

# 1. Klausur Chemie für Biologen 2013

Dozent: Dr. R. Robelek

Bei den Aufgaben 1 – 7 gibt es jeweils nur eine zutreffende Antwort.

1. Sie haben zwei Salpetersäurelösungen vorliegen. Eine pH-Messung beider Lösungen liefert für die erste Lösung einen pH-Wert von 0, für die zweite einen pH-Wert von 5. Sie vermischen je einen Liter beider Lösungen. Wie groß ist der pH-Wert des resultierenden Gemisches ungefähr? (2P)

- 0             0,3  
 0,5         1,3  
 2,3         2,5

2. Welche Aussage zur Verbindung  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  ist falsch? (2P)

- Der Name der Verbindung ist Natriumsulfit  
 Die Lösung dieses Salzes in Wasser reagiert schwach basisch, da  $\text{SO}_3^{2-}$  das Anion einer schwachen Säure ist  
 Das Kation in diesem Salz ist ein Alkalimetall-Kation  
 Für die Konzentration der Ionen in wässriger Lösung dieses Salzes gilt die Beziehung:  $c(\text{Na}^+) = 2 c(\text{SO}_3^{2-})$   
 Der Schwefel weist in dieser Verbindung die Oxidationszahl +6 auf  
 Die Verbindung bildet ein Ionengitter aus

3. Welche Aussage zur Löslichkeit von Salzen trifft zu? (2P)

- Ein Niederschlag von Silberchlorid lässt sich zur Zugabe einer starken Säure wie HCl wieder in Lösung bringen  
 Für leicht lösliche Salz wie z.B. Natriumchlorid ist das Löslichkeitsprodukt nicht definiert  
 Für eine gesättigte Lösung von Kaliumcarbonat gilt:  $c_{\text{Sätt}}(\text{K}^+) = c_{\text{Sätt}}(\text{CO}_3^{2-})$   
 Ist das Löslichkeitsprodukt ( $K_L$ ) für Magnesiumhydroxid gegeben, so erhält man für die Sättigungskonzentration an Magnesium-Ionen  $c_{\text{Sätt}} = K_L^{-1/2}$   
 Wird zu einer gesättigten NaCl-Lösung etwas konzentrierte Salzsäure hinzugegeben, so fällt Natriumchlorid aus  
 Für die Verbindung Ammoniumsulfat ist das Löslichkeitsprodukt gegeben durch:

$$K_L = c_{\text{Sätt}}^2(\text{NH}_4^+) + c_{\text{Sätt}}(\text{SO}_4^{2-})$$

4. Ordnen Sie die folgenden Säure in der Reihenfolge abnehmender Säurestärke (2P)

HF (1)	$\text{H}_2\text{SO}_4$ (2)	$\text{H}_3\text{PO}_4$ (3)	HBr (4)	$\text{H}_2\text{S}$ (5)	$\text{NH}_4\text{Cl}$ (6)
-----------	--------------------------------	--------------------------------	------------	-----------------------------	-------------------------------

- 2 > 3 > 4 > 1 > 6 > 5                       4 > 2 > 3 > 1 > 5 > 6  
 1 > 2 > 4 > 5 > 3 > 6                       4 > 1 > 2 > 3 > 5 > 6  
 2 > 1 > 4 > 5 > 3 > 6                       5 > 2 > 1 > 6 > 2 > 4

5. Eine Batteriezelle, die aus einer Redoxelektrode mit einem Zweielektronenübergang und einer Referenzelektrode mit  $E_{\text{Referenz}} = 100\text{mV}$  besteht, liefert bei  $25^\circ\text{C}$  eine elektromotorische Kraft von  $300\text{mV}$ . Das Standardreduktionspotential der Redoxelektrode beträgt  $E^0(\text{Red/Ox}) = 518\text{mV}$ .

Welchen Wert hat das Stoffmengenverhältnis  $n(\text{Ox}) / n(\text{Red})$  in der Redoxelektrode? (2P)

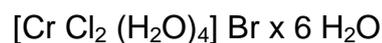
- 4             -4              $10^{-4}$   
 -2              $10^{-2}$           $10^2$

6. Bei folgender Reaktion hat sich ein Gleichgewicht eingestellt:



Welche der folgenden Aussagen ist falsch? (2P)

- Es handelt sich um eine Redoxreaktion, bei der das Bromid als Reduktionsmittel wirkt
  - Wenn man das Brom durch Destillieren aus dem System entfernt, kann das gesamte  $\text{Fe}^{3+}$  zu  $\text{Fe}^{2+}$  umgesetzt werden
  - Durch Zugabe eines Liganden, der mit  $\text{Fe}^{3+}$ -Ionen einen stabilen Komplex bildet, nicht aber mit  $\text{Fe}^{2+}$ -Ionen, würde sich die Konzentration an Bromid-Ionen im Gleichgewicht erhöhen
  - Es handelt sich um eine Redoxreaktion, bei der  $\text{Fe}^{3+}$  reduziert wird
  - Eine Erhöhung der Bromid-Ionenkonzentration würde das Gleichgewicht nach rechts verschieben
  - Durch Zusatz eines geeigneten Katalysators kann die Reaktion vollständig auf die Produktseite verschoben werden
7. Gegeben sei folgende Komplexverbindung:

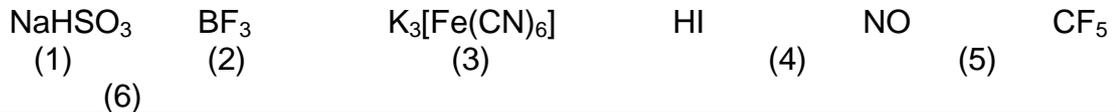


Welches ist der korrekte Name für diese Verbindung? (2P)

- Hexaaquamonobromodichlorocobaltat(III) – Tetrahydrat
- Tetraaquadichlorochrom(III)bromid – Hexahydrat
- Tetraaquadichlorochromat(II)dichlorid – Hydrat
- Tetraaquabromochrom(II)dichlorid – Hexahydrat
- Dichlorotetraaquachromo(I)bromid – Hydrat
- Hexaaquadichlorochrom(VI)bromid – Tetrahydrat

Bei Aufgabe 8 gibt es mehrere zutreffende Antworten.  
 Pro richtige Antwort +0,5P, für jede falsche Antwort -0,5P Abzug.

8. Gegeben sind im Folgenden eine Reihe von Verbindungen, denen die nachfolgenden Eigenschaften zugeordnet werden sollen:



Folgende Eigenschaft trifft zu auf Verbindung Nr.	1	2	3	4	5	6
Die Verbindung kann leicht oxidiert werden.						
Es handelt sich um eine Komplexverbindung.						
Die Struktur der Verbindung wird durch mehrere mesomere Grenzstrukturen beschrieben.						
Die Verbindung ist nicht existenzfähig, weil sie die Oktettregel verletzt.						
Es handelt sich um eine Molekülverbindung ohne Netto-Dipolmoment.						
Die Verbindung ist ein Radikal.						
Die Verbindung kann als starke Lewis-Base fungieren.						
Die Verbindung zeigt stark saure Eigenschaften.						

9. Sie sind in der Drogenfahndung tätig und haben einen Dealer mit Metamphetamin ( $M = 149 \text{ g/mol}$ ;  $\text{pK}_B = 4,0$ ) erwischt. Es soll überprüft werden, ob die Substanz in reiner Form vorliegt oder beispielsweise durch Milchzucker „gestreckt“ worden ist. Dazu lösen Sie 250mg des sichergestellten Pulvers in 50mL Wasser und titrieren mit einer HCl-Lösung der Konzentration 0,10 mol/L. Als Säure-Base-Indikatoren für die Indikation stehen Methylorange ( $\text{pK}_S \text{ ca. } 4,2$ ) oder Phenolphthalein ( $\text{pK}_S \text{ ca. } 8,5$ ) zur Verfügung.

Die Durchführung der Titration ergibt einen Verbrauch an HCl-Lösung von 12,5 mL bis zum Äquivalenzpunkt.

- a) Welchen Indikator verwenden Sie? Begründen Sie ihre Wahl kurz. (2P)
- b) Ermitteln Sie die Reinheit der Probe (d.h. den prozentualen Massenanteil der Droge im vorliegenden Pulver). (3P)
- c) Bestimmen Sie den pH-Wert der Reaktionsmischung vor Beginn der Titration und am Äquivalenzpunkt. (3P)
- d) Zeichnen Sie die Titrationskurve der Probe in das unten stehende Diagramm ein. Markieren sie dabei deutlich den Start-pH-Wert, den Halbäquivalenz- sowie den Äquivalenzpunkt und den End-pH-Wert, der sich einstellt wenn Sie über den Äquivalenzpunkt hinaus HCl zugeben. (4P)

10. Eine Lösung ( $V = 500\text{mL}$ ) enthält Essigsäure in einer Konzentration von 20 mmol/L sowie Natriumacetat in einer Konzentration von 40 mmol/L.

- a. Berechnen Sie den pH-Wert der Lösung vor und nachdem 2 mL einer HCl-Lösung der Konzentration  $c = 1 \text{ mol/L}$  zugesetzt worden sind. Die

Volumenzunahme der Lösung kann vernachlässigt werden; der  $K_S$ -Wert der Essigsäure beträgt  $10^{-4,75}$  (3P)

- b. Welches Volumen der HCl-Lösung darf maximal zugesetzt werden, wenn sich der pH-Wert des ursprünglichen Puffersystems um nicht mehr als eine pH-Einheit ändern soll? Die Volumenänderung der Lösung soll wieder vernachlässigt werden. (3P)

11. In einer Reihe von Trinkwasserproben soll die Konzentration an  $\text{Cu}^{2+}$ -Ionen bestimmt werden. Dazu wird ein galvanisches Element verwendet, das aus einer Ag-Elektrode besteht, die in eine  $\text{AgNO}_3$ -Lösung der Konzentration  $c = 0,01 \text{ mol/L}$  taucht, sowie einer Cu-Elektrode, die in die zu prüfende Lösung getaucht wird. Beide Halbzellen sind über eine Salzbrücke verbunden und liefern für eine der Testlösungen bei einer Temperatur von  $20^\circ\text{C}$  (keine Standardtemperatur) ein Potenzial von  $0,5 \text{ V}$ .

- a. Formulieren Sie die Gesamtgleichung, die im beschriebenen galvanischen Element abläuft. (1P)
- b. Ermitteln Sie die Massenkonzentrationen an  $\text{Cu}^{2+}$ -Ionen in der vorliegenden Wasserprobe. (6P)
- Gegeben:  $E^0(\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}) = 0,34 \text{ V}$ ;  $E^0(\text{Ag}/\text{Ag}^+) = 0,80 \text{ V}$ ;  $R = 8,314 \text{ J/molK}$ ;  $F = 96485 \text{ C/mol}$ ;  $M(\text{Cu}^{2+}) = 63,55 \text{ g/mol}$

12.

- a. Sie lösen in einem Becherglas  $1 \text{ g CuSO}_4$  (wasserfrei). Dabei färbt sich die entstehende Lösung hellblau. Sie setzen dieser Lösung nun etwas  $\text{NH}_{3(\text{aq})}$  zu und beobachten, dass eine Farbänderung von hell- zu dunkelblau auftritt. Erklären Sie worauf diese Farbänderung zurückzuführen ist. (3P)
- b. Der Eisengehalt eines medizinischen Eisenpräparats soll durch photometrische Bestimmung des  $\text{Fe}^{2+}$  / Phenatrollin Komplexes wie folgt ermittelt werden:  
Eine Tablette des Präparats der Masse  $1,3 \text{ g}$  wird in Wasser gelöst, mit o-Phenatrollin (zweizähliger Ligand) und allen anderen erforderlichen Reagenzien versetzt und die Lösung auf  $250 \text{ mL}$  aufgefüllt. Die Absorbanzmessung dieser Lösung liefert, gemessen in einer  $1 \text{ cm}$  breiten Standardküvette, eine Absorbanz von  $0,37$ .  
Berechnen Sie aus diesen Angaben zunächst die Stoffmenge an  $\text{Fe}^{2+}$ , die in  $250 \text{ mL}$  Probenlösung vorliegt und daraus dann den Massenanteil (prozentuale Angabe) an Eisen in der Tablette. (3P)  
Gegeben:  $M_{\text{Fe}} = 55,85 \text{ g/mol}$ ,  $\epsilon = 4000 \text{ L / (mol cm)}$

13.

- a. Es existieren Bakterien, die das im Bodenwasser vorkommende Nitrat als Oxidationsmittel für organische Substanzen nutzen können. Das Nitrat wird dabei zum Distickstoffmonoxid reduziert. Als organische Substanz, die unter Energiegewinn oxidiert wird, können Sie Oxalsäure ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) verwenden. Sie wird zum Hydrogencarbonat oxidiert. Formulieren Sie die Gesamtredoxgleichung aus den beiden Teilgleichungen. (4P)

- b. Sie untersuchen den Übergang eines aktiven (gefalteten) Proteins aus den oben angesprochenen Bakterien in seine inaktive (denaturierte) Form. Dieser Prozess (Denaturierung eines Proteins) kann als ein einfaches chemisches Gleichgewicht zwischen der gefalteten und denaturierten Proteinform beschrieben werden. Durch geeignete Experimente haben Sie bereits folgende Kenngrößen der Denaturierung des Proteins ermittelt:

$$\Delta H_R = 209 \text{ kJ/mol und } \Delta S_R = 614 \text{ J/(mol K)}$$

Berechnen Sie die Temperatur (in °C) bei der das Protein genau zur Hälfte in seiner aktiven und zur Hälfte in der denaturierten Form vorliegt. (5P)

14. Im Allgemeinen hängt die Geschwindigkeit (und damit auch die Geschwindigkeitskonstante) einer chemischen Reaktion von der Temperatur sowie von der sogenannten Aktivierungsenergie ( $E_A$ ) ab.
- Formulieren und benennen Sie die Gleichung, die den Zusammenhang von  $k(T)$ ,  $T$  und  $E_A$  wiedergibt. (1P)
  - Angenommen die Geschwindigkeitskonstante  $k$  einer beobachteten Reaktion verdoppelt sich, der RGT-Regel entsprechend, bei einer Temperaturerhöhung von 27°C auf 37°C. Welche Aktivierungsenergie besitzt diese Reaktion dann? (4P)  
Gegeben:  $R = 8,314 \text{ J / (mol K)}$
15. Stickstoff und Phosphor stehen in der gleichen Gruppe des PSE, sie weisen daher die gleiche maximale Oxidationszahl auf. Beide bilden in dieser höchsten Oxidationsstufe ein Oxoanion, das sich aber in seiner Zusammensetzung und auch in seiner räumlichen Struktur unterscheidet.
- Geben Sie eine kurze Begründung für diesen Unterschied, formulieren Sie beide Ionen mit allen Valenzelektronen und geben Sie an, welche räumliche Struktur zu erwarten ist. (3P)
  - Stickstoff bildet ebenso wie Kohlenstoff ein Dioxid. Während Kohlendioxid ziemlich reaktionsträge ist, dimerisiert die Stickstoffverbindung leicht in einer reversiblen Reaktion. Formulieren Sie diese Reaktion unter Verwendung von Strukturformeln, mit allen Valenzelektronen. Für welches der beiden Dioxide erwarten Sie eine höhere Löslichkeit in Wasser? Begründen Sie ihre Aussage. (3P)