

Titration eines säurehaltigen Erfrischungsgetränkes gegen eine starke Base mit Cobra SMARTsense

(Artikelnr.: P7511869)

Curriculare Themenzuordnung



Schwierigkeitsgrad



Schwer

Vorbereitungszeit



20 Minuten

Durchführungszeit



30 Minuten

empfohlene Gruppengröße



2 Schüler/Studenten

Zusätzlich wird benötigt:

- säurehaltiges Erfrischungsgetränk (Cola)
- PHYWE measureAPP

Versuchsvarianten:

Schlagwörter:

mehrwertige Säuren, starke Basen, Neutralisation, pH-Wert, Stoffmenge, Konzentration, Maßanalyse, Titrationskurven

Lehrerinformationen

Einführung

Anwendung

Die Säure-Base-Titration stellt ein analytisches Verfahren zur Ermittlung von Konzentrationen entsprechender Verbindungen dar. Die Verwendung von pH-Messelektroden bietet darüber hinaus die Möglichkeit, Messkurven zu erstellen. Potentiometrische Titrations stellen zwei grundlegende Gesetze dar, das Massenwirkungsgesetz (MWG) und die Nernst'sche Gleichung. Anhand des MWG kann man den Verlauf für einfache chemische Reaktionen mathematisch beschreiben.



Versuchsaufbau

Lernziele

Den Schülern sollen bei diesem Experiment exemplarisch die Grundlagen der modernen Säure-Base-Titration gezeigt und nähergebracht werden. Neben der praktischen Arbeit im Labor wird auch auf die Auswertung von Titrationskurven und deren Charakteristika eingegangen.

Aufgabe

Die Schüler sollen bei diesem Experiment eine Messkurve für die Titration eines säurehaltigen Erfrischungsgetränkes (z.B. Cola) gegen eine starke Base aufnehmen. Hierzu wird ein bekanntes Volumen des Getränkes mit einer Natronlauge-Lösung bekannter Konzentration titriert. Hierbei werden dann die charakteristischen Merkmale einer solchen Titrationskurve identifiziert und die Äquivalenzpunkte bestimmt. Aus dem verbrauchten Volumen der Maßlösung und deren Konzentration wird dann die Säurekonzentration des Erfrischungsgetränkes berechnet.

Vorwissen

In diesem Experiment sollen die praktischen Grundlagen der Säure-Base-Titration näher gebracht werden. Großer Wert wird hierbei auf den Umgang mit volumetrischen Messgeräten (Bürette, Messpipette, Pipettierball) gelegt.

Prinzip

Bei der potentiometrischen Titration handelt es sich um ein maßanalytisches Verfahren zur Bestimmung der Konzentrationen von Säuren und Basen. Es wird ein säurehaltiges Erfrischungsgetränk unbekannter Konzentration mit einem bestimmten Volumen (50 ml) vorgelegt. Nach Kalibrierung der pH-Elektrode wird sie in Verbindung mit dem Cobra4 Mobile-Link zur Ermittlung des pH-Wertes der Lösung verwendet. Eine starke Base mit bekannter Konzentration (hier: NaOH, 1 M) wird portionsweise zum Erfrischungsgetränk (Analyselösung) hinzugegeben. Nach jeder Basenzugabe wird der pH-Wert der Lösung abgelesen und notiert.

Vorbereitung

Es muss eine 1 M Natronlauge hergestellt werden (Lösen Sie 4 g Natriumhydroxid-Perlen in 100 ml dest. Wasser).

Die in dem Versuch verwendeten Lösungen (1 M Natronlauge, Erfrischungsgetränk) müssen in entsprechenden Bechergläsern

vorbereitet und gekennzeichnet werden.

Die Kohlensäure des verwendeten Erfrischungsgetränk sollte durch Kochen (wenige Minuten) entfernt werden.

Falls das Erfrischungsgetränk farbig ist und zusätzlich zur pH-Wert Messung mit einem Indikator gearbeitet werden soll, sollte es mit Aktivkohle entfärbt und anschliessend filtriert werden.

Entsorgung

Die verwendeten Lösungen können im Behälter für Säuren und Laugen entsorgt werden.

Material

Position	Material	Bestellnr.	Menge
1	Cobra SMARTsense - Dropcounter, 0 ... ∞	12923-00	1
2	pH-Elektrode für Cobra SMARTsense pH, BNC-Stecker	12920-10	1
4	Stativfuß, variabel	02001-00	1
5	Doppelmuffe	02043-00	1
6	Elektrodenhalter, schwenkbar	18461-88	1
7	Bürettenklemme mit 1 Rollhalter	37720-01	1
8	Pipettierball, Universalmodell (bis 100 ml), 3 Ventile	47127-02	1
9	Pipette mit Gummikappe	64701-00	1
10	Laborschreiber, wasserfest	38711-00	1
11	Erlenmeyerkolben, Weithals, BORO 3.3, 100 ml	46151-00	1
12	Schutzbrille, farblose Scheiben	39316-00	1
13	Laborbecher, niedrige Form, 50 ml, PP	36080-00	2
14	Spritzflasche, 250 ml, Kunststoff	33930-00	1
15	Trichter, Oben-d = 40 mm, PP	36888-00	1
16	Messpipette 5 ml, Teilung 0,1 ml	36599-00	1
17	Bürette mit geradem Normschliffhahn, Schellbachstreifen, 10 ml, Teilung 0,05 ml	47152-01	1
18	Stativstange Edelstahl, 18/8, l = 370 mm, d = 10 mm	02059-00	1
	Natriumhydroxid, Perlen 500 g	30157-50	
	Wasser, destilliert, 5 l	31246-81	
	Puffertabletten, pH 4, 100 Stück	30281-10	
	Puffertabletten, pH 10, 100 Stück	30283-10	
Zusätzliches Material			
	Papierhandtücher		
	säurehaltiges Erfrischungsgetränk (z.B. Cola)		
	PHYWE measureAPP		

Android

iPad



Sicherheitshinweise



H- und P-Sätze

Natronlauge (1 mol/l):

- | | |
|-------|---|
| H290: | Kann gegenüber Metallen korrosiv sein. |
| P234: | Nur im Originalbehälter aufbewahren. |
| P390: | Verschüttete Mengen aufnehmen, um Materialschäden zu vermeiden. |

Gefahren

- Säuren und Laugen wirken ätzend!
- Unbedingt Schutzbrille aufsetzen!

Titration eines säurehaltigen Erfrischungsgetränkes gegen eine starke Base mit Cobra SMARTsense (Artikelnr.: P7511869)

Einführung

Anwendung und Aufgabe

Wie viel Säure ist in einem säurehaltigen Erfrischungsgetränk enthalten?

Anwendung

Säuren spielen in unserem Alltag eine wichtige Rolle. Sei es in Lebensmitteln z. B. als Essig, im Auto als Batteriesäure oder auch in säurehaltigen Erfrischungsgetränken.

Um mit einer Säure sicher umgehen zu können, ist es wichtig zu wissen wie konzentriert sie ist.

Eine Möglichkeit, die Konzentration einer Säure zu bestimmen ist die Titration.



Aufgabe

Bestimme die Konzentration eines säurehaltigen Erfrischungsgetränkes mit Hilfe einer Titration.

Material

Position	Material	Bestellnr.	Menge
1	Cobra SMARTsense - Dropcounter, 0 ... ∞	12923-00	1
2	pH-Elektrode für Cobra SMARTsense pH, BNC-Stecker	12920-10	1
4	Stativfuß, variabel	02001-00	1
5	Doppelmuffe	02043-00	1
6	Elektrodenhalter, schwenkbar	18461-88	1
7	Bürettenklemme mit 1 Rollhalter	37720-01	1
8	Pipettierball, Universalmodell (bis 100 ml), 3 Ventile	47127-02	1
9	Pipette mit Gummikappe	64701-00	1
10	Laborschreiber, wasserfest	38711-00	1
11	Erlenmeyerkolben, Weithals, BORO 3.3, 100 ml	46151-00	1
12	Schutzbrille, farblose Scheiben	39316-00	1
13	Laborbecher, niedrige Form, 50 ml, PP	36080-00	2
14	Spritzflasche, 250 ml, Kunststoff	33930-00	1
15	Trichter, Oben-d = 40 mm, PP	36888-00	1
16	Messpipette 5 ml, Teilung 0,1 ml	36599-00	1
17	Bürette mit geradem Normschliffhahn, Schellbachstreifen, 10 ml, Teilung 0,05 ml	47152-01	1
18	Stativstange Edelstahl, 18/8, l = 370 mm, d = 10 mm	02059-00	1
	Natriumhydroxid, Perlen 500 g	30157-50	
	Wasser, destilliert, 5 l	31246-81	
	Puffertabletten, pH 4, 100 Stück	30281-10	
	Puffertabletten, pH 10, 100 Stück	30283-10	
Zusätzliches Material			
	Papierhandtücher		
	säurehaltiges Erfrischungsgetränk (z.B. Cola)		
	PHYWE measureAPP		

Android

iPad



Aufbau und Durchführung

Aufbau

Gefahren

- Säuren und Laugen wirken ätzend!
- Unbedingt Schutzbrille tragen!



Anschalten des Dropcounters

Cobra SMARTsense 'Dropcounter' durch Drücken des Powerknopfes anschalten. Stelle sicher, dass Bluetooth auf dem Gerät aktiviert ist. Öffne die PHYWE measure App  und wähle den **Sensor** "Dropcounter" sowie Messkanal 'pH' auswählen (Abb. 1).

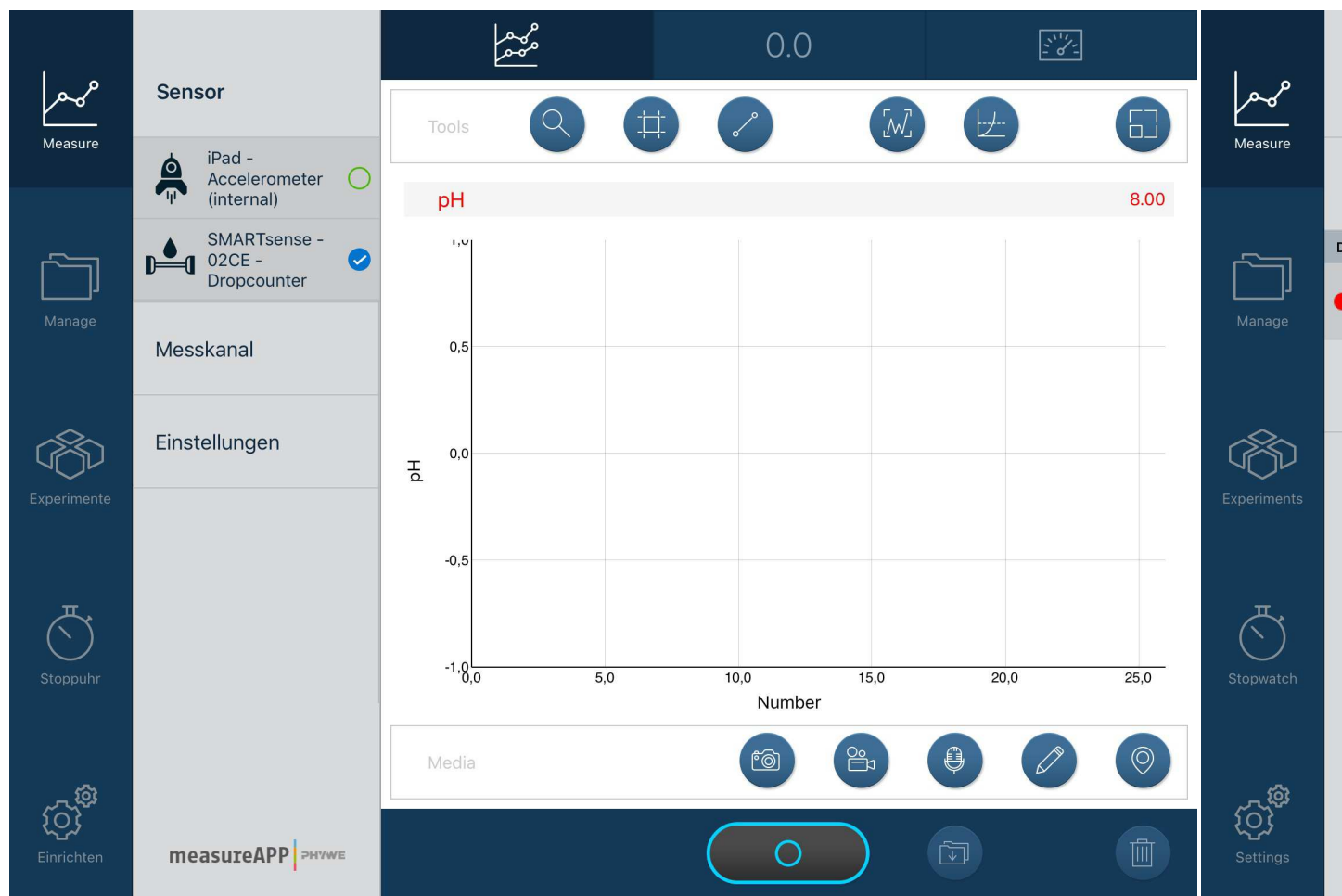


Abb. 1

Kalibrierung der pH-Elektrode:

- Vor der eigentlichen Titration sollte die pH-Messelektrode kalibriert werden. Entferne dazu die Schutzkappe der Elektrode und befülle zwei entsprechend beschriftete Bechergläser zu jeweils 30 ml mit einer der beiden Pufferlösungen (Abb. 3).

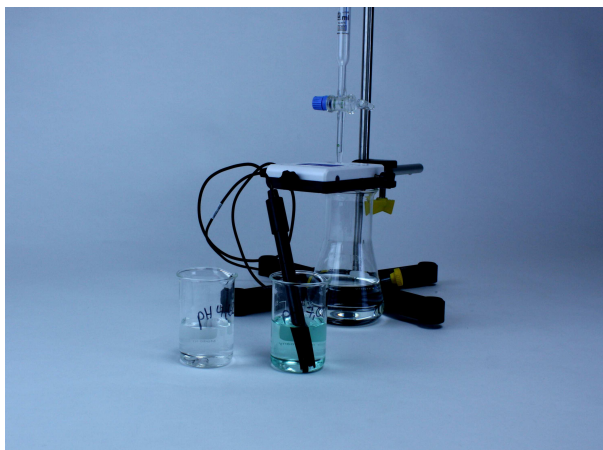


Abb. 3: Kalibrierung der pH-Elektrode

Die Kalibrierung der pH-Elektrode wird mit Puffertabletten vorgenommen. Dabei zur Herstellung der Pufferlösung mit den Puffertabletten je 20 ml destilliertes Wasser verwenden. Achte darauf, dass die pH-Elektrode nach jeder Messung mit destilliertem Wasser gespült wird.

- 1. Gehe zu "Einstellungen" (Abb. 4)
- 2. Gehe zu (ggf. nach unten scrollen) "Kalibration" (Abb. 4)
- 3. Wert anklicken und den entsprechenden pH-Wert bei Sollwert 1 eingeben (Abb. 5)

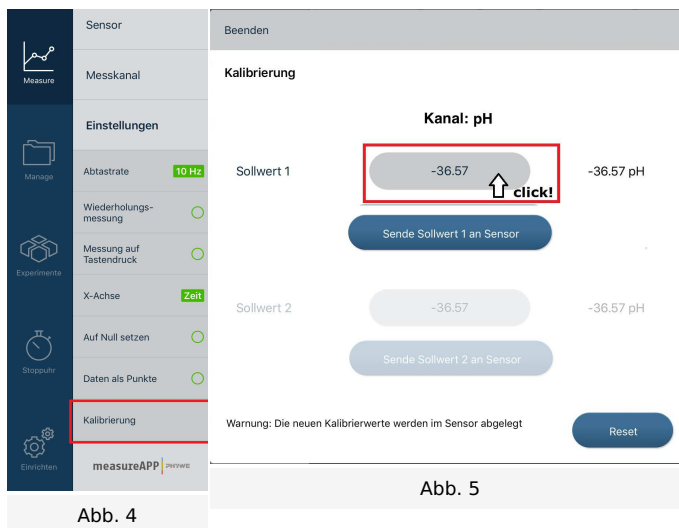


Abb. 4

Abb. 5

Falls die verwendete Elektrode vor Kurzem bereits kalibriert wurde, kann auf eine erneute Kalibrierung verzichtet werden.

- Wiederhole den Vorgang für den zweiten Wert (Sollwert 2).

Aufbau

Stecke die beiden Hälften des Stativfußes zusammen (Abb. 6). Befestige die Stativstange im Stativfuß (Abb. 7).



Abb. 6



Abb. 7

Schraube die Stativstange in die dafür vorgesehene Schraubvorrichtung des Dropcounters (Abb. 8). Befestige mit Hilfe der Doppelmuffe die Stativstange des Dropcounters unterhalb der Bürettenklemme an der Stativstange (Abb. 9). Platziere anschliessend die pH-Messelektrode im Elektrodenhalter des Dropcounters und befestige diese mit der beiliegenden Schraube (Abb. 10). Schliesse die Elektrode an der BNC-Buchse des Dropcounters an (Abb. 11).



Abb. 8

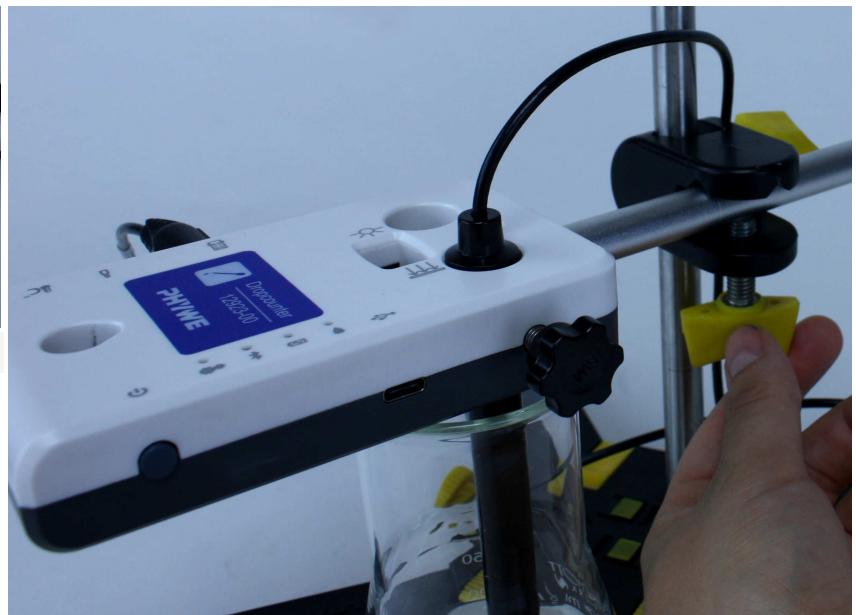


Abb. 9



Abb. 10

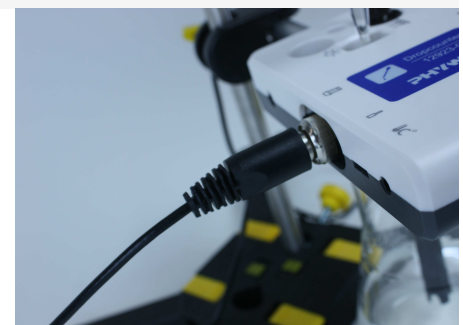


Abb. 11

Bringe die Bürettenklemme an der Stativstange an. Drücke mit Daumen und Zeigefinger die beiden Hebel der Bürettenklemme

zusammen und platziere die Bürette zwischen den vier gummierten Rollen. Fixiere die Bürette durch langsames Loslassen der beiden Hebel (Abb. 12). Achte darauf, dass die Bürette zentral über dem Tropfenzähler positioniert ist (Abb. 13).

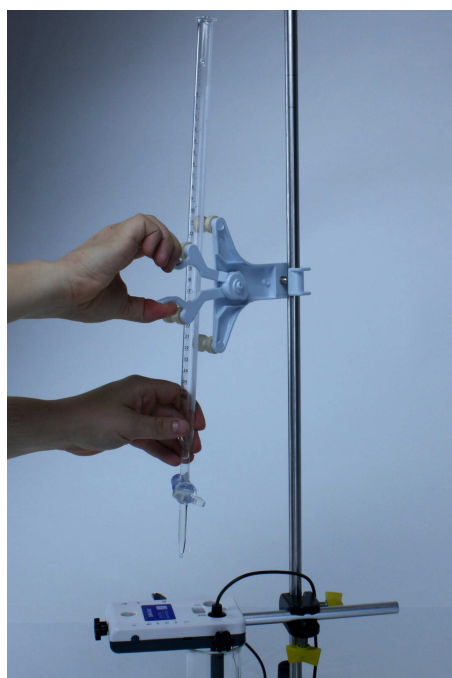


Abb. 12

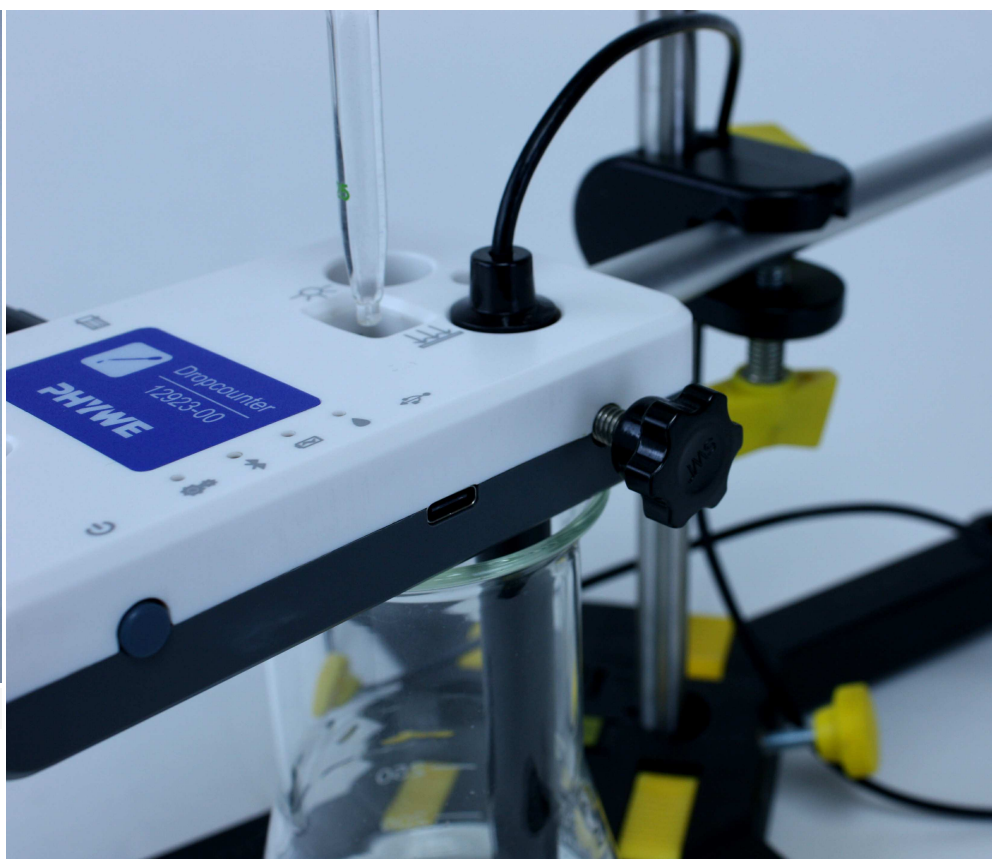


Abb. 13

Befülle mit Hilfe des Trichters die Bürette mit der 1 molaren Natronlauge. Verwende hierzu die beiden Laborbecher und beschrifte diese um eine Verwechslungsgefahr auszuschließen.

Fülle die 10-ml-Bürette vorsichtig bis über den obersten Eichstrich. Achte darauf, dass sich keine Luftbläschen in der Bürette befinden, und dass nichts überläuft (Abb. 14).

Platziere einen der Laborbecher unter dem Hahn der Bürette und öffne diesen vorsichtig. Lasse so viel Natronlauge ab, bis der oberste Eichstrich der Flüssigkeitssäule erreicht ist (Abb. 15).



Abb. 14

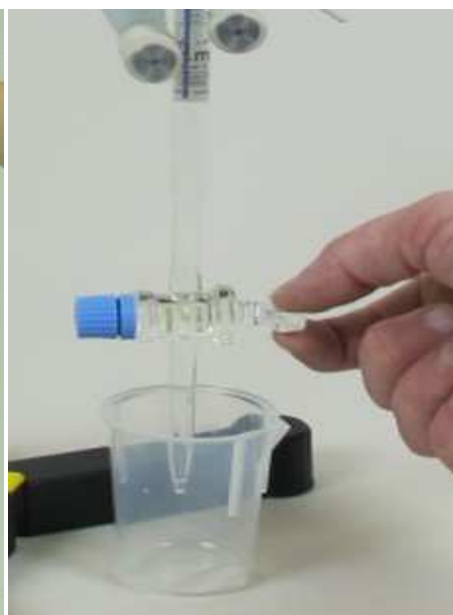


Abb. 15

Es bildet sich auf der Oberfläche der Flüssigkeitssäule in der Bürette eine nach unten gebogene Wölbung, der sogenannte

Meniskus (gr. Meniskos = Halbmond). Um genau abzumessen, wann die Flüssigkeitssäule den obersten Eichstrich berührt, orientiert man sich am untersten Punkt dieser Wölbung. Deine Augen sollten hierbei genau in Höhe des Eichstriches sein (Abb. 16).




Abb. 16

Fülle den Erlenmeyerkolben mit 10 ml des bereitgestellten Erfrischungsgetränkes (Abb. 17). Platziere den Erlenmeyerkolben unter dem Hahn der Bürette, der Hahn sollte den inneren Rand des Erlenmeyerkolbens berühren. Fülle mit Hilfe der Spritzflasche mit ein wenig Wasser auf. Es sollten sich nicht mehr als zwei Zentimeter Flüssigkeit im Erlenmeyerkolben befinden. Führe die pH-Messelektrode ein, sodass sie vollständig von der Lösung benetzt ist (Abb. 18).





Abb. 17

Durchführung

Starte die Messung mit  (s. Abb 19).

- Gib durch vorsichtiges Aufdrehen zunächst 4 ml der Natronlauge in den Erlenmeyerkolben (Abb. 20).
- Schwenke den Erlenmeyerkolben nach jeder Zugabe vorsichtig hin und her. Es dürfen sich keine Spritzer bilden (Achtung: Säure!). Notiere den pH-Wert, wenn dieser sich eingestellt hat.
- Nachdem 4 ml titriert wurden, muss in 0,2 ml Schritten titriert werden bis der Äquivalenzpunkt erreicht wurde. Nachdem der Äquivalenzpunkt erreicht wurde kann erneut in 1 ml Schritten titriert werden.

Beende die Messung mit  und speichere deine Messwerte ab mit .

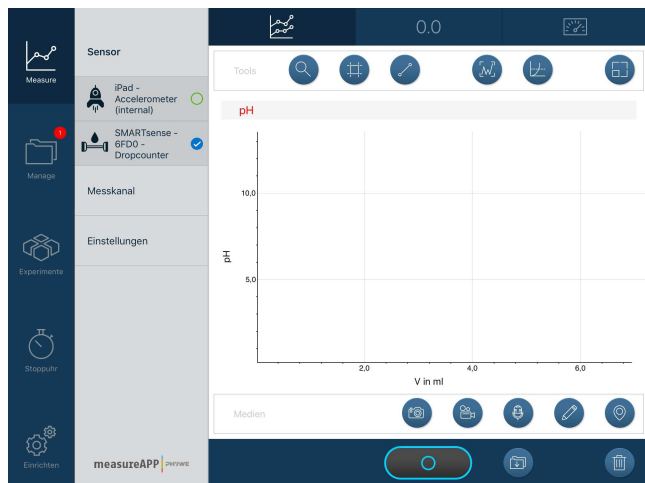


Abb. 19



Abb. 20

Trage alle Werte in die Tabelle im Protokoll ein.
Erstelle anhand der Werte eine Titrationskurve im Protokoll.

Entsorgung

Die in diesem Experiment verwendeten Lösungen können im Behälter für Säure- und Base-Abfälle entsorgt werden.