

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

06.03.2013

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

**DIE KLAUSUR UMFASST 16 AUFGABEN AUF 10 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) Lidocain ($M = 234 \text{ g/mol}$) kann bei biochemischen Untersuchungen als effektiver Inhibitor von Na^+ -Kanälen eingesetzt werden. Es wird als Stammlösung mit einer Massenkonzentration von $5,85 \text{ g/L}$ bezogen und muss zur Anwendung auf eine Endkonzentration von $5,0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ verdünnt werden. Für die Verdünnung steht Ihnen ein Messkolben mit dem Endvolumen 200 mL zur Verfügung. Welches Volumen Ihrer unverdünnten Lösung müssen Sie vorlegen, damit Sie nach Auffüllen des Messkolbens auf 200 mL eine Lösung der erforderlichen Endkonzentration vorliegen haben? (2 P)

- () 0,4 mL () 1 mL () 4,0 mL
 () 2,5 mL () 40 mL () 25 mL

2) Puffersysteme sind unverzichtbar - in der Biochemie ebenso wie im lebenden Organismus, wo der pH-Wert innerhalb ziemlich enger Grenzen konstant gehalten werden muss (pH ca. 7,4). Welche der folgenden Aussagen zu Puffersystemen in wässriger Lösung ist **richtig** ?
 $\text{pK}_s(\text{H}_3\text{PO}_4) = 2$; $\text{pK}_s(\text{H}_2\text{PO}_4^-) = 7$; $\text{pK}_s(\text{HPO}_4^{2-}) = 12$; $\text{pK}_s(\text{H}_2\text{CO}_3) = 6,1$ (2 P)

- () Der Kohlensäure/Hydrogencarbonat-Puffer der Blutes wird durch ein Stoffmengenverhältnis $n(\text{Hydrogencarbonat}) / n(\text{Kohlensäure})$ von ca. $1/20$ eingestellt.
 () Eine äquimolare Mischung aus Natriumhydrogenphosphat und Natriumphosphat ergibt ein Puffersystem mit idealen Puffereigenschaften im physiologischen pH-Bereich.
 () Liegen eine schwache Säure und ihre korrespondierende Base in gleicher Konzentration vor, so entspricht der pH-Wert der Lösung näherungsweise dem pK_s -Wert der schwachen Säure, sofern die Lösung nicht allzu verdünnt ist.
 () Das quantitativ bedeutendste Puffersystem im menschlichen Körper wird durch H_2PO_4^- und HPO_4^{2-} gebildet.
 () Die Pufferkapazität wird ausschließlich durch das Stoffmengenverhältnis von schwacher Säure und korrespondierender Base bestimmt.
 () Der pH einer Pufferlösung mit $0,5\text{M H}_2\text{PO}_4^-$ und 1M HPO_4^{2-} erhöht sich um den Wert $0,3$, wenn $100\text{mL } 0,1\text{M HNO}_3$ zugesetzt werden.

3) Ein galvanisches Element, das aus einer Redox-Elektrode mit einem Einelektronenübergang und einer Referenzelektrode mit $E_{\text{Ref}} = 246 \text{ mV}$ besteht, liefert bei 25°C eine elektromotorische Kraft von 23mV . Das Standardreduktionspotenzial der Redox-Elektrode beträgt $E^0(\text{Red/Ox}) = 446 \text{ mV}$. Welchen Wert hat das Stoffmengenverhältnis $n(\text{Ox})/n(\text{Red})$ ungefähr? (2 P)

- () -3 () 10^3 () 10^{-3}
 () e^3 () e^{-3} () 1

4) Eine Reaktion hat eine Freie Standard-Enthalpie $\Delta G^{0'} = 11,8 \text{ kJ/mol}$. Bei welchem der unten angegebenen Konzentrationsverhältnisse $[B]/[A]$ läuft die Reaktion bei 37°C gerade noch spontan in Richtung $A \rightarrow B$ ab?

(Zusatzinformation: $R = 8,314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)

(2 P)

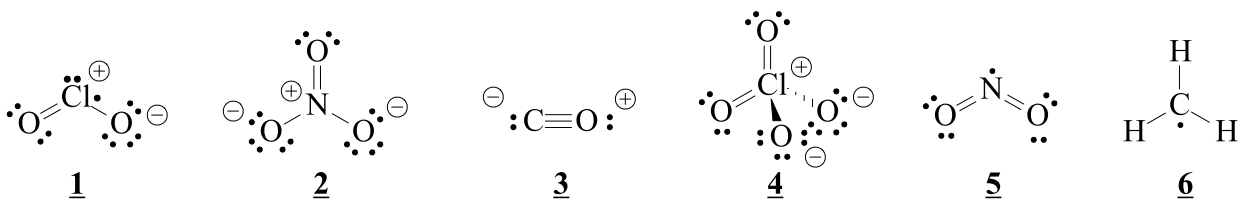
- | | | |
|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 10^5 | <input type="checkbox"/> 10^{-2} | <input type="checkbox"/> 10^2 |
| <input type="checkbox"/> 10 | <input type="checkbox"/> 10^{-4} | <input type="checkbox"/> 10^{-3} |

5) Sie haben eine unbekannte ionische Substanz vor sich, die beim Auflösen in Wasser in zwei ionische Bestandteile dissoziiert. Zur Bestimmung ihrer molaren Masse werden 61mg der Substanz in 100mL Wasser gelöst. Bei einer Temperatur von 20°C stellt sich ein osmotischer Druck von 0,011 bar ein. Wie groß ist die molare Masse der unbekanntes Substanz ? (Zusatzinformation: $R = 0,08314 \text{ L}\cdot\text{bar}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)

(2 P)

- | | | |
|--|--------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> 1350 g/mol | <input type="checkbox"/> 13500 g/mol | <input type="checkbox"/> 6750 g/mol |
| <input type="checkbox"/> $6,75 \cdot 10^2 \text{ g/mol}$ | <input type="checkbox"/> 92,2 g/mol | <input type="checkbox"/> $9,22 \cdot 10^4 \text{ g/mol}$ |

6) Die folgende Abbildung zeigt Valenzstrichformeln für einige Moleküle bzw. Ionen.



Welche der angegebenen Formeln stellt **keine gültige Valenzschreibweise** dar ?

(2 P)

- | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 |

7) Gegeben sei folgender Rhodium-Komplex:



Wie hoch ist die Oxidationszahl des Rhodiums in diesem Komplex ?

(2 P)

- (+5 (+4 (+3
 (+2 (+1 (0

Bei den Aufgaben 8) und 9) 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) Teilen Sie die im Folgenden gegebenen Verbindungen ein in solche mit (überwiegend) ionischem Bindungscharakter (kennzeichnen mit I) und solche, die kovalente Bindungen aufweisen sollten (K). Es kann auch keine der beiden Möglichkeiten zutreffen (0).



9) Kaliumpermanganat hat ein Absorptionsmaximum bei 525 nm. Bei dieser Wellenlänge beträgt der Absorptionskoeffizient $\epsilon_{(525 \text{ nm})} = 4 \times 10^3 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$. Für eine wässrige KMnO₄-Lösung der Schichtdicke 1 cm wird bei dieser Wellenlänge die Absorbanz $A = 2$ gemessen. Welche der folgenden Aussagen sind **richtig** ?

- (Von der eingestrahnten Intensität erreicht nur 1/100 den Detektor des Photometers.
 (Die Transmission beträgt 10².
 (Wenn die Wellenlänge ausgehend von 525 nm um einige nm erniedrigt wird, dann erniedrigt sich auch die gemessene Absorbanz.
 (Wenn man die Messung bei 550 nm durchführt, ist der Absorptionskoeffizient größer.
 (Wenn die Schichtdicke auf 2 cm verdoppelt wird, halbiert sich die gemessene Transmission.
 (Für die KMnO₄-Konzentration gilt $c(\text{KMnO}_4) = 0,5 \text{ mmol/L}$
 (Wenn die KMnO₄-Lösung auf das doppelte Volumen verdünnt wird, steigt die gemessene Transmission auf den Wert 0.1.
 (Die Farbe der Lösung ist darauf zurückzuführen, das die Lösung den violetten Anteil des eingestrahnten Lichts absorbiert.
 (Das Lambert-Beer'sche Gesetz kann für so intensiv farbige Verbindungen wie KMnO₄ nicht

angewendet werden.

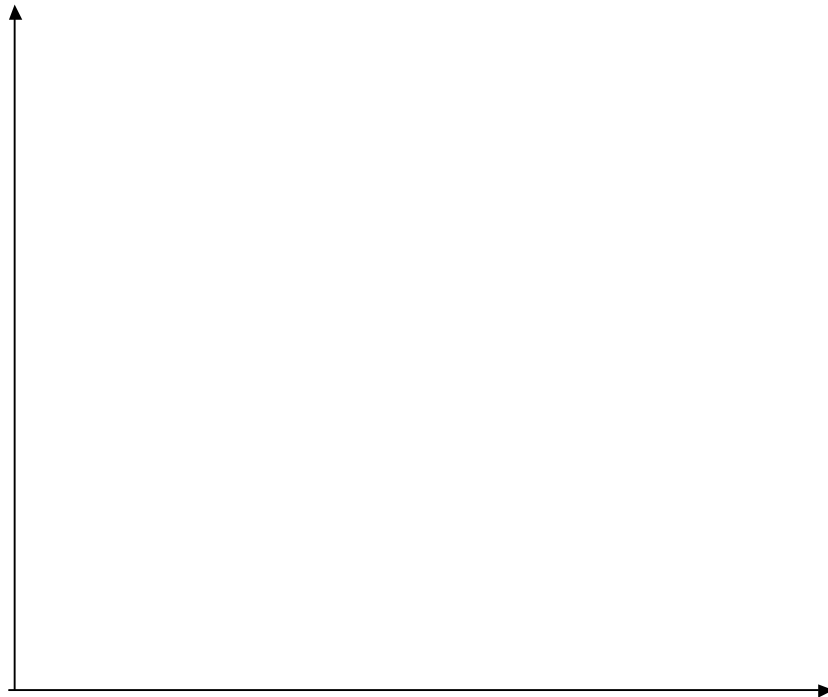
Bei den Aufgaben 10) - 16) müssen Antworten selbst formuliert werden. Jede vollständige, richtige Antwort ergibt die in Klammern angegebene Anzahl von Punkten. Bei Teilantworten und bei Reaktionsgleichungen sind Einzelpunkte möglich.

10) Es liegt eine Probe einer 2-protonigen organischen Säure (z.B. Äpfelsäure) vor, die folgende pK_S -Werte besitzt: **$pK_{S1} = 3$ $pK_{S2} = 6$.**

Die Stoffmenge der Säure beträgt $4 \cdot 10^{-3}$ mol, das Volumen der Probe 40 mL. Diese Lösung wird mit NaOH-Lösung ($c = 0,50$ mol/L) titriert.

a) Berechnen Sie den ungefähren pH-Wert zu Beginn der Titration, den zu erwartenden pH-Wert am Endpunkt der Titration und den zu erwartenden Verbrauch an Titrator-Lösung. (6 P)

b) Skizzieren Sie die zu erwartende Titrationskurve (saubere Zeichnung!) und tragen Sie in Ihre Zeichnung auch die pK_S-Werte und Äquivalenzpunkte ein. Achsenbeschriftungen bitte nicht vergessen! (4 P)



11) Für ein biochemisches Experiment soll ein Essigsäure/Acetat-Puffer hergestellt werden, der den pH 5,35 aufweisen soll (K_S (Essigsäure) = $10^{-4.75}$). Es liegen 0,50 mol Essigsäure vor. Außerdem findet sich eine NaOH-Lösung der Konzentration 2,0 mol/L. Berechnen Sie das Volumen an NaOH-Lösung, das zur Herstellung des gewünschten Puffers benötigt wird. (5 P)

12) Das Mineral Pyrit („Schwefelkies“, FeS_2) enthält Eisen in der Oxidationsstufe +2 und wird u.a. zur Schwefelsäureproduktion eingesetzt. Dabei muss die Verbindung unter leicht sauren Bedingungen zum Sulfat oxidiert werden, ein Prozess, der auch durch im Grundwasser gelöstes Nitrat erfolgen kann. Dieses geht dabei in gasförmigen Stickstoff über.

Formulieren Sie die Teilgleichungen für diesen Redoxprozess und fassen Sie die Teilgleichungen zur Gesamtgleichung zusammen. (5 P)

13) Für Schwefeltrioxid können mehrere mesomere Grenzstrukturen formuliert werden.

a) Formulieren Sie drei Grenzstrukturen mit allen Valenzelektronenpaaren, die sich in der Anzahl der auftretenden Formalladungen unterscheiden sollen. (3 P)

b) Kann man für das isoelektronische Nitrat-Ion jeweils eine analoge Grenzstruktur formulieren? Begründen Sie Ihre Antwort kurz. (2 P)

c) Vergleichen Sie die Wasserlöslichkeit von SO_2 mit der von CO_2 . Sind Unterschiede zu erwarten? Begründen Sie anhand der entsprechenden Strukturen. (2 P)

14) Permanganat-Ionen (MnO_4^-) sind sehr starke Oxidationsmittel. Sie können z.B. dazu verwendet werden, Cl^- -Ionen zu Cl_2 zu oxidieren, sofern ein entsprechender (saurer) pH-Wert eingestellt wird.

a) Formulieren Sie die Nernst'sche Gleichung für die Reduktion des MnO_4^- in saurer Lösung und erklären Sie welche Rolle der pH-Wert für das Potenzial E spielt. (5 P)

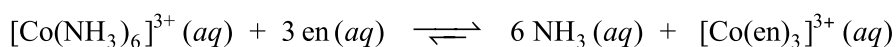
b) Es gelten folgende Standardpotenziale: $E^0(\text{Cl}_2 / 2\text{Cl}^-) = 1,36 \text{ V}$; $E^0(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}) = 1,54 \text{ V}$
Berechnen Sie den pH-Wert, den eine Lösung mit 1 mol/L MnO_4^- und $0,1 \text{ mol/L Mn}^{2+}$ maximal haben darf, so dass eine Oxidation von Cl^- zu Cl_2 noch möglich ist. (5 P)

15) Viele Übergangsmetallkomplexe besitzen eine charakteristische Farbe, die sich auf eine energetische Aufspaltung ihrer d-Orbitale zurückführen lässt, welche durch die Anwesenheit der gebundenen Liganden zustandekommt.

Das Co^{3+} -Ion hat die Elektronenkonfiguration $[\text{Ar}] 3d^6$ und bildet zahlreiche oktaedrische Komplexe. Das $[\text{CoCl}_6]^{3-}$ -Ion ist grün, $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ schwach violett und $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ gelb.

a) Was lässt sich mit Blick auf diese Farbreihenfolge auf die Stellung der in diesen Komplexen enthaltenen Liganden innerhalb der sogenannten „spektrochemischen Reihe“ folgern? (3 P)

b) Der $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ -Komplex wird mit 1,2-Diaminoethan („Ethyldiamin“ ; „en“) zur Reaktion gebracht. Formulieren Sie das sich einstellende Gleichgewicht und erklären Sie, wodurch seine Lage bestimmt wird. (3 P)



16) Methangas (CH_4) in der Atmosphäre liefert einen bedeutsamen Beitrag zum sogenannten Treibhauseffekt. Seine Halbwertszeit in der Troposphäre ist ziemlich lang; es wird daraus durch eine Reaktion mit Hydroxylradikalen entfernt, wobei Wasser entsteht. Es sich dabei um eine **Elementarreaktion**.

a) Formulieren Sie eine entsprechende Reaktionsgleichung und das differentielle Geschwindigkeitsgesetz für die benannt Reaktion. (2 P)

b) Die Aktivierungsenergie für die genannte Reaktion mit ist +19,5 kJ/mol vergleichsweise klein. Während die Temperatur auf der Erdoberfläche bei ca. 295 K liegt, beträgt sie in der Stratosphäre nur 220 K. Wie verhalten sich die Geschwindigkeitskonstanten für den Methanabbau auf der Erde und in der Stratosphäre zueinander? (5 P)