

Was ist der pH?

pH-Skala



Bildquelle: 123rf.com

| Klassenstufe | Oberthemen | Unterthemen | Anforderung | Durchführung | Vorbereitung |
|--------------|-----------------|-----------------|-------------|--------------|--------------|
| Sek II | Säure und Basen | Was ist der pH? | • | • | • |

Aufgabenstellung

Die Schüler lernen experimentell unterstützt, was der pH-Wert eigentlich beschreibt.

Einleitung

Was ist der pH?

Die pH-Skala ist mit Säuren und Basen verbunden. Sie sind vielleicht mit der pH-Skala vertraut und wissen, wie man sie verwendet, um Stoffe als sauer oder basisch einzustufen, aber was misst der pH-Wert eigentlich?

Material & Methoden

Für jeden Schüler oder jede Gruppe werden folgende Materialien benötigt:

- Datenerfassungssystem
- [Smart pH-Sensor](#)
- [Kleines Becherglas](#) oder Becher
- [Messzylinder](#), 10 ml (2)
- [Rührstab](#)
- [Reagenzgläser](#), 160 x 16 mm (5)
- [Reagenzglasgestell](#)
- [Pipetten](#), graduiert (2)
- [Universal-Indikatorlösung](#)
- [pH-Puffer, 4 und 10](#)
- [0,1 M HCl, 10 ml](#)
- [0,1 M NaOH, 10 ml](#)
- [Destilliertes Wasser](#) in einer [Waschflasche](#)
- Markierstifte



Sicherheit

Beachten Sie neben Ihren gewohnten Sicherheitsvorkehrungen bitte folgende Sicherheitshinweise:

- Tragen Sie immer eine Schutzbrille.
- Geben Sie Acht beim Umgang mit Säuren und Laugen.

Gestaltung und Durchführung eines Experiments

Teil 1 - Säuren

1. Öffnen Sie SPARKvue.
2. Verwenden Sie das Bluetooth-Symbol, um den pH-Sensor zu verbinden.
3. Kalibrieren Sie den pH-Sensor mit den Puffern pH 4 und pH 10.
4. Kennzeichnen Sie die Pipetten mit HCl und NaOH. Beschriften Sie 5 Reagenzgläser mit den Nummern 1- 5 und stellen Sie sie in das Reagenzglasgestell.
5. Geben Sie etwa 10 ml 0,1 M HCl in Reagenzglas #1 und stellen Sie es in das Reagenzglasgestell zurück.
6. Stellen Sie die Mischung #2 her:
 - Verwenden Sie die HCl-Pipette, um 1 ml des 0,1 M HCl aus Reagenzglas #1 in das Reagenzglas #2 zu überführen.
 - Verwenden Sie einen sauberen Messzylinder, um 9 ml destilliertes Wasser in Reagenzglas #2 zu geben. Den Inhalt des Reagenzglases gut mischen. Spülen Sie den Rührstab (sofern verwendet) mit destilliertem Wasser und trocknen Sie ihn.
 - Stellen Sie das Reagenzglas #2 in das Reagenzglasgestell zurück.
7. Sie haben 1 ml 0,1 M HCl und 9 ml Wasser zu einem Gesamtvolumen von 10 ml gemischt. Welche Molarität hat nun die HCl-Lösung in Reagenzglas #2? Tragen Sie diesen Wert in Tabelle 1 ein.
8. Stellen Sie die Mischung #3 her:
 - Geben Sie 9 ml destilliertes Wasser in Reagenzglas #3.
 - Verwenden Sie die HCl-Pipette, um 1 ml der Mischung #2 in das Reagenzglas #3 zu überführen. Den Inhalt des Reagenzglases gut mischen. Spülen Sie den Rührstab (sofern verwendet) mit destilliertem Wasser und trocknen Sie ihn.
 - Stellen Sie das Reagenzglas #2 in das Reagenzglasgestell zurück.
9. Welche Molarität hat nun die HCl-Lösung in Reagenzglas #3? Tragen Sie diesen Wert in Tabelle 1 ein.

10. Stellen Sie die Lösungen für die Reagenzgläser #4 und #5 durch Wiederholen von Schritt 9 her. Geben Sie dazu jeweils 1 ml der zuvor nummerierten Lösung zu 9 ml destilliertem Wasser zu, so dass sich ein Gesamtvolumen von 10 ml ergibt, um die jeweilige Lösung herzustellen,
11. Welche Molaritäten haben nun die HCl-Lösungen in Reagenzglas #4 und #5? Tragen Sie die Werte in Tabelle 1 ein.
12. Geben Sie ein paar Tropfen Universalindikator in jedes der Reagenzgläser und mischen Sie diese anschließend gründlich. Denken Sie daran, den Rührstab mit destilliertem Wasser zu spülen und zu trocknen, bevor Sie diesen im nächsten Reagenzglas verwenden. Tragen Sie die resultierende Farbe der einzelnen Reagenzgläser in Tabelle 1 ein.
13. Beginnen Sie mit der Datenerfassung mit Hilfe des pH-Sensors, um den pH-Wert jeder Lösung zu messen. Spülen Sie den pH-Sensor mit destilliertem Wasser zwischen den Proben. Tragen Sie die pH-Werte in Tabelle 1 ein.
14. Beenden Sie die Datenerfassung.

Datenanalyse

Tabelle 1 – Säuren

| Reagenzglas # | Molarität von HCl (M) | Molarität von HCl in wissenschaftlicher Schreibweise (M) | [H ⁺] (M) | Wert des [H ⁺]-Exponenten | Negativer Wert des [H ⁺]-Exponenten | Farbe der Lösung mit Indikator | pH |
|---------------|-----------------------|--|-----------------------|---------------------------------------|---|--------------------------------|----|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |

1. Geben Sie für jedes der Reagenzgläser die Molarität von HCl in wissenschaftlicher Notation an. Tragen Sie diese Werte in Tabelle 1 ein.

2. HCl ist eine starke Säure, d.h. es dissoziiert vollständig in Wasser und produziert dabei H^+ und Cl^- . Die molare Konzentration von H^+ wird als $[H^+]$ dargestellt. Schreiben Sie für jedes der Reagenzgläser $[H^+]$ in wissenschaftlicher Schreibweise in Tabelle 1.
3. Tragen Sie für jedes der Reagenzgläser den Exponentenwert von $[H^+]$ in Tabelle 1 ein.
4. Tragen Sie für jedes der Reagenzgläser den *negativen* Exponentenwert von $[H^+]$ in Tabelle 1 ein.

Abschließende Fragen

Teil 1 - Säuren

1. Welche Art Stoff, glauben Sie, erkennt der Indikator?
2. Wäre ein Indikator oder ein pH-Sensor sinnvoller, wenn Sie eine genauere pH-Messung einer Lösung benötigen? Erklären Sie Ihre Antwort.
3. Verwenden Sie die einzelnen Werte von $[H^+]$ aus Tabelle 1, um $-\log[H^+]$ für jede der Lösungen zu berechnen. Welche Datenspalte in Tabelle 1 stimmt damit überein?
4. Wie verhalten sich die berechneten pH-Werte im Vergleich zu den gemessenen pH-Werten? Welche Fehlerquellen gibt es?
5. Angenommen Ihre Lösung hätte einen $[H^+]$ -Wert von $2,0 \times 10^{-5}$ M, welcher ungefähre pH-Wert liegt basierend auf dem Exponenten vor? Wie hoch ist der tatsächliche pH-Wert berechnet mit dem Taschenrechner?

Gestaltung und Durchführung eines Experiments

Teil 2 - Basen

1. Reinigen und spülen Sie die Reagenzgläser und Messzylinder. Beschriften Sie die 5 Reagenzgläser mit den Nummern #9 bis #13 und stellen Sie sie in das Reagenzglasgestell.
2. Geben Sie etwa 10 ml 0,1 M NaOH in Reagenzglas #13 und stellen Sie es in das Reagenzglasgestell zurück.
3. Stellen Sie die Mischung #12 her:
 - Verwenden Sie einen sauberen Messzylinder, um 9 ml destilliertes Wasser in Reagenzglas #12 zu geben.
 - Verwenden Sie die NaOH-Pipette, um 1 ml des 0,1 M NaOH aus Reagenzglas #13 in das Reagenzglas #12 zu überführen. Den Inhalt des Reagenzglases gut mischen. Spülen Sie den Rührstab (sofern verwendet) mit destilliertem Wasser und trocknen Sie ihn.
 - Stellen Sie das Reagenzglas #2 in das Reagenzglasgestell zurück.
4. Sie haben 1 ml 0,1 M NaOH und 9 ml Wasser zu einem Gesamtvolumen von 10 ml gemischt. Welche Molarität hat nun die NaOH-Lösung in Reagenzglas #12? Tragen Sie diesen Wert in Tabelle 2 ein.
5. Stellen Sie die Mischung #11 her:
 - Geben Sie 9 ml destilliertes Wasser in Reagenzglas #11.
 - Verwenden Sie die NaOH-Pipette, um 1 ml der Mischung #12 in das Reagenzglas #11 zu überführen. Den Inhalt des Reagenzglases gut mischen. Spülen Sie den Rührstab (sofern verwendet) mit destilliertem Wasser und trocknen Sie ihn.
 - Stellen Sie das Reagenzglas #2 in das Reagenzglasgestell zurück.
6. Welche Molarität hat nun die NaOH-Lösung in Reagenzglas #11? Tragen Sie diesen Wert in Tabelle 2 ein.
7. Stellen Sie die Lösungen für die Reagenzgläser #10 und #9 durch Wiederholen von Schritt 5 her. Geben Sie dazu jeweils 1 ml der zuvor nummerierten Lösung zu 9 ml destilliertem Wasser zu, so dass sich ein Gesamtvolumen von 10 ml ergibt, um die jeweilige Lösung herzustellen,

8. Welche Molaritäten haben nun die NaOH-Lösungen in Reagenzglas #10 und #9? Tragen Sie die Werte in Tabelle 2 ein.
9. Geben Sie ein paar Tropfen Universalindikator in jedes der Reagenzgläser und mischen Sie diese anschließend gründlich. Denken Sie daran, den Rührstab mit destilliertem Wasser zu spülen und zu trocknen, bevor Sie diesen im nächsten Reagenzglas verwenden. Tragen Sie die resultierende Farbe der einzelnen Reagenzgläser in Tabelle 2 ein.
10. Messen Sie mit Hilfe des pH-Sensors den pH-Wert jeder Lösung. Spülen Sie den pH-Sensor mit destilliertem Wasser zwischen den Proben. Tragen Sie die pH-Werte in Tabelle 2 ein.
11. Beenden Sie die Datenerfassung.

Datenanalyse

Tabelle 2 – Basen

| Reagenzglas # | Molarität von NaOH (M) | Molarität von NaOH in wissenschaftlicher Schreibweise (M) | [OH ⁻] (M) | Wert des [OH ⁻]-Exponenten | Negativer Wert des [OH ⁻]-Exponenten | Farbe der Lösung mit Indikator | pH |
|---------------|------------------------|---|------------------------|--|--|--------------------------------|----|
| 13 | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |

1. Geben Sie für jedes der Reagenzgläser die Molarität von NaOH in wissenschaftlicher Notation an. Tragen Sie diese Werte in Tabelle 2 ein.

2. NaOH ist eine starke Base, d.h. es dissoziiert vollständig in Wasser und produziert dabei Na^+ und OH^- . Die molare Konzentration von OH^- wird als $[\text{OH}^-]$ dargestellt. Schreiben Sie für jedes der Reagenzgläser $[\text{OH}^-]$ in wissenschaftlicher Schreibweise in Tabelle 2.
3. Tragen Sie für jedes der Reagenzgläser den Exponentenwert von $[\text{OH}^-]$ in Tabelle 2 ein.
4. Tragen Sie für jedes der Reagenzgläser den *negativen* Exponentenwert von $[\text{OH}^-]$ in Tabelle 2 ein.

Abschließende Fragen

Teil 2 - Basen

1. Nachdem Sie jetzt Erfahrung im Umgang mit Säuren und Basen haben: Was glauben Sie, erkennt der Indikator? Begründen Sie Ihre Antwort.
2. pOH ist definiert als $-\log[\text{OH}^-]$. Berechnen Sie den pOH für jedes der Reagenzgläser. Welche Datenspalte in Tabelle 2 stimmt damit überein?
3. pOH ist mit dem pH-Wert durch die folgende Gleichung verbunden:

$$14 = \text{pH} + \text{pOH}$$

Was sind die erwarteten pH-Werte für jedes Ihrer Reagenzgläser?

4. Wie verhalten sich die erwarteten pH-Werte basierend auf den Exponenten im Vergleich zu den mit dem Sensor gemessenen pH-Werten?
5. Angenommen Ihre Lösung hätte einen $[\text{OH}^-]$ -Wert von $2,0 \times 10^{-5}$ M, welcher pOH-Wert und pH-Wert lägen jeweils vor?

Literaturverzeichnis:

- [PASCO Digital Library](#)

Bilderverzeichnis:

PASCO

<https://de.123rf.com/>

Bitte beachten Sie, dass die nachfolgenden Versuchsanleitungen lediglich als Orientierung dienen. Die Versuchsanleitungen wurden nach bestem Wissen und Gewissen angefertigt. Dennoch können wir keine Haftung für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität übernehmen und bitten Sie, die jeweiligen Aussagen und Quellen vor Verbreitung zu überprüfen.