

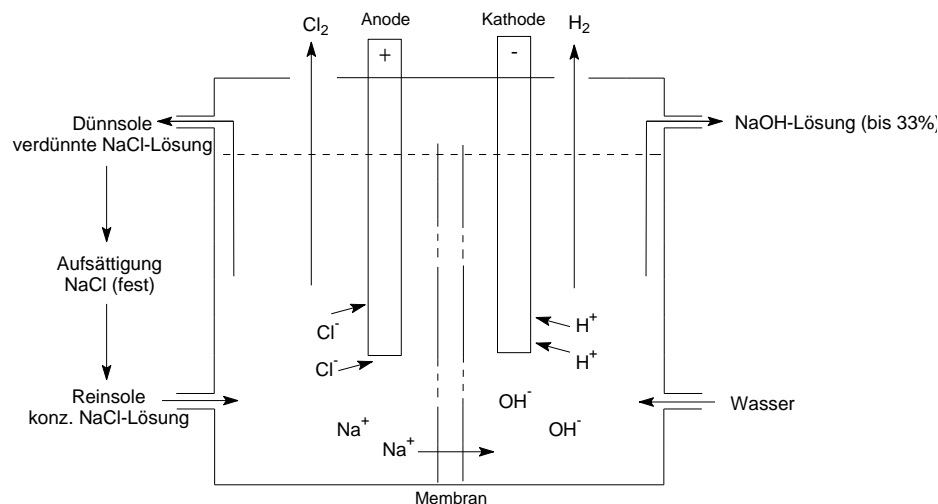
L Thema G ?:

Material:

Aus hygienischen und ästhetischen Gründen ist es notwendig, Schwimmbecken mit einem großen Aufwand sauber zu halten. Dazu wird dem Rohwasser ein Flockungsmittel zugesetzt, welches Schmutzteilchen bindet. Durch die Flockung wird außerdem Phosphat, das Algen für ihr Wachstum benötigen, im Wasser abgebaut. Abschließend durchfließt das behandelte Rohwasser einen Filter.

Außerdem ist es notwendig, das Wasser zu desinfizieren. In Schwimmbädern wird aus diesem Grund z. B. Chlor im Wasser gelöst. Dabei reagieren die beiden Stoffe zu hypochloriger Säure (HClO) und Chlorwasserstoffsäure. Hypochlorige Säure wirkt oxidierend und sorgt für einen geringen Algen- und Bakteriengehalt des Wassers. Ab einer bestimmten Konzentration von Oxonium-Ionen kann sich kein Chlor mehr im Wasser lösen. Um das zu verhindern, wird in Schwimmbädern mit Hilfe von Natriumcarbonat ein leicht basischer pH-Wert eingestellt (im Idealfall 7,5).

Die Desinfektion mit Chlor unterliegt hohen Sicherheitsanforderungen und ist dennoch immer mit einem gewissen Gesundheitsrisiko verbunden. Alternativ werden Apparaturen eingesetzt, die direkt Natriumhypochlorit (NaOCl) erzeugen. Dazu wird eine 3 %ige, wässrige Natriumchlorid-Lösung in einer Elektrolysewanne ohne Membran elektrolysiert. Es laufen Reaktionen ab, in deren Folge eine Produktlösung mit 0,8 % Natriumhypochlorit sowie Wasserstoff entstehen. Ein Ventilationssystem sorgt durch große Frischluftzufuhr zur Verdünnung des Wasserstoffgases auf eine ungefährliche Konzentration.



Auch bei der Chloralkali-Elektrolyse wird eine wässrige Natriumchlorid-Lösung elektrolysiert. Die nebenstehende Abbildung zeigt modellhaft den Aufbau einer solchen Zelle und ablaufende Prozesse.

Eine Firma, die Zusätze für Schwimmbeckenwasser herstellt, gibt folgende Hinweise:

„Nach der Reinigung können Sie nun damit beginnen, für die neue Saison das Wasser erstmalig aufzubereiten.“

pH-Wert Regulierung

Der ideale pH-Wert liegt zwischen 7,0 und 7,6.

Der pH-Senker ist ein leicht lösliches, sauer reagierendes Granulat. Zugabemenge zur Senkung des pH-Wertes um 0,1: ca. 100 g pH-Senker je 10 m³ Beckeninhalte.

Der pH-Heber ist ein leicht lösliches, alkalisch reagierendes Granulat. Zugabemenge zur Anhebung des pH-Wertes um 0,1: ca. 100 g pH-Heber je 10 m³ Beckeninhalte ...“

1 Erläutern Sie an der Reaktion von Chlor mit Wasser das Wesen der vorliegenden Reaktionsart.

Begründen Sie die Notwendigkeit der Zugabe von Natriumcarbonat nach dem Einleiten von Chlor und erläutern Sie die Wirkung.

- 2 Erläutern Sie die in der Abbildung 1 dargestellte Elektrolyse einer Natriumchlorid-Lösung mit Membran sowie die im Material beschriebene Elektrolyse. Vergleichen Sie die beiden Elektrolysen hinsichtlich der Reaktionsprodukte.

Berechnen Sie das Volumen an Wasserstoff ($V_m = 24 \text{ L/mol}$), das während der Produktion von 1 g Natriumhypochlorit entsteht.

- 3 Begründen Sie mithilfe eines Tabellenwertes das Löslichkeitsverhalten von Calciumhydroxid in Wasser.

Eine Lösung weist eine Konzentration an Calcium-Ionen von $c = 10^{-2} \text{ mol/L}$ auf. Bestätigen Sie durch Berechnen, dass die Fällung von Calciumhydroxid theoretisch bei $\text{pH} = 12,4$ möglich ist.

- 4 Auf der Flasche eines Chlorreinigers ist folgender Hinweis zu lesen:

„Nicht zusammen mit sauren Reinigern verwenden, es können gefährliche Dämpfe entstehen.“

Beurteilen Sie den Sicherheitshinweis. Führen Sie dazu auch das folgende Experiment entsprechend der Anleitung durch und werten Sie es aus.

Experiment:

In zwei Petrischalen wird je eine Probe „Chlorreiniger“, der Hypochlorit- und Chlorid-Ionen enthält, gefüllt. Kleben Sie in die Innenseite des einen Deckels ein Stück eines farbigen Blütenblatts, in die Innenseite des anderen Deckels einen angefeuchteten Streifen Kaliumiodid-Stärke-Papier. Nach Zugabe einiger Tropfen Essigreiniger werden beide Petrischalen geschlossen.

- 5 Geben Sie für die stufenweise Protolyse der Phosphorsäure die chemischen Gleichungen an.

Interpretieren Sie den Verlauf der Titrationskurve von 0 mL bis zur Zugabe von 12 mL NaOH auch unter Verwendung der Begriffe Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt, Puffersystem und pK_S -Wert.

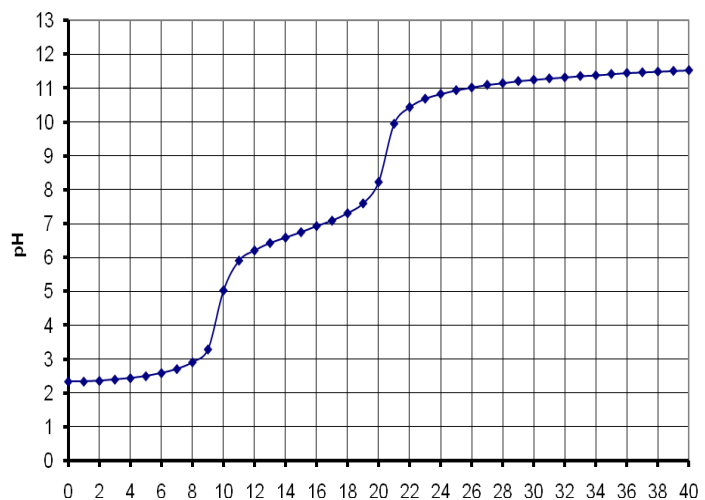


Abb.2: Titration von Phosphorsäure-Lösung mit Natriumhydroxid-Lösung

- 6 Es sollen pH-Senker und pH-Heber bereitgestellt werden. Zur Verfügung stehen folgende Chemikalien: Ammoniumchlorid, Dinatriumhydrogenphosphat, Natriumacetat, Natriumcarbonat, Natriumchlorid, Natriumdihydrogenphosphat, Natriumhydrogensulfat und Natriumphosphat.

Wählen Sie einen geeigneten Stoff aus, der den pH-Wert von 8,0 auf $\text{pH} = 7,5$ senken könnte und begründen Sie Ihre Wahl.

Berechnen Sie die Masse an pH-Heber der im Material erwähnten Firma, die benötigt wird, um in einem Becken mit einem Volumen $V = 30 \text{ m}^3$ Wasser den gemessenen pH-Wert von 6,2 auf 7,5 zu verändern.