

Übungsaufgaben zum
Chemischen Praktikum für Studenten der Medizin, Zahnmedizin und
Ernährungswissenschaften

2005

1. Komplex: Säuren/Basen; Puffersysteme; Maßanalyse

1. Frage

Welche der angegebenen Verbindungen und Ionen kann gegenüber Wasser als Säure im Sinne von Brönsted reagieren?

- | | | |
|------------------------------|---|-------------------------|
| a) HPO_4^{2-} | b) $\text{H}_2\text{N-CH}_2\text{-COO}^-$ | c) H_2S |
| d) $\text{CH}_3\text{-COOH}$ | e) NH_4^+ | f) OH^- |

2. Frage

Welche der angegebenen Verbindungen und Ionen kann gegenüber Wasser als Base im Sinne von Brönsted reagieren?

- | | | |
|-------------------|------------------------------|---------------------------------|
| a) HNO_3 | b) H_2PO_4^- | c) HCO_3^- |
| d) Cl^- | e) $^- \text{OOC-COO}^-$ | f) $\text{CH}_3\text{-NH-CH}_3$ |

3. Frage

Welche der angegebenen Verbindungen und Ionen verhalten sich in wässriger Lösung als Ampholyte?

- | | | |
|----------------------------|---|------------------------------|
| a) H_2SO_4 | b) $^+\text{NH}_3\text{-CH}_2\text{-COO}^-$ | c) NH_3 |
| d) OH^- | e) H_2PO_4^- | f) $\text{NH}_2\text{-CH}_3$ |

4. Frage

Welches der folgenden Systeme stellt ein Puffersystem da?

- | | | |
|--------------------------------|---|---|
| a) $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ | b) $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{HSO}_4^-$ | c) $\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COO}^- / \text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$ |
| d) Na/Na^+ | e) $\text{H}_3\text{PO}_4/\text{PO}_4^{3-}$ | f) $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{CO}_2$ |

5. Frage

Der pH-Wert ist wie folgt definiert: $\text{pH} = -\lg a(\text{H}_3\text{O}^+)$.

Dabei ist $a(\text{H}_3\text{O}^+)$ die der Hydroniumionen, welche die wirksame Konzentration der H_3O^+ -Ionen darstellt. Die tatsächliche Konzentration $c(\text{H}_3\text{O}^+)$ und die wirksame Konzentration sind miteinander über einen Proportionalitätsfaktor, den sogenannten- verknüpft, d.h.

$$a(\text{H}_3\text{O}^+) = f \times c(\text{H}_3\text{O}^+),$$

wobei f Werte zwischen 0 und 1 annehmen kann. Mit steigender Verdünnung strebt f dem Wert 1 entgegen. Da im Allgemeinen f nicht bekannt ist, berechnet man den pH-Wert in guter Näherung mit $f = 1$, d.h.,

$$\text{pH} \approx -\lg c(\text{H}_3\text{O}^+)$$

Ergänzen Sie die beiden Lücken im Text!

Berechnen Sie den pH-Wert einer 0,02 molaren Natronlauge unter der Annahme $f = 1$!

6. Frage

Eine Schwefelsäure enthält 14,70 g pro Liter. Welche Molarität bzw. welche Normalität besitzt sie?

relative Atomgewichte: $A_r(\text{H}) = 1$, $A_r(\text{O}) = 16$, $A_r(\text{S}) = 32$

7. Frage

Sie sollen aus einer 2,0 N Salpetersäure und Wasser durch Mischung beider Komponenten 250 ml einer 1%igen Salpetersäure herstellen. Geben Sie an, wie viel ml 2,0 N Salpetersäure und wie viel ml Wasser sie benötigen (Annahme: Dichte beider Salpetersäuren = 1 g/ml)!

8. Frage

a) Berechnen Sie den pH-Wert einer 0,05 M Essigsäure (pK_A der Essigsäure = 4,76)!

b) Geben Sie den Dissoziationsgrad α der Essigsäure in % an!

9. Frage

a) Bei der Titration von 10 ml Magensaft wurden 23,4 ml 0,1 N Natronlauge verbraucht. Wie groß ist die Normalität der Salzsäure des Magensekrets?

b) Wie hoch ist die Konzentration der Salzsäure in Prozent?

relative Atomgewichte: $A_r(\text{H}) = 1$, $A_r(\text{Cl}) = 35,5$

Annahme: Dichte des Magensaftes 1,00 g/ml

12. Frage

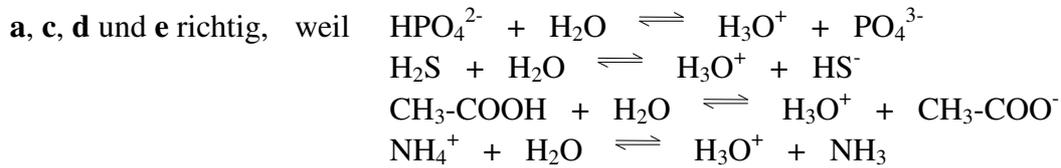
Der osmotische Druck von Blut beträgt 7,62 atm; seine scheinbare Molalität 0,30.

Wie groß müsste die Molalität einer blutisotonen Lösung der folgenden Stoffe sein?

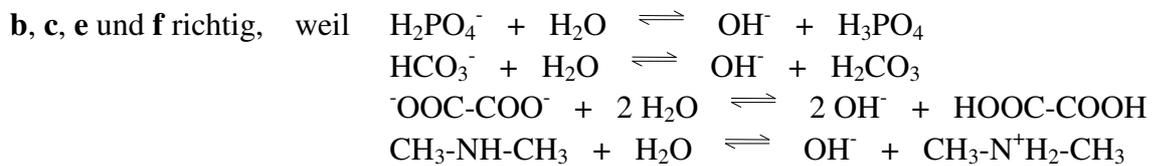
- a) NaCl
- b) Na₂SO₄
- c) CaCl₂
- d) Glucose
- e) Saccharose

Antworten zum 1. Komplex

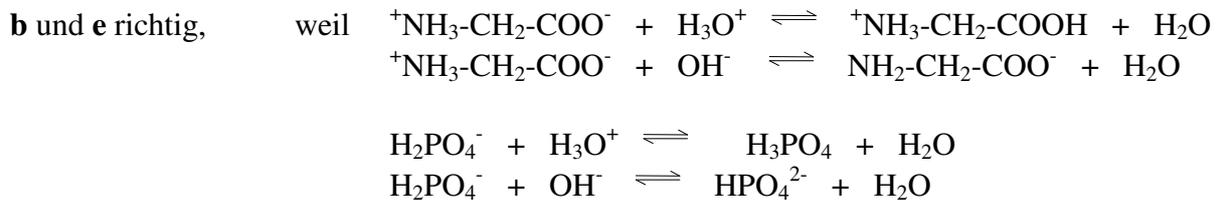
Frage 1



Frage 2



Frage 3



Frage 4

a und c richtig, weil nur in diesen Systemen eine **schwache** Säure (Base) neben ihrer **korrespondierenden** Base (Säure) vorliegt

Frage 5

a(H_3O^+) steht für die **Aktivität** der Hydroniumionen, **f** für den sogenannten **Aktivitätskoeffizienten**.

pH = 12,30

Berechnung: $\text{pOH} = -\lg c(\text{OH}^-) = -\lg 0,02 = 1,70$

$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 12,30$

Frage 6

Schwefelsäure ist eine zweiwertige Säure, da $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$

M = 0,15 da $14,70 \text{ g/l} : 98 \text{ g/mol (Molekulargewicht)} = 0,15 \text{ mol/l}$

N = 0,30 da $14,70 \text{ g/l} : 49 \text{ g/val (Äquivalentgewicht)} = 0,30 \text{ val/l}$

oder: $N = z \times M = 2 \times 0,15$ (z = Wertigkeit)

Frage 7

HNO₃: 20,00 ml H₂O: 230,00 ml

Berechnung: $M_r(\text{HNO}_3) = 63$ $2,0 \text{ N} = 2,0 \text{ M HNO}_3$, da $z = 1$

$1 \text{ \%ig} = 1 \text{ g/100 ml} = 10 \text{ g/l} : 63 \text{ g/mol} = 0,16 \text{ mol/l}$

$[2,0 \text{ mol/l} \times 63 \text{ g/mol} = 126 \text{ g/l} = 12,6 \text{ g/100 ml} = 12,6 \text{ \%ig}]$

$$\begin{aligned} n_1 &= n_2 \\ v_1 \times c_1 &= v_2 \times c_2 \\ 250 \text{ ml} \times 0,16 &= Y \times 2,0 \\ Y &= 20,0 \text{ ml } 2,0 \text{ N Salpetersäure} \\ \text{H}_2\text{O} &= 250 - 20 = 230 \text{ ml} \end{aligned}$$

Frage 8

a) **pH = 3,03**

Berechnung: $\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{p}K_A - \lg c_0) = \frac{1}{2} (4,76 + 1,30) = 3,03$

b) **1,87 %**

Berechnung: $\text{CH}_3\text{-COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$

$\alpha = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) : [c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-)] = c(\text{H}_3\text{O}^+) : c_0$

$\alpha = 10^{-3,03} : 0,05 = 9,33 \times 10^{-4} : 0,05 = 0,0187 \times 100 = 1,87\%$

Frage 9

a) **0,234 N**

Berechnung:
$$\begin{array}{rclcl} v_1 \times c_1 & = & v_2 \times c_2 & & \\ 10 \times Y & = & 23,4 \times 0,1 & & Y = 0,234 \end{array}$$

b) **0,854%**

Berechnung:
$$0,234 \text{ mol/l} \times 36,5 \text{ g/mol} = 8,541 \text{ g/l} = 0,854 \text{ g/100 ml} = 0,854\%$$

Frage 10

a) **Puffersäure:** H_2CO_3 - **Kohlensäure**
Pufferbase: HCO_3^- - **Hydrogencarbonat oder Bicarbonat**

b) Dehydratisierung = Wasserabspaltung: $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

c) Der Kohlensäure/Hydrogencarbonat-Puffer ist das einzigste nicht geschlossene, d.h. **offene** Puffersystem.

d) Im Falle des Säureüberschusses wird CO_2 über die Lunge abgeatmet, bei Basenüberschuss HCO_3^- über die Nieren eliminiert.

Frage 11

a) Puffersystem **2** ($\text{NaH}_2\text{PO}_4/\text{Na}_2\text{HPO}_4$),
da Puffer nur im Bereich von $\text{pH} = (\text{pK}_A^* - 1) \dots\dots (\text{pK}_A^* + 1)$ wirksam sind.

b) **Puffersäure:** NaH_2PO_4 - **Dihydrogenphosphat** Y ml
Pufferbase: Na_2HPO_4 - **Monohydrogenphosphat** Z ml

c) **74,7 ml Puffersäure + 25,3 ml Pufferbase**

Berechnung:
$$\begin{array}{l} \text{pH} = \text{pK}_A^* - \lg(c_S/c_B) \\ 6,0 = 6,47 - \lg(c_S/c_B) \\ \lg(c_S/c_B) = 0,47 \quad c_S/c_B = 2,95 : 1 \\ 3,95 : 100 = 2,95 : Y \\ Y = 74,7 \\ Z = 100 - 74,7 = 25,3 \end{array}$$

d) Der **pH-Wert ändert sich nicht**, da sich das Verhältnis von Puffersäure und –base nicht ändert (Henderson-Hasselbalch berücksichtigt nur das Verhältnis c_S/c_B).

Die **Pufferkapazität sinkt**, da geringere Mengen an Puffersäure bzw. –base für die Abpufferung hinzukommender Base oder Säure zur Verfügung stehen.

Frage 12

Molalität m : mol / kg Lösungsmittel

Der osmotische Druck hängt als kolligative Eigenschaft nur von der Teilchenzahl, nicht aber von der Teilchenart ab. Das heißt, für die Größe des osmotischen Drucks ist die *Gesamtheit aller gelösten Moleküle und Ionen* entscheidend. Man summiert daher die Konzentrationen aller Teilchen zur so genannten scheinbaren Molalität (integrale Teilchenmenge in mol / kg Lösungsmittel).

Berechnung:

a)	NaCl	→	$\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$	2 Teilchen	$0,30 : 2 = \mathbf{0,15\ m}$
b)	Na_2SO_4	→	$2\ \text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$	3 Teilchen	$0,30 : 3 = \mathbf{0,10\ m}$
c)	CaCl_2	→	$\text{Ca}^{2+} + 2\ \text{Cl}^-$	3 Teilchen	$0,30 : 3 = \mathbf{0,10\ m}$
d)	Glucose	→	keine Dissoziation	1 Teilchen	$0,30 : 1 = \mathbf{0,30\ m}$
e)	Saccharose	→	keine Dissoziation	1 Teilchen	$0,30 : 1 = \mathbf{0,30\ m}$