

Starke und schwache Säuren II

In diesem Versuch wird gezeigt, wie sich das Reaktionsverhalten von Magnesium mit einer starken und einer schwachen Säure gleicher Konzentration unterscheidet.

Hintergrund

Denkt man an eine starke Säure, wird damit meistens auch impliziert, dass diese Säure wirkungsvoller Metall oder Kalk auflöst, als dies eine schwache Säure gleicher Konzentration kann. Der Versuch wirkt dieser Fehlvorstellung entgegen und führt so zu einem tieferen Verständnis der Begriffe schwache und starke Säure.

Gefahren



Signalwort: ---



Schutzbrille tragen.

Chemikalien

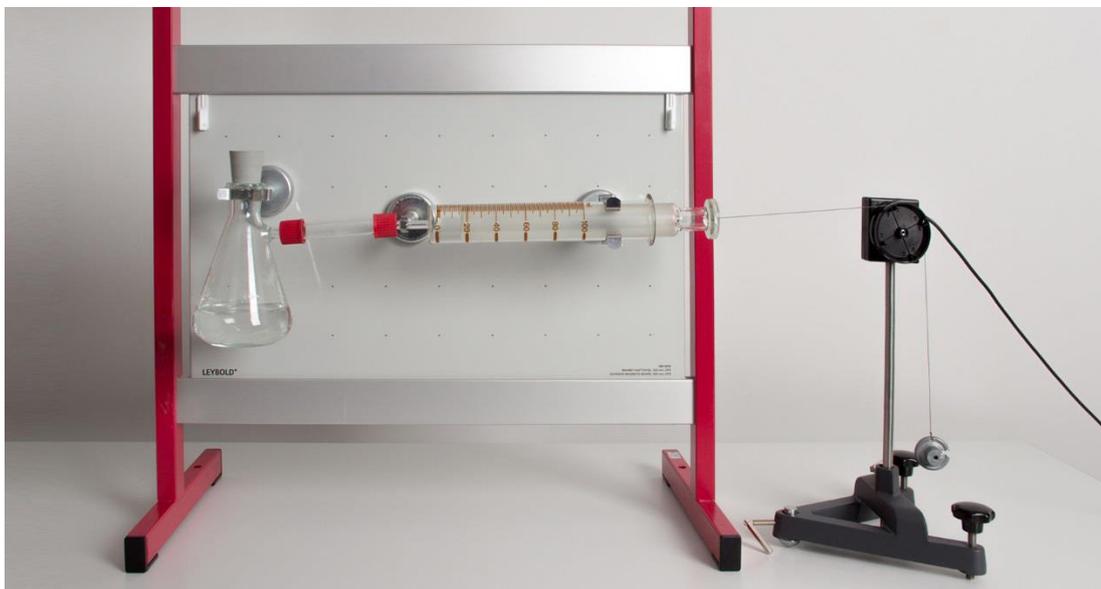
Salzsäure, 1 mol/l, H 290
 Essigsäure, 1 mol/l
 Magnesium, Band, H 228

Materialien

Rechner mit CASSY Lab 2, Pocket-CASSY, Sensor-CASSY oder anderes CASSY-Interface
 Drehbewegungssensor S (524 082), alternativ: Wegaufnehmer (529 031), Stromquellen-Box (524 031), zwei Experimentierkabel (siehe Lit. 3)
 Schmirgelpapier (zum Säubern des Magnesiumbandes)
 Kolbenprober, 100 ml
 PVC-Schlauch, passend zum Kolbenprober
 Saugflasche, 500 ml, mit passendem Stopfen
 Silikonkabel (hohe Reibung), daran ein Gewicht (etwa 50 g) festgebunden
 2 Stative, 2 Klemmen und 1 Muffe
 Messzylinder, 100 ml
 Waage (optional), zum Überprüfen der Masse der Magnesiumstreifen

Starke und schwache Säuren II

Versuchsaufbau



Bildquelle: Lit. 1 (Versuchsaufbau z.T. mit CPS-Elementen)

CASSY - Einstellungen

Weg s_1	Bereich:	0 ... 15 cm
Messbedingungen	Aufnahme:	automatisch, neue Messreihe anhängen
	Messzeit:	kein Eintrag (Messzeit unbestimmt)
	Intervall:	1 s
Rechner/Formel	Neu	$V = s_1 \cdot \text{Faktor}$ (siehe unten)
Kurve	Stil:	Linien
	Achsenbelegung	Zeit t (x-Achse) gegen Volumen V (y-Achse)

Einrichten der CASSY- Volumenmessung

1. Versuchsaufbau wie oben dargestellt aufbauen. Das Silikonkabel wird um das Ende des Kolbenprobers gebunden. Das Gewicht kann den Kolben nicht aus dem Kolbenprober herausziehen, wenn die Verbindung gasdicht ist. Man sollte darauf achten, dass sich Kabel, Kolbenprober und Rolle auf gleicher Höhe befinden, und so das Kabel waagrecht verläuft.
2. Drehbewegungssensor S mit CASSY-Interface verbinden und CASSY-Lab 2 starten.
3. Drehbewegungssensor S aktivieren und die Einstellungen oben übernehmen.
4. Je nach Stellung des Rades wird ein Wert zwischen 0 und 15 cm angezeigt.
5. Kolben des Kolbenprobers auf Null stellen und dann in CASSY Lab mit der Taste $\triangleright 0 \triangleleft$ den Messwert für die Strecke in cm auf Null stellen. Der Kolbenprober wird auf 100 ml gestellt. Es werden daraufhin 12,88 cm angezeigt (dieser Wert ist natürlich von der Länge des Kolbenprobers abhängig und muss für jeden Kolbenprober ermittelt werden). Dies ist ein linearer Zusammenhang, so dass darauf der Faktor berechnet werden kann.

Starke und schwache Säuren II

6. Ermittlung des Faktors für die obige Formel:

$$100 \text{ ml} = 12,88 \text{ cm}$$

$$1 \text{ ml} = 0,1288 \text{ cm}$$

$$7,76 \text{ ml} = 1 \text{ cm}$$

7. Nun kann über den Menüpunkt **Rechner** eine neue Formel definiert werden, über die der Weg in Volumen umgerechnet wird:

$$s_1 * 7,76$$

Als Name wird *Volumen*, als Symbol *V* und als Einheit *ml* eingegeben.

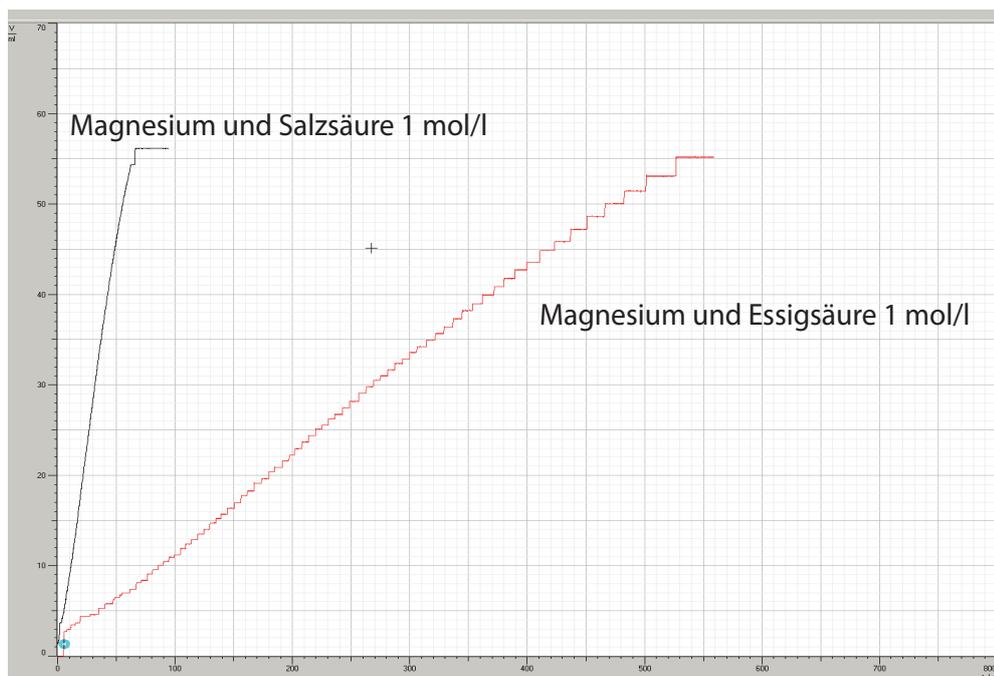
8. Das Volumen wird auf die y-Achse gelgt, das Anzeiginstrument für den Widerstand geschlossen, für das Volumen geöffnet.

Durchführung

1. Zwei Magnesiumbandstücke mit der gleichen Masse (etwa 4 cm, Gasvolumen darf 100 ml nicht überschreiten) vorbereiten.
2. In der Saugflasche 100 ml Salzsäure vorlegen, das Magnesiumband einwerfen und schnell mit dem Stopfen verschließen.
3. Messung starten.
4. Wenn keine Volumenänderung mehr stattfindet, Messung stoppen.
5. Die zweite Messung mit Essigsäure analog wiederholen.

Beobachtung

In beiden Versuchsansätzen hat sich das Magnesiumband aufgelöst.



Wie das Diagramm zeigt, hat sich in beiden Versuchsansätzen auch gleich viel Wasserstoff gebildet. Die Reaktionsgeschwindigkeit unterscheidet sich aber erheblich: Salzsäure reagiert um ein vielfaches schneller als Essigsäure.

Starke und schwache Säuren II

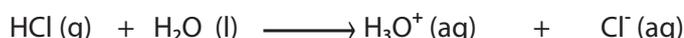
Erklärung

Die Säuren reagieren mit Magnesium unter Wasserstoffentwicklung und Bildung des entsprechenden Magnesiumsalzes. Für die Reaktion verantwortlich sind die Oxoniumionen, die in einer verdünnten Säure vorliegen:

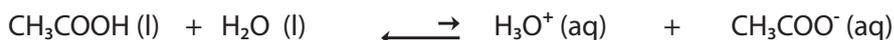


Die Reaktionsgeschwindigkeit hängt von der Konzentration der Ausgangsstoffe ab. Je größer die Konzentration, um so höher die Reaktionsgeschwindigkeit. Salzsäure und Essigsäure besitzen die gleiche (Ausgangs-) Konzentration $c_0(\text{HA}) = 1 \text{ mol/l}$ (mit HA werden die undissoziierten Säuremoleküle bezeichnet), allerdings unterscheiden sie sich wesentlich in der Oxoniumionenkonzentration.

Als starke Säure liegt Salzsäure komplett dissoziiert vor. Damit entspricht die Konzentration von 1 mol/l auch der Oxoniumionenkonzentration, das Gleichgewicht liegt komplett auf der rechten Seite:



Als schwache Säure liegt bei Essigsäure nur ein kleiner Teil der Anfangskonzentration von 1 mol/l als Oxoniumionen vor, das Gleichgewicht liegt größtenteils auf der linken Seite:



Liegen bei Salzsäure am Anfang der Reaktion eine hohe Konzentration von Oxoniumionen vor (alle Oxoniumionen, die sich bilden können, sind vorhanden), sind bei Essigsäure nur ein kleiner Teil der Oxoniumionen vorhanden, die sich aufgrund der Ausgangskonzentration bilden können. Dies erklärt die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit:

Da bei Essigsäure am Anfang nur wenig Oxoniumionen vorliegen, aber für jedes Oxoniumion, das reagiert, ein neues nachgebildet wird, lässt sich die gleiche Wirksamkeit der schwachen Säure erklären.

Mit der Konzentrationsangabe 1 mol/l wird eigentlich die Ausgangskonzentration von undissoziierten Säuremolekülen beschrieben. Dies wird in Lehrbüchern als $c_0(\text{HCl})$ bezeichnet. Die Konzentration im Gleichgewicht bezüglich der Oxoniumionen ist bei Salzsäure und Essigsäure gleicher Ausgangskonzentration dann komplett verschieden.

Dies lässt sich über die Messung des pH-Wertes oder der Leitfähigkeit (Lit. 2) sehr schön zeigen.

Entsorgung

Die Lösungen können im Abwasser entsorgt werden.

Literatur

- (1) LD-Didactic GmbH: Reaktion von Magnesium in starken und schwachen Säuren. LD Handblätter Chemie (online unter: <http://www.ld-didactic.de/>)
- (2) http://www.fachreferent-chemie.de/wp-content/uploads/Säurestärke-im-Vergleich_Leitfähigkeitsmessung.pdf
- (3) <http://www.fachreferent-chemie.de>