

1) Sie haben zwei Salpetersäure-Lösungen vorliegen. Eine pH-Messung beider Lösungen liefert für die erste Lösung einen pH-Wert von 0,3 und für die zweite Lösung einen pH-Wert von 6. Sie vermischen 0,2 der Lösung mit pH = 0,3 mit 0,6 der Lösung mit pH = 6.

Wie groß ist der pH-Wert des resultierenden Gemisches ungefähr?

- 0,5 1 1,3
 2,8 4,7 5,4

2) Puffersysteme sind unverzichtbar – in der Biochemie ebenso wie im lebenden Organismus, wo der pH-Wert innerhalb ziemlich enger Grenzen konstant gehalten werden muss. Welche der folgenden Aussagen zu Puffersystemen in wässriger Lösung ist **falsch**?

$pK_s(\text{H}_3\text{PO}_4) = 2$; $pK_s(\text{H}_2\text{PO}_4^-) = 7$; $pK_s(\text{HPO}_4^{2-}) = 12$; $pK_s(\text{H}_2\text{CO}_3) = 6,1$

- Der Kohlensäure/Hydrogencarbonat-Puffer des Blutes wird durch ein Stoffmengenverhältnis $n(\text{Hydrogencarbonat}) / n(\text{Kohlensäure})$ von ca 20/1 eingestellt
- Eine äquimolare Mischung aus Natriumhydrogenphosphat und Natriumphosphat ergibt ein Puffersystem mit idealen Puffereigenschaften im physiologischen pH-Bereich.
- Aus einer schwachen Säure lässt sich durch Titration mit einer starken Base ein wirksames Puffersystem herstellen.
- Das Puffersystem H_2PO_4^- und HPO_4^{2-} spielt für die Gesamtpufferkapazität des Blutes nur eine untergeordnete Rolle
- 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.
- Gibt man zu einer Lösung, die 1 mol HPO_4^{2-} -Ionen enthält, 0,5mol HCl-Lösung, so erhält man ein für den physiologischen pH-Bereich brauchbares Puffersystem.

3) Welche Aussage zur Löslichkeit von Salzen **trifft zu**?

- Ein Niederschlag von Silberchlorid lässt sich zu 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:
 $K_L = c_{\text{sätt}}^2(\text{NH}_4^+) + c_{\text{sätt}}(\text{SO}_4^{2-})$

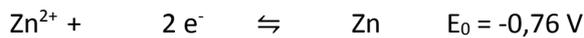
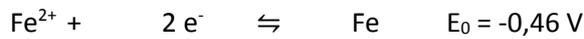
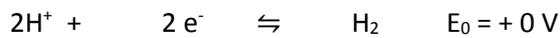
4) Welche Aussage zur Freien Enthalpie einer Reaktion ist **richtig**?

- Die Freie Enthalpie einer Reaktion ist temperaturabhängig.
- Die Freie Enthalpie einer Reaktion ergibt sich aus der Summe der Standardenthalpien der Produkte und Edukte
- Eine stark negative Freie Enthalpie sorgt dafür, dass die entsprechende Reaktion rasch verläuft
- Ist die Freie Enthalpie einer Reaktion negativ, dann liegt das Gleichgewicht auf Seiten der Edukte.
- Ein Katalysator begünstigt eine Reaktion, da er die Freie Enthalpie senkt.
- Die Freie Enthalpie einer Reaktion kann – trotz eines positiven Wertes für die Enthalpie H – negativ werden, wenn sich die Entropie der Reaktion erhöht.

5) Welche Aussage zum Dipolmoment ist richtig?

- Durch Anwesenheit einer stark polaren Substanz kann in einer unpolaren Verbindung ein permanentes Dipolmoment induziert werden.
- Schwefeldioxid ist symmetrisch gebaut und hat daher kein permanentes Dipolmoment.
- Der Komplex trans-Diammindichloroplatin (II) besitzt ein kleineres Dipolmoment als der entsprechende cis-Komplex, das als Tumormedikament eingesetzte „cis-Platin“.
- Das Dipolmoment einer Bindung ist indirekt proportional zur Größe der Partialladungen.
- Tetrachlormethan besitzt eine polare C-Cl-Bindung mehr als Trichlormethan und weist daher ein größeres Dipilmoment auf.
- Das Gesamtdipolmoment eines Moleküls ist naturgemäß größer als die Einzeldipolmomente der einzelnen Bindungen.

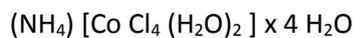
6) Gegeben sind die Normalredoxpotenziale für folgende Redoxpaare



Welche der folgenden Redoxreaktionen läuft unter Normalbedingungen spontan ab?



7) Gegeben sei folgende Komplexverbindug:



Ammoniumtetraaquatetrachlorocobaltat (III) – Dihydrat

Diaquatetrachlorocobalt(III)ammonium – Tetrahydrathydrat

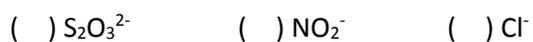
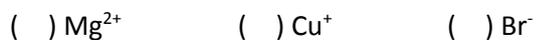
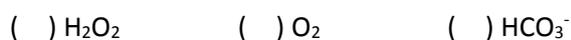
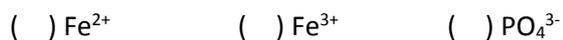
Tetraammoniumchlorocobaltat(III) – Hexahydrat

Ammoniumdiaquatetrachlorocobaltat(III) – Tetrahydrat

Ammoniumdiaquatetrachlorocobaltat(I) – Tetrahydrat

Tetraaquatetrachlorocobaltat(III) – Ammonat

8) Welche der folgenden Elemente, Verbindungen oder Ionen können gegenüber dem sehr starken Oxidationsmittel Permanganat reduzierend wirken?



9) Wenn man 10g Ammoniumnitrat mit 100g Wasser ($T = 20^\circ\text{C}$) in Kontakt bringt, beobachtet man einen Lösungsvorgang und eine gleichzeitige Abnahme der Temperatur.

Welche der folgenden Aussagen sind **richtig**?

- Für die Lösungsenthalpie gilt: $H_L > 0 \text{ J/mol}$
- Es handelt sich um einen endothermen Prozess.
- Es handelt sich um einen exergonen Prozess.
- Man kann davon ausgehen, dass $|\Delta H_{\text{Hydratation}}| > |\Delta H_{\text{Gitter}}|$
- Über das Vorzeichen der Entropieänderung kann man keine sichere Aussage machen, da einerseits die Ionen durch den Lösungsvorgang weniger geordnet vorliegen, und sich andererseits die Unordnung der Wassermoleküle durch die Hydratisierung verringert.
- Der Massenanteil von Ammoniumnitrat beträgt 10%
- Die Massenkonzentration der Lösung beträgt 100 g/L
- Durch Zugabe von etwas verdünnter HCl würde sich die Lösung verbessern.
- In der Lösung befinden sich etwa gleich viele Ammonium- und Nitrat-Ionen.
- Es kommt zu einer Säure-Base-Reaktion unter Bildung von HNO_3 und NH_3 .
- Würde man das Ammoniumnitrat im festen Zustand erhitzen, könnte es prinzipiell zu einer Komproportionierungsreaktion kommen.

10) Das allgemein bekannte Coffein ($\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$; $M_r = 194,2 \text{ g/mol}$) ist eine schwache Base mit einem $\text{p}K_s$ von 10,4.

a) Ermitteln sie den pH-Wert einer Lösung, die 445 mg Coffein in 200ml Wasser enthält.

b) Anschließend wird das Coffein mit HCl titriert, wobei bis zum Äquivalenzpunkt exakt 50,0 mL der zur Verfügung stehenden HCl-Lösung benötigt wurden. Berechnen Sie den pH-Wert für das entstandene Reaktionsgemisch unter Verwendung der üblichen Näherung für schwache Säuren bzw. Basen und diskutieren Sie mit einem Satz, ob diese Näherung im vorliegenden Fall gerechtfertigt ist.

11) Für ein biochemisches Experiment soll ein Essigsäure/Acetat-Puffer hergestellt werden, der einen pH-Wert von 5,35 aufweisen soll (K_s (Essigsäure) = $10^{-4,75}$). Es liegen 0,06 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.

12) Gegeben sind die folgenden Sätze. Geben Sie für jede der Verbindungen an, ob Sie eine neutrale, eine saure oder eine basische Reaktion in Wasser erwarten und begründen sie kurz ihre Entscheidung.

a) BaCl_2

b) AlBr_3

c) $(\text{CH}_3\text{NH}_3\text{NO}_3)$

d) $\text{Na}(\text{HCOO})$

13) 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.

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

14) 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:

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

Berechnen sie die Temperatur (in $^\circ\text{C}$) bei der das Protein zur Hälfte in seiner aktiven und zur Hälfte in der denaturierten Form vorliegt.

15) 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 Nerst'sche Gleichung für die Reduktion des MnO_4^- in saurer Lösung und erklären Sie welche Rolle der pH-Wert für das Potenzial E spielt.

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 1mol/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.

16) **Kein Wortlaut:** Sie versetzen eine wässrige Lösung von Co^{3+} mit HCN und beobachten eine Farbveränderung.

a) Formulieren sie Reaktionsgleichung, die im abläuft.

b) Wie viele ungepaarte Elektronen besitzt Co^{3+} ?