

Maturitätsprüfungen 2022 – Chemie schriftlich

Klassen: 4Ba (HoJ) und 4Be (CrC)

Prüfungsdauer: 4 h

Erlaubte Hilfsmittel:

Taschenrechner im Testmodus
gelbe Formelsammlung
Periodensystem Tabelle mit pK_s-Werten
Redox-Tabelle
Aminosäure-Tabelle

Hinweise:

Schreiben Sie alle Lösungen in die dafür vorgegebenen Antwortfelder.

Wenn der Platz nicht ausreicht, nehmen Sie ein zusätzliches Lösungsblatt. Geben Sie auf dem Lösungsblatt Namen und Aufgabennummer an.

Markieren Sie in der Prüfung deutlich, für welche Aufgaben Sie zusätzliche Lösungsblätter verwendet haben.

Begründen Sie Ihre Antworten und machen Sie bei Rechnungen den Rechenweg klar.

Geben Sie bei Rechnungen die Einheiten an.

Es können 78 ½ Punkte erreicht werden. Für die Note 6 sind nicht alle Punkte nötig.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg.

Ihre Chemielehrer

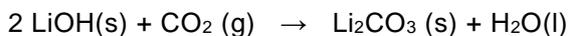
Christine Croisé und Johannes Hoffner

Name

Leere Seite

1. Stöchiometrie: Luftreinigung in Weltraumstationen (6 P)

In Weltraumstationen wird die ausgeatmete Luft von Astronauten durch Lithiumhydroxid-Filter zirkuliert. Dabei wird das CO₂ aus der Luft entsprechend folgender Reaktion entfernt:



a.) Pro Tag atmet ein Astronaut bei mittlerer Aktivität 2 kg Kohlenstoffdioxid aus. Welche Masse Kohlenstoff verliert er dabei? (1 P)

b.) Berechnen Sie das Volumen Kohlenstoffdioxid, das von 1 g Lithiumhydroxid absorbiert werden kann. ($V_m = 22.4 \text{ l/mol}$) (2 P)

c.) Über welche Masse Lithiumhydroxid muss eine Raumstation verfügen, wenn die Atemluft dreier Astronautinnen während einem Jahr von CO₂ gereinigt werden soll? (1 P)

d.) Machen Sie einen Vorschlag, wie verbrauchtes Lithiumhydroxid regeneriert werden könnte. Geben Sie eine mögliche Reaktionsgleichung an. (2 P)

2. Atombau und Atommodelle (3 P)

In vielen Büros und auch in den Klassenräumen dieser Schule werden sogenannte Leuchtstoffröhren eingesetzt. Diese enthalten einige mg Quecksilber, welches bei Raumtemperatur merklich verdampft. Es liegen also Quecksilberatome in der Gasphase vor. Die Leuchtstoffröhren senden für unser menschliches Auge weisses Licht aus. Betrachtet man dieses Licht durch ein Spektrometer, so sind diskrete, farbige Linien zu erkennen.

Farbe	λ in nm
Blau	435.8
Grün	546.0
Gelb-orange	577.0



Abbildung 2: Tabelle mit Angabe der Wellenlängen. Abbildung 1: Spektrum einer Quecksilberlampe.

- a.) Erläutern Sie, warum das menschliche Auge das von der Leuchtstoffröhre ausgesendete Licht als weisses Licht wahrnimmt. (1 P)
- b.) Erklären Sie das Zustandekommen des abgebildeten Linienspektrums mithilfe eines geeigneten Atommodells. Gehen Sie auch begründet darauf ein, ob es sich dabei um ein Absorptions- oder Emissionsspektrum handelt (2 P)

3. Salze (7 P)

Calcium ist das fünfthäufigste Element auf der Erde, welches in der Natur nur chemisch gebunden vorkommt. Im Labor kann man Calcium elementar darstellen. Elementares Calcium reagiert dabei spontan mit elementarem Brom.

- a.) Formulieren Sie die vollständige Reaktionsgleichung für die Herstellung von Calciumbromid aus den Elementen. Geben Sie an, ob die Reaktion endotherm oder exotherm ist. (1 P)
- b.) Der Schmelzpunkt des Salzes liegt bei 730°C und ist damit recht hoch. Auf der Teilchenebene sind im Kristall die Calcium- und Bromid-Ionen regelmässig angeordnet. Erklären Sie den hohen Schmelzpunkt des Calciumbromids. Gehen Sie auf die im Kristall wirkenden Kräfte ein und benennen Sie diese mit dem Fachausdruck. (1 P)
- c.) Geben Sie ein Calciumhalogenid an, welches einen höheren Schmelzpunkt als Calciumbromid hat. Begründen Sie ihren Vorschlag! (1 P)

d.) Beschreiben Sie den Lösungsvorgang des Kristalls auf Teilchenebene in zwei bis drei Sätzen.
Fertigen Sie eine kleine Skizze an. (1 P)

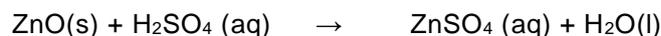
e.) Erklären Sie mit Hilfe einer energetischen Betrachtung das unterschiedliche Lösungsverhalten.
Verwenden Sie dazu Fachausdrücke. (1 P)

f.) In einem Liter Wasser lösen sich $5 \cdot 10^{-3}$ mol Calciumsulfat. Berechnen Sie die Masse an Calciumsulfat, die sich in 1 l Wasser löst. (2 P)

4. Gewinnung von Zink (7 P)

Zink ist ein industriell bedeutsames Metall, das als Blech, als Korrosionsschutz anderer Metalle oder in Batterien zum Einsatz kommt. In der Natur kommt Zink in Form von salzartigen Verbindungen vor. Für die Herstellung von Zink ist vor allem das Zinksulfid von Bedeutung. Im Jahre 2018 wurden weltweit 13.5 Millionen Tonnen Zink hergestellt.

- a) Bei der Gewinnung von Zink wird als erstes Zinksulfid an der Luft erhitzt und so zur Reaktion mit Sauerstoff gebracht. Dabei entstehen Zink(II)-oxid und Schwefeldioxid. Geben Sie die vollständige Reaktionsgleichung für diesen Vorgang an. (1 P)
- b) Handelt es sich bei obiger Reaktion um einen Redox-Prozess? Begründen Sie Ihre Antwort. (1 P)
- c) Im nächsten Schritt wird Zinkoxid in Schwefelsäure aufgelöst. Dabei entstehen in Wasser gelöstes Zinksulfat und Wasser nach folgender Gleichung.



Das gelöste Zinksulfat wird nun mithilfe einer Platinkathode und einer Platinanode elektrolysiert.

Geben Sie die Reaktionsgleichungen für die Prozesse an der Kathode und der Anode an. Welches ist der Reduktions- welches der Oxidationsvorgang? (2 P)

- d) Welche Spannung muss bei diesem Vorgang unter Standardbedingungen mindestens angelegt werden? Erläutern Sie Ihre Antwort. (1 P)

- e) Machen Sie einen Vorschlag, wie aus der Zinksulfat-Lösung Zink gewonnen werden könnte, ohne dass eine externe Spannung angelegt werden müsste. Erläutern Sie Ihren Vorschlag. Erklären Sie, warum diese Methode industriell kaum Anwendung finden wird. (2 P)

5. Redoxreaktionen im Alltag (4 P)

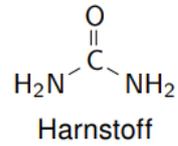
Dieselmotoren gelten als leistungsstarke und gleichzeitig sparsame Antriebe für PKW und SUV. Der relativ geringe Kraftstoffverbrauch schont die knappe Ressource Rohöl. Allerdings sind die Dieselmotoren in den letzten Jahren auch in die Kritik geraten. Die feinen Russpartikel moderner Dieselmotoren gelten als gesundheitsschädlich. Gleichzeitig entstehen bei den hohen Verbrennungstemperaturen und -drücken Stickoxide (NO_x), klimaschädliche Gase. Um den Schadstoffausstoß eines PKWs weiter zu begrenzen, werden die Abgasvorschriften regelmäßig weiter verschärft. So tritt in Kürze die EURO VII Abgasnorm in Kraft. Viele Dieselmotoren schaffen diese nur, wenn dem Abgas eine weitere chemische Substanz zugesetzt wird. Der Handelsname dieses Stoffes ist Adblue. Dabei handelt es sich um eine wässrige, ca. 32.5%ige Harnstofflösung. Diese wird dem Abgas zudosiert und in einem sogenannten SCR- Katalysator in Ammoniak umgewandelt.

Stellen Sie folgende chemische Reaktionen mit Angabe der Oxidationszahlen auf. Markieren Sie auch die Teilreaktionen Oxidation und Reduktion.

- a.) Reaktion von Sauerstoff mit Stickstoff zu Stickstoffdioxid. (1 P)

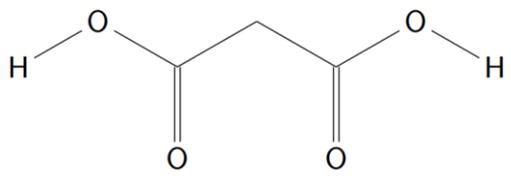
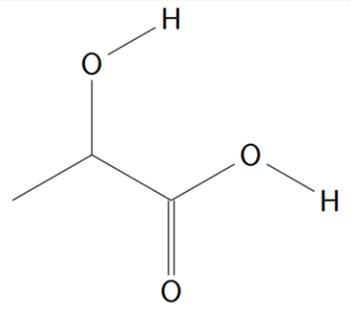
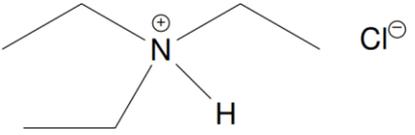
- b.) Reaktion von Stickstoffdioxid mit Ammoniak. Es entsteht u.a. Stickstoff. (1 P)

Das Enzym Urease katalysiert in wässriger Lösung die Zersetzung von Harnstoff ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) in Kohlendioxid und Ammoniak. Stellen Sie die Reaktionsgleichung auf. Geben Sie an, ob es sich um eine Redox-Reaktion handelt oder nicht. Zeichnen Sie die Moleküle der beteiligten Stoffe als Keil-Strich-Formeln. (2 P)



6. Säuren und Basen (11 P)

Ein Chemiker hat vier Stoffe in Wasser gelöst und möchte mit einer Titration herausfinden, um welche der vier folgenden Stoffe es sich handelt:

<p>HCl</p> <p>Salzsäure</p>	 <p>Malonsäure</p>
 <p>Milchsäure</p>	 <p>Triethylammoniumchlorid</p>

a.) Geben Sie den korrekten IUPAC Namen der Milchsäure und der Malonsäure an. (1 P)

Milchsäure:

Malonsäure:

b.) Der Chemiker titriert je 100 ml einer wässrigen Lösung dieser 4 Stoffe mit 0.1 M NaOH und erhält folgende 4 Titrationskurven A-D (siehe folgende Seite).

Ordnen Sie nun die Stoffe 1-4 den Titrationskurven A-D zu. Begründen Sie Ihre Meinung. (4 P)

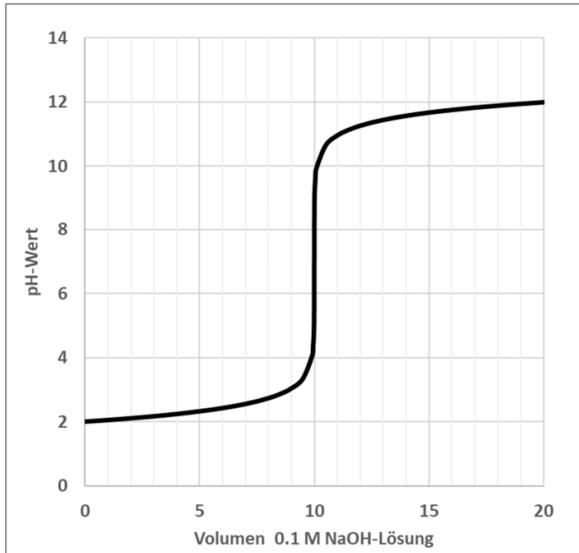


Abbildung 3: Kurve A

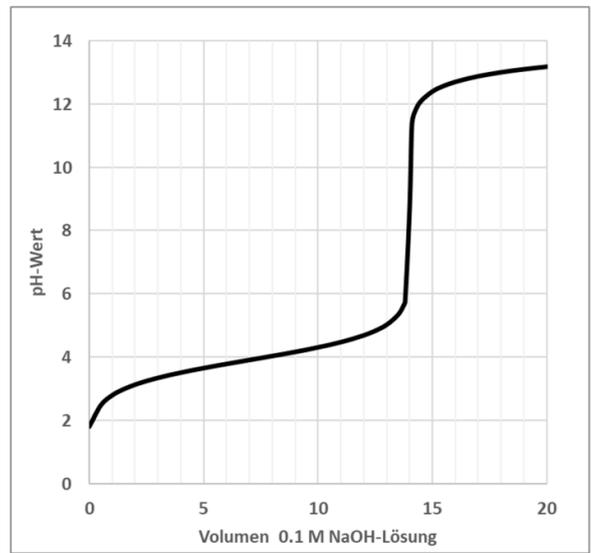


Abbildung 4: Kurve B

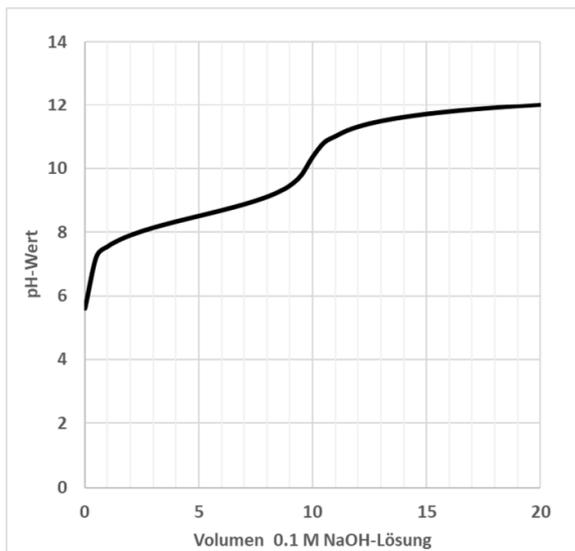


Abbildung 5: Kurve C

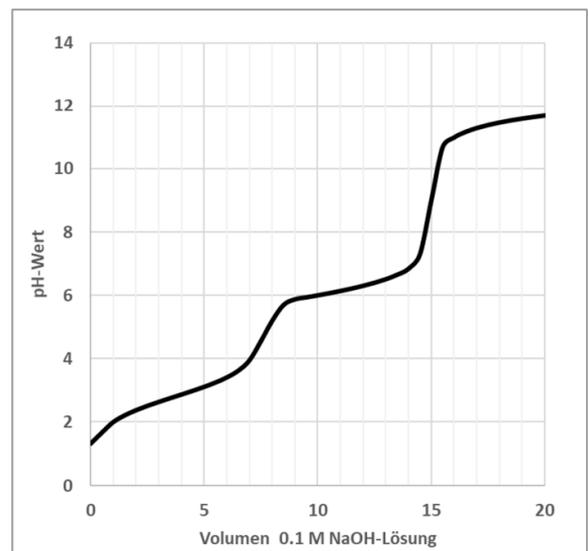


Abbildung 6: Kurve D

- c) Berechnen Sie nun die Konzentrationen der Stoffe in den ursprünglichen wässrigen Lösungen. Geben sie die Konzentrationen in mol/l und g/l an. (4 P)

- d) Bestimmen Sie bei Stoffprobe B den pKs-Wert und beschreiben Sie Ihr Vorgehen. (1 P)
- e) Zeichnen Sie den oder die Äquivalenzpunkte der Titrationskurve B ein und erklären Sie, warum der pH bei Stoffprobe B nicht bei 7 liegt. (1 P)

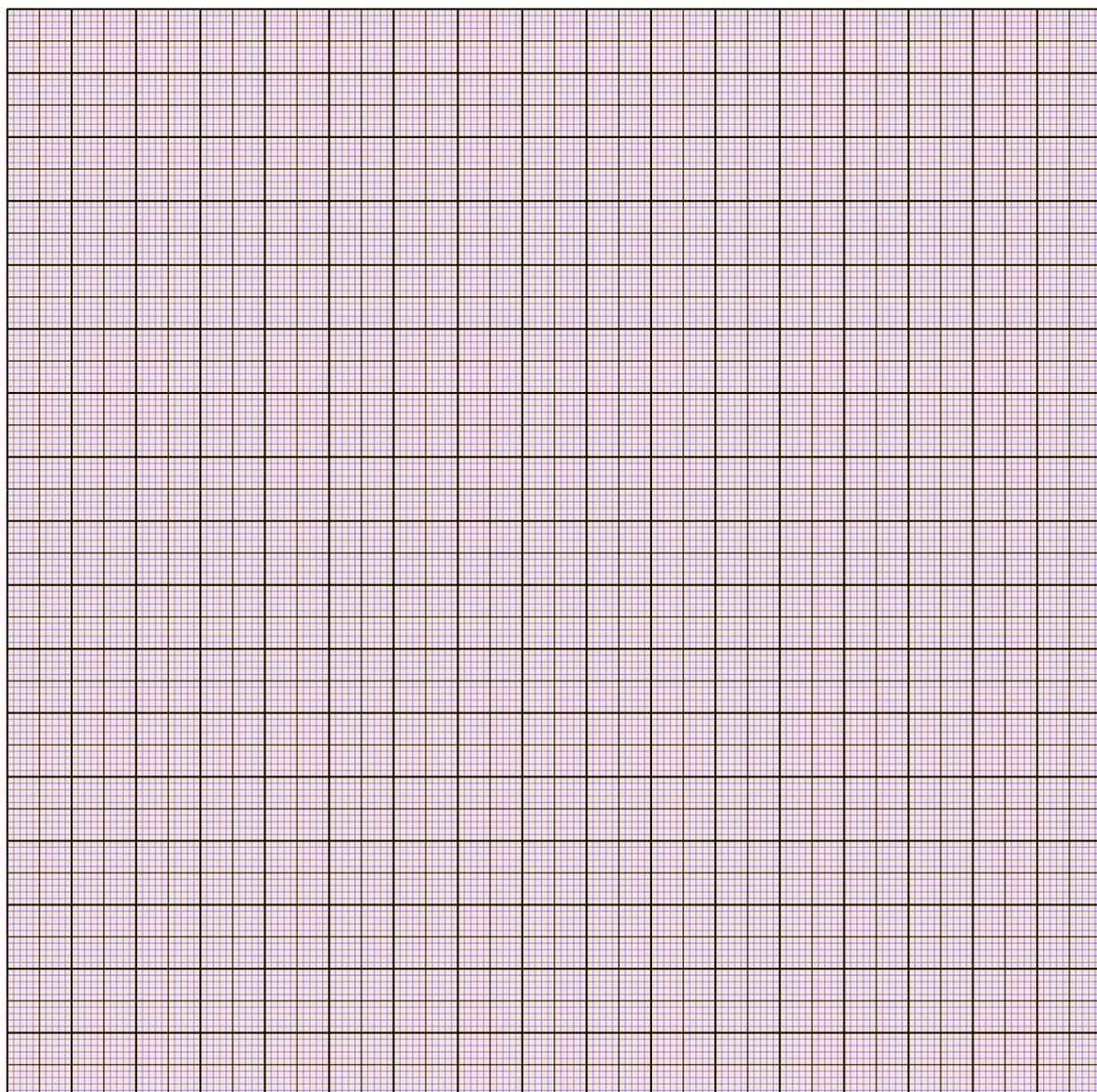
7. Proteingehalt von Milch (4 P)

Sie möchten den Proteingehalt von Schafmilch und den von Kuhmilch miteinander vergleichen. Zur Bestimmung des Proteingehalts wird der Milch der Farbstoff Coomassie zugegeben. Der Farbstoff reagiert mit den Milchproteinen und führt zu einer tiefblauen Färbung. Coomassie Blue absorbiert bei 595 nm. Die Intensität der Färbung hängt von der Proteinkonzentration ab. Sie haben Standardlösungen mit den Konzentrationen 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 und 1 mg/ml hergestellt. 0.1 ml Ihrer Milchproben haben Sie mit Wasser auf 8 ml verdünnt. Sie haben folgende Messwerte erhalten:

	Proteinkonzentration [mg/ml]	Absorption bei 595 nm
Standard 1	0	0
Standard 2	0.2	0.393
Standard 3	0.4	0.717
Standard 4	0.6	1.01
Standard 5	0.8	1.28
Standard 6	1.0	1.52
Kuhmilch		0.7
Schafmilch		1.17

- a.) Erstellen Sie eine Kalibriergerade (Millimeterpapier auf Seite 15) und bestimmen Sie den Proteingehalt der Schafmilch und der Kuhmilch. Beschreiben Sie Ihr Vorgehen. Geben Sie den Proteingehalt in g/l an. (3.5 P)

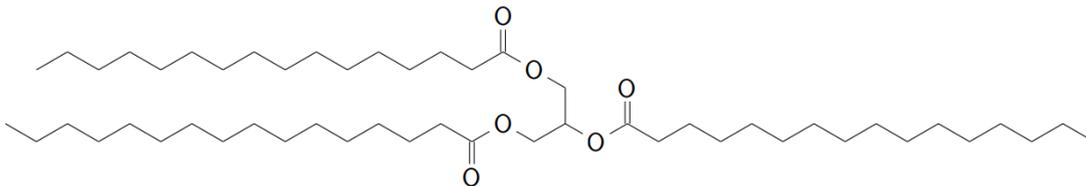
- b.) Eine Schweizer Kuh hat eine Milchleistung von ca. 5500 l pro Jahr. Wieviel Protein enthält diese Milchmenge. (zum Vergleich eine Milchkuh wiegt ca. 600 kg.) (0.5 P)



8. Fette 1: Stöchiometrie (4 ½ P)

Fette sind wichtige Bestandteile unserer Nahrung und unentbehrlich im Energiestoffwechsel.

- a) Geben Sie die Summenformel und die molare Masse des unten abgebildeten Fettes an. (1.5)

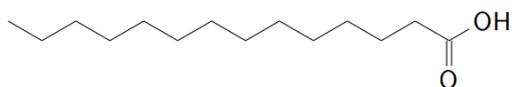


- b) Bei der vollständigen Verbrennung von Fetten im Organismus wird unter anderem Wasser frei. Geben Sie die Verbrennungsgleichung dieses Fettes an. Wenn Sie bei Aufgabe a keinen Wert erhalten haben, nehmen sie $C_{53}H_{102}O_6$ an. (1 P)
- c) Die Wüstenspringmaus nimmt während ihres Erwachsenenlebens kein Wasser zu sich, sondern deckt ihren Wasserbedarf aus der Verbrennung von Fett und Kohlenhydraten. Welche Masse Wasser wird frei, wenn sie 2 Gramm des oben angegebenen Fettes verbrennt? (1 P)

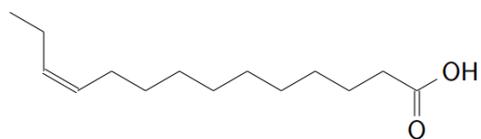
- d) Zeichnen Sie ein konstitutionsisomeres Fett zu dem Fett aus Aufgabe a.)
Sie haben dazu Carbonsäuren mit 12, 14, 16 und 18 Kohlenstoffatomen zur Verfügung.
(1 P)

9. Fette 2: Organische Reaktion (5 P)

Neben Fetten mit Alkansäuren (gesättigte Fettsäuren), finden sich in der Natur auch Fettsäuren, die C=C Doppelbindungen enthalten (ungesättigte Fettsäuren).



Fettsäure A



Fettsäure B

- a) Die beiden Fettsäuren A und B liegen als Reinstoffe vor. Geben Sie ein Verfahren an, wie Sie die gesättigte Fettsäure A von der ungesättigten Fettsäure B unterscheiden können. (1 P)

- b) Ungesättigte Fettsäuren werden unter hohem Druck mit Wasserstoff zu gesättigten Fettsäuren hydriert. Dabei wird Wasserstoff addiert. Geben Sie an um welchen Typ Reaktion es sich hier handelt. (2 P)

	korrekt	nicht korrekt	Begründung bei korrekten Aussagen
Veresterung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Redoxreaktion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Verbrennung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Säure-Base-Reaktion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

- c) Welches Volumen Wasserstoff unter Standardbedingungen ($V_m = 22.4 \text{ l/mol}$) wird benötigt, um 1 kg Fettsäure B mit Wasserstoff zu Fettsäure A reagieren zu lassen. (2 P)

10. Organische Strukturen (7 P)

- a) Geben Sie die Keil-Strich-Formeln (oder Skelettformeln) einschliesslich aller nicht bindenden Elektronenpaare einer organischen Verbindung an (je 1 P)

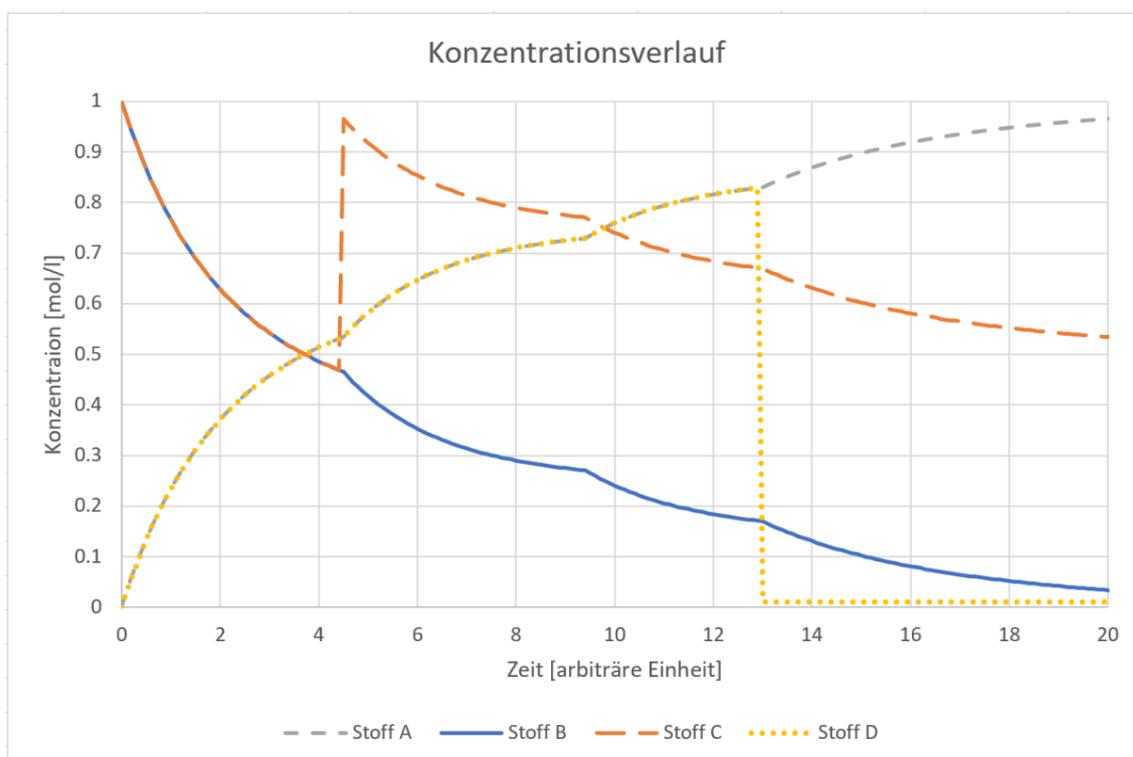
	Struktur	Name
. . . welche drei Kohlenstoffatome enthält und in Dunkelheit rasch mit Brom reagiert.		
. . . welche drei Kohlenstoffatome und ein Stickstoffatom enthält.		
. . . welche drei Kohlenstoffatome enthält und in wässriger Lösung einen pH-Wert aufweist, der deutlich unterhalb von 7 liegt		
. . . welche drei Kohlenstoffatome enthält und zum Aufbau von Eiweissmolekülen verwendet werden kann.		

- b) Zeichnen Sie ein chirales Alken, das maximal 6 Kohlenstoffatome enthält. Geben Sie den korrekten IUPAC Namen mit Drehsinn an. (3 P)

11. Gleichgewichtsreaktionen (8 P)

Im Experiment wird eine Veresterung von Butansäure und Methanol durchgeführt. Der Konzentrationsverlauf der beteiligten Stoffe wird aufgezeichnet (siehe unten stehende Abbildung). Während des Reaktionsverlaufs werden die Reaktionsbedingungen verändert. Folgende Veränderungen werden während der Reaktion (nicht in dieser Reihenfolge) vorgenommen.

- Die Konzentration der Butansäure wird um 0.5 mol/l erhöht.
- Die Temperatur wird um 10 K gesenkt.
- Der Druck im Reaktionsgefäß wird verdoppelt.
- Die Konzentration des Wassers wird durch Abscheidung konstant auf 0.01 mol/l gehalten.



- a) Geben Sie die Reaktionsgleichung dieser Veresterung an. Zeichnen Sie die beteiligten Stoffe in der Skelettformel. (1.5 P)
- b) Identifizieren Sie in der Grafik Stoff A - D. (1 P)
- c) Eine der vier Änderungen der Reaktionsbedingungen führt zu keiner Veränderung des Konzentrationsverlaufs. Welche? Begründen Sie Ihre Antwort. (1 P)
- d) Geben Sie an, zu welcher Zeit, welche Veränderung der Reaktionsbedingungen stattgefunden hat. (1.5 P)
- e) Erklären Sie mithilfe des Prinzips von Le Chatelier, warum die drei beobachtbaren Veränderungen die Ausbeute des Esters erhöhen. (3 P)

12. Peptide (6 P)

Bei der Untersuchung schmerzstillender Peptide wurde 1979 das Peptid A-Endorphin beschrieben. Beim Verdau mit Trypsin und Chymotrypsin wurden folgende Fragmente gefunden:

Verdau Chymotrypsin:

Met-Thr-Ser-Glu-Lys-Ser-Gln-Thr-Pro-Leu-Val-Thr

Tyr-Gly-Gly-Phe

Verdau Trypsin:

Ser-Gln-Thr-Pro-Leu-Val-Thr

Tyr-Gly-Gly-Phe-Met-Thr-Ser-Glu-Lys

Vollkommener Verdau:

Met-Thr-Ser-Glu-Lys

Ser-Gln-Thr-Pro-Leu-Val-Thr

Tyr-Gly-Gly-Phe

a) Geben Sie den Dreibuchstabencode der Primärstruktur des Peptids an. (1 P)

b) Beim Verdau entsteht unter anderem das Pentapeptid: Met-Thr-Ser-Glu-Lys

i.) Zeichnen Sie seine räumliche Struktur (Skelettformel). (3 P)

ii.) Bezeichnen Sie den N-Terminus und den C-Terminus. (0.5 P)

iii.) Geben Sie die Ladung des Peptids bei pH = 2, pH = 7 und pH = 10 an. (1.5 P)

