

Naturwissenschaftliche Fakultät für Chemie und Pharmazie
Institut für Analytische Chemie, Chemo- und Biosensorik

2.02.2013

**Abschlussklausur
zur Vorlesung „Allgemeine Chemie für Biologen und Pharmazeuten“
WS 2012/2013**

**DIE KLAUSUR UMFASST 15 AUFGABEN AUF 12 SEITEN.
BITTE ÜBERPRÜFEN SIE IHR EXEMPLAR AUF VOLLSTÄNDIGKEIT**

Maximale Punktzahl in der Klausur: **70 Punkte**

Die Klausur gilt als bestanden wenn mindestens 50% der maximalen Punktzahl ($\hat{=}$ 35 Punkte) erreicht wurden.

Bitte füllen Sie Ihr Exemplar mit Schreibgeräten aus, die blaue bzw. schwarze, dokumentenechte Tinte enthalten. **Antworten, die mit Bleistift verfasst werden, können nicht berücksichtigt werden.**

Bitte schreiben Sie **nur auf den zur Verfügung gestellten, zusammen gehefteten Seiten** Ihres Klausurexemplars. Verwenden Sie keine eigenen Blätter. Sollte der Platz auf der Vorderseite nicht ausreichend sein, verwenden Sie bitte unter Angabe der entsprechenden Aufgabennummer die Rückseite des jeweiligen Blattes.

Bitte füllen Sie folgende Angaben zu Ihrer Person vollständig aus

_____ Matrikel-Nummer

_____ Name

_____ Vorname

_____ Punkte

bestanden

nicht bestanden

Jede der Aufgaben 1) - 7) hat nur **eine** zutreffende Antwort.
 Kennzeichnen Sie diese Ihrer Ansicht nach zutreffende Alternative eindeutig.
 Jede richtige Antwort ergibt die angegebene Punktzahl.
 Keine Antwort oder mehr als eine Antwort ergibt 0 Punkte.

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

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

- 2) Welche Aussage zur Verbindung Na_2SO_3 ist **falsch**? (2 P)

- (Der Name der Verbindung ist Natriumsulfit.
 (Die Lösung dieses Salzes in Wasser reagiert schwach basisch, da SO_3^{2-} das Anion einer schwachen Säure ist.
 (Das Kation in diesem Salz ist ein Alkalimetall-Kation.
 (Für die Konzentration der Ionen in einer wässrigen 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**? (2 P)

- (Ein Niederschlag von Silberchlorid lässt sich zur Zugabe einer starken Säure wie HCl wieder in Lösung bringen.
 (Für leicht lösliche Salze, 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 Säuren in der Reihenfolge **abnehmender** Säurestärke.

HF	H ₂ SO ₄	H ₃ PO ₄	HBr	H ₂ S	NH ₄ Cl
1	2	3	4	5	6

(2 P)

- (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 > 3 > 4

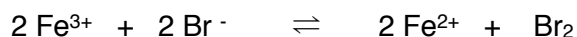
5) Eine Batteriezelle, die aus einer Redoxelektrode mit einem Zweielektronenübergang und einer Referenzelektrode mit $E_{\text{Referenz}} = 100\text{mV}$ besteht, liefert bei 25°C eine elektromotorische Kraft von 300mV. Das Standardreduktionspotenzial der Redoxelektrode beträgt $E^0(\text{Red/Ox}) =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

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

(2 P)

- (4 (-4 (10⁻⁴
 (-2 (10⁻² (10²

6) Bei folgender Reaktion hat sich ein Gleichgewicht eingestellt:

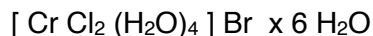


Welche der folgenden Aussagen **ist falsch** ?

(2 P)

- (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 Fe³⁺ zu Fe²⁺ umgesetzt werden.
 (Durch Zugabe eines Liganden, der mit Fe³⁺-Ionen einen stabilen Komplex bildet, nicht aber mit Fe²⁺-Ionen, würde sich die Konzentration an Bromid-Ionen im Gleichgewicht erhöhen.
 (Es handelt sich um eine Redoxreaktion, bei der Fe³⁺ 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 ?

(2 P)

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

Bei Aufgabe 8) gibt es mehrere zutreffende Antworten.
 Kennzeichnen Sie alle Ihrer Ansicht nach zutreffenden Alternativen eindeutig.
 Jede richtige Antwort ergibt + 0,5 Punkte. Jede falsche Antwort ergibt - 0,5 Punkte.
 Keine Antwort ergibt 0 Punkte.

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

NaHSO ₃	BF ₃	K ₃ [Fe(CN) ₆]	HI	NO	CF ₅
1	2	3	4	5	6

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.						

Bei den Aufgaben 9) - 15) müssen Antworten selbst formuliert werden. Jede vollständige, richtige Antwort ergibt die in Klammern angegebene Anzahl von Punkten. Bei Teilantworten und bei Reaktionsgleichungen sind Einzelpunkte möglich.

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

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

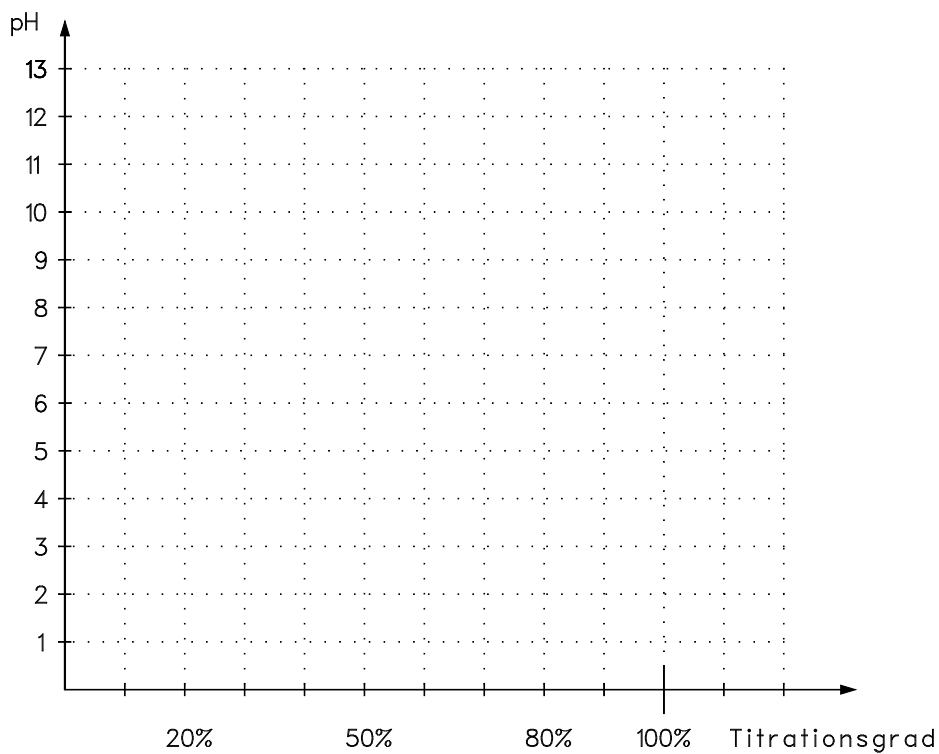
a) Welchen Indikator verwenden Sie? Begründen Sie Ihre Wahl kurz. (2 P)

b) Ermitteln Sie die Reinheit der Probe (d.h. den prozentualen Massenanteil der Droge im vorliegenden Pulver). (3 P)

c) Bestimmen Sie den pH-Wert der Reaktionsmischung vor Beginn der Titration und am Äquivalenzpunkt. (3 P)

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. (4 P)

(4 P)



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 $10^{-4,75}$. (3 P)

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. (3 P)

11) In einer Reihe von Trinkwasserproben soll die Konzentration an Cu^{2+} -Ionen bestimmt werden. Dazu wird ein galvanisches Element verwendet, das aus einer Ag-Elektrode besteht, die in eine 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 °C (keine Standardtemperatur)** ein Potenzial von 0,5 V.

a) Formulieren Sie die Gesamtgleichung, die im beschriebenen galvanischen Element abläuft.

(1 P)

b) Ermitteln Sie die Massenkonzentration an Cu^{2+} -Ionen in der vorliegenden Wasserprobe.

($E^0 (\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}) = 0,34 \text{ V}$; $E^0 (\text{Ag}/\text{Ag}^+) = 0,80 \text{ V}$; $R = 8,314 \text{ J / mol K}$; $F = 96485 \text{ C / mol}$;
 $M (\text{Cu}^{2+}) = 63,55 \text{ g/mol}$)

(6 P)

12)

- a) Sie lösen in einem Becherglas 1g 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. (3 P)

- b) Der Eisengehalt eines medizinischen Eisenpräparats soll durch photometrische Bestimmung des Fe^{2+} / Phenantrolin Komplexes wie folgt ermittelt werden: Eine Tablette des Präparats der Masse 1.3 g wird in Wasser gelöst, mit o-Phenanthrolin (zweizähliger Ligand) und allen anderen erforderlichen Reagenzien versetzt und die Lösung auf 250 mL aufgefüllt. Die Absorbanzmessung dieser Lösung liefert, gemessen in einer 1cm breiten Standardküvette, eine Absorbanz von 0.37.

Berechnen Sie aus diesen Angaben zunächst die Stoffmenge an Fe^{2+} , die in 250 mL Probenlösung vorliegt und daraus dann den Massenanteil (prozentuale Angabe) an Eisen in der Tablette. ($M_{\text{Fe}} = 55.85 \text{ g/mol}$; $\epsilon = 4000 \text{ L / mol} \cdot \text{cm}$) (3 P)

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. (4 P)

- b) Sie untersuchen den Übergang eines aktiven (gefalteten) Proteins aus den oben angesprochenen Bakterien in seine inaktive (denaturierte) Form. Dieser Prozess (Denaturierung des 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:

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

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

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.

a) Formulieren und benennen Sie die Gleichung, die den Zusammenhang von $k(T)$, T und E_A wiedergibt. (1P)

b) 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 ? ($R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$) (4P)

15) Stickstoff und Phosphor stehen in der gleichen Gruppe des Periodensystems, sie weisen daher die gleiche maximale Oxidationszahl auf. Beide bilden in dieser höchsten Oxidationsstufe ein Oxoanion, das sich aber in seiner Zusammensetzung und auch seiner räumlichen Struktur unterscheidet.

a) 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. (3 P)

b) 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. (3 P)