

G8 Abituraufgaben Chemie Neutralisationstitrationen

2011/B1

- 1.2 Indikatoren spielen bei Titrations eine wichtige Rolle. Im Folgenden soll die Konzentration einer wässrigen Essigsäure-Lösung ermittelt werden. Hierzu werden 30 ml der Säure mit Natronlauge der Konzentration $c = 0,10 \text{ mol/l}$ titriert und mithilfe eines pH-Meters die Änderung des pH-Wertes gemessen.

Tab.: pH-Werte nach Zugabe von Natronlauge

Zugabe NaOH in ml	5,0	10	15	17,5	20	22,5	25	30	36
pH-Wert	4,3	4,3	4,7	5,2	6,1	11,5	11,9	12,2	12,3

Zeichnen Sie anhand der angegebenen Messwerte die Titrationskurve und leiten Sie daraus die Anfangskonzentration der Essigsäure sowie deren pK_s -Wert ab!
Beurteilen Sie, ob Bromphenolblau ein für diese Titration geeigneter Indikator ist! [12 BE]

2011 B2

- 2 Der in verschiedenen Lebensmitteln eingesetzte Farbstoff Patentblau V zeigt einen pH-abhängigen Farbwechsel zwischen einer blauen und einer gelben Form.
- 2.1 Die quantitative Analyse des jeweils noch vorhandenen Anteils an blauer Form ermöglicht die Ableitung des pK_s -Wertes von Patentblau V. Die folgende Abbildung gibt das Versuchsergebnis wieder:

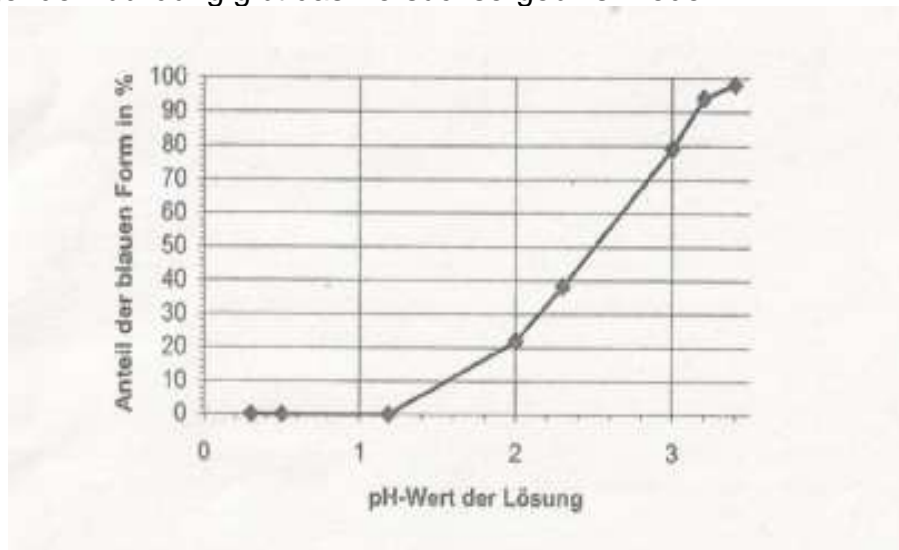


Abb. 2: Anteil der blauen Form von Patentblau V in einer Patentblau-V-Lösung in Abhängigkeit vom pH-Wert

Leiten Sie aus Abbildung 2 den pK_s -Wert von Patentblau V ab und begründen Sie Ihre Aussage! [7 BE]

Musterabitur 2011 – Chemie

C 1 Stahlbeton

- 1 Vor einigen Jahren titelte eine große deutsche Tageszeitung sinngemäß: „Männer-Urin zerstört Maracana-Stadion: Rio de Janeiro (dpa) – Urin bedroht den legendären ‚Fußballtempel‘ Maracana in der brasilianischen Metropole Rio de Janeiro.“ Als Ursache für die Zerstörung der Bausubstanz wird in dem Artikel die „Ammoniaksäure“ genannt, die angeblich in den Beton eindringt und die Stahlträger oxidiert.
- 1.1 Erörtern Sie auf der Basis der Bindungsverhältnisse im Ammoniakmolekül und der angegebenen pK-Werte die Bezeichnung des Ammoniaks als Säure! $pK_S(\text{H}_2\text{O}) = pK_B(\text{H}_2\text{O}) = 15,74$; $pK_S(\text{NH}_3) = 23$; $pK_B(\text{NH}_3) = 4,75$. [8 BE]
- 1.2 Ein bestimmtes Volumen einer Ammoniumchlorid-Lösung wird mit Natronlauge titriert. Dabei notiert man die pH-Werte und erhält so die dargestellte Titrationskurve.

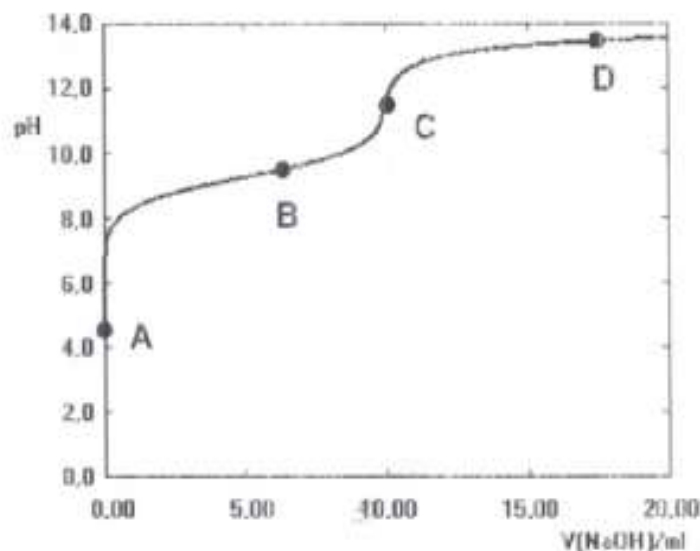


Abb. 1: Titrationskurve

Formulieren Sie die Neutralisationsgleichung der beschriebenen Titration und kennzeichnen Sie die korrespondierenden Säure-Base-Paare! [3 BE]

- 1.3 Die drei nachfolgenden Skizzen repräsentieren modellhaft Momentaufnahmen der Ammoniumchlorid-Lösung zu drei der vier in Abbildung 1 mit A-D gekennzeichneten Zeitpunkten der Titration. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind die Wassermoleküle nicht eingezeichnet.

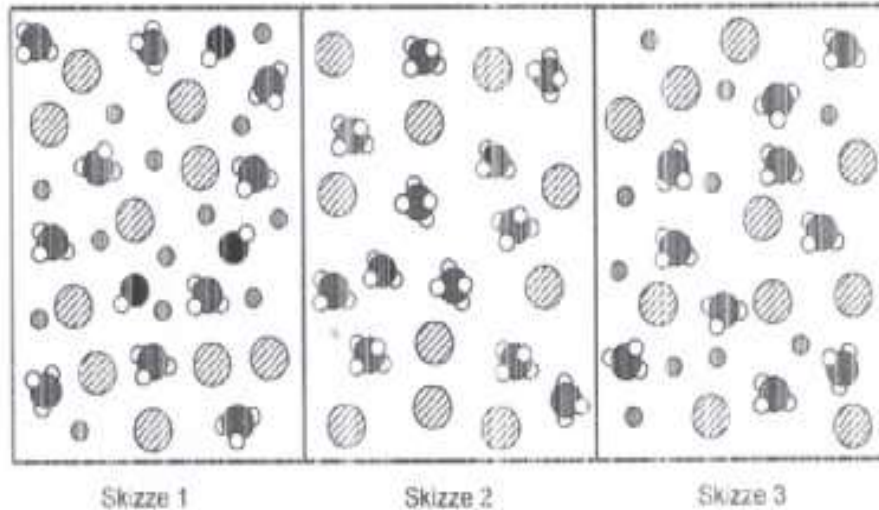


Abb. 2: Modellhafte Momentaufnahmen der Titrationslösung zu drei Zeitpunkten

Erstellen Sie eine Legende der dargestellten Teilchen und ordnen Sie die Skizzen 1-3 den entsprechenden Punkten der Titrationskurve zu! Begründen Sie Ihre Zuordnung! [6 BE]

- 1.4 Beschreiben Sie, wie man graphisch den pK_S -Wert des Ammonium-Ions ermitteln kann, und geben Sie den Wert an! Berechnen Sie sodann die anfängliche Stoffmengenkonzentration von Ammonium-Ionen in der Lösung! [7 BE]

2012 A1

- 1.2 Eine wässrige Lösung der schwachen Säure Benzoesäure (Phenylmethansäure) unbekannter Konzentration wird mit verdünnter Natronlauge ($c = 1 \text{ mol/l}$) titriert. Die pH-Werte während der Titration sind in folgender Graphik dargestellt.

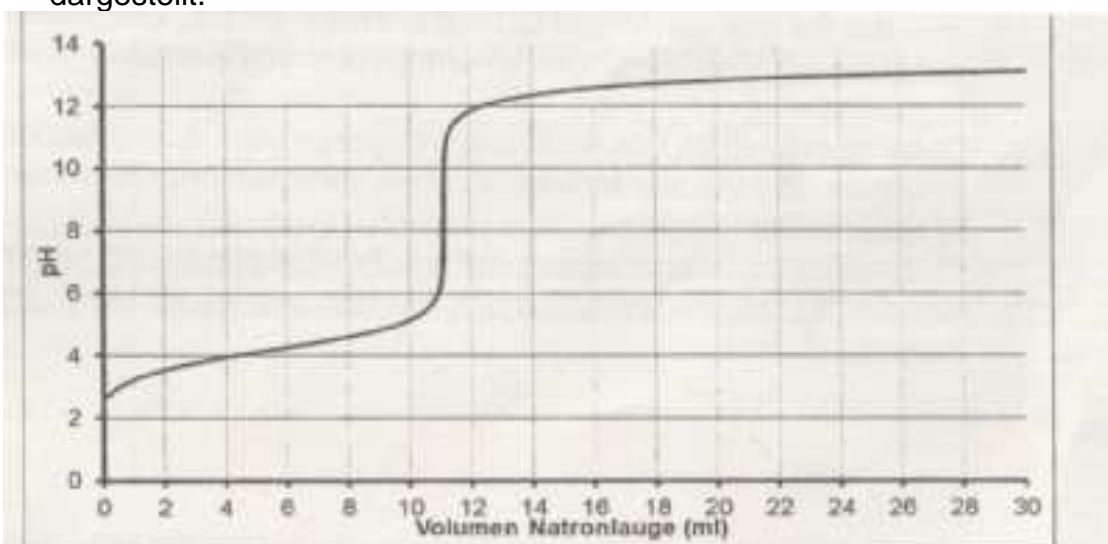
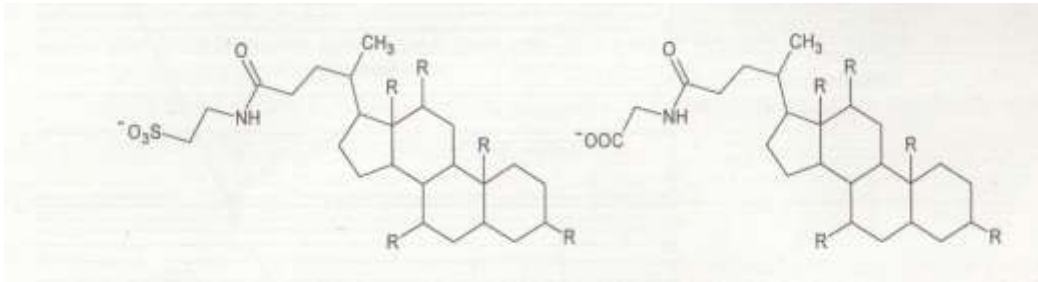


Abb. 3: Titrationskurve von Benzoesäure mit Natronlauge

Formulieren Sie die Reaktionsgleichung der Neutralisation und ermitteln Sie die Konzentration der Benzoesäure zu Beginn der Titration!

Beurteilen Sie, ob sich Thymolphthalein ($pK_s = 10$) als Indikator für diese Titration eignet! [9 BE]

2013/B2



A: Taurocholat-Ion

B: Glycocholat-Ion

Abb. 3: Strukturformeln von Gallensalz-Anionen

2.3 Eine Glycocholsäure-Lösung wird mit einem Indikator versetzt und mit Natronlauge titriert. Dabei werden folgende Werte gemessen:

V(NaOH) in ml	0	1	3	5	7	9	10	11	15	20
pH	2	3	3,5	3,7	3,9	5	8	11	12,3	12,5

2.3.1 Zeichnen Sie die Titrationskurve und leiten Sie daraus den pK_s -Wert der Glycocholsäure ab! [6 BE]

2.3.2 Im folgenden Diagramm ist die Abhängigkeit des Quotienten der deprotonierten und protonierten Form eines Indikators vom pH-Wert dargestellt. Die Hochwertachse ist hierbei logarithmisch skaliert.

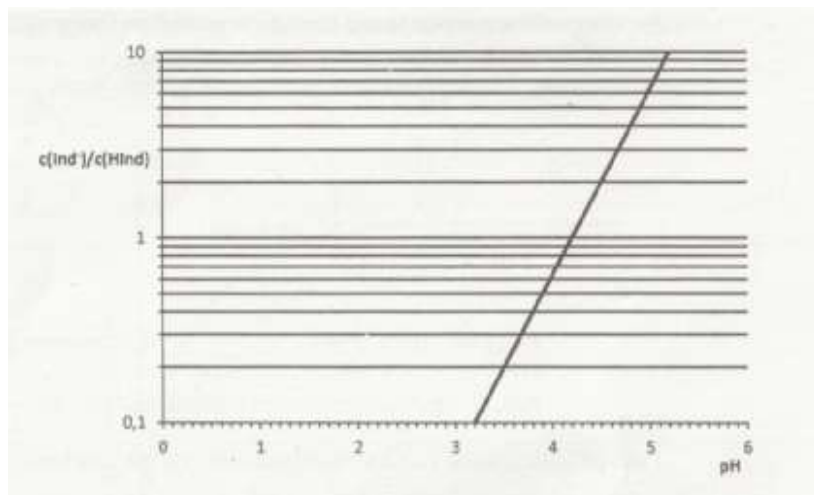


Abb. 4: Quotient der Konzentrationen der deprotonierten und protonierten Form eines Indikators in Abhängigkeit vom pH-Wert

Leiten Sie aus dem Diagramm den pK_s -Wert des Indikators ab und beurteilen Sie, ob dieser Indikator für die Titration von Glycocholsäure mit Natronlauge geeignet ist! [4 BE]

2014 A1

3 Die Tränenflüssigkeit des Menschen hat einen pH-Wert von 7,4. Flüssigkeiten zur Aufbewahrung von Kontaktlinsen enthalten daher Zusätze, die als Puffer wirken, um den pH-Wert 7,4 konstant zu halten. Ein Teil der verwendeten

Puffersysteme ist das Borsäure/Borat-System. Borsäure $B(OH)_3$ steht in wässriger Lösung im Gleichgewicht mit Tetrahydroxo- borat-Ionen $B(OH)_4^-$:

$$B(OH)_3 + 2H_2O \rightleftharpoons B(OH)_4^- + H_3O^+$$

Das folgende Diagramm zeigt das Ergebnis einer Titration von 10 ml einer Borsäurelösung der Konzentration $c(B(OH)_3) = 0,1 \text{ mol/l}$ mit Natronlauge der Konzentration $c(NaOH) = 0,1 \text{ mol/l}$. Bis zum Erreichen des Äquivalenzpunktes wird ein Volumen von 10 ml Natronlauge verbraucht:

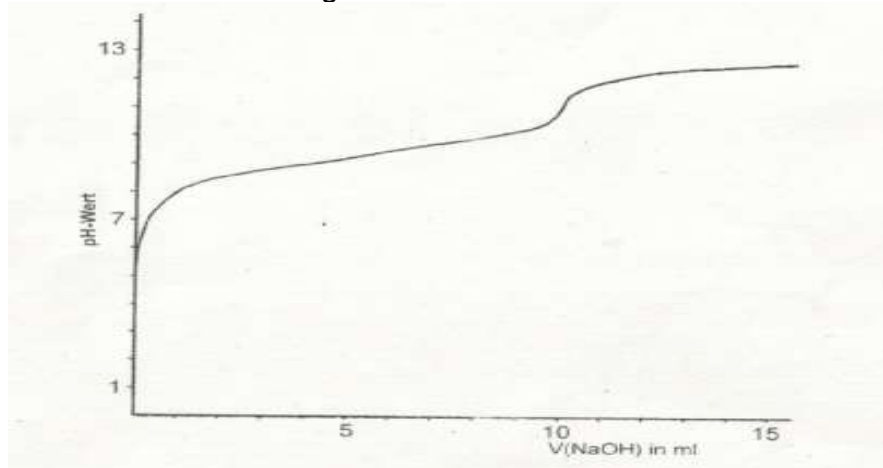


Abb.: Titrationskurve von Borsäurelösung mit Natronlauge

- 3.1 Erläutern Sie die Wirkungsweise des Borsäure/Borat Puffers mithilfe des Prinzips von Le Chatelier!
- 3.2 Ermitteln Sie den pH-Wert einer äquimolaren Borsäure/Borat-Lösung! Entscheiden Sie, ob diese Lösung geeignet ist, den pH-Wert 7,4 konstant zu halten, und begründen Sie Ihre (Entscheidung! [7 BE]

2015/C2

- 4 Bei der Verbrennung von Dieselkraftstoffen wird Kohlenstoffdioxid gebildet, das unter anderem für einen sinkenden pH-Wert des Meerwassers verantwortlich ist.
 - 4.1 Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre löst sich zunächst physikalisch im Wasser und reagiert dann zum Teil zu Kohlensäure (H_2CO_3). In einer weiteren Gleichgewichtsreaktion erfolgt die Umsetzung von Kohlensäuremolekülen mit Wassermolekülen. Formulieren Sie für die beschriebenen Vorgänge Reaktionsgleichungen! [3 BE]
 - 4.2 Eine Meerwasserprobe besitzt einen pH-Wert von $pH = 8,33$. Berechnen Sie unter diesen Bedingungen das Konzentrationsverhältnis der Carbonat- und Hydrogencarbonat-Anionen! Der Einfluss des gelösten Kohlenstoffdioxids kann vernachlässigt werden. [4 BE]

2018/ A1

- 3 Zahnpasta enthält Phosphonate, um die Bildung von Zahnstein zu hemmen. Phosphonate werden ausgehend von Phosphonsäure (H_3PO_3) hergestellt:

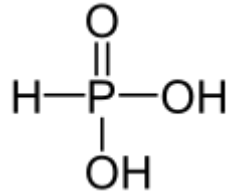


Abb. 4: Strukturformel von Phosphonsäure

Bei der Titration von 50 ml Phosphonsäure-Lösung mit Natronlauge der Konzentration $c(\text{NaOH}) = 0,25 \text{ mol/l}$ erhält man folgende Titrationskurve:

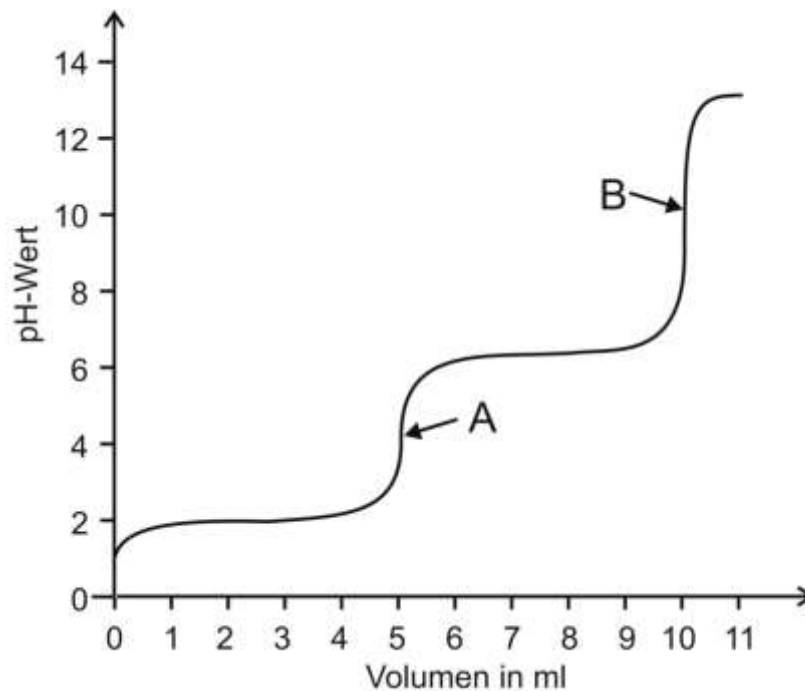


Abb. 5: Titrationskurve von 50 ml Phosphonsäure mit Natronlauge der Konzentration $c(\text{NaOH}) = 0,25 \text{ mol/l}$

- 3.1 Leiten Sie aus der Strukturformel ab, weshalb Phosphonsäure als zwei-protonige Säure reagiert. Zeichnen Sie die Strukturformeln der aus den Phosphonsäure-Molekülen entstandenen Molekül-Ionen, die an den Punkten A und B überwiegend vorliegen. [6 BE]
- 3.2 Berechnen Sie die Masse an Phosphonsäure, die in der Probelösung enthalten war. [6 BE]
- 3.3 Zur Bestimmung des Phosphonsäure-Gehalts durch Titration stehen folgende Indikatoren zur Verfügung:

Tab. 1: Indikatoren

Indikator	pK _s (HInd)
Methylorange	4,2
Bromthymolblau	7,0
Thymolphthalein	9,9

Beurteilen Sie die Eignung der Indikatoren für die Titration. [6 BE]

2019 B2

- 2 Milchsäure (2-Hydroxypropansäure, C₃H₆O₃) wirkt als natürlicher Konservierungsstoff im Joghurt, indem sie den pH-Wert absenkt. Berechnen Sie den pH-Wert eines Joghurts, der 7,0 mg Milchsäure (pK_s = 3,86) pro Liter Joghurt enthält. [5 BE]

2020 A 2

- 1.2 50 mL einer Lösung der vollständig protonierten Form von Phenylalanin (2-Amino-3-phenylpropansäure) der Konzentration c(Phe) = 0,1 mol/L werden mit Natronlauge der Konzentration c(NaOH) = 1 mol/L titriert. Dabei ergibt sich die in Abbildung 2 dargestellte Titrationskurve:

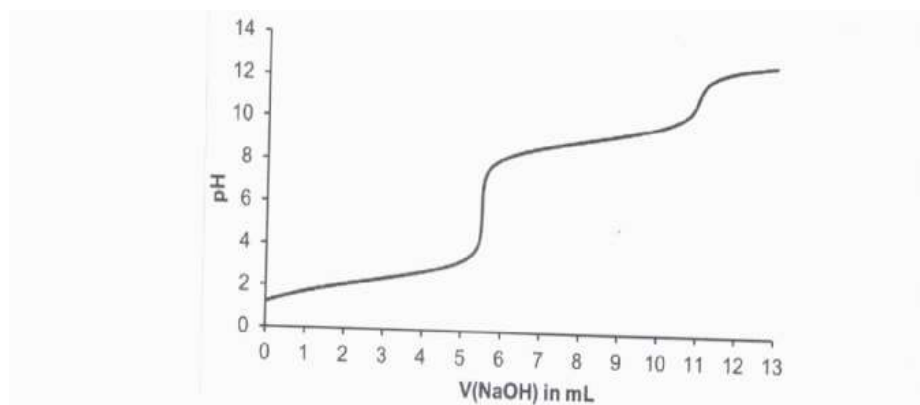


Abb. 2: Titrationskurve von Phenylalanin mit Natronlauge

- 1.2.1 Zeichnen Sie jeweils die Strukturformel der hauptsächlich vorliegenden Form von Phenylalanin am Startpunkt der Titration und an den beiden Äquivalenzpunkten. [6 BE]
- 1.2.2 Phenylalanin-Lösungen können als Puffer eingesetzt werden. Bestimmen Sie mithilfe von Abbildung 2 die pK_s-Werte von Phenylalanin und beurteilen Sie die Eignung einer Phenylalanin-Lösung als Puffer für Zahnpasta mit einem pH-Wert von 8,8. [6 BE]

2022 A 1

3 Bei der Herstellung von künstlichen Spinnfäden wird Methansäure benötigt.

Abbildung 2 zeigt eine Titrationskurve von Methansäure mit Natronlauge.

Dabei wurde eine Probe von 25 ml Methansäure-Lösung unbekannter Konzentration vorgelegt und mit Natronlauge der Konzentration 0,15 mol/L titriert (Abb. 2):

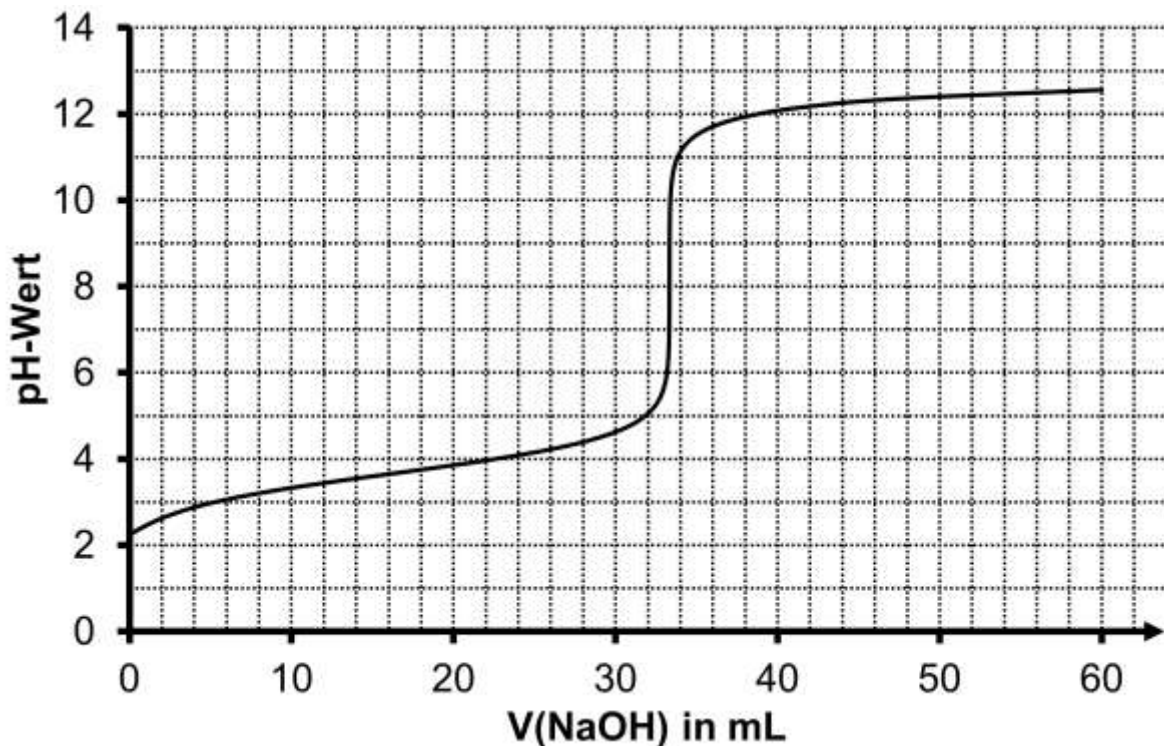


Abb. 2: Titrationskurve von Methansäure-Lösung mit Natronlauge

3.1 Erklären Sie anhand der Reaktionsgleichung von Methansäure mit Natronlauge den Begriff „Äquivalenzpunkt“ und markieren Sie diesen in Abbildung 2. Berechnen Sie die Konzentration der Methansäure-Lösung zu Beginn der Titration. [8 BE]

3.2 In Abbildung 3 ist ein sogenanntes Hagg-Diagramm dargestellt. Es zeigt die Konzentrationen verschiedener Teilchen, die bei der Titration von Methansäure mit Natronlauge auftreten:

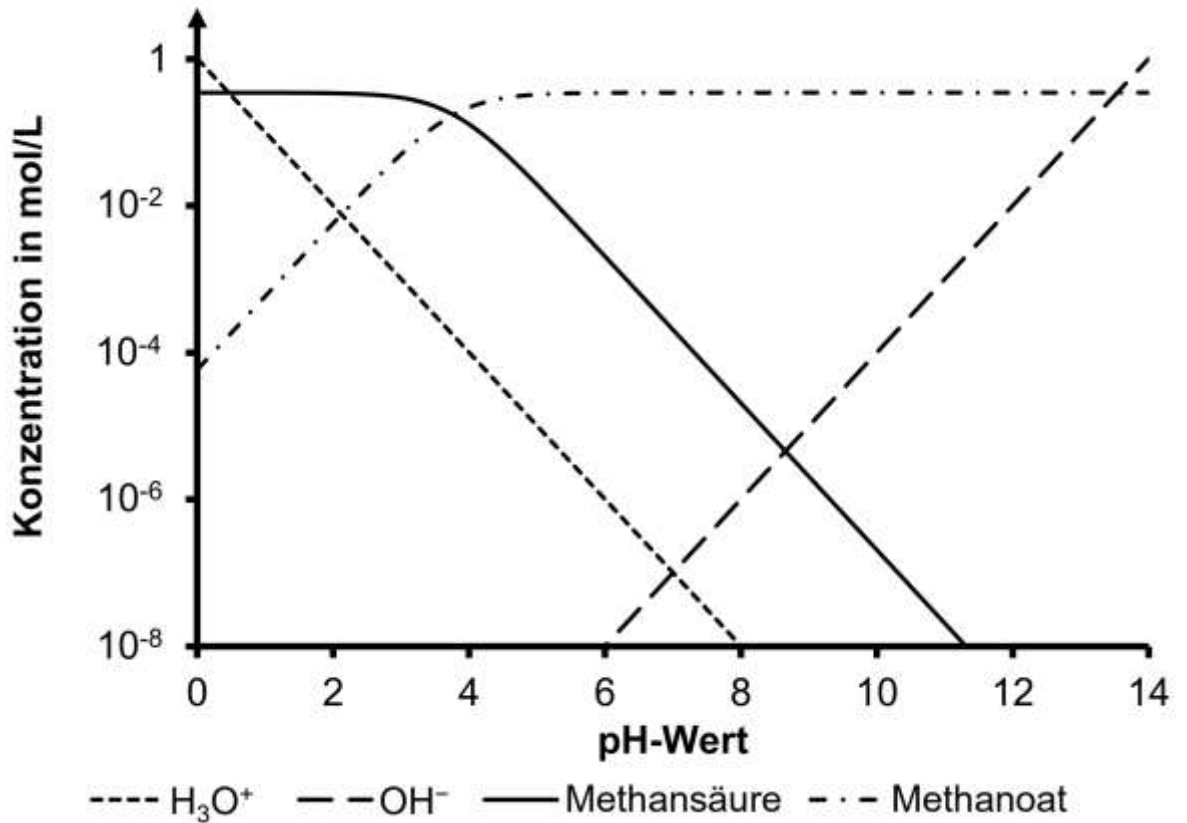


Abb. 3: Hägg-Diagramm einer Titration von Methansäure mit Natronlauge

Erklären Sie die Vorgehensweise zur Bestimmung des pK_s -Werts von Methansäure sowohl aus Abbildung 2 als auch aus Abbildung 3 und ermitteln Sie diese. [6 BE]

Abbildung:

1 verändert nach:

<https://www.scielo.br/j/gmb/a/wgKCTFCBsWQKR6T9Wzpz49H/?lang=en#ModalFig3>, zuletzt aufgerufen am 26.10.2021

A 1 2023 Biolumineszenz

D-Luciferin ist nur bei pH-Werten zwischen 6,5 und 7,5 stabil und wird deswegen in Pufferlösungen aufbewahrt.

Zur Herstellung von Pufferlösungen können Aminosäuren, zum Beispiel Alanin (2-Aminopropansäure), eingesetzt werden. In Abbildung 5 ist die Titrationskurve einer Alanin-Lösung mit Natronlauge der Konzentration $c(\text{NaOH}) = 0,15 \text{ mol/L}$ dargestellt

Zu Beginn des Versuchs wurde die Alanin-Lösung mit Salzsäure auf $\text{pH} = 1$ eingestellt

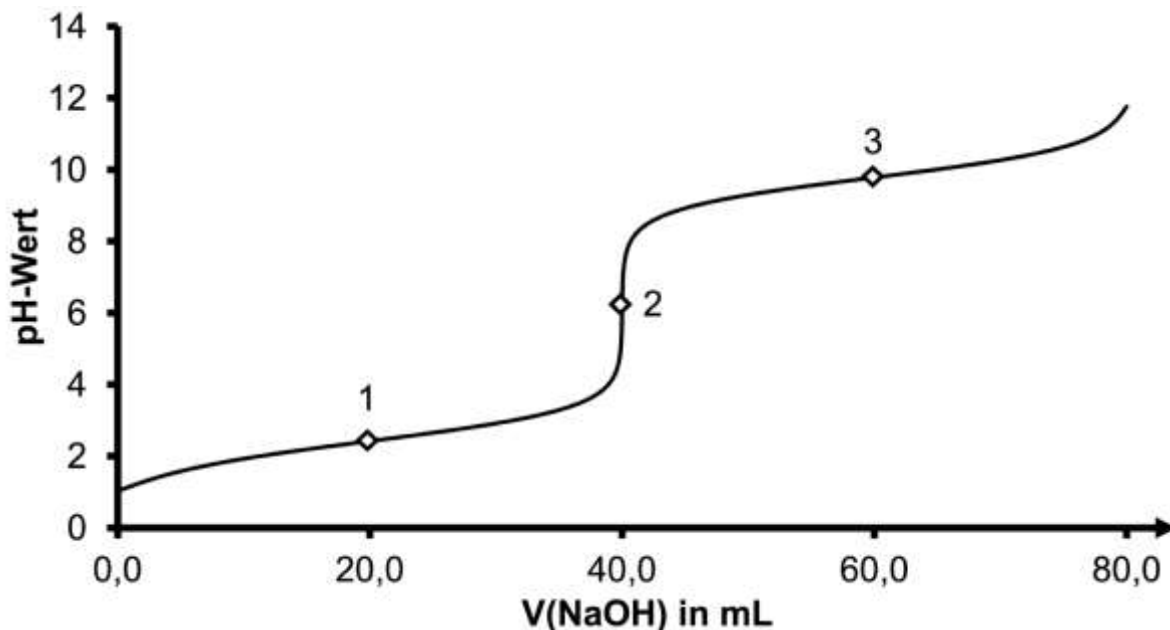


Abb. 5: Titrationskurve einer Alanin-Lösung mit Natronlauge

3.1. Berechnen Sie die benötigte Masse an Natriumhydroxid, um 500 ml Natronlauge der Konzentration $c(\text{NaOH}) = 0,15 \text{ mol/L}$ herzustellen. [4 BE]

3.2 Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen für die bei der Titration ablaufenden Protolyseschritte mit Strukturformeln. [6 BE]

Zur Verwendung des Alanin-Puffers gibt es drei Behauptungen:

- Untersucht man eine Alanin-Lösung an einem Halbäquivalenzpunkt, kann man feststellen, dass sie dort eine gute Pufferwirkung aufweist.
 - Die Pufferwirkung einer Alanin-Lösung ist am isoelektrischen Punkt am größten.
 - Eine Alanin-Lösung ist eine geeignete Pufferlösung für D-Luciferin.
- Ordnen Sie die Begriffe isoelektrischer Punkt und Halbäquivalenzpunkt den Punkten 1, 2 und 3 in der Titrationskurve (Abb. 5) zu. Nehmen Sie zu allen Behauptungen begründet Stellung. [7 BE]

Quellen:

- Bank, R. P. D. 3D PFV: 1VPR. <https://www.rcsb.org/3d-sequence/1VPR?assemblyId=1>
- Man, T. P. Luciferase Reporter Assays: An Overview. <https://info.gbiosciences.com/blog/luciferase-reporter-assays>
- Pozzo, T., Akter, F., Nomura, Y., Louie, A. Y. & Yokobayashi, Y. (2018). Firefly Luciferase Mutant with Enhanced Activity and Thermostability. ACS Omega, 3(3), 2628–2633.