

### Aufgabenserie 3 (Säuren und Basen)

#### Definition und Darstellung:

1. Definieren das Säure-Basen-Konzept nach Brønsted und erläutern Sie dies zusätzlich an einem selbstgewählten Beispiel. Markieren Sie die korrespondierenden Säure-und-Basen-Paare ein. In welcher Beziehung stehen diese zueinander?
2. Erklären Sie die Entstehung des „sauren Regens“ ausgehend von Stickstoff- und Schwefeloxiden.
3. Formulieren Sie Reaktionsgleichungen für den Umsatz von Alkalimetallen bzw. von Erdalkalioxiden mit Wasser. Erklären Sie ausgehend von diesen Reaktionen die Basizität von Branntkalk!

#### pH-Wert und Säure-/Basenstärke:

4. Stellen Sie die Reaktionsgleichung für die Autoprotolyse des Wassers auf und leiten Sie ausgehend von dieser Reaktion das Ionenprodukt des Wassers ( $K_w$  und  $pK_w$ ) bei Standardbedingungen her. Wie verändert sich dieses Ionenprodukt in Abhängigkeit der Temperatur, begründen Sie Ihre Antwort.
5. Definieren Sie den pH- und den pOH-Wert und nehmen Sie dabei Bezug auf das Ionenprodukt des Wassers.
6. Leiten Sie die allgemeine Formel zur Berechnung des pH-Wertes einer beliebigen Säure in Wasser her. Welche Näherungen werden getroffen um pH-Werte starker, mittelstarker und schwacher Säuren zu berechnen.
7. Berechnen Sie die pH-Werte folgender starker Säuren bzw. starker Basen und formulieren Sie eine entsprechende Reaktionsgleichung im wässrigen Medium:
  - a) 0,5 M Perchlorsäure
  - b) 0,3 M Ammoniak
  - c) 2 M  $H_2SO_4$
  - d) 1 mol/l  $Na_3PO_4$ -Lösung
  - e) 10 mmol/dm<sup>3</sup> Trifluoressigsäure
  - f) 0,5 M NaOH

8. Ermitteln Sie die pH-Werte folgender mittelstarker Säuren und formulieren Sie eine entsprechende Reaktionsgleichung im wässrigen Medium:

a) 0,5 M Essigsäure ( $pK_S = 4,75$ )

b) 1 M  $H_2CO_3$  ( $pK_S = 6,52$ )

c) 5 mol/dm<sup>3</sup> Ameisensäure ( $K_S = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol l}^{-1}$ )

d) 1,25 M  $NaH_2PO_4$  ( $K_S = 6,2 \cdot 10^{-8} \text{ mol l}^{-1}$ )

9. Berechnen Sie die pOH-Werte folgender schwacher Säuren bzw. schwacher Basen und formulieren Sie eine entsprechende Reaktionsgleichung im wässrigen Medium:

a) 1,5 M  $Na_2HPO_4$  ( $K_S = 4,4 \cdot 10^{-13} \text{ mol l}^{-1}$ )

b) 1 M Kochsalzlösung ( $pK_B = 21$ )

c) 15 mol/dm<sup>3</sup> Ethanol ( $pK_S = 9,89$ )

d) 0,25 M Kaliumnitratlösung  
( $K_B = 4,8 \cdot 10^{-16} \text{ mol l}^{-1}$ )

10. Ordnen Sie folgenden Substanzen mit ansteigender Säurestärke:

a) Salzsäure, Wasser, NaCl

b)  $H_3PO_4$ , Natriumdihydrogenphosphat,  
Dinatriumhydrogenphosphat

c) Iodwasserstoffsäure ( $pK_S = -11$ ), salpetrige  
Säure ( $pK_S = 3,35$ ), Salpetersäure ( $K_S = 21 \text{ M}$ )

d) NaOH, Wasser, Kochsalz

11. Um Laugnbrezeln zu backen möchten Sie mittels Soda ( $NaHCO_3$ ) einen Liter einer Lösung mit einem pOH-Wert von zwei herstellen ( $T = 25^\circ C$ ). Dazu muss zunächst durch Auskochen der Lösung  $CO_2$  entfernt werden – es entsteht Natronlauge ( $NaOH$ , starke Base). Welche Masse an  $NaHCO_3$  (trocken) müssen sie einwiegen?

12. Im Labor sollen 100 ml einer 0,1 M Salzsäure ausgehend von einer 1 M Stammlösung hergestellt werden. Berechnen Sie das Volumen der benötigten Stammlösung. Warum sollten Sie stets die konzentrierte Säure in Wasser geben und nicht umgekehrt?

13. Skizzieren Sie die Titrationskurve einer starken Base ( $NaOH$ ) mit einer starken Säure ( $HCl$ ), formulieren Sie eine Reaktionsgleichung und beschriften Sie markante Punkte im Kurvenverlauf. Beschreiben Sie das Prinzip der quantitativen Maßanalyse.

14. Bei obiger Maßanalyse (Aufgabe 13) wurde eine 1 M  $HCl$ -Lösung mit einem Titer von 1,055 verwendet und Volumina bis zum Farbumschlag von Phenolphthalein (rosa nach farblos) von 12,10 ml, 12,05 ml und 12,10 ml in einer Dreifach-Bestimmung verbraucht. Dabei werden je 10 ml Aliquot  $NaOH$ -Lösung (aufgefüllt auf 100 ml) mit unbekannter Konzentration verbraucht wurden. Berechnen Sie die Masse der Natriumionen in der Ausgangslösung.

### Löslichkeit und Wasserhärte:

15. Erläutern Sie den Begriff der Löslichkeit an einem selbst gewählten Beispiel. Formulieren Sie die Gleichung des entsprechenden Löslichkeitsproduktes ( $K_L$ ). Warum ist die Einheit des Löslichkeitsproduktes reaktionsabhängig?
16. Erklären Sie folgenden Begriffe und nehmen Sie Bezug auf das Löslichkeitsprodukt:
- a) ungesättigte Lösung
  - b) gesättigte Lösung
  - c) übersättigte Lösung
  - d) junger/alter Niederschlag
17. 50 ml Volumina einer 0,1 M Blei(II)nitratlösung ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ) und 25 ml einer 0,2 M Kaliumiodidlösung (KI) werden gemischt: fällt Blei(II)iodid ( $\text{PbI}_2$ ,  $K_L(25^\circ\text{C}) = 1,4 \cdot 10^{-8} \text{ (mol/l)}^3$ ) aus?
18. Es werden 0,1 g Silberiodid ( $K_L(25^\circ\text{C}) = 1,5 \cdot 10^{-16} \text{ (mol/l)}^3$ ) in 100 ml Wasser gegeben, entsteht eine ungesättigte, gesättigte oder übersättigte Lösung? Berechnen Sie Konzentration der Silberionen in der wässrigen Phase.
19. Nennen Sie Salze die zur Wasserhärte beitragen. Welche von diesen können mittels Säure gelöst werden, welche tragen zur permanenten Wasserhärte bei?