



Arbeitsblatt – Säure-Base-Titration

Die Säure-Base-Titration stellt ein maßanalytisches Verfahren dar zur Bestimmung der Konzentration einer Säure bzw. Base durch definierte Zugabe einer Säure bzw. Base bekannter Konzentration. Dabei wird der pH-Wert mithilfe des Cobra 4 Wireless-Link Geräts gemessen. Der pH-Wert ist der negative dekadische Logarithmus der Konzentration an Hydronium-Ionen, welches gegen das Volumen der Zugabe der Natronlauge aufgetragen wird.

Materialien: 50 mL Bürette mit Halterung, 100 mL Becherglas, Magnetrührer mit Rührmagnet, Cobra 4 Wireless-Link mit Wireless Manager, pH-Elektrode (PHYWE GmbH), Computer mit Messsoftware *measure*

Chemikalien: Salzsäure, Natriumhydroxid, Wasser

Durchführung:

1. Es wird 50 mL einer 0,1 molaren Natronlauge hergestellt.
2. 20 mL der Salzsäure-Lösung mit unbekannter Konzentration wird in einem 100 mL Becherglas gegeben auf den Magnetrührer gestellt.
3. Eine Bürette wird an einem Stativ befestigt und mit der Natronlauge aufgefüllt. In die Salzsäure wird die pH-Elektrode getaucht und mit dem Cobra 4 Wireless-Link verbunden und eingeschaltet.
4. Der Wireless-Manager wird über die USB-Buchse des Computers gesteckt und die Auswertungssoftware *measure* gestartet. Nachdem das Programm den Cobra 4 Wireless-Link mit der pH-Elektrode erkannt hat, kann die Messung starten.
5. Es erfolgt die Titration unter ständigem Rühren. Die Messwerte werden nach jeden zugegebenen Milliliter Natronlauge gemessen (d.h. Messwert-Nummer = 1 mL)

Beobachtung: _____

Aufgabe 1 – Stelle die Reaktionsgleichung der Neutralisationsreaktion dar. Beschreibe den Verlauf der Titrationskurve, benenne charakteristische Punkte des Kurvenverlaufs und trage diese in den Graphen ein.

Aufgabe 2 – Berechne die Konzentration der unbekanntes Salzsäure-Lösung (in mol/L) und vergleiche dein Ergebnis mit den anderen Gruppen.

Aufgabe 3 – Bewerte die Handhabung mit dem Cobra 4 Wireless-Link sowie das dazugehörige Programm *measure* von PHYWE. Erläutere die Probleme, die bei der Titration aufgetreten sind, vergleiche diese Arbeitsmethode mit der „manuellen“ Titration und diskutiere mögliche Vor- und Nachteile.

1 Didaktischer Kommentar zum Schülerarbeitsblatt

Das Arbeitsblatt beschäftigt sich mit der Säure-Base-Titration. Es wurde hierbei eine starke Säure und Lauge gewählt um einen einfachen Einstieg in die Thematik zu gewähren (z.B. beim Aufstellen der Reaktionsgleichung oder der Berechnung der Konzentrationen). Bei Titrationen ist ein exaktes Arbeiten notwendig sowie die Bereitschaft sich mit neuen Medien, wie den Messgeräten von PHYWE, auseinanderzusetzen. Hier liegt ein weiterer Schwerpunkt des Arbeitsblatts. Dies erfordert auch eine gewisse Einarbeitungszeit, damit jeder Arbeitsschritt reibungslos abläuft. Daher ist die Unterrichtsstunde mit diesem Arbeitsblatt erst nach der Behandlung von Säure-Base-Reaktionen anzuwenden. Die Schüler_innen sollten bereits über Kenntnisse und Fähigkeiten verfügen, Lösungen bestimmter Konzentrationen eigenständig anzusetzen. Des Weiteren sollte schon vorab eine „manuelle“ Titration ohne die PHYWE-Geräte durchgeführt und eingeübt worden sein. Die Schüler_innen üben dadurch wissenschaftliche Arbeitsmethoden ein, wie beispielsweise das Messen des pH-Werts, die Handhabung und das Ablesen einer Bürette, das Protokollieren der Experimente sowie das Arbeiten mit einem Auswertungsprogramm. Des Weiteren ermitteln die Schüler_innen durch verschiedene Titrationsmethoden die Konzentration von Säure-Base-Lösungen, beschreiben die Kurvenverläufe der Titration und erklären charakteristische Punkte des Kurvenverlaufs (z.B. Äquivalenzpunkt).

1.1 Erwartungshorizont (Kerncurriculum)

Die im Kerncurriculum zusammengefassten Kompetenzbereiche werden nachfolgend mit den Aufgaben des Arbeitsblatts verknüpft:

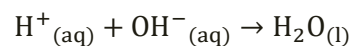
| | |
|----------------------|--|
| Fachwissen: | Die Schüler_innen beschreiben die Neutralisationsreaktion als eine quantitative Nachweisreaktion und erläutern die Donator-Akzeptor-Reaktion als Übertragung von Protonen (Aufgabe 1). |
| Erkenntnisgewinnung: | Die Schüler_innen werten quantitative Daten aus und vergleiche diese (Aufgabe 2). |
| Bewerten: | Die Schüler_innen bewerten den Nutzen neuer Medien und diskutieren über dessen Vor- und Nachteile (Aufgabe 3). |

Zunächst sollen die Schüler_innen in Aufgabe 1 Neutralisationsreaktionen definieren sowie den Verlauf einer Titrationskurve beschreiben. Dabei greifen sie auf ihr erlerntes Wissen der vorherigen Unterrichtsstunden zurück, da dort alle verlangten Aspekte bereits besprochen wurden (Anforderungsbereich I). In Aufgabe 2 berechnen die Schüler_innen mithilfe der Ergebnisse die Konzentration der Salzsäure (Anforderungsbereich II). Der Umgang mit den PHYWE-Geräten wird in Aufgabe 3 bewertet (Anforderungsbereich III).

1.2 Erwartungshorizont (Inhaltlich)

Aufgabe 1:

Es findet folgende Neutralisationsreaktion statt:



Die Protonen der Säure (Protonendonator) werden auf die Base übertragen und fungiert dabei als Protonenakzeptor. Es kommt zu einer Neutralisation bei der Wasser entsteht.

Anfangs liegt der pH-Wert im sauren Bereich (pH 1,2) und steigt nur sehr langsam an. Zwischen pH 5 - 6 steigt der Messwert sehr schnell an bis auf pH 10,3 und flacht dann ab. Am Äquivalenzpunkt entspricht die Stoffmenge des eingesetzten Titors der Stoffmenge der Probelösung während der Neutralisationspunkt immer bei pH 7 liegt.

Aufgabe 2:

Am Äquivalenzpunkt kann über die bekannte Menge an Hydroxid-Ionen die Menge an Hydronium-Ionen und somit die Konzentration der Salzsäure ermittelt werden. Es wurden bis zum Äquivalenzpunkt 44,3 mL Natriumhydroxid zugegeben.

$$c(\text{HCl}) = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{V(\text{HCl})} = \frac{0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 44,3 \text{ mL}}{20 \text{ mL}} = 0,22 \text{ mol/L}$$

Aufgabe 3:

Das Software-Programm measure kann lediglich den pH-Wert gegen die Zeit automatisch auftragen, die zur weiteren Auswertung nicht unbedingt nützlich sind. Besser wäre hier eine Auftragung des pH-Wertes in Abhängigkeit des Volumens an zugegebener Natronlauge. Dafür ist jedoch ein Tropfenzähler o.ä. nötig. Es kann jedoch auch auf manuelle Eingabe der Messung umschaltet werden. Dabei wird die Messwert-Nummer statt der Zeit aufgetragen. Beim Ablesen

in 1 mL Abständen entspricht die Messwert-Nummer dem Volumen von 1 mL. Hier ist also dringend ein Optimierungsbedarf an den PHYWE-Geräten erkennbar.