**1. Aufnahme der Titrationskurve**

**Beobachtung:**

*Zu Beginn hat die Lösung einen pH-Wert von etwa 2.*

*Der pH-Wert steigt nur langsam. Nach Zugabe von etwa 9 ml Natronlauge steigt der pH-Wert sprunghaft an. Anschießend steigt der pH-Wert wiederum nur langsam an. Nach Zugabe von 25 ml NaOH hat die Lösung einen pH-Wert zwischen 12 und 13.*

**Ergebnis:**

**Wertetabelle**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| V(NaOH)in ml | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| pH-Wert | *2,2* | *2,29* | *2,41* | *2,55* | *2,71* | *2,89* | *3,11* | *3,46* | *5,67* | *8,67* | *9,2* | *9,41* | *9,59* |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| V(NaOH) in ml | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| pH-Wert | *9,77* | *9,97* | *10,17* | *10,43* | *10,88* | *11,42* | *11,74* | *11,9* | *12,01* | *12,09* | *12,16* | *12,21* |

**Erstellung des Volumen-pH-Diagramms**

**2. Interpretation der Titrationskurve**

2.1 Geben Sie die Strukturformeln von Glycin bei pH = 1, pH = 6, pH = 13 an.

 *pH 1: Kation, pH 6: Zwitterion, pH 13: Anion*

 *evtl. zu der gezeichneten Kurve eintragen*

2.2 Formulieren Sie das Protolyse-Gleichgewicht zu Beginn der Titration, d. h. V(NaOH) = 0 ml.

 *GG liegt auf der linken Seite, es liegen hauptsächlich Kationen vor.*

 COOH

H3N+ – C – + H2O

COO-

H3N+ – C – + H3O+

2.3 Erläutern Sie die Wirkung zugegebener OH- -Ionen auf das bestehende

 Protolyse-Gleichgewicht anhand einer Reaktionsgleichung.

 Geben Sie die Strukturformeln von Glycin am Halbäquivalenzpunkt (= pKs1)

an.

*pH-Wert steigt kaum an.*

*Störung des GG durch OH- -Ionen: H3O+ + OH-* $\rightarrow $ *2 H2O*

*H3O+ werden aus dem GG entfernt, GG-Verschiebung in Richtung Zwitterion.*

*Am Halbäquivalenzpunkt liegt das GG in der Mitte, also c(Kation) = c(Zwitter-ion) (eintragen in Kurve)*

2.4 Erläutern Sie die chemischen Vorgänge bei weiterer Zugabe von OH--Ionen.

 Machen Sie eine Aussage über das Protolyse-Gleichgewicht am IEP.

 *Permanente Störung des GG durch Reaktion zugegebener OH--Ionen* *mit den H3O+-Ionen. GG-Verschiebung nach rechts in Richtung Zwitterion. Am IEP ist das GG ganz nach rechts verschoben, es liegen nur noch Zwitterionen vor.*

2.5 Der IEP stellt den Äquivalenzpunkt oder den Wendepunkt der Titrationskurve dar. Am Äquivalenzpunkt gilt:

Die Stoffmenge an zugegebener Maßlösung entspricht exakt der Stoffmenge an vorgelegter Säure. Welche Teilchen liegen nun in der Probe vor?

*Zwitterionen und Wassermoleküle*

2.6 Machen Sie eine Aussage über die Wirkung weiter zugegebener OH--Ionen.

 *OH--Ionen erhöhen den pH-Wert, sie gehen keine Reaktion ein.*

2.7 Formulieren Sie das Protolyse-Gleichgewicht bei pH ≈ 9.

 *Bei pH 9 verändern zugegebene OH--Ionen den pH-Wert kaum.*

COO-

 H2N – C – + H3O+

 COO-

H3N+ – C – + H2O

2.8 Erläutern Sie die Wirkung zugegebener OH--Ionen auf dieses

 Protolyse-Gleichgewicht anhand einer Reaktionsgleichung.

Geben Sie die Strukturformeln von Glycin am Halbäquivalenzpunkt (=pKs2) an.

*pH-Wert steigt kaum an.*

*Störung des GG durch OH--Ionen: H3O+ + OH-* $\rightarrow $ *2 H2O*

*H3O+-Ionen werden aus dem GG entfernt, GG-Verschiebung in Richtung Anion.*

*Am Halbäquivalenzpunkt liegt das GG in der Mitte, also*

*c(Zwitterion) = c(Anion), evtl. Eintrag in die Kurve*

2.9 Welche Teilchen liegen bei Zugabe von 25 ml NaOH vor?

 *Anionen, Wassermoleküle und OH--Ionen*

2.10 Welchen pH- Wert hat die Probelösung zu diesem Zeitpunkt?

 *pH-Wert der verwendeten Natronlauge*

**3. Bestimmung des pH-Bereichs in dem Glycin gute Puffereigenschaften hat.**

3.1 Aminosäuren haben Puffereigenschaften.

Erläutern sie diese Eigenschaften in Worten. Definieren Sie, was man unter einer Pufferlösung versteht.

*Aminosäuren besitzen die Fähigkeit, den pH-Wert nahezu konstant zu halten, trotz Zugabe geringer Mengen H3O+-Ionen bzw. OH--Ionen.*

3.2 Geben Sie die pH-Bereiche an, in denen Glycin gute Puffereigenschaften hat.

 Zeichnen Sie diesen Bereich in das Diagramm ein.

3.3 Wie liegt Glycin in diesen pH-Bereichen vor?

 *Optimal puffert Glycin in zwei pH-Bereichen:*

*1. wenn gilt: c(Kation) = c(Zwitterion)*

*2. wenn gilt: c(Zwitterion) = c(Anion)*

3.4 Aminosäuren puffern am besten bei ihren jeweiligen pKs-Werten.

* Formulieren Sie das Protolyse-Gleichgewicht von Glycin, das durch pKs1 gekennzeichnet ist.

 COOH

H3N+ – C – + H2O

COO-

H3N+ – C – + H3O+

* Formulieren Sie das MWG für dieses Protolyse-Gleichgewicht.

*Ks =* $\frac{c\left(Zwitterion\right)x c(H3O+)}{c(Kation)}$

* Umformulierung des mathematischen Ausdrucks:

 c(H3O\*) soll als pH ausgedrückt werden.

 Es gilt: pH= -lg c(H3O\*)

 *lg Ks = lg*$\frac{c(Zwitterion)}{c(Kation)}$ *+ lg c(H3O+)*

*-lg c(H3O+) = lg*$\frac{c(Zwitterion)}{c(Kation)}$ *- lgKs*

*pH = pKs + lg*$\frac{c(Zwitterion)}{c(Kation)}$ *Puffergleichung*

3.5 Zeigen Sie, dass gilt:

Glycin puffert am besten bei dem pH-Wert, der dem pKs1-Wert entspricht.

Wenn pH = pKs1,

dann ist das Verhältnis c(Zwitterion) : c(Kation) = *1 : 1 = 1*

*dann gilt: lgc(Zwitterion)/c(Kation) = lg 1 = 0, also pH = pKs1*

Glycin puffert gut in einem pH-Bereich der dem pKs-Wert ± 1 entspricht.

Es gilt: Verhältnis c(Zwitterion) : c(Kation) = 10 : 1 oder 1 : 10

*Dann gilt: lgc(Zwitterion/c(Kation) = lg 10 = 1*

*bzw. lgc(Zwitterion)/c(Kation) = lg 0,1 = -1*

3.6 Geben Sie mit Hilfe der Hilfsmitteltabelle den pH-Bereich an, in dem Glycin gut

 puffert.

 *pH-Bereich: 1,34 – 3,34*

Formulieren Sie die Pufferwirkung in diesem pH-Bereich bei zugegebenen

H3O+ - bzw. zugegebenen OH—Ionen.

*Kation + OH-* $\rightarrow $*Zwitterion + H2O*

*Zwitterion + H3O+* $\rightarrow $*Kation + H2O*

3.7 Leiten Sie mathematisch den zweiten Pufferbereich von Glycin her.

 COO-

H3N+ – C – + H2O

COO-

 H2N – C – + H3O+

*Siehe dann 3.4 – 3.6: statt Zwitterion Anion einsetzen und statt Kation Zwitterion verwenden.*

**4. Aufgaben zum Thema Eigenschaften der AS und der Pufferwirkung**

4. Gegeben ist der Dihydrogenphosphat/Hydrogenphosphat-Puffer.

 *H2PO4-/HPO42-*

*Säure/korrespondierende Base*

4.1 Zeigen Sie die Pufferwirkung dieses Puffers bei Zugabe geringer Mengen

 H3O+- bzw. OH- -Ionenmit Hilfe von entsprechenden Reaktionsgleichungen.

 *Zugabe von H3O+: HPO42- + H3O+ → H2PO4- + H2O*

 *Zugabe von OH-: H2PO4-  + OH- → HPO42- + H2O*

4.2 Bestimmen Sie mathematisch den pH-Wert, an dem dieser Puffer puffert.

 *Dieser Puffer puffert optimal, wenn gilt: c(Base ) : c(Säure) = 1 : 1*

 *Dieser Puffer puffert gut, wenn gilt c(Base) : c(Säure) = 10 : 1 oder 1 : 10*

 *Eingesetzt in die Puffergleichung: pH = pKs + lg c(Base) : c(Säure)*

 *pH = 7,2 + lg 101 bzw. pH = 7,2 + lg10-1*

 *pH = 7,2 ± 1*

4.3 Gegeben ist die Titrationskurve von Histidin.

Interpretieren Sie diese Titrationskurve.



 *Histidin bei verschiedenen pH-Werten:*

 *pH 1: hauptsächlich zweiwertiges Kation*

 *pH 1,8: c(zweiwertiges Kation) = c(einwertiges Kation)*

 *pH 4: hauptsächlich einwertiges Kation*

*pH 6: c(einwertiges Kation) = c(Zwitterion)*

 *pH 7,6: hauptsächlich Zwitterion*

 *pH 9,2: c(Zwitterion) = c(Anion)*

 *pH 10: hauptsächlich Anion*

4.4 Warum kann ein Gemisch aus starker Säure und ihrer korrespondierenden Base nicht puffern?

 *Starke Säure protolysiert fast vollständig. C(Base) ist sehr klein.*

 *C(Base) : c(Säure) ist unendlich klein, also nicht 10 : 1 oder 1 : 10.*

4.5 Welche der folgenden Aussagen sind richtig, welche sind falsch?

Berichtigen Sie die falschen Aussagen.

1. In einer wässrigen AS-Lösung liegen hauptsächlich Zwitterionen vor.
2. Der pH-Wert einer wässrigen AS-Lösung entspricht dem IEP.
3. Am IEP = pHI liegt die höchste Konzentration an Zwitterionen vor.
4. Eine wässrige AS-Lösung hat am IEP die geringste Löslichkeit.

 *Alle Antworten richtig.*