

Rechenaufgaben

Nachfolgende Rechenaufgaben sind als Hilfe für die Prüfungsvorbereitung zu betrachten. Viele davon oder ähnliche Aufgaben können schon einmal Teil einer Abschlussprüfung gewesen sein.

In 600mL Wasser werden 6,20 g NiCl_2 ($\text{Ni} = 58,7 \text{ g/mol}$; $\text{Cl} = 35,5 \text{ g/mol}$) gelöst, mit 15 g trockenem Kationenaustauscher versetzt und 10 min gerührt. Danach wird der Kationenaustauscher abfiltriert, aus dem Filtrat werden Aliquote zu je 20 mL entnommen und mit 0,02 M EDTA bis zum Umschlagspunkt titriert. Mittlerer Verbrauch: 4,13 mL

- Wieviel Ni wurde von dem Ionenaustauscher gebunden?
- Wie groß ist der Massenverteilungskoeffizient für den verwendeten Ionenaustauscher unter diesen Bedingungen?
- Welche Kapazität besitzt der Ionenaustauscher unter den gegebenen Bedingungen?

(Ergebnisse: a) 2,66 g b) 18,34 c) 3,02 mMol/g)

Zu 50 mL einer Lösung, die Ni^{2+} und Zn^{2+} enthält, werden 25 mL 0,045M Tritriplex-III-Lösung zugesetzt. Der Überschuss an EDTA wird mit 12,0 mL 0,012 M Mg^{2+} -Lösung rücktitriert. Zur Freisetzung des komplexierten Zinks wird 2,3-dimercapto-1-propanol zugesetzt. Das freigesetzte EDTA wird mit 29,2 mL Mg^{2+} -Lösung titriert. Wieviel Ni^{2+} und Zn^{2+} sind in der Ausgangslösung vorhanden?

Es soll eine Standardlösung mit 80 mg/L Ca^{2+} und 35 mg/L Mg^{2+} mit einer 0,01 M Tritriplex-III-Lösung titriert werden. Für die Titration wird ein 10 mL Aliquot entnommen. Wie groß ist der theoretische Verbrauch an Tritriplex-III-Lösung für Ca und Mg?

(Ca=40,0 g/mol; Mg =24,3 g/mol)

Bei der Titration eines Aliquots (30 mL) einer Ca/Mg-Probe mit einer 0,005M Tritriplex-III-Lösung werden 15 mL für die Summentitration verbraucht. Die Einzelbestimmung von Ca ergibt eine Konzentration von 70 mg/L. Wieviel Mg enthält die Probe? Angabe der Mg-Konzentration in mg/L. Wieviel Mg sind in 250 mL vorhanden?

Von einer festen Probe, deren Hauptbestandteil $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ($\text{MG} = 134,00 \text{ g/mol}$) ist, werden 0,232 g mit einer 0,015M KMnO_4 titriert. Der Verbrauch bis zum Äquivalenzpunkt beträgt 43,31 mL. Aus wieviel % $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ besteht die Probe?

Reaktionsgleichung: $2 \text{MnO}_4^- + 5 \text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 16 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{Mn}^{2+} + 10 \text{CO}_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$

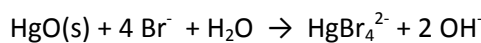
Eine Probe von Brechweinstein (5,20 g) wird in einen 250 mL Messkolben eingewogen, in Wasser gelöst und auf 250 mL aufgefüllt.

25 mL dieser Lösung werden in einen 250 mL Titrierkolben transferiert und nach Zugabe von 25 mL Wasser, 10 mL konzentrierter Salzsäure und 2 Tropfen Indikatorlösung wird mit 0,1 M Kaliumbromatlösung bis zum Endpunkt titriert.

Verbrauch 0,1M Bromatlösung = 4,13 mL.

Aus wieviel Prozent Antimon besteht die Brechweinsteinprobe? (Ergebnis: 28,98%)
(Sb = 121,7 g/mol).

Eine Maßlösung von HClO_4 wird mit hochreinem HgO standardisiert. Dafür werden 0,4125 g HgO (Molekulargewicht = 216,59) in eine Lösung mit KBr gebracht.



Zur Neutralisierung der freigesetzten OH^- - Ionen werden 46,51 mL Maßlösung verbraucht.

Welche Molarität besitzt die HClO_4 -Lösung?

Wieviel festes $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ist erforderlich, um 0,8 L einer 0,2 M $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ -Lösung herzustellen. Die Reinheit der festen Substanz beträgt 93%.

Zur Bestimmung des Gehalts von Essigsäure in Speiseessig (Dichte = 1,011) werden 10 mL Probe entnommen und mit 53,2 mL einer 0,2 molaren Natriumhydroxidlösung neutralisiert.

(Molekulargewicht Essigsäure = 60)

- Wie lautet die Reaktionsgleichung für die Titration?
- Aus wieviel % Essigsäure besteht der Speiseessig? (Ergebnis: 6,31%)

Eine Probelösung enthält Fe^{2+} und Fe^{3+} - Ionen. Ein Aliquot von 25 mL wird entnommen, angesäuert und mit einer 0,020 molaren KMnO_4 -Lösung titriert. Verbrauch: 15,0 mL.

Ein zweites Aliquot von 25 mL wurde mit Zink reduziert und mit der gleichen Permanganatlösung titriert. Verbrauch: 21,0 mL.

Wie lautet die Reaktionsgleichung für die Titration?

Wieviel Fe^{2+} und Fe^{3+} ist in dem Aliquot (Molekulargewicht $\text{Fe} = 55,85$)?

Lösung: 83,7 mg Fe^{2+} und 33,5 mg Fe^{3+}

Es sollen 800 mL einer 0,20 molaren Lösung von KMnO_4 hergestellt werden. Dafür sind eine 0,15 molare und eine 0,40 molare Lösung vorhanden. Welches Volumen ist von beiden Lösungen dafür erforderlich?

Lösung: 640 mL von 0,15 molarer Lösung + 160 mL von 0,40 molarer Lösung.

Zu 1,00 g einer Kalksteinprobe werden 100 mL einer 0,2 molaren Salzsäurelösung zugegeben. Zur Titration des Säureüberschusses werden 24,8 mL einer 0,1 molaren Natriumhydroxidlösung verbraucht.

Welche Reaktionsgleichungen liegen dem sauren Aufschluss der Gesteinsprobe und der Titration zugrunde?

Wie groß ist der Gehalt an Calciumcarbonat in der Probe?

($\text{CaCO}_3 = 100,1 \text{ g/mol}$)

Die Zusammensetzung einer niedrig-schmelzenden Legierung bestehend aus Bi-Pb-Cd-Sn soll analysiert werden.

Dazu werden 2,3178 g der Legierung in Salpetersäure gelöst, durch Verdampfen eingeeengt und mit Wasser verdünnt. Das ausgefallene hydratisierte Zinndioxid wird abfiltriert. Adsorbiertes Pb-Cd-Bi wird mit 50 mL einer 0,050 molaren alkalischen EDTA-Lösung heruntergewaschen.

Der abfiltrierte Niederschlag wird anschließend zu Zinndioxid verglüht und ausgewogen.

Auswaage = 0,3661 g

Filtrat und Waschlösungen des Niederschlags werden in einem 500 mL Messkolben vereinigt und der Kolben wird bis zur Markierung mit Wasser aufgefüllt.

Es wird ein Aliquot von 50 mL entnommen, ein pH-Wert von 1-2 mit Ammoniak eingestellt und das restliche, nicht komplexierte Bismut wird mit 0,050 molare EDTA-Lösung bis zum Umschlagspunkt titriert. Verbrauch = 5,98 mL.

Danach wird zur titrierten Lösung Hexamin zugegeben und die rot-violette Lösung wird bis zum Umschlagspunkt nach gelb mit einer 0,050 M EDTA Lösung titriert. Dabei werden Cd und Pb komplexiert. Verbrauch = 10,81 mL

Durch Zugabe einer Lösung mit o-Phenanthrolin wird Cd komplexiert und das freigesetzte EDTA wird mit einer 0,050 molaren Lösung von $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ bis zum Umschlagspunkt nach rot-violett titriert.

Verbrauch = 5,70 mL

(Atomgewichte: Bi = 209,0; Sn = 118,7; Pb = 207,2; Cd = 112,4; O = 16)

Wie ist die prozentuelle Zusammensetzung der einzelnen Elemente in der Legierung?

(Ergebnis: Sn = 13,89 % Bi = 49,5 % Pb = 22,8 % Cd = 13,82 %)

Der Komplex von Cu(I) mit 1,10-Phenanthrolin weist bei 435 nm einen molaren Absorptionskoeffizienten von $7000 \text{ L cm}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ auf.

a) Wie groß ist die Absorption einer $6,77 \times 10^{-5} \text{ M}$ Lösung bei 435 nm in einer 1,0 cm Küvette.

b) Wie groß ist die prozentuelle Durchlässigkeit dieser Lösung?

Zur Bestimmung von Bi(III) in einer Lösung wird Thioharnstoff zugesetzt und der sich bildende Komplex liefert bei einer potentiometrischen Bestimmung in einer 1 cm Küvette bei 470 nm einen Extinktionswert von 0,600. Der Extinktionskoeffizient des Komplexes beträgt $9,32 \times 10^3 \text{ L cm}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

a) Wie groß ist die Konzentration von Bi(III) in der Lösung?

b) Welche Konzentration würde vorliegen, wenn der angegebene Extinktionswert mit einer 5 cm Küvette gemessen wird?

Eine 0,027 mM Lösung eines färbigen Komplexes in Grundwasser zeigt bei 560 nm in einer 1,0 cm Küvette einen Absorptionswert von 0,367. Der Blindwert von Grundwasser hat bei dieser Wellenlänge eine Absorption von 0,023.

- a) Wie groß ist der molare Absorptionskoeffizient des gefärbten Komplexes?
- b) Die Absorption einer unbekanntes Grundwasserprobe mit dem gefärbten Komplex beträgt 0,182. Wie groß ist die Konzentration des Komplexes in der Lösung?

Der Komplex von FeSCN^{2+} hat bei 580 nm einen molaren Absorptionskoeffizienten von $7,00 \times 10^3 \text{ L}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.

a) Wie groß ist die Extinktion und die Transmission des Komplexes in einer $3,75 \times 10^{-5} \text{ M}$ Lösung bei 580 nm und einer 1 cm Küvette ?

b) 5,0 mL einer Lösung an Eisen werden zur Bildung des FeSCN^{2+} -Komplexes mit einem Überschuss an KSCN versetzt und auf 50 mL verdünnt. Die Lösung zeigt in einer 2,5 cm Küvette bei 580 nm eine Extinktion von 0,1855 AU (absorbance unit).

Wie groß ist die Gesamtmenge an Eisen in der Lösung?
(Fe = 55,85 g/mol)

Eine $3,96 \times 10^{-4}$ molare Lösung einer Verbindung A zeigt bei 238 nm in einer 1 cm Küvette eine Extinktion von 0,624. Das Lösungsmittel zeigt bei derselben Wellenlänge eine Extinktion von 0,029.

- a) Wie groß ist der molare Extinktionskoeffizient für Verbindung A? (Ergebnis: 1502,5 L/mol·cm)
- b) Wie groß ist die prozentuelle Durchlässigkeit dieser Lösung? (Ergebnis: T=23,7 %)
- c) Für eine Lösung der Verbindung A im gleichen Lösungsmittel und in der gleichen Küvette wird eine Extinktion von 0,435 gemessen. Welche Konzentration besitzt die Verbindung A in der Lösung? (Ergebnis: $2,702 \times 10^{-4} \text{ Mol/L}$)

Zur Extraktion eines Wirkstoffs aus einer wässrigen Lösung werden 0,8 L einer Mischung aus Dichlormethan und Ethylacetat im Verhältnis 80:20 (v/v) benötigt.

Zur Verfügung stehen Mischungen von Dichlormethan und Ethylacetat im Verhältnis 55:45 und 90:10 (v/v) .

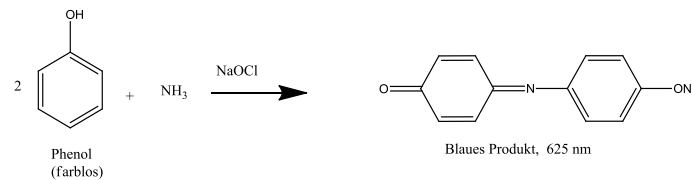
- a) Welches Volumen wird von jeder Lösungsmittelmischung benötigt? (Ergebnis: 228 mL von 55:45 und 572 mL von 90:10)

Für die Analyse des Gehalts eines Wirkstoffs in einer wässrigen Reaktionslösung werden 200 mL der Lösung zweimal mit je 20 mL Dichlormethan: Ethylacetat (80:20, v/v) extrahiert und die Absorption der vereinigten Extrakte wird bei 365 nm gemessen. Extinktion = 0,165 AU. Eine wässrige Reaktionslösung ohne Wirkstoff zeigt nach zweimaliger Extraktion einen Blindwert von 0,017 AU. Die Extraktionsausbeute beträgt 100 %.

Eine Standardlösung des Wirkstoffs in Dichlormethan: Ethylacetat (80:20, v/v) mit einer Konzentration von 0,034 mM/L zeigt in einer 1 cm Quarzküvette eine Extinktion von 0,367 AU.

- a) Wie groß ist der molare Absorptionskoeffizient des Wirkstoffs in Dichlormethan: Ethylacetat (80:20, v/v)? (Ergebnis: $\epsilon = 10794 \text{ L/cm}\cdot\text{Mol}$)
- b) Wie groß ist die Konzentration des Wirkstoffs in 1 Liter wässriger Reaktionslösung? (Ergebnis: 0,00274 mMol/L)

Ammoniak kann photometrisch durch Reaktion mit Phenol unter Anwesenheit von Hypochlorit (OCl^-) bestimmt werden:



Eine Proteinprobe (4,37 mg) wurde chemisch zersetzt um den Stickstoff in Ammoniak überzuführen und danach auf 100 mL verdünnt. Davon wurden 10 mL der Lösung in einen 50 mL Messkolben transferiert und mit 5 mL Phenollösung und 5 mL Hypochloridlösung versetzt. Der Kolben wurde auf 50 mL aufgefüllt und die Absorption wurde nach 30 min bei 625 nm gemessen.

Zur Eichung des Photometers wurde als Referenz eine Standardlösung von 0,040g NH_4Cl in 1,0 L Wasser hergestellt. Davon wurden 10 mL in einen 50 mL Messkolben transferiert und genauso behandelt wie die unbekannte Probe. Ein Leerwert wurde ebenfalls bestimmt. ($\text{NH}_4\text{Cl} = 53,49 \text{ g/mol}$, $\text{N} = 14,0 \text{ g/mol}$)

Messergebnisse:

Probe	Absorption 625 nm
Proteinprobe	0,452
Standardlösung	0,680
Leerwert	0,045

- a) Wie lautet die Gleichung für die Eichfunktion?

Lösung: z.B.: $Y = 0,0849x + 0,045$ für $\mu\text{Mol N}$
 $Y = 6,0655x + 0,045$ für mg N

- b) Aus wieviel % Stickstoff besteht die Proteinprobe? (Lösung: 15,35%)

Eine Lösung einer Tablette mit dem Wirkstoff Acetazolamid wird dünnschichtchromatographisch getrennt. Gemessen von der Auftragelinie auf der DC-Platte hat die Laufmittelfront eine Wanderungsweite von 14,5 cm. Acetazolamid hat eine Wanderungsweite von 11,3 cm und einen Fleckdurchmesser von 1,3 cm. Eine Nebenkomponente hat eine Wanderungsweite von 9,8 cm und einen Fleckdurchmesser von 0,9 cm.

Wie groß sind die R_f -Werte der beiden Komponenten und wie groß ist ihre Auflösung?

Wie gut sind die beiden Komponenten voneinander getrennt (schlecht – ausreichend – optimal – mehr als ausreichend)?

Wie groß ist die Anzahl der (theoretischen) Trennstufen in dem Trennsystem für Acetazolamid?

Zur Bestimmung des mittleren Gehalts von Acetazolamid werden 4,8 g in 250 mL gelöst, wovon wiederum ein Aliquot von 5 mL auf 25 mL verdünnt wird. 1 μ L von dieser Lösung wird für die quantitative Analyse auf eine DC-Platte aufgetragen. Als mitlaufender Standard wird eine Lösung von 94,5 mg Acetazolamid in 50 mL verwendet. Von dieser Lösung werden für eine Ein-Punkt Kalibrierung durch den Ursprung 2 μ L aufgetragen. Nach der Trennung erfolgt eine Auswertung über die Peakfläche. Für den Standard wird eine Peakfläche von 320000 (area counts) erhalten, für die Probe 180000.

Wie groß ist der Gehalt von Acetazolamid in den Tabletten?

Zur Bestimmung des Gehalts an Aflatoxin B1 in Erdnüssen werden 1 kg Erdnüsse homogenisiert und davon ein Aliquot von 50 g für die weitere Analyse verwendet. Dieses wird mit einer Lösung von 270 mL Methanol + 30 mL 4 % NaCl-Lösung (v/v) extrahiert. Die extrahierte Lösung wird filtriert und 150 mL des Filtrats werden zweimal mit 10 mL Chloroform extrahiert. Die vereinigten Chloroformextrakte werden eingedampft und der Rückstand in 100 μ L Chloroform gelöst. Die Extraktionsausbeute beträgt bei allen Extraktionsschritten 100 %.

Es werden 3 μ L der Probelösung in Chloroform auf eine DC-Platte aufgetragen.

Zur Eichung wird ein Standard mit einer Konzentration von 10 μ g/mL Aflatoxin B1 verwendet.

Davon werden jeweils 2 μ L und 6 μ L aufgetragen.

Nach der Trennung wird die DC-Platte bei 350 nm vermessen.

Messergebnisse: Probe = 5200 area counts

Standard 2 μ L = 3200 area counts

Standard 6 μ L = 9100 area counts

Der Probenfleck hat einen Durchmesser von 4,8 mm und eine Wanderungsweite von 62 mm. Die Laufmittelfront hat eine Wanderungsweite von 116 mm.

a) Wie lautet die Gleichung für die lineare Eichfunktion (Ordinatenabschnitt = 250)?

(Ergebnis: $y = 250 + 147,5 \cdot x$)

b) Wieviel Aflatoxin B1 ist in 1 kg Erdnüssen vorhanden? (Ergebnis: 44,70 μ g)

c) Wieviel theoretische Trennstufen hat die Substanz Aflatoxin B1 auf dem Trennsystem?

(Ergebnis: $N=4994$)

Bei der Bestimmung einer Substanz wurden folgende Analysenresultate erhalten (in mg/L): 23,82 – 22,98 – 24,75 – 23,28 – 22,72 – 24,10

Geben Sie das Analysenresultat in der Form Mittelwert \pm Standardabweichung für einfache und hohe Genauigkeit an.

Bei der Bestimmung eines Pestizids in Gemüse wurden folgenden Analysenresultate erhalten (in $\mu\text{g}/\text{kg}$): 8,07 -8,19 -9,37 -8,33 – 8,56

Bestimmen Sie anhand des Ausreißertests nach Dean und Dixon, ob ein Ausreißer vorliegt.

(Ergebnis: $Q_{\text{exp}}(0,623) < Q_{\text{krit}}(0,710)$)

Eine Lösung von Bleisalz wird elektrogravimetrisch auf einer Platinelektrode abgeschieden.

Blei wird dabei als PbO_2 mit einem geringen Anteil an gebundenem Hydratwasser abgeschieden.

Die Elektrode wird vor und nach der Abscheidung genau gewogen. Die Gewichts Differenz beträgt 490 mg. Danach wird das abgeschiedene Blei in halbkonzentrierter Salpetersäure unter Zugabe von Wasserstoffperoxid gelöst, zur Trockene gedampft und in einen 100 mL Messkolben überführt. Blei liegt in der Lösung als Pb^{2+} vor. Es werden Aliquote von 10 mL entnommen und mit 0,05 M EDTA bis zum Umschlagspunkt titriert. Der mittlere Verbrauch beträgt 3,86 mL.

Wie groß ist der Anteil an Hydratwasser (in %) in dem elektrogravimetrisch abgeschiedenen PbO_2 .

($\text{Pb} = 207,2 \text{ g/mol}$; $\text{O} = 16 \text{ g/mol}$)

(Lösung: 5,9 % Hydratwasser)

Für die Analyse von Dichlorphenol (Molekulargewicht = 163 g/Mol) in einer Wasserprobe werden 200 mL der Probe zweimal mit je 20 mL Dichlormethan: Ethylacetat (80:20, v/v) extrahiert und die Absorption der vereinten Extrakte wird bei 280 nm photometrisch bestimmt.

Extinktion = 0,187 AU. Die Extraktionsausbeute beträgt 80 %.

Zur Kalibrierung des Photometers stehen werden 2 Standardlösungen in Dichlormethan: Ethylacetat (80:20, v/v) verwendet.

Standardlösung 1: 4,86 $\mu\text{g}/\text{mL}$ Extinktion: 0,340

Standardlösung 2: 1,80 $\mu\text{g}/\text{mL}$ Extinktion: 0,120

Ordinatenabschnitt der linearen Eichfunktion: - 0,0094 [AU]

a) Wie groß ist die Empfindlichkeit der Methode?

b) Wie groß ist der molare Absorptionskoeffizient von Dichlorphenol in Standardlösung 1 unter der Annahme, dass das Lösungsmittel keinen Absorptionsbeitrag aufweist und die Küvettenbreite 1 cm beträgt?

c) Wieviel Dichlorphenol ist in 1 Liter Wasserprobe enthalten?

(Lösungen: a) 0,0719 mL/ μg ; b) 11409 L/mol.cm c) 62,3 $\mu\text{g}/\text{L}$)

In den folgenden Beispielen sind die Zahlenwerte der Ergebnisse von verschiedenen Messreihen in der Form Mittelwert \pm Standardabweichung dargestellt.

Welche Beispiele entsprechen nicht den Regeln der Angabe des Ergebnisses für einfache Genauigkeit? Begründen Sie dies.

- a) $0,53 \pm 0,12$
- b) $1,2 \pm 0,2$
- c) $27 \pm 1,2$
- d) $0,06 \pm 0,001$
- e) 892 ± 3

Eine Cyanidlösung mit einem Volumen von 12,73 mL wurde mit 25,0 mL einer Nickellösung versetzt. In der Lösung ist Nickel im Überschuss vorhanden und es bildet sich ein Dicyanokomplex. Der Überschuss an Nickel wurde mit einer 0,013 M Tritriplex III-Lösung titriert.

Verbrauch = 12,10 mL.

Von der ursprünglich Nickellösung wurden 30,10 mL mit der 0,013 M Tritriplex III-Lösung titriert.

Verbrauch = 39,35 mL

Wie groß ist die Molarität an Cyanid in der ursprünglichen Cyanidlösung?

(Ergebnis: 41,83 mMol/L)

Von einer Verbindung A mit dem Molekulargewicht von 123,7 g/Mol werden 23,2 mg in 0,50 Liter eines wässrig-organischen Lösungsmittelgemisches gelöst. Bei 238 nm zeigt die Lösung in einer 1 cm Küvette eine Extinktion von 0,654. Das Lösungsmittel zeigt bei derselben Wellenlänge eine Extinktion von 0,047.

- a) Wie groß ist der molare Extinktionskoeffizient für Verbindung A in dem Lösungsmittelgemisch?
- b) Wie groß ist die prozentuelle Durchlässigkeit dieser Lösung?
- c) Eine weiteres Aliquot der Verbindung A wird in einem 250 mL Messkolben eingewogen, in demselben Lösungsmittelgemisch gelöst und bis zur Markierung aufgefüllt. Bei 238 nm wird eine Extinktion von 0,535 gemessen.

Wie groß war die Einwaage von Verbindung A?

(Ergebnisse: a) 1618 L/Mol.cm b) 22,1 % c) 9,32 mg)