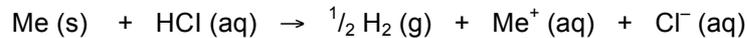


Wir bestimmen die Wertigkeit von Metallen

Einleitung

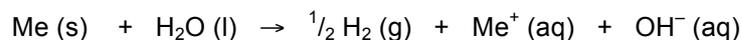
Unedle Metalle (abgekürzt im Folgenden mit: Me) reagieren mit Säure (z. B. Salzsäure) wie folgt:



In diesem Falle steht Me für ein 1-wertiges Metall, da pro Me-Atom 1 Atom H entsteht.

Praktisch rechnet man natürlich mit der Einheit mol: Aus 1 mol eines 1-wertigen Metalles entstehen also 1 mol Wasserstoffatome respektive 0.5 mol Wasserstoffmoleküle (H₂).

Sehr reaktionsfähige Metalle – wie zum Beispiel die Alkalimetalle – reagieren mit Wasser, wobei pro H₂O-Molekül ein Wasserstoffatom abgespalten wird:



Als Wertigkeit definierte man früher die Anzahl Wasserstoffatome, die ein Metallatom bei der Reaktion mit einer Säure bzw. Wasser ersetzen kann. Die Anzahl der Wasserstoffatome kann man nicht zählen, das Volumen des entstehenden Wasserstoffgases kann jedoch bei einer chemischen Reaktion einfach bestimmt werden. Bestimmt man noch die Bedingungen (Temperatur, Druck), die für das gemessene Gasvolumen gelten, so kann die Stoffmenge [mol] von Wasserstoff mithilfe der Zustandsgleichung für ideale Gase bestimmt werden:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

; n = Stoffmenge [mol] T = Temperatur [K]
; R = 8314 Pa · l · K⁻¹ · mol⁻¹ p = Druck [Pa], wobei 1 bar = 100 000 Pa

Erst Anfangs des 20. Jahrhunderts, als man allmählich die Struktur der Elektronenhülle der Atome zu verstehen begann, erkannte man, dass die Wertigkeit der Metalle etwas zu tun hat mit der Anzahl Elektronen, die ein Atom abgeben oder aufnehmen kann. Im einfachsten Fall entspricht also die Wertigkeit der Anzahl einfach besetzter Elektronenwolken eines Atoms im Falle eines Moleküls (z.B. O=O) bzw. der Ionenladung im Falle von Ionenverbindungen (z.B. Ca²⁺ + O²⁻). In diesem Praktikum wirst du die Wertigkeit von verschiedenen Metallen sowie die molare Masse von einem unbekanntem Metall bestimmen.

- Lernziele:**
- Du kannst den Begriff der Wertigkeit im ursprünglichen Sinn und mithilfe des Modells für die Elektronenhülle definieren sowie die Versuchsanordnung zur Bestimmung der Wertigkeit respektive der Molmasse beschreiben.
 - Du bist in der Lage, die Gasgesetze anwenden zu können.

Versuch 1 Wertigkeit von Magnesium (alle)

Geräte / Material (für alle Versuche)

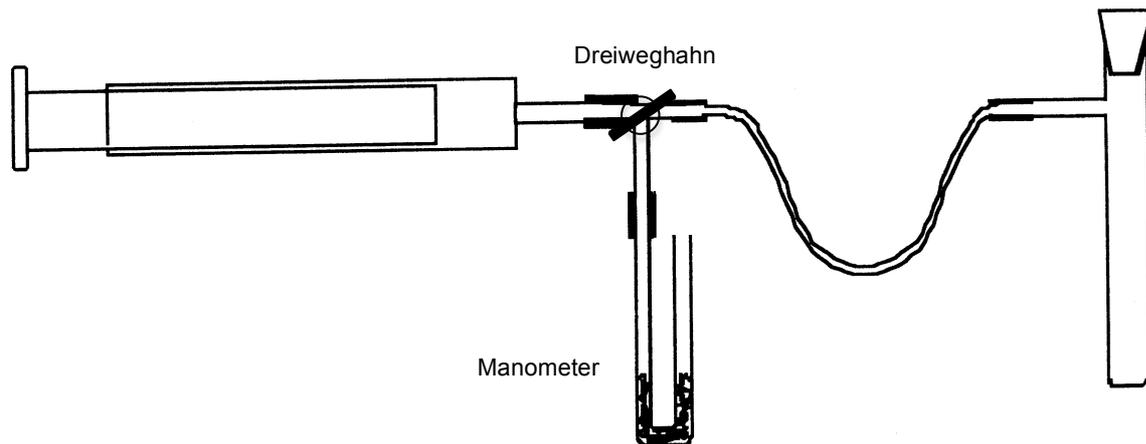
- Kolbenprober mit (angesetztem) Dreiweghahn
- U-Rohr-förmiges Glasrohr (Manometer, relativ)
- Pasteurpipette
- Silikonschlauch-Verbindungsstücke
- Plastikschauch mit Silikonschlauch-Abschluss
- Filzstifte
- Becherglas (250 ml)
- Reagenzglas (klein) mit seitlichem Ansatz
- Gummistopfen (passend)
- RG-Gestell auf Laborboy
- 1 Messer für Natrium (zentral)
- 1 Schere für Alufolie (zentral)
- Schutzbrille
- Pinzette (Stahl)
- Glasrohr (kurzes Stück)
- 1 Bunsenbrenner (nur für Alu-Versuch)
- 1 Uhrglas für Natrium (zentral)
- 1 Tiegelzange (zentral)
- 1 Porzellanschälchen für Magnesium und Alu (zentral)
- 1 Mikrospatel (zentral)
- Thermometer digital (zentral)
- Manometer, geeicht (zentral)
- Waage (0.001 g genau), zentral
- Plastikeimer mit Leitungswasser gefüllt (am Vortag füllen), zentral

Chemikalien

- Magnesium (Band)
- Salzsäure (2 M)
- unbekanntes Metallpulver
- Ethanol (nur für Na-Versuch)
- Natrium (nur für Na-Versuch)
- dest. Wasser
- Kupferblech (nur für Alu-Versuch)
- Alufolie (nur für Alu-Versuch)

Durchführung

- (1) Setze zunächst die Apparatur gemäss unten stehender Abbildung zusammen: (vgl. auch Musterapparat). Der Stopfen für das RG mit seitlichem Ansatz wird noch nicht aufgesetzt.



- (2) Fülle das Manometer (U-Rohr) mithilfe einer Pasteurpipette ca. 3 cm hoch mit dest. Wasser.
- (3) Zu Beginn jedes Versuches ist der Kolbenprober ganz eingestossen. Der 3-Weg-Hahn ist Richtung Manometer zu öffnen: Die Höhe der Flüssigkeitssäulen im Manometer (U-Rohr) ist mit Filzstift festzuhalten (die Lehrperson zeigt dir diesen Schritt). Der 3-Weg-Hahn ist anschliessend in Richtung RG mit seitlichem Ansatz zu öffnen (die Öffnung zum Manometer hin ist zu).
- (4) Wäge mithilfe eines Porzellanschälchens (bleibt zentral auf Waage) ein ca. 1 cm langes Stück Magnesiumband, das mit dem Messer – bei Notwendigkeit – beidseits blank geschabt wurde, auf der zentralen Waage (0.001 g genau) genau ab: Es sollten nicht mehr als 25 mg sein – genaue Masse notieren.
- (5) ☞ Gib in das Reagenzglas mit Ansatz 2 Pipetten Salzsäure (2 M).
- (6) Halte nun das Reagenzglas etwas schräg und lege das Magnesiumband so ins Glas, dass es nicht in die Säure fällt.
- (7) Verschliesse nun das Glas mit dem Gummistopfen dicht, kippe das Glas so, dass der Metallstreifen in die Flüssigkeit fällt.
Halte nun das RG mit Schlauch nach oben und lass die Flüssigkeit – bei Bedarf – hin und her fließen, damit alle Metallreste vollkommen reagieren können. Warte bis die Reaktion vollständig aufgehört hat.
- (8) Fülle ein Becherglas (250 ml) mit dem zentral bereitgestellten Leitungswasser, das Raumtemperatur aufweisen sollte. Tauche das Reaktionsgefäss ein. Warte 2–3 Minuten.
- (9) Der 3-Weg-Hahn ist Richtung Manometer zu öffnen (wie beim Schritt 3): Verschiebe nun allenfalls den Kolben des Kolbenprobers vorsichtig so, dass die Flüssigkeit im Manometer wieder den Filzstift-Markierungen entspricht. Nun entspricht der Innendruck wieder dem Aussendruck (Raumdruck). Lies das Gasvolumen ab.
- (10) Bestimme nun noch die Volumenzunahme, die alleine dadurch entsteht, wenn der Gummistopfen in das Reagenzglas eingestossen wird: Entferne dazu den Gummistopfen und stosse den Kolbenprober wieder ganz ein. Der 3-Weg-Hahn ist Richtung RG mit seitlichem Ansatz zu öffnen (die Öffnung zum Manometer hin ist zu).
Notiere die Volumenzunahme nach Hineinstossen des Stopfens (ca. 0.5–1 ml – je nach Stopfen), die du bei diesem und jedem nachfolgenden Versuch in Abzug bringen musst!

Versuch 2: Wertigkeit von Magnesium (1½-fache Menge)

- (1)  Wiederhole den Probeversuch mit der ca. anderthalbfachen Menge Magnesium und neuer Salzsäure.

Versuch 3: Wertigkeit von Aluminium

- (1) Untersuche Aluminium: Schneide ein Streifchen Alufolie, ca. 2 mm breit und 8 cm lang zu. Wäge die Folie, du benötigst max. 20 mg.
- (2) Wickle den Streifen um ein Kupferblech, das 2 cm lang und ca. 1 cm breit ist.
- (3)  Verfahre analog zu Versuch 1. Zusätzlich erhitzt du die Säure kurz, bis die Reaktion deutlich in Gang kommt. (Das Kupferblech wirkt hier als Katalysator, es wird selber nicht aufgelöst).

Versuch 4: Wertigkeit von Natrium

Sicherheit: Natriummetall reagiert heftig mit Wasser, wobei eine alkalische Lösung (Schutzbrille!) entsteht. Der dabei oder durch die Reaktion von einem unedlen Metall mit einer Säure (Schutzbrille!) freigesetzte Wasserstoff ist explosiv.

- (1) Untersuche Natrium: Achtung: Anstelle von Salzsäure wird Ethanol verwendet, welches in Reaktion mit Natrium ebenfalls Wasserstoff freisetzt!
- (2)  Das Metall wird erst unmittelbar vor Versuchsstart abgewogen. Die Lehrperson instruiert dich über das Vorgehen: Metall nur mit Pinzette berühren! Trockene Hände! Es wird hier ca. 50 mg Metall benötigt, das sauber rund herum abgeschnitten und natürlich genau gewogen ist.
- (3) Verfahre ansonsten analog zu Versuch 1.

Versuch 5: Bestimmung der molaren Masse eines unbekanntes Metalls

Bestimme die molare Masse des unbekanntes 2-wertigen Metalles!

 Es kommen nun 3 Pipetten voll Salzsäure zum Einsatz (statt 2). Stelle sicher, dass der obere Teil des RGs trocken ist (mit etwas Haushaltspapier auswischen – so kann kein Pulver haften bleiben).

Da es sich beim unbekanntes Metall um ein Pulver handelt, muss es in einem kleinen Glasröhrchen abgewogen werden: Lege das saubere, trockene Röhrchen (Durchmesser ca. 8 mm, Länge ca. 2 cm) auf die Waage und tariere. Dann mit dem Mikrospatel wenig Pulver (ca. 2 Spatelspitzen voll) in die Mitte des Glasröhrchens einfüllen und wägen. Es wird höchstens 70 mg benötigt. Achte darauf, dass du nichts verschüttest. Das Glasröhrchen mit dem Metallpulver wird nun genau wie in den anderen Versuchen in das fast waagrecht gehaltene RG eingeschoben und nach dem Verschliessen mit der Säure in Kontakt gebracht. Das Reaktionsgefäß muss danach hin und her bewegt werden, damit alles Metall reagieren kann. Das Glasröhrchen stört dabei die Reaktion nicht.

Aufgaben

- (1) Stelle die Resultate tabellarisch dar: Metall, molare Masse, berechnetes Volumen H₂ und Anzahl Mol H₂ pro Mol Metall, Wertigkeit berechnet und gerundet.