

Abituraufgaben Manganometrie

1979/II/4

4. Die Konzentration einer schwefelsauren Wasserstoffperoxidlösung soll manganometrisch bestimmt werden.
- 4.1 Leiten Sie die grundlegende Redoxgleichung aus Teilgleichungen ab. Wie kann der Endpunkt der Titration erkannt werden?
- 4.2 Berechnen Sie, wieviel Gramm Wasserstoffperoxid in 10 ml Lösung enthalten sind, wenn zu ihrer Titration 17,65 ml einer 0,2 molaren Kaliumpermanganatlösung verbraucht wurden.

1980/II/1

1. In einem Erz ist der prozentuale Gehalt maßanalytisch zu bestimmen. Dazu werden 0,896 g des Erzes in Schwefelsäure gelöst. Das erhaltene Eisen liegt dann in Form von Fe^{2+} -Ionen in der Lösung vor. Bei der Titration der Lösung mit Kaliumpermanganat werden 40 ml Lösung mit der Konzentration $c=0,02 \text{ mol/l}$ verbraucht
- 1.1 Stellen Sie die Redoxgleichung zur Reaktion bei der Maßanalyse auf 5
- 1.2 Berechnen Sie den Eisengehalt in Prozent. (Der Gang der Berechnung muss klar ersichtlich sein) 11

1982/II/1

1. Zur Entfärbung von 20 ml einer schwefelsauren Kaliumpermanganatlösung werden 20,3 ml einer Oxalsäurelösung verbraucht, die 0,65 g Oxalsäure $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ im Liter enthält. Die Oxalsäure geht bei der Reaktion in Kohlenstoffdioxid über.
- 1.1 Stellen Sie die Gleichung für den Redoxvorgang auf! 6BE
- 1.2 Berechnen Sie die Konzentration der Kaliumpermanganatlösung!
Der Gang der Berechnung muß klar ersichtlich sein. 11BE

1983/III/1

1. Ein bestimmtes Erz enthält unter anderem die Eisenoxide FeO und Fe_2O_3 die übrigen Bestandteile des Erzes stören die Untersuchung nicht. Bei der Analyse des Erzes werden im ersten Schritt 0,33 g unter Schutzgas (Stickstoff) in Schwefelsäure gelöst und mit einer Kaliumpermanganatlösung der Konzentration $c(\text{KMnO}_4) = 0,02 \text{ mol/l}$ titriert, von der 20,3 ml verbraucht werden.
Im zweiten Schritt der Analyse werden 0,37 g Erz unter Schutzgas in Schwefelsäure gelöst und die dreiwertigen Eisen-Ionen zu zweiwertigen reduziert. Zur Titration werden jetzt 42,6 ml der Kaliumpermanganat-Lösung verbraucht.
- 1.1 Stellen Sie die Reaktionsgleichung für den Redoxvorgang zwischen Eisen(II)-Ionen und Permanganat-Ionen auf! 3BE
- 1.2 Berechnen Sie die Massenanteile (in Prozent) der beiden Eisenoxide im Erz!
Der Gang der Berechnung muss ersichtlich sein. 11BE

1984/II/1

1. Der Calcium-Ionengehalt einer Wasserprobe soll manganometrisch bestimmt werden. Zu diesem Zweck werden 50 ml des zu untersuchenden Wassers mit Ammoniumoxalatlösung versetzt. Dadurch werden die Calcium-Ionen quantitativ gefällt. Der Niederschlag wird abfiltriert, gewaschen und anschließend mit verdünnter Schwefelsäure aufgelöst. Bei der darauffolgenden Titration mit Kaliumpermanganatlösung der Konzentration $c(\text{KMnO}_4) = 0,02 \text{ mol/l}$ geht die Oxalsäure quantitativ in Kohlenstoffdioxid über. Dabei werden 18 ml der Maßlösung verbraucht.
- 1.1 Stellen Sie die Gleichung für die Reaktion von Kaliumpermanganat mit Oxalsäure auf! 4BE
- 1.2 Berechnen Sie die Stoffmengenkonzentration an Calcium-Ionen in dem untersuchten Wasser! Der Gang der Berechnung muß ersichtlich sein. 7

1985/II

- 1 Zur manganometrischen Bestimmung von Nitrit läßt man die Nitritlösung in eine erwärmte saure Kaliumpermanganatlösung einfließen bis vollständige Entfärbung eintritt.
- 1.1 Leiten Sie die Gesamtgleichung der Reaktion mit Hilfe von Teilgleichungen ab! 3
- 1.2 Bei der manganometrischen Bestimmung von Kaliumnitrit werden 47 ml der Nitritlösung benötigt, um 50 ml einer Kaliumpermanganatlösung mit der Konzentration $c(\text{KMnO}_4) = 0,1 \text{ mol/l}$ zu entfärben.
- Berechnen Sie die Masse des Kaliumnitrits in der Lösung! Geben Sie auch die Stoffmengenkonzentration der Kaliumnitritlösung an! Der Gang der Berechnungen muß klar ersichtlich sein. 8

1987/III

- 1 0,092 g eines Gemisches aus Eisen(III)-oxid und Zink(II)-oxid werden in Schwefelsäure vollständig gelöst. Dann werden die Fe^{3+} -Ionen zu Fe^{2+} -Ionen reduziert. Bei der anschließenden Titration der Analysenlösung mit Kaliumpermanganatlösung der Konzentration $c(\text{KMnO}_4) = 0,01 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ werden 18,00 ml dieser Maßlösung verbraucht. Die Zink-Ionen stören die Bestimmung nicht.
- Berechnen Sie die Masse an Eisen(III)-oxid und Zink(II)-oxid in der gegebenen Stoffportion! Der Gang der Berechnung muß klar ersichtlich sein. 8

1990/IV

- 1 Zur Bestimmung des Eisengehalts einer Legierung werden 0,178 g der Legierung unter Schutzgas in verdünnter Schwefelsäure gelöst. Das Eisen geht dabei in Eisen(II)-ionen über.
- Zur Bestimmung des Gehalts an Eisen(II)-ionen wird die Lösung mit einer Kaliumpermanganatlösung titriert. Der Verbrauch beträgt 6,13 ml. Bei dieser Titration stören die anderen Legierungsbestandteile nicht.
- Die Stoffmengenkonzentration der Kaliumpermanganatlösung wurde zuvor mit Hilfe einer Oxalsäurelösung bekannter Konzentration ermittelt. Dabei wurden 9,75 ml der Permanganatlösung durch 10 ml Oxalsäurelösung der Konzentration $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$ reduziert. Die Oxalsäure wird dabei zu Kohlenstoffdioxid oxidiert.
- 1.1 Stellen Sie für die drei genannten Reaktionen die Gleichungen auf! 6
- 1.2 Berechnen Sie den Eisengehalt der Legierung in Massenprozent! 6

1991/IV

- 1 Das Abwasser einer Bleicherei wird manganometrisch auf den Gehalt an Wasserstoffperoxid untersucht. 200 ml des Abwassers verbrauchen dabei 37,5 ml Kaliumpermanganatlösung der Konzentration $c(\text{KMnO}_4) = 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$.
- 1.1 Beschreiben Sie das experimentelle Vorgehen bei dieser Maßanalyse! 3
- 1.2 Stellen Sie die Reaktionsgleichung aus Teilgleichungen auf! 4
- 1.3 Berechnen sie die Masse Wasserstoffperoxid in einem Liter Abwasser! Der Gang der Berechnung muß klar ersichtlich sein! 5

1993/II

- 1 Der Gehalt an oxidierbaren organischen Schmutzstoffen im Wasser kann durch den Verbrauch an Kaliumpermanganat abgeschätzt werden. Hierzu werden 100,0 ml einer Wasserprobe mit Schwefelsäure und 15,0 ml Kaliumpermanganatlösung der Konzentration $c(\text{Kaliumpermanganat}) = 0,002 \text{ mol/l}$ erhitzt.
- Dann werden 15,0 ml Oxalsäurelösung der Konzentration $c(\text{Oxalsäure}) = 0,005 \text{ mol/l}$ zugefügt. Ein Teil der Oxalsäure wird dabei vom verbliebenen Kaliumpermanganat zu Kohlenstoffdioxid oxidiert. Die restliche Menge an Oxalsäure wird schließlich durch Titration mit Kaliumpermanganatlösung der Konzentration $c(\text{Kaliumpermanganat}) =$

0,002 mol /l bestimmt; von der Kaliumpermanganatlösung werden dabei 5,0 ml verbraucht.

- 1.1 Formulieren Sie die Gleichung für die Reaktion von Kaliumpermanganat mit Oxalsäure! 3
- 1.2 Berechnen Sie den Kaliumpermanganatverbrauch der Wasserprobe in Milligramm Kaliumpermanganat pro Liter Wasser!
Der Gang der Berechnung muß klar ersichtlich sein. 10

1995/III

- 1 Zur quantitativen Bestimmung von Nitrit läßt man eine wäßrige Nitritlösung so lange in eine erwärmte angesäuerte Kaliumpermanganatlösung einfließen, bis vollständige Entfärbung eintritt.
- 1.1 Formulieren Sie die Gesamtgleichung der Reaktion! 4
- 1.2 Bei der manganometrischen Bestimmung von Kaliumnitrit werden 47 ml der Nitritlösung benötigt, um 50 ml einer Kaliumpermanganatlösung der Konzentration $c(\text{KMnO}_4) = 0,1 \text{ mol/l}$ zu entfärben.
Berechnen Sie die Masse des Kaliumnitrits im gegebenen Lösungsvolumen und die Stoffmengenkonzentration der Kaliumnitritlösung!
Der Gang der Berechnungen muß klar ersichtlich sein. 7

1996/III

- 1 In einem Labor werden Wasserproben auf ihren Gehalt an Eisen(II)-Ionen kontrolliert. Dazu nimmt man 25 ml der Probe, versetzt sie mit verdünnter Schwefelsäure und titriert mit einer Kaliumpermanganat-Lösung der Konzentration $c(\text{KMnO}_4) = 0,02 \text{ mol/l}$. Dabei wird versehentlich übertitriert. Um das Mißgeschick zu korrigieren, werden der Probe 0,203 g Eisen(II)-sulfat-heptahydrat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$) zugesetzt. Dann wird mit der genannten Kaliumpermanganat-Lösung weitertitriert, bis alle Eisen(II)-Ionen oxidiert sind.
Der Gesamtverbrauch an Permanganat-Lösung beträgt 25,5 ml.
- 1.1 Erstellen Sie für diese manganometrische Bestimmung die Reaktionsgleichung, und legen Sie dar, wie der Endpunkt der Titration erkannt werden kann! 3
- 1.2 Berechnen Sie die Masse der Eisen(II)-Ionen in der Wasserprobe! Der Gang der Berechnung muß klar ersichtlich sein. 5

1997/I

- 1.3 Neben dem Tensid und anderen Komponenten sind in einem Vollwaschmittel auch Bleichmittel enthalten. Diese bestehen im wesentlichen aus Natriumperborat ($\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3 \text{ H}_2\text{O}$). Beim Waschvorgang zerfällt bei Temperaturen über 60 °C das gebundene Wasserstoffperoxid, wodurch farbige Verschmutzungen auf der Faser oxidativ zerstört werden.
Der Gehalt an Perborat im Waschmittel kann durch Titration in schwefelsaurem Milieu mit Kaliumpermanganat bestimmt werden.
- 1.3.1 Entwickeln Sie aus Teilgleichungen die Reaktionsgleichung für diese Bestimmung! 3
- 1.3.2 Zur Bestimmung des Bleichmittelgehalts werden 500 mg Vollwaschmittel in Wasser gelöst, die Lösung mit Schwefelsäure angesäuert und dann mit Kaliumpermanganatlösung der Konzentration $c(\text{KMnO}_4) = 0,002 \text{ mol/l}$ titriert. Der Verbrauch an Maßlösung beträgt 117,6 ml.
Berechnen Sie in Prozent den Massenanteil des Natriumperborats im Waschmittel!
Der Gang der Berechnung muß klar ersichtlich sein. 6

1998/IV

- 1 Der Schwefelgehalt eines sulfidischen Erzes soll bestimmt werden. Zur Analyse wird eine Erzprobe mit der Masse $m(\text{Probe}) = 0,580 \text{ g}$ im Luftstrom geröstet. Das aus dem Sulfid quantitativ entstehende Schwefeldioxid wird von 160,0 ml einer wässrigen

Wasserstoffperoxid-Lösung der Konzentration $c(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,05 \text{ mol/l}$ absorbiert. Die Schwefeldioxid-Moleküle werden dabei zu Sulfat-Ionen oxidiert. Das nicht verbrauchte Wasserstoffperoxid wird manganometrisch bestimmt. Bei der Titration der mit Schwefelsäure versetzten Analyselösung mit einer Kaliumpermanganat-Lösung der Konzentration $c(\text{KMnO}_4) = 0,05 \text{ mol/l}$ werden 17,6 ml dieser Maßlösung verbraucht.

- 1.1 Stellen Sie für die beiden auf den Röstprozess folgenden Reaktionen die Redoxgleichungen aus Teilgleichungen auf! 5
- 1.2 Berechnen Sie den prozentualen Massenanteil von Schwefel in dieser Erzprobe! Der Gang der Berechnung muss klar ersichtlich sein. 8

1999/IV

- 3.2 Technisches Bariumperoxid (BaO_2) ist häufig verunreinigt. Der Gehalt des technischen Produkts an Bariumperoxid kann manganometrisch ermittelt werden. Bei der Bestimmung werden 523 mg des technischen Produkts mit einem Überschuss verdünnter Schwefelsäure quantitativ umgesetzt. Das dabei gebildete Wasserstoffperoxid wird mit Kaliumpermanganat-Lösung titriert. Bis zum Äquivalenzpunkt werden 34,5 ml Kaliumpermanganatlösung der Konzentration $c(\text{KMnO}_4) = 2,4 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$ verbraucht.
 - 3.2.1 Erstellen Sie die Reaktionsgleichungen
 - a) für die Bildung von Wasserstoffperoxid und
 - b) für dessen Umsetzung mit Kaliumpermanganat! 3
 - 3.2.2 Berechnen Sie den Anteil des Bariumperoxids im technischen Produkt! Der Gang der Berechnung muss klar ersichtlich sein. 5

2000/III/1

Eine Methode zur quantitativen Bestimmung von Mangan(IV)-oxid beruht darauf, dass es beim Erwärmen mit einer Lösung von Oxalsäure (Ethandisäure) zu einem Mangan(II)-Salz reduziert und die Oxalsäure zu Kohlenstoffdioxid oxidiert wird. Dabei wird Oxalsäure im Überschuss eingesetzt und die Restmenge Oxalsäure manganometrisch bestimmt.

Zur Ermittlung des Mangan(IV)-oxid-Gehalts werden 400 mg eines technischen Produkts mit verdünnter Schwefelsäure und 100,0 ml Oxalsäure-Lösung der Konzentration $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0,05 \text{ mol/l}$ umgesetzt. Zur Titration der Restmenge Oxalsäure werden 24,0 ml Kaliumpermanganat-Lösung der Konzentration $c(\text{KMnO}_4) = 0,02 \text{ mol/l}$ verbraucht.

- 1.1 Stellen Sie die Redoxgleichung für die Reaktionen von Oxalsäure mit Mangan(IV)-oxid sowie Permanganat jeweils über Teilgleichungen auf!
- 1.2 Berechnen Sie den Massenanteil des Mangan(IV)-oxids in der untersuchten Probe! Der Gang der Berechnung muss klar ersichtlich sein.

2001/IV/1

Zur Ermittlung der Konzentration einer Kaliumpermanganat-Lösung wird diese mit einer Oxalsäure-Lösung titriert. Die Oxalsäure wird dabei quantitativ zu Kohlenstoffdioxid oxidiert. Für die Herstellung eines Liters Maßlösung wurden 0,65 g Oxalsäure ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) benötigt

- 1.1 Beschreiben Sie unter Verwendung der Fachbegriffe die Durchführung dieser Maßanalyse! 5
- 1.2 Bei der Titration von 50 ml der Kaliumpermanganat-Lösung wurden bis zum Äquivalenzpunkt 73,4 ml der Oxalsäure-Maßlösung verbraucht. Berechnen Sie die Stoffmengenkonzentration der Kaliumpermanganat-Lösung! Der Gang der Berechnung muss klar ersichtlich sein. 7

2002/IV/1

- 1 In Lebensmittel verarbeitenden Betrieben fallen Abwässer an, deren organische Schmutzfracht durch Bestimmung des Permanganatverbrauchs quantitativ erfasst werden kann.
Zur Bestimmung des Permanganatverbrauchs werden 100 ml Abwasser mit verdünnter Schwefelsäure angesäuert, mit 20 ml Kaliumpermanganatlösung der Konzentration $c(\text{KMnO}_4) = 0,002 \text{ mol/l}$ versetzt und 10 min gekocht. Anschließend werden 20 ml Oxalsäurelösung der Konzentration $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0,005 \text{ mol/l}$ zugegeben. Man titriert die jetzt entfärbte, noch heiße Lösung mit Kaliumpermanganat-Lösung der Konzentration $c(\text{KMnO}_4) = 0,002 \text{ mol/l}$ bis zu einem schwach rosa Farbton. Oxalsäure wird zu Kohlenstoffdioxid oxidiert.
- 1.1 Formulieren Sie die Redoxgleichung der Reaktion zwischen Permanganat und Oxalsäure! 3 BE
- 1.2 Bei der Titration einer Abwasserprobe wurden 12,5 ml Kaliumpermanganatlösung verbraucht. Beurteilen Sie den Verschmutzungsgrad mit Hilfe der folgenden Tabelle! Der Gang der Berechnung muss klar ersichtlich sein.

Verbrauch von Kaliumpermanganat durch das Schmutzwasser (mg/dm^3 Wasser)	Beurteilung der Wasserqualität
0-10	sehr sauber
10-20	fast sauber
20-40	leicht verschmutzt
40-60	stark verschmutzt
60-100	sehr stark verschmutzt
100-250	abwasserähnlich

10 BE

2003/I/1

Der Calciumionen-Gehalt einer Lösung aus einer Bodenprobe soll bestimmt werden. Zu 50 ml der Lösung wird ein lösliches Salz der Oxalsäure (Oxalat-Ion: $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$) gegeben. Dabei fällt schwer lösliches Calciumoxalat aus. Der Niederschlag wird abfiltriert und in verdünnter Schwefelsäure gelöst. Die Stoffmenge der Oxalat-Ionen wird durch Titration mit Kaliumpermanganatlösung der Konzentration $c(\text{KMnO}_4) = 0,02 \text{ mol/l}$ bestimmt. Dabei wird das Oxalat-Ion zu Kohlenstoffdioxid oxidiert. Aus Versehen wird übertitriert. Um die Probe nicht verwerfen zu müssen, gibt man eine wässrige Lösung mit 0,1 g Ammoniumoxalat zu und titriert weiter. Der Gesamtverbrauch an Permanganatlösung beträgt 28,5 ml.

- 1.1 Erstellen Sie die Redoxgleichung! 4
- 1.2 Berechnen Sie die Masse an Calciumionen in der untersuchten Lösung! Der Gang der Berechnung muss klar ersichtlich sein. 8

2005/I/1

- 1 Wasserstoffperoxid wird zum Bleichen von Papier eingesetzt und belastet im Abwasser die Umwelt.
Die Konzentration von Wasserstoffperoxid in einer Abwasserprobe soll fotometrisch bestimmt werden. Hierzu wird eine mit Schwefelsäure versetzte Kaliumpermanganat-Lösung ($c(\text{MnO}_4^-) = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$) verwendet, die unter den Messbedingungen eine

Extinktion von $E_0 = 0,07$ aufweist. Permanganat-Ionen oxidieren in saurer Lösung Wasserstoffperoxid quantitativ zu Sauerstoff.

100 ml dieser angesäuerten Kaliumpermanganat-Lösung werden mit 10 ml der Abwasserprobe versetzt. Die Extinktion der so erhaltenen Lösung beträgt unter den gleichen Messbedingungen $E_1 = 0,04$.

- 1.1 Beschreiben Sie das Funktionsprinzip eines Fotometers! 4 BE
- 1.2 Formulieren Sie für die oben beschriebene Reaktion von Wasserstoffperoxid mit Permanganat-Ionen die Redoxgleichung! 4 BE
- 1.3 Ermitteln Sie die Konzentration der Permanganat-Ionen in der Lösung nach Zugabe der Abwasserprobe! 2 BE
- 1.4 In einem zweiten Versuch werden wiederum 100 ml einer mit Schwefelsäure versetzten Kaliumpermanganat-Lösung der Konzentration $c(\text{MnO}_4^-) = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$ mit 10 ml Abwasserprobe versetzt. Nach Zugabe der Abwasserprobe ergibt die fotometrische Bestimmung der Konzentration der Permanganat-Ionen in der entstandenen Lösung den Wert $4,40 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$. Berechnen Sie die Wasserstoffperoxid-Konzentration dieser Abwasserprobe!
Der Gang der Berechnung muss klar ersichtlich sein.

2006/III/1

1. In manchen Fällen sind maÑanalytische Bestimmungen mit Kaliumpermanganat nicht wie üblich in saurer, sondern in alkalischer Lösung durchzuführen, obwohl der Endpunkt der Titration relativ schwer zu erkennen ist. Ein Beispiel hierfür ist die quantitative Erfassung von Mangan in technischen Eisensorten nach Volhard-Wolff: Die Aufarbeitung der manganhaltigen Eisenprobe liefert eine Lösung, die Mangan(II)-Ionen enthält. Diese auf einen geeigneten pH-Wert eingestellte Probelösung wird mit einer Kaliumpermanganat-Maßlösung titriert, wobei die Mn(II)-Ionen mit den MnO_4^- -Ionen zu Mangan(IV)-oxid (Braunstein) reagieren.
Bei einer derartigen Analyse werden 3,0 g manganhaltiges Roheisen eingewogen. Das Volumen der erhaltenen Lösung beträgt 1,0 Liter.
Hiervon werden 250 ml entnommen, stark mit Wasser verdünnt und auf den gewünschten pH-Wert eingestellt. Für die Titration dieser Lösung bis zum Endpunkt benötigt man 10 ml Kaliumpermanganat-Lösung der Konzentration 0,02 mol/l.
Stellen Sie die Gleichung für die bei der Titration ablaufende Redoxreaktion auf und berechnen Sie den Massenanteil des Mangans in der untersuchten Roheisenprobe!

8 BE

2007A 2

Pökelsalz

- 1 Pökeln ist ein altbewährtes Verfahren zur Konservierung von Fleisch durch Einsalzen. Pökelsalz ist ein Gemisch aus Kochsalz und Natriumnitrit. Da Natriumnitrit mit gesundheitlichen Risiken behaftet ist, gilt folgender Grenzwert bzw. folgende Ernährungsempfehlung:
 - a.) In 1 kg Rohschinken dürfen maximal 250 mg Natriumnitrit enthalten sein.
 - b.) Ein Mensch sollte täglich pro Kilogramm Körpergewicht maximal 0,1 mg Natriumnitrit aufnehmen. Für die quantitative Nitrit-Bestimmung können verschiedene Verfahren verwendet werden.
- 1.1 Die titrimetrische Analyse des Pökelsalzes beruht auf der Oxidation des Natriumnitrits zu Natriumnitrat. Hierzu werden 20 g Pökelsalz in einen Messkolben (400 ml) gegeben und der Kolben mit destilliertem Wasser bis zur Eichmarke aufgefüllt. Von der entstandenen Lösung werden 20 ml entnommen, mit Schwefelsäure versetzt und anschließend mit Kaliumpermanganat-Lösung der Konzentration $c(\text{KMnO}_4) = 0,0020 \text{ mol/l}$ titriert. Bis zum Farbumschlag werden 10,2 ml der Maßlösung verbraucht.

Stellen Sie die Redoxgleichung für die bei der Titration ablaufende Reaktion auf und berechnen Sie den Massenanteil an Natriumnitrit im Pökelsalz!

11 BE

2009/A2

- 2 Permanganat-Ionen werden im Rahmen der Manganometrie z. B. zur titrimetrischen Konzentrationsbestimmung von Eisen(II)-Ionen verwendet. Peroxodischwefelsäure $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$ kann nicht direkt mit Kaliumpermanganat titriert werden. Es ist aber möglich, sie mit Eisen(II)-sulfat zu Schwefelsäure zu reduzieren. Die störende gelb-braune Eigenfarbe der entstehenden Eisen(III)-Ionen kann durch Zugabe von Phosphorsäure maskiert werden; dabei entsteht ein farbloser Eisen(III)-Komplex. Erläutern Sie auf der Basis dieser Angaben eine Versuchsdurchführung, mit der es gelingt, den Gehalt einer Lösung an Peroxodischwefelsäuremanganometrisch zu bestimmen! Geben Sie alle notwendigen Reaktionsgleichungen an! Hinweis: Die Bildung des Eisen(III)-Komplexes muss nicht formuliert werden! 10 BE

2011 A1

- 2 In einigen Ländern ist das Grundwasser so stark mit Arsen belastet, dass die Bevölkerung unter chronischer Arsenvergiftung leidet. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat den Grenzwert für Arsen im Trinkwasser auf $10 \mu\text{g}$ pro Liter festgelegt. Um den Gehalt an As^{3+} -Ionen in einer Wasserprobe zu bestimmen, werden 100 ml der Probe mit Salzsäure versetzt und mit Kaliumbromatlösung ($\text{KBrO}_3(\text{aq})$) titriert. Die Bromat-Ionen werden hierbei zu Bromid-Ionen umgesetzt, aus den As^{3+} -Ionen bilden sich As^{5+} -Ionen. Der zugesetzte Farbstoff Methylorange wird beim Überschreiten des Äquivalenzpunktes entfärbt.
- 2.1 Die experimentellen Daten einer solchen Titration sind in folgender Tabelle wiedergegeben:

Konzentration der Bromatlösung	0,025 mol/l
Volumen der Wasserprobe	100 ml
Titrationsergebnis: V(Bromatlösung)	16,0 ml

Entwickeln Sie für die bei der Titration ablaufenden Reaktionen eine Redoxgleichung und ermitteln Sie rechnerisch, ob dieses Wasser als Trinkwasser gemäß der WHO geeignet ist!

[9 BE]

2011/A2

- 2 Zur Charakterisierung der Wasserqualität eines Badesees kann der chemische Sauerstoffbedarf (CSB) dienen. Der CSB_{Mn} -Wert gibt an, welche Masse Kaliumpermanganat zur Oxidation der in einem Liter des untersuchten Wassers enthaltenen Schmutzstoffe verbraucht wird.
- 2.1 Zur Bestimmung des CSB_{Mn} -Wertes entnimmt man exakt 100 ml einer Wasserprobe, säuert mit Schwefelsäure an, versetzt mit 20 ml Kaliumpermanganatlösung ($c(\text{KMnO}_4) = 0,002 \text{ mol/l}$), erhitzt das Gemisch dann und hält es 10 Minuten am Sieden. Nach dem Abkühlen erfolgt die Zugabe von 20 ml Oxalsäure ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$) der Konzentration $c(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4) = 0,005 \text{ mol/l}$, wobei die noch bestehende violette Färbung verschwindet. Anschließend wird mit Kaliumpermanganatlösung der Konzentration $c(\text{KMnO}_4) = 0,002 \text{ mol/l}$ titriert, bis ein bleibender rosa Farbton auftritt. Oxalsäure reagiert dabei zu Kohlenstoffdioxid.

Erläutern Sie die beschriebene Vorgehensweise und entwickeln Sie die Redoxgleichung für die bei der Titration ablaufende Reaktion! [10 BE]

- 2.2 Berechnen Sie nachvollziehbar den CSBMn-Wert einer Wasserprobe, wenn 4,2 ml Maßlösung bei der Titration verbraucht werden, und beurteilen Sie die Wasserqualität des Badesees nach der angegebenen Tabelle! [8 BE]

Tab.: CSBM_{Mn}-Wert und Wasserqualität

KMnO₄-Verbrauch in mg/l	Beurteilung
0-8	sehr sauber
8-12	sauber
12-20	fast sauber
20-30	leicht verschmutzt
30-60	verschmutzt
	stark verschmutzt