
Schriftliche Abiturprüfung Leistungskursfach Chemie

- E R S T T E R M I N -

Material für den Prüfling

Aufgabe 1, Aufgabe 2 und Aufgabe 3

Allgemeine Arbeitshinweise

Aufgabe 1 und Aufgabe 2 sind von allen Prüflingen zu bearbeiten. Bei Aufgabe 3 ist nur eine der zur Auswahl stehenden Wahlaufgaben 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.

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

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wörterbuch der deutschen Rechtschreibung
- grafikfähiger, programmierbarer Taschenrechner mit oder ohne Computer-Algebra-System
Die Software eines solchen Taschenrechners oder eine gleichwertige Software kann auch auf einer anderen geschlossenen Plattform verwendet werden.
- Tabellen- und Formelsammlung
- Zeichengeräte
- Computer oder ein computergestütztes Messwerterfassungssystem 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 ein zweisprachiges Wörterbuch (Deutsch-Herkunftssprache/Herkunftssprache-Deutsch) verwenden.

Prüfungsinhalt

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. Begründen Sie auch unter Berücksichtigung von Abbildung 1 die Steuerungsmöglichkeit bei der konventionellen Methode durch geeignete Wahl des Drucks (M 2).	6
2 Leiten Sie aus Abbildung 2 eine Aussage über die Änderung der Enthalpie beim BASF-Prozess ab (M 2). Überprüfen Sie Ihre Aussage durch eine Berechnung (M 3).	8
3 Erklären Sie die Prozesse, die zur konstanten Nachbildung und Abtrennung von Methanol im Reaktor führen (M 4, Abb. 3). Diskutieren Sie anhand von zwei Eigenschaften, ob die angegebenen Lösungsmittel zur Entfernung des Methanols aus dem Kreislauf geeignet sind (M 4, Tab. 2).	11
4 Berechnen Sie jeweils für die vollständige Verbrennung von Methanol und Octan die freigesetzte Masse an Kohlenstoffdioxid $\left(M(\text{CO}_2) = 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \right)$ pro Kilogramm Treibstoff (M 5).	8
5 Beurteilen Sie unter Einbeziehung der in Abbildung 4 gegebenen Energiedichten sowie Ihrer Berechnungen aus Aufgabe 4, ob Methanol oder das daraus hergestellte MtG-Benzin als Treibstoff besser geeignet ist (M 5). <i>Hinweis: Sollten Sie in Teilaufgabe 4 keine Ergebnisse erhalten haben, gehen Sie von den folgenden Ersatzwerten aus: 2 kg Kohlenstoffdioxid-Freisetzung bei der Methanol-Verbrennung und 4 kg Kohlenstoffdioxid-Freisetzung bei der Octan-Verbrennung.</i>	7

Material 1: Methanol-Synthese aus Wasserstoff und verschiedenen Kohlenstoffoxiden

Methanol ist eine wichtige Grundchemikalie, die auch direkt als Treibstoff verwendet werden kann. Methanol wird großtechnisch über zwei Synthesewege produziert. Bei der konventionellen Synthese wird Methanol aus Kohlenstoffmonooxid und Wasserstoff bei einer Temperatur von 200–300 °C und einem Druck von 5–10 MPa hergestellt.

Beim Hochdruckverfahren (15–25 MPa), das z. B. das Unternehmen BASF anwendet, wird statt Kohlenstoffmonooxid Kohlenstoffdioxid verwendet und es entsteht als Nebenprodukt Wasser (BASF-Prozess). Die Temperatur liegt hierbei zwischen 300–360 °C.

Material 2: Umsetzung des Synthesegases

In beiden Fällen wird die Produktausbeute durch die Wahl der Reaktionsbedingungen beeinflusst.

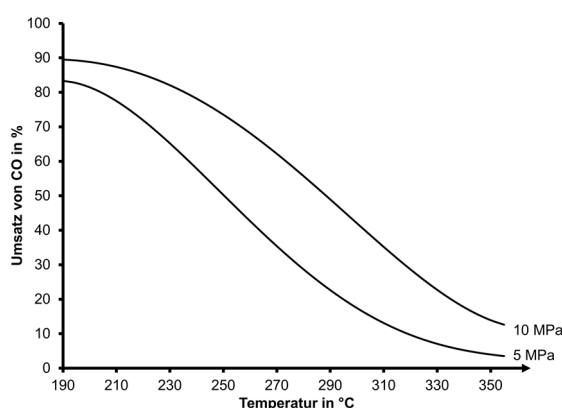


Abb. 1: umgesetztes Kohlenstoffmonooxid bei der konventionellen Methode

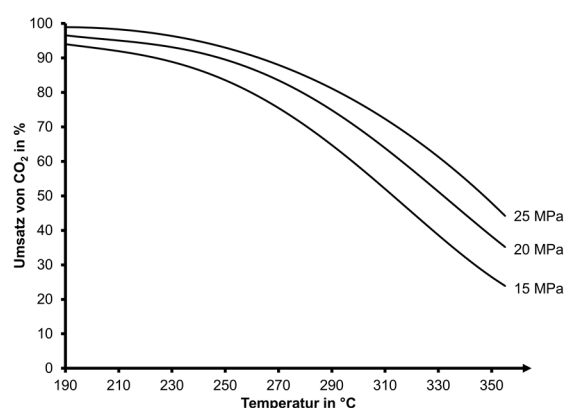


Abb. 2: umgesetztes Kohlenstoffdioxid beim BASF-Prozess

Material 3: Thermodynamische Größen

Tab. 1: Ausgewählte thermodynamische Größen (für $T = 298,15 \text{ K}$ und $p = 101,325 \text{ kPa}$)

Verbindung	CO (g)	CO ₂ (g)	H ₂ O (l)	H ₂ O (g)	CH ₃ OH (g)	CH ₃ OH (l)
$\Delta_f H^\circ$ in $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$	-110,53	-393,51	-285,83	-241,83	-201,00	-239,2

Material 4: Großtechnischer Prozess zur Methanol-Synthese

Die Methanol-Ausbeute ist bei allen Synthesemethoden durch die Lage des chemischen Gleichgewichts begrenzt. Um die Ausbeute zu erhöhen, werden in diesem Fall die Produkte mithilfe eines Lösungsmittels kontinuierlich entfernt. Bei der Auswahl des Lösungsmittels muss u. a. die Siedetemperatur ϑ_v berücksichtigt werden. Die von Methanol beträgt $\vartheta_v = 64,7 \text{ °C}$.

Tab. 2: zur Verfügung stehende Lösungsmittel mit entsprechenden Siedetemperaturen ϑ_v

Lösungsmittel	ϑ_v bei $p = 101,325 \text{ kPa}$	Skelettformel
n-Hexan	69 °C	
Tetraethylenglycol	315 °C	

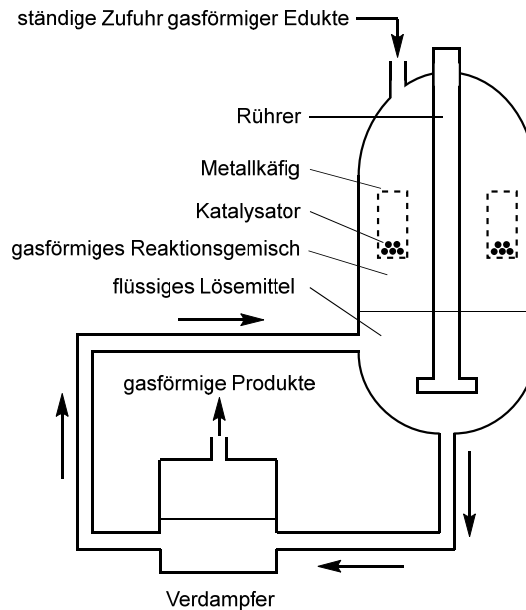


Abb. 3: Darstellung einer großtechnischen Methanol-Synthese

Material 5: Treibstoffe

Methanol ($M(\text{CH}_3\text{OH}) = 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$) kann in speziellen Verbrennungsmotoren direkt als Treibstoff verwendet werden oder lässt sich im sogenannten MtG-Verfahren, Methanol to Gasoline (Methanol zu Benzin), zu MtG-Benzin verarbeiten. Bei diesem energieaufwendigen Verfahren entsteht ein Gemisch, das zum größten Teil Alkane wie z. B. Isomere des Octans ($M(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 114 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$) enthält.

Die Einsatzmöglichkeiten eines Treibstoffs hängen unter anderem von der volumetrischen und gravimetrischen Energiedichte ab (Abb. 4). Diese Größen geben an, wie viel Energie in einem bestimmten Volumen (volumetrische Energiedichte) bzw. einer bestimmten Masse (gravimetrische Energiedichte) eines Stoffes gespeichert ist. Im Fall von Brennstoffen handelt es sich dabei jeweils um die Energie, die bei der Verbrennung freigesetzt wird. Bei der Verbrennung der Brennstoffe entsteht Kohlenstoffdioxid ($M(\text{CO}_2) = 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$).

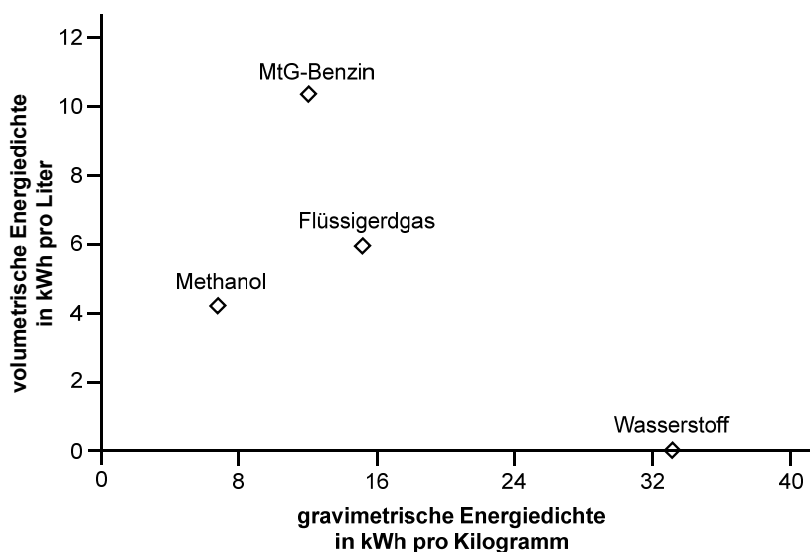


Abb. 4: volumetrische und gravimetrische Energiedichten

LEERSEITE

Prüfungsinhalt

Aufgabe 2

Luftschadstoffe

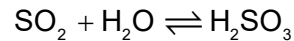
Bei der Verbrennung fossiler Energieträger entstehen Abgase, die u. a. Kohlenstoffdioxid, Schwefel- und Stickstoffoxide enthalten. Diese Emissionen werden seit vielen Jahren reduziert.

	BE
1 Erklären Sie mithilfe der Elektronenkonfiguration die Stabilität der Oxidationsstufen der Schwefel-Atome in zwei der folgenden Teilchen: Schwefelwasserstoff-, Schwefeldioxid- und Schwefelsäure-Molekül.	6
2 Erläutern Sie das Donator-Akzeptor-Konzept an der Reaktion von Schwefelwasserstoff mit Wasser und der Bildung von Schwefeldioxid aus den Elementen. Beziehen Sie in Ihre Ausführungen Reaktionsgleichungen ein. Geben Sie den wesentlichen Unterschied der beiden Reaktionsarten an.	9
3 Berechnen Sie den prozentualen Anteil an Schwefeldioxid, der zu schwefliger Säure reagiert hat, wenn eine gesättigte Lösung den pH-Wert von $\text{pH} = 1$ aufweist (M 1). Gehen Sie bei Ihrer Berechnung von der ersten Protolysestufe aus. Nutzen Sie das Massenwirkungsgesetz.	7
4 Erläutern Sie den Trend der Veränderungen in Abbildung 1 unter Beachtung des Kalkwaschverfahrens (M 2, M 3). Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen für dieses Verfahren (M 3).	7
5 Bewerten Sie die Auswirkungen des geplanten Kohleausstiegs auf die Produktion von Gips (M 4).	4
6 Beurteilen Sie die Eignung von zwei Düngemittelbestandteilen, um einer Bodenversauerung entgegen zu wirken (M 5).	7

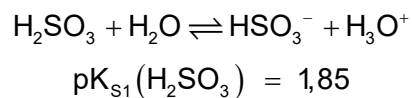
Material 1: Schweflige Säure

Schwefeldioxid ist ein Gas, welches schon in geringsten Mengen Vergiftungserscheinungen hervorruft. Bei 20 °C und Normaldruck lösen sich in einem Liter Wasser maximal 112,7 g Schwefeldioxid.

Die farblose, stechend nach Schwefeldioxid riechende Lösung reagiert sauer und ist Bestandteil des sauren Regens, der als Ursache für das Waldsterben in Europa galt.



Die Moleküle der schwefligen Säure sind starke Säuren. Im ersten Protolyseschritt entstehen Hydrogensulfit-Ionen.



Material 2: Saurer Regen

Als saurer Regen werden Niederschläge bezeichnet, die einen pH-Wert kleiner als 5,5 haben. Der saure Regen entsteht hauptsächlich durch Luftverschmutzung. Dabei reagieren Luftschadstoffe (Kohlenstoffdioxid, Stickoxide oder Schwefeloxide) mit dem Wasser in der Luft, wodurch saure Lösungen entstehen. Dieser Prozess senkt den pH-Wert des Regenwassers. In den Messstationen des Umweltbundesamts Waldhof (Niedersachsen, seit 1982) und Schmücke (Thüringen, seit 1993) werden die Konzentrationen saurer und säurebildender Regeninhaltsstoffe gemessen. In Mitteleuropa befinden sich die pH-Werte heute im Bereich der natürlichen, ohne menschliche Beeinflussung zu erwartenden Werte.

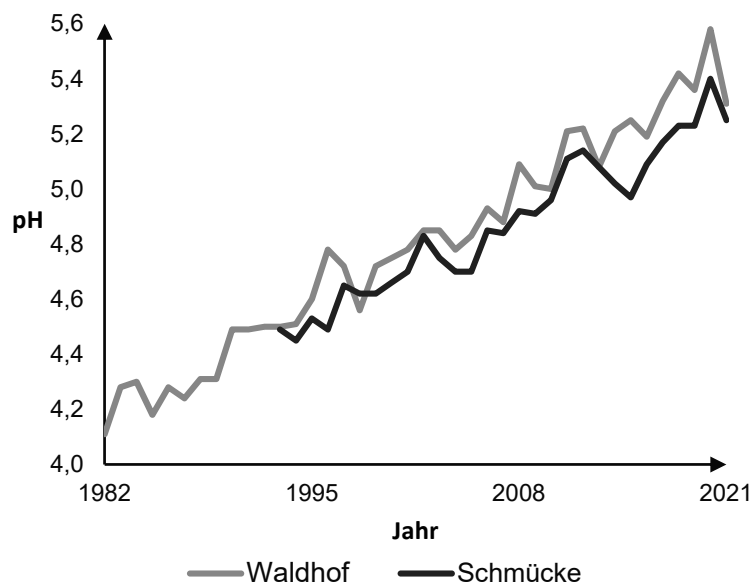


Abb. 1: gemessene pH-Werte des Regenwassers

Material 3: Rauchgasentschwefelung

Zur Verhinderung von Schwefeldioxidemissionen sind mehrere Verfahren in der Umwelttechnologie gebräuchlich.

Beim Kalkwaschverfahren wird über Sprühebenen eine wässrige Kalk-Lösung (Calciumhydroxid-Lösung) in die Rauchgase eingebracht. Das dabei entstehende Calciumsulfat ist auch als Gips bekannt und kann weiterverwertet werden. Als Zwischenprodukt entsteht dabei Calciumsulfit (CaSO_3).

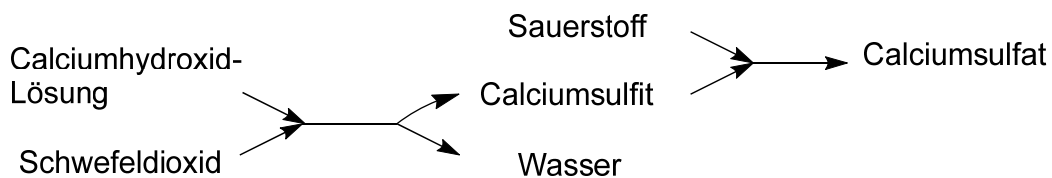


Abb. 2: schematische Darstellung des Kalkwaschverfahrens

Material 4: Gips

Der Kohleausstieg in Deutschland nimmt Fahrt auf. Viele Steinkohle-Kraftwerke sind seit 2021 nicht mehr am Netz. Ein Nebeneffekt des Ausstiegs ist, dass Gips als Baustoff knapp werden könnte. Dies wurde bisher kaum diskutiert.

Gips fällt als Nebenprodukt z. B. bei der Stromproduktion aus Kohle an. Nach Alternativen wird händeringend gesucht. Die Industrie fordert daher den verstärkten Abbau von Naturgips. Umweltschützer warnen davor.

Rund zehn Millionen Tonnen Gips werden jährlich in Deutschland im Bausektor eingesetzt – in Putz und Estrich, in Form von Gipskartonplatten und -bauteilen. Bisher stammt der Gips jeweils etwa zur Hälfte aus der Rauchgasentschwefelung und aus dem Abbau von Naturgips. Gips fällt in den Kraftwerken seit den 1980er Jahren mit der Installation von Anlagen zur Rauchgasentschwefelung an. Saurer Regen, der das Waldsterben verursachte, sollte so zurückgedrängt werden. Der anfallende Gips wird von der Baustoffindustrie als Rohstoff gerne abgenommen. In den neuen Bundesländern wurden die Schwefelfilter in den Kraftwerken nach 1990 eingeführt.

Material 5: Bodenkalkung - Düngemittel

Um einer Bodenversauerung durch z. B. sauren Regen entgegenzuwirken, werden u. a. Düngemittel eingesetzt. Düngemittel sind Stoffgemische, die z. B. Ammoniumnitrat, Calciumcarbonat oder Kaliumsulfat enthalten können.

LEERSEITE

Prüfungsinhalt

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

Aufgabe 3.1

Wasserstoffperoxid

Im Haushalt kann dreiprozentige Wasserstoffperoxid-Lösung u. a. als Desinfektions- und Reinigungsmittel eingesetzt werden. Regelmäßige Qualitätskontrollen sind nötig, da diese Lösungen nicht beständig sind.

	BE
1 Beschreiben Sie die Bindungen in einem Wasserstoffperoxid-Molekül (M 1). Erklären Sie die gute Wasserlöslichkeit von Wasserstoffperoxid (M 1).	5
2 Erklären Sie unter Einbeziehung einer Reaktionsgleichung, dass es sich bei dem Zerfall von Wasserstoffperoxid um eine Disproportionierung handelt (M 1, M 2). Begründen Sie anhand der Gibbs-Helmholtz-Gleichung, dass der Zerfall von Wasserstoffperoxid unabhängig von der Temperatur exergonisch verläuft (M 1).	7
3 Formulieren Sie die Teilgleichungen der Reaktion, die der Konzentrationsbestimmung einer Wasserstoffperoxid-Lösung zugrunde liegen (M 3). Erläutern Sie an diesen das Donator-Akzeptor-Prinzip. Begründen Sie, dass bei diesem Analyseverfahren kein Indikator für die Bestimmung des Äquivalenzpunktes benötigt wird (M 3).	8
4 Beurteilen Sie unter Verwendung von Standardpotenzialen die gegebene Vorschrift zum Einsatz der Säuren hinsichtlich der Genauigkeit des Titrationsergebnisses (M 3).	7
5 Führen Sie das Experiment durch (M 4). Überprüfen Sie den vom Hersteller angegebenen Massenanteil bei einer länger gelagerten Wasserstoffperoxid-Lösung (M 4).	13
<i>Hinweis: Für den Fall, dass Sie keine auswertbaren Beobachtungen erzielt haben, können Sie sich Ersatzbeobachtungen unter Nichterteilung von 1 BE geben lassen.</i>	

Material 1: Wasserstoffperoxid

Wasserstoffperoxid neigt dazu, in einer exothermen Reaktion leicht in Sauerstoff und Wasser zu zerfallen.

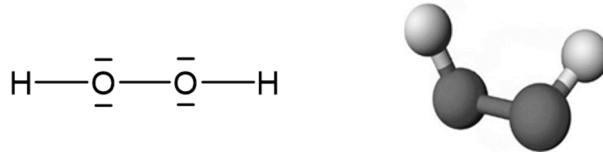


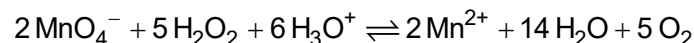
Abb. 1: Wasserstoffperoxid-Molekül: Valenzstrichformel (links), Darstellung der räumlichen Struktur (rechts)

Material 2: Spezielle Redoxreaktionen

Synproportionierung und Disproportionierung sind Spezialfälle der Redoxreaktion. Bei der Synproportionierung wird aus einer höheren und einer niedrigeren Oxidationsstufe einer Atomsorte in den Edukten eine mittlere Oxidationsstufe in den Produkten gebildet. Bei der Disproportionierung wird aus einer mittleren Oxidationsstufe einer Atomsorte in den Edukten eine höhere und eine niedrigere Oxidationsstufe in den Produkten gebildet.

Material 3: Konzentrationsbestimmung einer Wasserstoffperoxid-Lösung

Die Konzentrationsbestimmung einer angesäuerten Wasserstoffperoxid-Lösung kann durch eine Redoxtitration mit Kaliumpermanganat-Lösung erfolgen. Die dieser Analyse zugrunde liegende Reaktion wird durch die nachfolgende chemische Gleichung in Ionenschreibweise beschrieben:



Die Permanganat-Ionen verursachen einen violetten Farbton der Lösung und Mangan(II)-Ionen einen schwach rosafarbenen bis farblosen Farbton. Wasserstoffperoxid-Lösung ist farblos. Für das Ansäuern wird der Einsatz von Schwefelsäure anstatt Salzsäure vorgeschrieben.

Tab. 1: Standardpotenziale relevanter Redoxpaare

Redoxpaar	Elektrodenpotenzial E in Volt $\left(g = 25\text{ °C}; p = 101,325\text{ kPa}; c = 1\frac{\text{mol}}{\text{L}} \right)$
$\text{O}_2 \mid \text{H}_2\text{O}_2$	1,21 (pH = 0)
$\text{Cl}_2 \mid 2 \text{Cl}^-$	1,36
$\text{MnO}_4^- \mid \text{Mn}^{2+}$	1,51 (pH = 0)
$\text{S}_2\text{O}_8^{2-} \mid \text{SO}_4^{2-}$	2,01

Material 4: Experiment zur Bestimmung des Massenanteils an Wasserstoffperoxid

Im Handel vertriebene Wasserstoffperoxid-Lösung zur Desinfektion beinhaltet in der Regel laut Hersteller einen Massenanteil an Wasserstoffperoxid von $\omega = 3\%$.

Für die quantitative Analyse einer im Handel gekauften und über längere Zeit gelagerten Wasserstoffperoxid-Lösung wurden 10 mL dieser Lösung entnommen und mit destilliertem Wasser auf 100 mL verdünnt (Analysen-Lösung).

Geräte:

- Weithalserlenmeyerkolben
($V = 200\text{ mL}$ bis $V = 300\text{ mL}$)
- Vollpipette ($V = 10\text{ mL}$) mit Pipettierhilfe
- Bürette mit Stativmaterial
- Messzylinder ($V = 10\text{ mL}$)

Chemikalien:

- Kaliumpermanganat-Lösung als Maßlösung
 $\left(c = 0,02 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \right)$
- Schwefelsäure-Lösung ($\omega = 20\%$)
- Wasserstoffperoxid-Lösung als Analysenlösung
- destilliertes Wasser

Durchführung:

Entnehmen Sie der vorbereiteten Analysen-Lösung 10 mL und säuern Sie diese mit ca. 5 mL der bereitgestellten Schwefelsäure-Lösung an. Füllen Sie das Gemisch mit destilliertem Wasser auf ca. 100 mL auf.

Titrieren Sie diese Lösung mit der zur Verfügung stehenden Kaliumpermanganat-Lösung bis zum bleibenden Farbumschlag.

Führen Sie mindestens zwei Titrations durch.

Hinweis zur Auswertung:

Gehen Sie bei Ihren Berechnungen davon aus, dass die Dichte der für die Analyse hergestellten Wasserstoffperoxid-Lösung $\rho \approx 1 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$ beträgt.

LEERSEITE

Prüfungsinhalt

Aufgabe 3.2

Weinsäure

Weinsäure ist eine bei Raumtemperatur in festem Aggregatzustand vorliegende Dicarbonsäure, die natürlich in Weintrauben vorkommt. Sie wird in der Lebensmittelindustrie als Zusatzstoff verwendet und dient in der chemischen Industrie zur Trennung von Enantiomeren.

	BE
1 Erklären Sie mithilfe von Strukturformeln am Beispiel der Weinsäure-Moleküle den Begriff Enantiomere (M 1). Kennzeichnen Sie die asymmetrischen Kohlenstoff-Atome in einer Ihrer Strukturformeln. Geben Sie den systematischen Namen der Weinsäure an (M 1).	6
2 Formulieren Sie unter Nutzung von Strukturformeln eine mögliche Reaktionsgleichung für die Reaktion 1, die Bildung von Metaweinsäure (M 1). Leiten Sie aus der Reaktionsgleichung für Reaktion 2 die vorliegende Reaktionsart ab (M 1). Beschreiben Sie eine Möglichkeit, Weinsäure experimentell vom Endiol zu unterscheiden (M 1).	8
3 Benennen Sie die Bindungen zwischen dem zweiten und dritten Kohlenstoff-Atom im Weinsäure- und im Endiol-Molekül nach dem Orbitalmodell (M 1).	3
4 Führen Sie das Experiment durch (M 3). Leiten Sie ausgehend von Ihren Beobachtungen einen Vergleich der Stabilitäten der beiden Kupfer(II)-Komplexe ab (M 2, M 3). Erklären Sie Ihre Beobachtungen bezüglich der Komplexbildung in Abhängigkeit des pH-Werts (M 2, M 3). Erläutern Sie Ihre Beobachtung in Reagenzglas 2 anhand einer Reaktionsgleichung (M 3).	14
5 Ordnen Sie Lösungen gleicher Stoffmengenkonzentration von Weinsäure, Butansäure und 4-Hydroxybutansäure nach sinkendem pH-Wert. Begründen Sie.	6
6 Beurteilen Sie die Nutzung von Weinsäure als Säuerungsmittel im Wein (M 4).	3

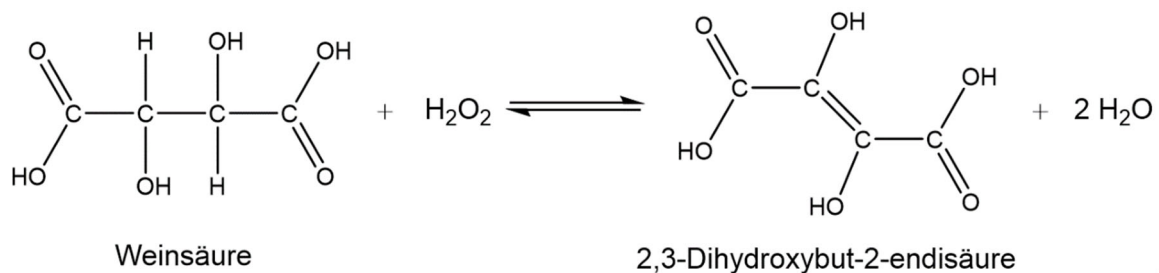
Material 1: Reaktionen der Weinsäure

Reaktion 1

Weinsäure-Moleküle können unter Abspaltung von Wasser-Molekülen miteinander reagieren. Dabei bildet sich z. B. aus zwei Molekülen der Weinsäure ein Molekül Metaweinsäure. Metaweinsäure kann der Stoffklasse der Ester zugeordnet werden. Sie wird Weinprodukten zugesetzt, um die Ausfällung von Weinstein zu verlangsamen.

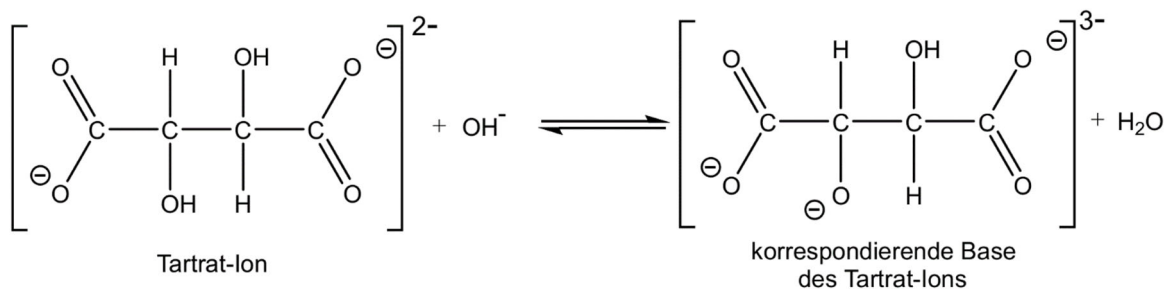
Reaktion 2

Weinsäure wird durch Reaktion mit z. B. Wasserstoffperoxid zu 2,3-Dihydroxybut-2-endisäure, ein Endiol, umgewandelt.



Material 2: Bildung von Kupfer-Komplexen

Die Salze der Weinsäure werden als Tartrate bezeichnet. Das Tartrat-Ion kann in Gegenwart starker Basen als Säure reagieren und deprotoniert werden.



Die korrespondierende Base des Tartrat-Ions kann mit Kupfer(II)-Ionen Komplexe bilden, Weinsäure-Moleküle und Tartrat-Ionen können dies nicht.

Material 3: Reaktionen von Kupfer(II)-sulfat-Lösung

Experiment:

Stellen Sie die in der Tabelle beschriebenen Stoffgemische her.

Tab. 1: Herstellung der Reaktionsgemische

Reagenzglas Zugabe von	1	2	3	4
Kupfer(II)-sulfat-Lösung	1mL	1mL	1mL	1mL
Natriumhydroxid-Lösung	-	1mL	1mL	-
Schwefelsäure-Lösung	-	-	-	1mL
Destilliertes Wasser	1mL	-	-	-
Kalium-Natrium-tartrat	-	-	1 Spatelspitze	1 Spatelspitze

Bei diesem Experiment bilden Kupfer(II)-Ionen Komplexe mit Wasser-Molekülen bzw. deprotonierten Tartrat-Ionen.

Material 4: Säuerung von Wein

In Abhängigkeit der klimatischen Bedingungen beim Weinanbau kann es sinnvoll sein, dem Wein während der Gärung ein Säuerungsmittel zuzusetzen. Dabei kommen in der Regel racemische Gemische von Äpfelsäure bzw. Milchsäure oder reine L-Weinsäure in Betracht. Je niedriger der pH-Wert eines Weins ist, umso stärker wird das Wachstum unerwünschter Mikroorganismen eingeschränkt.

Doch nicht nur der pH-Wert während der Gärung spielt eine Rolle für die Qualität des Weins, sondern ebenso der Gehalt an Kalium-Ionen. Liegen zu wenige Kalium-Ionen in einem Wein vor, so hat dies negative Auswirkungen auf den Geschmack des Getränks.

Tab. 2: Zusammensetzung eines Weins in Abhängigkeit des Säuerungsmittels

	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
Zusatz von	-	L-Weinsäure $1,0 \frac{\text{g}}{\text{L}}$	D/L-Äpfelsäure $0,89 \frac{\text{g}}{\text{L}}$	D/L-Milchsäure $1,5 \frac{\text{g}}{\text{L}}$
Zusatz berechnet als Weinsäure-Äquivalent	$0,0 \frac{\text{g}}{\text{L}}$	$1,0 \frac{\text{g}}{\text{L}}$	$1,0 \frac{\text{g}}{\text{L}}$	$1,0 \frac{\text{g}}{\text{L}}$
pH-Wert	3,62	3,39	3,48	3,46
Massenkonzentration an Kalium-Ionen	$945 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$	$652 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$	$936 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$	$947 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$
Säuerungskosten für einen Hektoliter Wein	-	0,40 – 0,90 €	0,34 – 0,77 €	0,67 – 1,22 €