Milchsäure und Natriumlactat verändert bei Zugabe geringer Volumina einer Natriumhydroxid-Lösung ($c = 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$) ihren pH-Wert kaum.

Bei Zugabe großer Volumina ändert sich der pH-Wert deutlich.