Grundsätzliches zur Bestimmung einer unbekannten „Stoffmengen-Konzentration“ c(Säure) in mol/L.

Grundlage ist die Neutralisationsreaktion: $H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightleftarrows 2\ H_2O$

Die Neutralisation tritt ein, wenn H_3O^+- und OH^--Ionen zu gleichen Teilen miteinander reagieren, d.h. es wird 1 OH^--Ion benötigt, um 1 H_3O^+-Ion zu neutralisieren.

Es sind aber derart viele Teilchen in einem Liter Flüssigkeit, dass man sie in der Regel nicht einzeln zählt, sondern bei Konzentrationsangaben oft von Teilchenpaketen pro Liter spricht.

Die Standardgröße eines derartigen „Pakets“ wird als Stoffmenge n in „mol“ angegeben. 1mol=6,022 * 10^{23} Teilchen.

Will man herausfinden, wieviel mol Oxonium-Ionen in einem Liter Flüssigkeit enthalten sind, braucht man eine Lauge mit bekannter Konzentration. Man misst man ein bestimmtes Volumen Säure ab und gibt nun portionsweise die Lauge hinzu („titrieren“).

⇨ Am sogenannten Äquivalenzpunkt gilt, dass gleich viele Hydroxid-Ionen zur Lösung hinzugegeben wurden, wie Oxonium-Ionen enthalten waren: $n(OH^-)(= nH_3O^+)$

Ist der Äquivalenzpunkt erreicht, ändert sich schlagartig der pH-Wert, was ein geeigneter Indikator durch Farbwechsel anzeigt.

Aus dem dazu benötigten Volumen an Lauge und den bekannten Faktoren berechnet man wie folgt die Konzentration der Säure:

mit $c = \frac{n}{V}$, bzw. n = c·V $c(H_3O^+)\cdot V(H_3O^+) = c(OH^-)\cdot V(OH^-)$, für einprotonige Säuren und entsprechende Laugen gilt somit: c(Säure)·V(Säure*) = c(Lauge)·V(Lauge)

* gemeint ist das gesamte Volumen der sauren Lösung, dass man titriert.

Beispielrechnung:

gegeben: c(Lauge)= 1 mol·L^{-1}; V(Säure) = 10mL = 0,01L;

ermittelt (per Titration) V(Lauge)= 20 mL= 0,02 L

gesucht: c(Säure) in mol·L^{-1}

⇨ c(Säure)·0,01 L = 1 mol·L^{-1}·0,02 L | : 0,01 L

⇨ $c(\text{Säure}) = \frac{1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot 0{,}02\text{L}}{0{,}01\text{L}}$

⇨ c(Säure)= 2 mol·L^{-1}

Versuch zur Bestimmung von c(Essigsäure)

Geräte: Magnetrührer, Rührfisch, Bürette oder Spritzen mit Dreiwegehahn, Pipette, Messzylinder, Erlenmeyerkolben(ca.250ml), ggfl. Stativmaterial und Trichter,

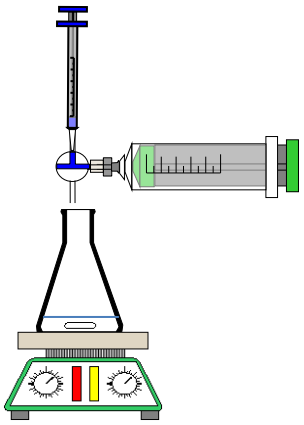
Chemikalien:

- Probelösung Essig (c unbekanntl)
- Phenolphthalein (<1% der Lösung) oder Lackmus
- Maßlösung Natronlauge ($NaOH_{(aq)}$, c(NaOH)=1mol/L, ätzend!)

Sicherheitshinweise: Schutzbrille, Haut bedecken, Spritzer vermeiden

Aufbau und Durchführung: mgl. Aufbau s. rechts

- 10ml Essig in den Erlenmeyerkolben geben. Füllen Sie auf ca. 100mL mit Wasser auf, um besser rühren und beobachten zu können. Die Verdünnung wird nicht mitberechnet.
- Geben sie wenige Tropfen Indikator dazu
- Titrieren Sie mit der Maßlösung bis zum Farbumschlag und notiere das Volumen der benötigten Lauge.



Beobachtungen

Aufgaben:

1. Führen Sie in Ihrer Gruppe unter Beachtung der Sicherheitshinweise das oben beschriebene Experiment einmal grob und dann noch zweimal fein durch und notieren Sie Ihre Beobachtungen bzw. die ermittelten Werte.
2. Berechnen Sie basierend auf Ihren Versuchsergebnissen unter Verwendung der Beispielrechnung die tatsächliche Säurekonzentration im Essig.

Übungen

3. *Im Wasserwerk der Stadt Bornheim wird der Laugengehalt eines Tanks mit Natronlauge (NaOH aq) überprüft. Je 20mL Probenlösung aus dem Tank werden dazu mit Salzsäure der Konz. c(HCl)=1mol/L titriert und in drei Durchläufen werden 2,1mL; 2,2mL und 2,0mL Salzsäure verbraucht. Stellen Sie die Gleichung für die Neutralisation auf und berechnen Sie die tatsächliche Konzentration der Natronlauge im Tank auf Basis des Mittelwertes aller drei Titrationen.*
4. *Für einprotonige Säuren und entsprechende Laugen gilt am Äquivalenzpunkt: c(Säure)·V(Säure) = c(Lauge)·V(Lauge). Notieren Sie die entsprechende Gleichung für die Titration von Schwefelsäure (H_2SO_4; zweiprotonige Säure) mit Natronlauge.*

Weiterführendes

5. *Ermitteln Sie aus der Stoffmengenkonzentration den Volumenanteil an Essigsäure im Essig. (Hilfestellungen werden nötig sein!)*
6. *Erklären Sie eine eventuelle Abweichung zu den Herstellerangaben.*

LNCU Team: G. von Borstel, Stand 2018. Alle Materialien, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-NC-SA