

Optionale Betrachtung: ΔV zu Δc

Berechnung einer Konzentrationsänderung



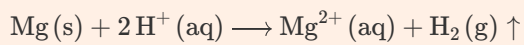
LNCU.de
ID 30601
CC-BY-SA 4.0
Online abrufen

M1 Grundlegendes

Oft interessieren uns in der Chemie auch die Reaktionsgeschwindigkeiten der Stoffe, deren Konzentrationsänderung wir nicht direkt beobachten können.

Beispielweise könnten wir die Volumenzunahme an Wasserstoff beobachten, uns aber für die Konzentrationsänderung der Wasserstoff-Ionen / Protonen (H^+)¹ interessieren:

¹ Magnesium reagiert mit Protonen



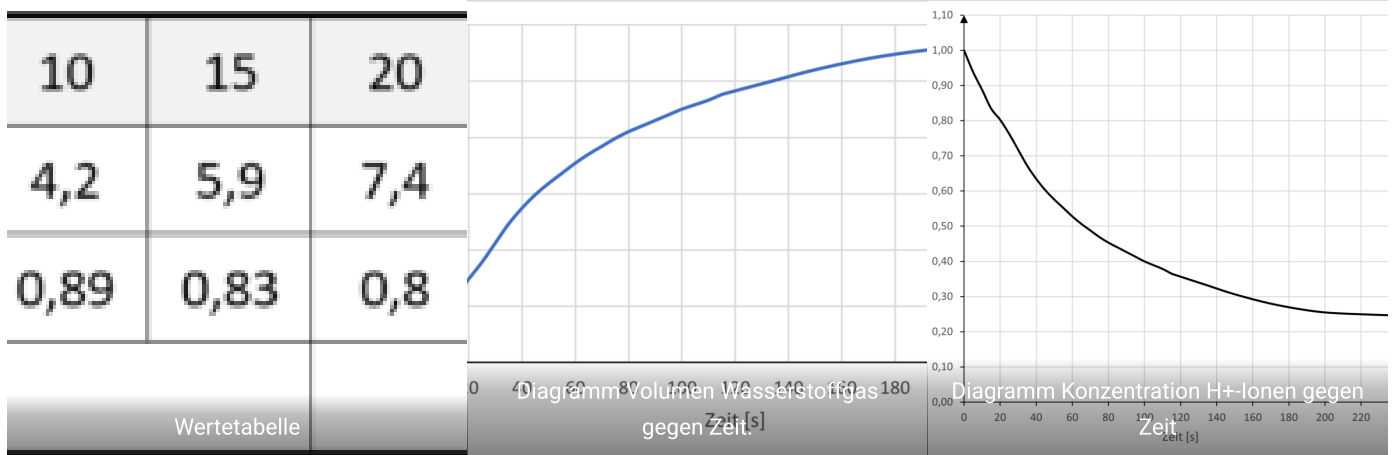
Hier wird zunächst einmal erklärt, wie man z.B. aus dem Volumen des entstandenen Wasserstoffs die Konzentration der verbliebenen Protonen in der Lösung berechnet und dann in **M2** wie man daraus die Konzentrationsänderungen der Magnesium-Ionen ermittelt.

Volumen -> Konzentration

Wie man aus dem entstehenden Volumen an Wasserstoffgas die verbliebene Konzentration der H^+ -Ionen in der Lösung berechnet, wollen wir hier einmal nachvollziehen.



Galerie 1: Wie kommt man vom Volumen zur Konzentration?²



Galerie 2: Darstellungen von Messwerten.³

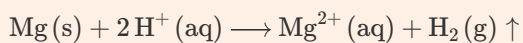
Aufgaben

- 1 Klären** Sie anhand von **Galerie 1**, wie man prinzipiell aus dem gemessenen Volumen an Wasserstoff auf die verbliebene Konzentration an Wasserstoff-Ionen in der Lösung schließen kann.
- 2 Wählen** Sie aus **Galerie 2** die Darstellung(en) aus, aus der/denen man die Reaktionsgeschwindigkeit des Verbrauchs an H^+ -Ionen ermitteln kann. **Ermitteln** Sie zeichnerisch oder mit Hilfe der Wertetabelle ...
 - a** ... die Anfangsgeschwindigkeit für den Verbrauch der H^+ -Ionen.
 - b** ... die Reaktionsgeschwindigkeit des Verbrauchs an H^+ -Ionen zu zwei weiteren verschiedenen Zeitpunkten oder Zeiträumen.
- 3 Erklären** Sie die Aussage: **Die Geschwindigkeit ist eigentlich negativ.**

Bestandsaufnahme

Kennt man die verbrauchte Stoffmenge an Protonen, kann man mit Hilfe der Reaktionsgleichung daraus leicht die entstehende Stoffmenge und Konzentration der Magnesium-Ionen ableiten.

2 Magnesium reagiert mit Protonen



Zeit [s]	0	5	10	15	20	30	60	120
$c(\text{H}^+) [\text{mol/L}]$	1	0,94	0,89		0,8		0,53	
$c(\text{Mg}^{2+}) [\text{mol/L}]$	0	0,03	0,055		0,1		0,235	
$v(\text{Mg}^{2+}) = \frac{\Delta c}{\Delta t} \left[\frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}} \right]$								

Abb. 1: Wertetabelle zur Bildung von Magnesium-Ionen. ²

Lösungsansatz

Es gilt aus bekannten Größen die Konzentration der Magnesium-Ionen zu bestimmen. Zu Beginn ist die Konzentration von Magnesium-Ionen: $c(\text{Mg}^{2+}) = 0 \text{ mol/L}$. Am einfachsten kann man die Konzentration mit Hilfe der Reaktionsgleichung aus der Konzentration der H^+ -Ionen berechnen: Bei der Reduktion von **2 mol H^+ -Ionen** entstehen zeitgleich immer **1 mol Mg^{2+} -Ionen**. Daraus lässt sich ein Verhältnis aufstellen:

3 Verhältnis aufstellen

$$\frac{c_t(\text{Mg}^{2+})}{c_t(\text{H}^+)} = \frac{1}{2}$$

4 Umstellen

$$c_t(\text{Mg}^{2+}) = \frac{1}{2} \cdot c_t(\text{H}^+) = \frac{c_t(\text{H}^+)}{2}$$

Die Konzentration der Protonen, die bis zum Zeitpunkt t zu Wasserstoffgas reduziert wurde, lässt sich leicht herleiten: Von der Anfangskonzentration c_0 muss die Konzentration der Protonen abgezogen werden, die zum Zeitpunkt t noch vorliegt:

5 Berechnung der Protonen-Konzentration zum Zeitpunkt t

$$c_t(\text{H}^+) = c_0(\text{H}^+) - c_{\text{vorhanden}}(\text{H}^+)$$

6 Einsetzen und Gesamtformel aufstellen

$$c_t(\text{Mg}^{2+}) = \frac{c_0(\text{H}^+) - c_{\text{vorhanden}}(\text{H}^+)}{2}$$

7 die Anfangskonzentration einsetzen

$$c_t(\text{Mg}^{2+}) = \frac{1 \text{ mol/L} - c_{\text{vorhanden}}(\text{H}^+)}{2}$$



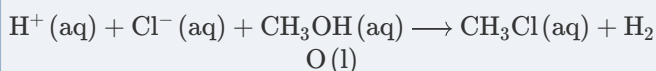
Aufgaben

- Vollziehen** Sie nach, wie man aus den Messwerten und der Reaktionsgleichung in **M2** auf die nicht gemessene Konzentration der Magnesium-Ionen schließen kann.
- Ergänzen** Sie in der Wertetabelle die fehlenden Werte der Geschwindigkeit bei der Bildung von Magnesium-Ionen (Mg^{2+}) in mindestens zwei verschiedenen Zeitintervallen.

Übung

Die Geschwindigkeit der Reaktion von Salzsäure mit Methanol wurde gemessen:

8 Salzsäure reagiert mit Methanol



Zeit [min]	0	54	107	215
$c(\text{H}^+) [\text{mol/L}]$	1,85	1,58	1,36	1,02
$c(\text{CH}_3\text{Cl}) [\text{mol/L}]$	0			
$v(\text{H}^+) = \frac{\Delta c}{\Delta t} \left[\frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}} \right]$				
$v(\text{CH}_3\text{Cl}) = \frac{\Delta c}{\Delta t} \left[\frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}} \right]$				

Abb. 2: Wertetabelle zur Reaktion. ²



Aufgaben

- 6 **Berechnen** Sie aus den Angaben in M3 die Geschwindigkeiten des Verbrauchs an H^+ -Ionen und der Bildung von Chlormethan (CH_3Cl) in den beiden angegebenen Zeitintervallen.

Einzelnachweise

- 1 **wichtig:** anstelle von Wasserstoff-Ionen könnten Sie genauso gut Oxonium-Ionen (H_3O^+) notieren. Dann müssten Sie es in allen Gleichungen und Abb. entsprechend verändert festhalten
- 2 Gregor von Borstel, 2025
- 3 Gregor von Borstel, 2022