

**Einführungsversuch: [Mit Lehrkraft]:** Ein Gläschen mit konzentrierter Salzsäure und eines mit konzentrierter Ammoniaklösung werden unmittelbar nebeneinander unter ein umgestülptes Glasgefäß gestellt.

**Einführungsversuch II („HCl-Springbrunnen“):** Mit Lehrkraft o. Versuchsvideo (1,5 min): <https://www.youtube.com/watch?v=jtXGvZC5kTM>

## 1. Protolysen (allgemein)

- 1.1 a) HCl-Gas wird in Wasser geleitet. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung, identifizieren Sie Säure und Base und benennen Sie das Säurerestion. Kennzeichnen Sie die beiden Säure-Base-Paare.
- b) NH<sub>3</sub>-Gas wird in Wasser geleitet. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung, identifizieren Sie Säure und Base und benennen Sie das Säurerestion. Kennzeichnen Sie die beiden Säure-Base-Paare.
- 1.2 Benennen Sie die strukturellen Voraussetzungen, die ein Molekül befähigt, eine (BRÖNSTED-)Säure zu sein. Welche strukturellen Voraussetzungen brauchen Teilchen mit basischen Eigenschaften?
- 1.3 Formulieren Sie die Protolysen folgender Säuren in Wasser. Bei mehrprotonigen Säuren wird für jede Protolysestufe eine getrennte Reaktionsgleichung formuliert und dann zusammengefasst. **Salpetersäure (HNO<sub>3</sub>)**, **Schwefelsäure (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)**, **Phosphorsäure (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)** und **Kohlensäure (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)**. Benennen Sie jeweils die Säurerestionen.
- 1.4 Geben Sie jeweils die Verhältnisformel folgender Salze an und notieren Sie die zugrundeliegende Säure: TIPP: Die Formeln der Ionen können der Teilaufgabe b) entnommen werden.
- a) Natriumchlorid    c) Kaliumnitrat    e) Natriumhydrogensulfat    h) Natriumdihydrogenphosphat    k) Kaliumhydrogencarbonat  
 b) Aluminiumchlorid    d) Calciumnitrat    f) Calciumsulfat    i) Natriumhydrogenphosphat    l) Calciumcarbonat  
 g) Aluminiumsulfat    j) Natriumphosphat    m) Aluminiumcarbonat
- 1.5 Tropft man auf Kochsalz konzentrierte Schwefelsäure, so steigt ein farbloses ätzendes Gas auf. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung.
- 1.6 Eine Natriumhydroxidlösung (NaOH<sub>aq</sub>, „Natronlauge“) wird mit Salzsäure (HCl<sub>aq</sub>) versetzt.
- a) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung. Nutzen Sie hierfür das Symbol HCl<sub>aq</sub> als Ausgangsstoff.
- b) Eigentlich enthält eine Salzsäure kein HCl-Teilchen. Begründen Sie. Formulieren Sie anschließend die **Neutralisationsreaktion** mit den tatsächlich vorliegenden Teilchen. Definieren Sie den Begriff Neutralisationsreaktion.
- c) Formulieren Sie die *Neutralisationsreaktion* zwischen Schwefelsäure und Natronlauge.
- 1.7 Citronensäure ist eine dreiwertige organische Säure, die man deshalb auch mit **CitH<sub>3</sub>** abkürzt (= C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>). Zum Entkalken von Geräten, beispielsweise Kaffeemaschinen, wird der Kalk (*Calciumcarbonat, ein Salz der Kohlensäure, vgl. Auf. 1.3b*) mit Citronensäure in Kontakt gebracht. Dabei gibt die Citronensäure 3 Protonen ab. Zuerst entsteht dabei unter anderem Kohlensäure. In einer unmittelbaren Folgereaktion zerfällt diese dann zu CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O. Formulieren Sie die beiden Reaktionsgleichung untereinander und fassen Sie dann zu einer Gesamtreaktionsgleichung zusammen.

## 2. Einführungsaufgaben zur pH-Wert-Berechnung

2.1 In Wasser werden 0,02 mol Chlorwasserstoff-Gas eingeleitet. Die entstehende Lösung wird genau auf 1 Liter Wasser aufgefüllt.

- a) Formulieren Sie die stattfindende Reaktion und geben Sie die *Stoffmengen* der entstehenden Teilchen an.
- b) Wie hoch ist die *Stoffmengenkonzentration* folgender Teilchen in der wässrigen Lösung (jeweils in *mol pro Liter*): HCl (Chlorwasserstoff), H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, HCl(aq)?
- c) Berechnen Sie den pH-Wert der Lösung.

**2.2** 1,80 Gramm Natriumhydroxid (NaOH) werden in etwas Wasser gelöst, dabei entstehen insgesamt 0,6 Liter Lösung entstehen.

a) Notieren Sie die stattfindende Reaktion.

b) Berechnen Sie die Stoffmengenkonzentration (in mol pro Liter) beider Ionensorten in der Lauge.

c) Berechnen Sie den pH-Wert der Lösung.

**2.3 a)** Wie groß muss die Stoffmengenkonzentration (in mol pro Liter) an Calciumhydroxid ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) sein, damit die Lösung  $\text{pH} = 13$  besitzt?

b) Welche Masse festes Calciumhydroxid muss zur Herstellung von  $V = 1,4$  Liter Lösung eingesetzt werden?

### 3. Weitere Rechenaufgaben rund um Säuren und Basen (incl. pH-Wert)

**3.1** 5,00 Liter Chlorwasserstoffgas werden in Wasser eingeleitet. Es entstehen dabei 400 mL Lösung. Berechnen Sie die Stoffmengenkonzentration  $c(\text{Cl}^-)$  und  $c(\text{H}_3\text{O}^+)$  in **mol pro Liter (mol/L)**. Hinweis: Bei den gegebenen Bedingungen beträgt das molare Gasvolumen **22,4 Liter pro mol**.

**3.2** In einem Liter Salpetersäurelösung ( $\text{HNO}_{3\text{aq}}$ ) befinden sich 2,0 g Salpetersäure gelöst. Berechnen Sie die Stoffmengenkonzentration  $c(\text{NO}_3^-)$  und  $c(\text{H}_3\text{O}^+)$ .

**3.3** Es sollen 2 Liter Natronlauge ( $\text{NaOH}_{\text{aq}}$ ) mit  $c(\text{NaOH}_{\text{aq}}) = 0,25$  mol/L hergestellt werden. Welche Masse des Salzes Natriumhydroxid ( $\text{NaOH} = \text{Na}^+$  und  $\text{OH}^-$ ) muss eingesetzt werden?