

Klausur 1: Säuren, Basen und pH-Wert

Klasse: 11-12 (Gymnasium)

Dauer: ca. 45 Minuten

Hilfsmittel: Taschenrechner, Periodensystem, Formelsammlung

1. Begriffe und Definitionen (10 Punkte)

- Definieren Sie kurz den Begriff „Säure“ und „Base“ nach der Brønsted-Definition. (je 1,5 P)
- Was versteht man unter dem pH-Wert? Geben Sie die Bedeutung eines pH-Werts $\text{pH} < 7$ und $\text{pH} > 7$ an. (2 P)
- Erläutern Sie den Unterschied zwischen einer starken und einer schwachen Säure. (2 P)

2. Protolysegleichungen (12 P)

- Schreiben Sie die Protolysegleichung (in wässriger Lösung) für:
 - Salpetersäure HNO_3
 - Essigsäure CH_3COOH
- Für die folgende Reaktion:
$$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HSO}_4^- + \text{H}_3\text{O}^+$$
 - Nennen Sie jeweils die Säure und die Base auf der linken Seite. (2 P)
 - Nennen Sie die korrespondierenden Säure-Base-Paare. (2 P)
- Die Reaktion: $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$
 - Erläutern Sie, ob CO_3^{2-} hier als Base oder als Säure reagiert. (2 P)
 - Was für ein Teilchen ist HCO_3^- in diesem Zusammenhang? (1 P)

3. pH-Berechnungen (12 P)

- Berechnen Sie den pH-Wert einer wässrigen Lösung, wenn $c(\text{H}_3\text{O}^+) = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$. (3 P)
- Sie haben 0,005 mol Natriumhydroxid NaOH in 500 mL Wasser gelöst. Berechnen Sie den pH-Wert dieser Lösung. (4 P)
- In einer gesättigten Lösung von Magnesiumhydroxid $\text{Mg}(\text{OH})_2$ wurde $c(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 6,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$ gemessen. $\rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2$ liefert pro Molekül 2 OH^- -Ionen.
 - Bestimmen Sie $c(\text{OH}^-)$. (1 P)
 - Berechnen Sie den pOH und daraus den pH-Wert. (4 P)

4. Gleichgewichtsbetrachtung (8 P)

- Die Reaktion: $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{NH}_4^+$
gegeben: $\text{pK}_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,76$; $\text{pK}_a(\text{NH}_4^+) = 9,24$.
 - Entscheiden Sie, auf welcher Seite das Gleichgewicht überwiegend liegt. Begründen Sie Ihre Antwort. (3 P)
 - Erklären Sie anhand des Massenwirkungsprinzips, wie die Stärke einer Säure mit ihrer Säurekonstante K_a zusammenhängt. (2 P)
 - Was versteht man unter einem Ampholyt? Nennen Sie ein Beispiel. (3 P)

5. Anwendungsaufgabe (8 P)

Ein Haushaltsessig soll eine Konzentration von etwa 50 g reiner Essigsäure pro Liter enthalten.

10 mL dieses Essigs werden verdünnt und mit 1 mol/L NaOH titriert. Es werden 9,25 mL NaOH verbraucht.

a) Berechnen Sie die Molzahl der CH_3COOH , die durch die NaOH-Titration ermittelt wurde. (3 P)

b) Berechnen Sie daraus die Masse der CH_3COOH in den 10 mL. (2 P)

c) Hochgerechnet auf 1 L – entspricht diese Konzentration dem Zielwert 50 g/L? Begründen Sie Ihre Antwort. (3 P)

Chemie – Klausur 2

Thema: Säure-Base-Theorie nach Brønsted, pH-Wert

Klasse: 11 Gymnasium **Bearbeitungszeit:** 45 – 60 Minuten

Hilfsmittel: Taschenrechner, Periodensystem, Formelsammlung

Aufgabe 1 – Grundlagen (10 Punkte)

- Formuliere die Säure- und Base-Definition nach Brønsted.
- Erkläre, was man unter einem konjugierten Säure-Base-Paar versteht.
- Gib ein Beispiel für ein solches Paar in Wasser an.
- Was versteht man unter einem Ampholyt? Nenne ein Beispiel.
- Wie unterscheidet sich die Brønsted-Definition von der Arrhenius-Definition?

Aufgabe 2 – Protolysegleichungen (10 Punkte)

- Formuliere die Protolysegleichungen in Wasser für:
3. NH_3 2. CH_3COOH 1. HCl
- Bestimme in jeder Gleichung die Säure und die Base sowie ihre konjugierten Partner.
- Welche der obigen Säuren ist stark, welche schwach? Begründe.

Aufgabe 3 – pH-Berechnungen (15 Punkte)

- Berechne den pH-Wert einer Lösung mit
 $c(\text{H}_3\text{O}^+) = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$.
- Eine Lösung enthält 0,002 mol NaOH in 250 mL Wasser. Berechne den pH-Wert.
- Eine 0,10 mol/L-Essigsäurelösung ($\text{pK}_a = 4,76$).
Berechne den pH-Wert näherungsweise (vereinfachte Formel für schwache Säuren).
- Bei 25 °C gilt: $\text{pH} + \text{pOH} = 14$.
Welche OH^- -Konzentration entspricht $\text{pH} = 9,5$?

Aufgabe 4 – Gleichgewichte und Puffer (10 Punkte)

- Erkläre mit Hilfe des Massenwirkungsgesetzes, warum eine starke Säure einen kleinen pK_a -Wert hat.
- Die zweite Protolyse von H_3PO_4 hat $\text{pK}_{a2} = 7,2$.
Bei welchem pH-Wert ist die Konzentration von H_2PO_4^- und HPO_4^{2-} gleich groß?
- Warum eignet sich dieses System als Puffer?
- Berechne das Verhältnis $[\text{H}_2\text{PO}_4^-]/[\text{HPO}_4^{2-}]$ bei $\text{pH} = 6,2$.

Aufgabe 5 – Anwendungsaufgabe (5 Punkte)

Ein Haushaltsreiniger enthält 0,01 mol/L Salzsäure (HCl).

Berechne den pH-Wert.

Wie stark ändert sich der pH-Wert, wenn die Lösung um den Faktor 10 verdünnt wird?

Gesamt: 50 Punkte