

**Jede der Aufgaben 1-11 hat nur eine richtige (beste) Antwort.  
Jede richtige Antwort ergibt die angegebene Punktzahl.  
Die falsche Antwort, keine Antwort oder mehr als eine Antwort ergibt 0 Punkte.**

**Aufgabe 1**

(2 Punkte)

Sie haben zwei Salzsäure-Lösungen vorliegen. Eine pH-Messung beider Lösungen liefert für die erste Lösung einen pH-Wert von 0,30 und für die zweite Lösung einen pH-Wert von 5,4. Sie vermischen jeweils 100 ml der ersten Lösung (pH 0,30) mit 600 ml der zweiten Lösung (pH 5,4).

Wie groß ist der pH-Wert des resultierenden Gemisches?

- ( ) 0,18                      ( ) 0,21                      ( ) 1,2  
( ) 1,5                        ( ) 3,2                        ( ) 3,8

$$n_1 + n_2 = n_{\text{ges}}$$

$$c_{\text{ges}} = \frac{n_{\text{ges}}}{V_{\text{ges}}} \quad \text{pH} =$$

**Aufgabe 2**

(2 Punkte)

Welche Aussage zur Verbindung Natriumhydrogencarbonat ist **falsch**?

- ( ) Die Verbindung ist ein Ampholyt.  
( ) Eine wässrige Lösung der Verbindung reagiert basisch.  
( ) Die Verbindung enthält ionisch gebundenes Natrium.  
( ) Die Verbindung kann zu Natriumcarbonat oxidiert werden.  
( ) Bei Zugabe von  $\text{H}_3\text{PO}_4$ -Lösung bildet sich kein Wasserstoffgas.  
( ) Die Verbindung ist leicht löslich.

**Aufgabe 3**

(2 Punkte)

Ordnen Sie die folgenden Substanzen nach zunehmender Säurestärke, d. h. von basisch über neutral zu sauer (soweit zutreffend).

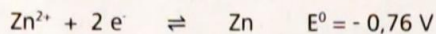
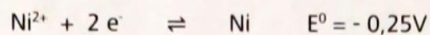
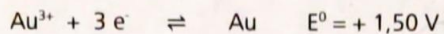
$\text{HClO}_4$	$\text{HBr}$	$\text{NaOH}$	$\text{LiCl}$	$\text{NH}_4\text{F}$	$\text{H}_3\text{PO}_3$
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>

- ( )  $3 > 4 > 5 > 1 > 2 > 6$                       ( )  $3 > 5 > 4 > 1 > 2 > 6$                       ( )  $2 > 4 > 3 > 6 > 5 > 1$   
( )  $4 > 3 > 5 > 6 > 2 > 1$                       ( )  $3 > 4 > 1 > 5 > 6 > 2$                       ( )  $3 > 4 > 5 > 6 > 2 > 1$

**Aufgabe 4**

(2 Punkte)

Folgende drei Redoxsysteme finden sich in der Spannungsreihe wieder:



Welche der folgenden Aussagen ist **falsch**?

- ( )  $\text{Ni}^{2+}$  vermag Zn zu oxidieren.
- ( ) Unter Standardbedingungen fließen Elektronen nicht freiwillig vom Au zum  $\text{Zn}^{2+}$ .
- ( ) Die angegebenen Standardreduktionspotentiale können unter Standardbedingungen durch Messung gegen eine Normalwasserstoffelektrode bestimmt werden.
- ( ) Die Reaktion  $\text{Zn} + \text{Ni}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Ni}$  läuft freiwillig ab.
- ( ) Durch eine wässrige HCl-Lösung wird nur eines der drei Metalle Au, Ni oder Zn oxidiert.
- ( )  $\text{Au}^{3+}$  ist das stärkste Oxidationsmittel in der Reihe.

**Aufgabe 5**

(2 Punkte)

Flüssigkeiten sind u.a. durch ihren Dampfdruck charakterisiert. Substanzen mit einem hohen Dampfdruck gelten als leicht flüchtig; solche mit einem niedrigen Dampfdruck als schwer flüchtig. Es wird ein Feststoff (dessen Dampfdruck näherungsweise gleich Null ist) in einem Lösungsmittel gelöst und die Eigenschaften der Lösung mit denjenigen des reinen Lösungsmittels verglichen.

Welche der folgenden Aussagen ist **richtig**?

- ( ) Eine Flüssigkeit siedet, wenn ihr Dampfdruck genauso groß ist, wie der Atmosphärendruck über der Flüssigkeit.
- ( ) Es kommt zu einer Erniedrigung des Siedepunkts der Lösung verglichen mit dem reinen Lösungsmittel.
- ( ) In der Lösung herrscht ein osmotischer Druck, der proportional der Masse des gelösten Stoffes ist.
- ( ) Je größer der äußere Druck über einer Lösung, desto niedriger siedet sie.
- ( ) Der Dampfdruck bleibt unverändert, da der gelöste Feststoff wie angegeben keinen Beitrag liefert.
- ( ) Für den Siedepunkt der Lösung spielt es keine Rolle, ob man in dem gegebenen Lösungsmittel (z. B. Wasser) 1 mol Glucose oder 1 mol Kochsalz aufgelöst hat.

**Aufgabe 6**

(2 Punkte)

Gegeben ist 250 ml einer wässrigen Eisen(III)bromidlösung der Konzentration  $c = 0,5 \text{ mol/l}$ . [Relative Atommassen:  $M_r(\text{Fe}) = 55,8$ ;  $M_r(\text{Br}) = 79,9$ ;  $M_r(\text{O}) = 16,0$ ;  $M_r(\text{H}) = 1,0$ ]

Welche der folgenden Aussagen trifft zu?

- Die gesamte Lösung enthält ca.  0,375 mol  $\text{Br}^-$ -Ionen   $3,0 \times 10^{23}$   $\text{Fe}^{3+}$ -Ionen  
 148 g Eisen(III)bromid   $7,5 \times 10^{24}$   $\text{Br}^-$ -Ionen  
  $8,3 \times 10^{23}$  Wassermoleküle  
 kaum freie Ionen, da Eisen(III)bromid schwer löslich ist

**Aufgabe 7**

(2 Punkte)

Gegeben sei folgende sehr bekannte Komplexverbindung:  $\text{cis-}[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2]$

Welche Aussage trifft **nicht** zu?

- Der Name dieser Verbindung ist *cis*-Diammindichloroplatin(II).  
 Die Verbindung ist tetraedrisch koordiniert.  
 Die Verbindung hat ein permanentes Dipolmoment.  
 Es existiert eine isomere Verbindung mit derselben Summenformel.  
 Es handelt sich um einen Neutralkomplex.  
 Die Verbindung wird als Arzneimittel eingesetzt.

**Aufgabe 8**

(2 Punkte)

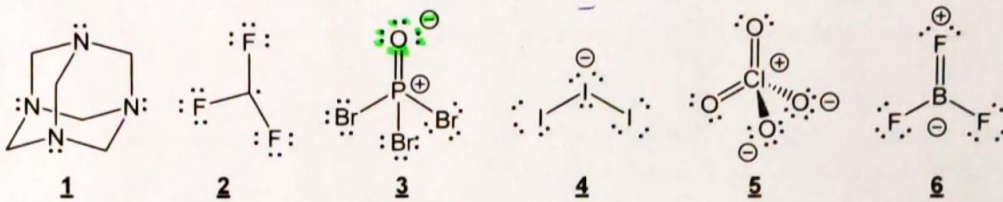
Gegeben sei folgende Komplexverbindung:  $\text{Na}_2[\text{FeF}_4(\text{NH}_3)_2] \times 2 \text{H}_2\text{O}$

Welcher ist der korrekte Name für diese Verbindung?

- Bisnatriumtetrafluorodiamminferrat(II) - Hydrat  
 Natriumdiammintetrafluoroferrat(II) - Dihydrat  
 Natriumtetrammindifluoroeisen(II) - Dihydrat  
 Bisnatriumtetrafluorodiammineisen(III) - Hydrat  
 Natriumtriammindifluoroferrat(II) - Dihydrat  
 Bisnatriumdiammintetrafluoroeisen(III) - Hydrat

**Aufgabe 9**

(2 Punkte)

Folgende Valenzstrukturformeln **1-6** sind gegeben:Welche der Formeln stellt **keine richtige** Valenzschreibweise der jeweiligen Verbindung dar?

- ( ) 1      ( ) 2      ( ) 3      ( ) 4      ( ) 5      ( ) 6

**Aufgabe 10**

(2 Punkte)

Welche der folgenden Aussagen zur Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion ist **richtig**?

- ( ) Die Reaktionsgeschwindigkeit einer Reaktion  $A + B \rightarrow P$  hängt naturgemäß von der Konzentration beider Edukte ab.
- ( ) Der radioaktive Zerfall folgt einem Geschwindigkeitsgesetz nullter Ordnung, da die Reaktionsgeschwindigkeit unabhängig von allen äußeren Einflüssen ist.
- ( ) Eine Reaktion dritter Ordnung wird praktisch nicht beobachtet, da es äußerst unwahrscheinlich ist, dass drei Teilchen zum selben Zeitpunkt zusammenstoßen.
- ( ) Wartet man bei einer Reaktion erster Ordnung etwas mehr als drei Halbwertszeiten ab, so ist die Eduktmenge auf 5% der Anfangsmenge gesunken.
- ( ) Eine exergone Reaktion ( $\Delta G < 0$ ) verläuft schnell, da die freie Enthalpie kontinuierlich sinkt.
- ( ) Die Anwesenheit eines Katalysators kann die Reaktionsgeschwindigkeit erhöhen, indem er die Reaktionsenthalpie stärker negativ macht.

**Aufgabe 11**

(2 Punkte)

Für die beiden Dissoziationsstufen einer schwachen zweiprotonigen Säure  $H_2A$  gelten die folgenden  $pK_S$ -Werte:  $pK_S(H_2A) = 2,1$        $pK_S(HA^-) = 5,9$ Es liegen 30 ml einer wässrigen Lösung der schwachen Säure  $H_2A$  mit der Stoffmengenkonzentration  $c(H_2A) = 0,1 \text{ mol/l}$  vor.Wie viele ml einer Natronlauge der Konzentration  $c(NaOH) = 1,0 \text{ mol/l}$  müssen zugegeben werden, damit eine Pufferlösung vorliegt, die im pH-Bereich um 5,9 optimal wirksam ist?

- ( ) 3,0 ml      ( ) 4,5 ml      ( ) 6,0 ml
- ( ) 30 ml      ( ) 45 ml      ( ) 19 l

Bei den Aufgaben 12-13 gibt es mehrere zutreffende Antworten. Jede richtige Antwort ergibt +0,5 Punkte. Jede falsche Antwort ergibt -0,5 Punkte. Keine/fehlende Antwort ergibt 0 Punkte.

Bei Aufgabe 14 gibt es pro Kästchen jeweils eine richtige Antwort. Jede richtige Antwort ergibt +0,5 Punkte. Jede falsche Antwort und keine/fehlende Antwort ergibt 0 Punkte.

### Aufgabe 12

Welche der folgenden Aussagen über Salze und ihr Lösungsverhalten sind **richtig**?

- Salze sind in Ethanol generell schlechter löslich als in Wasser.
- Salze sind nicht-ionische Verbindungen mit salzigem Geschmack.
- Ein in Wasser schwer lösliches Salz, dessen Kation ein Element aus der 2. Hauptgruppe des Periodensystems ist, kann sich durch Zugabe von Ammoniak als Ligand durch Komplexbildung leicht lösen.
- Ist die Lösungsenthalpie eines Salzes negativ, so ist sichergestellt, dass es sich leicht in Wasser löst.
- Ein Lösungsvorgang mit einer positiven Entropieänderung, d. h. bei dem der Grad der Unordnung zunimmt, läuft bei höherer Temperatur spontaner ab, als bei niedriger Temperatur.
- Natriumacetat (= Salz der Essigsäure) löst sich in konzentrierter Essigsäure besser als in reinem Wasser.
- Wenn man die Löslichkeitsprodukt-Konstante und die Summenformel eines Salzes kennt, lässt sich die Löslichkeit des Salzes berechnen.
- Salze, die einen Schmelzpunkt höher als ca. 450 °C aufweisen, sind in Wasser ziemlich schwer löslich.
- Ein in Wasser schwer lösliches Salz, dessen Anion das Anion einer schwachen Säure ist, kann man durch Zugabe einer starken Base lösen.
- Ein in Wasser schwer lösliches Salz, dessen Anion das Anion einer schwachen Säure ist, kann man durch Zugabe einer starken Säure lösen.
- Für eine gesättigte wässrige Lösung des Salzes  $\text{CoCl}_3$  gilt:  $c(\text{Cl}) = 3 c(\text{Co}^{2+})$ .
- Je größer der Radius von Kation und Anion des Salzes, desto kleiner ist die Hydratisierungsenthalpie.
- Je größer der Radius von Kation und Anion des Salzes, desto größer ist die Gitterenthalpie des Salzes.

**Aufgabe 13**

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

Folgende Eigenschaft <u>trifft zu auf</u> Verbindung:	NO	O <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>2</sub>	HCl	PH <sub>3</sub>	[Fe(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ]Cl <sub>2</sub>
Die Verbindung ist nicht existenzfähig, weil sie die Oktett-Regel verletzt.						
Es handelt sich um eine Komplexverbindung.						
Die Struktur der Verbindung wird durch mehrere mesomere Grenzstrukturen beschrieben.						
Die Verbindung ist ein Radikal.						
Es handelt sich um eine Molekülverbindung <u>ohne</u> Netto-Dipolmoment.						
Die Verbindung kann als starke Lewis-Base fungieren.						
Die Verbindung ist farbig.						
Die Verbindung ist eine starke Brønsted-Säure.						
Die Verbindung kann leicht oxidiert werden.						

**Aufgabe 14**

(4 Punkte)

Teilen Sie die im Folgenden gegebenen Verbindungen nach ihrem Bindungscharakter ein und kennzeichnen Sie die Verbindungen entsprechend:

ionisch	→	<b>I</b>
kovalent (mehr oder weniger polare Bindungen)	→	<b>K</b>
ionisch <u>und</u> kovalent	→	<b>IK</b>
metallisch	→	<b>M</b>
<u>keine</u> der obigen Kategorien	→	<b>0</b>

Ne

CsF

Na

LiI<sub>3</sub>

HBr

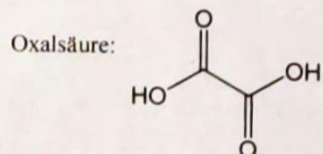
NO<sub>2</sub>MgSO<sub>4</sub>CaCl<sub>2</sub>

Bei den Aufgaben 15-18 müssen Antworten selbst formuliert werden. Jede vollständig richtige Antwort ergibt die in Klammern angegebene Punktzahl. Bei Teilantworten und bei Reaktionsgleichungen sind Einzelpunkte möglich.

**Aufgabe 15**

(9 Punkte)

a) Es existieren Bakterien, die das im Bodenwasser vorkommende Nitrat als Oxidationsmittel für organische Substanzen nutzen. Das Nitrat wird dabei zu Distickstoffmonoxid reduziert. Als organische Substanz, die unter Energiegewinn oxidiert wird, können Sie Oxalsäure verwenden, die zu Hydrogencarbonat oxidiert wird. Formulieren Sie die Gesamtreoxgleichung 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:  $\Delta H_R = 183 \text{ kJ/mol}$  und  $\Delta S_R = 491 \text{ J/(mol K)}$ .

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.)

**Aufgabe 16**

(12 Punkte)

a) Formulieren Sie Valenzstrichformeln mit **allen Valenzelektronen** für Ozon, Salpetrige Säure, sowie das Sulfit-Ion. Geben Sie die Oxidationszahlen für Stickstoff und Schwefel in den Verbindungen an. 7 P.

b) Zeichnen Sie die räumliche Struktur von Bromsäure anhand der Hybridisierung mittels des Kästchenschemas. Tragen Sie dazu zunächst alle Valenzelektronen in die Kästchen ein, dann markieren Sie, welche Elektronen des Br-Atoms an  $\sigma$ - und/oder  $\pi$ -Bindungen oder nichtbindenden Elektronenpaaren (soweit zutreffend) beteiligt sind. Welche Hybridisierung liegt vor? 5 P.

--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Aufgabe 17**

(5 Punkte)

Sie sind in der Drogenfahndung tätig und haben eine Probe mit Methamphetamin ( $M = 149 \text{ g/mol}$ ;  $pK_B = 4,0$ ). Es soll überprüft werden, ob die Substanz in reiner Form vorliegt, oder beispielsweise durch Milchzucker „gestreckt“ worden ist. Dazu lösen Sie 200 mg des sichergestellten Pulvers in 40 ml Wasser und titrieren mit einer HCl-Lösung der Konzentration  $0,10 \text{ mol/l}$ . 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 10,5 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.)



**Aufgabe 18**

(6 Punkte)

Der Eisengehalt eines medizinischen Eisenpräparats soll durch photometrische Bestimmung des  $\text{Fe}^{2+}$ -Phenanthrolin-Komplexes ( $[\text{Fe}(\text{Phen})_3]^{2+}$ ) wie folgt ermittelt werden: Eine Tablette des Präparats der Masse 0,72 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 einer 1:200-verdünnten Lösung mittels einer 1 cm Küvette liefert eine Absorbanz von 0,39.

a) Berechnen Sie aus diesen Angaben zunächst die Stoffmenge an  $\text{Fe}^{2+}$ , die in 250 ml Probelösung vorliegt und daraus anschließend den Massenanteil (prozentuale Angabe) an Eisen in der Tablette. 3 P.

$[M_r(\text{Fe}) = 55,85; \epsilon_{508 \text{ nm}}(\text{Fe}^{2+}\text{-Phenanthrolin-Komplex}) = 11000 \text{ l mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}]$

b) Warum muss die Lösung nochmals um 1:200 verdünnt werden? D. h. welche Absorbanz erwarten Sie von der unverdünnten Probe und wieviel Licht würde dementsprechend noch am Detektor ankommen?

3 P.