Chemieaufgaben
Oberstufe II

(Alfons Reichert)

Inhaltsverzeichnis

Organische Chemie **4**
Alkane 4
Alkene 5
Alkine 7
Alkohole 8
Alkoholderivate 10
Alkohol als Droge 11
Cis-/trans-Isomerie 14
Dehydratisierung 16
Ester 17
Ether 19
Halogenalkane 20
Nucleophile Substitution 22
Organik allgemein 23
Organische Säuren 24
Ottomotor 25
Reaktionswege 28
Silicone 29

Physikalische Chemie **30**
Aluminiumgewinnung 30
Autobatterie 31
Batterien 33
Brennstoffzellen 34
Brönstedtscher Säure/Base-Begriff 35
Faraday-Gesetz 37
Indikatoren 38
Korrosion 39
Kupferraffination 40
Li-Ionen Elemente 41
Löslichkeitsprodukt 42
Massenwirkungsgesetz 44
Nernstsche Gleichung 46
Neutralisation 47
Nickel-Akkus 48
Normalpotential 50
pH-Wert 51
Puffer 53
Redoxgleichungen 54
Säuren/Laugen Arrhenius 55
Säurestärke/Basestärke 57
Titration $AgNO_3$/NaOH 58
Titration $AgNO_3$/NaCl 59
Titration Apfelwein/NaOH 60
Titration Cola 61
Titration Essigsäure/NaOH 62

Titration NH_3/HCl..... 63

Internetquellen..... 64

Organische Chemie

Alkane

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Versuche, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Geben Sie die Elemente an, aus denen Alkane bestehen. Beschreiben und erläutern Sie, wie man sie nachweisen kann.
2) V = 100 ml eines unbekannten Alkans wiegen bei T = 20 °C und p = 1000 hPa m = 0,1232 g. Ermitteln Sie aus den Daten, um welches Alkan es sich handelt. Fertigen Sie zum benötigten Versuch ein Versuchsprotokoll an.
3) Stellen Sie die allgemeine Summenformel der Alkane auf. Beschreiben und erläutern Sie das Verfahren, mit dem man sie ermitteln kann.
4) Geben Sie für die ersten 5 Alkane die konkrete Summenformel an und zeichnen Sie alle dazugehörigen Strukturformeln.
5) Benennen Sie die Strukturformeln aus Ausgabe 4) gemäß der Iupag-Nomenklatur.
6) Stellen Sie die Eigenschaften der Alkane zusammen und geben Sie an, wozu man sie daher verwenden kann.
7) Stellen Sie die Quellen zusammen, aus denen man Alkane gewinnt. Erläutern und beschreiben Sie das jeweilige Verfahren.
8) Der Zylinder eines Autos hat ein Volumen V = 1 l. Berechnen Sie die Menge an Hexan, die pro Füllung benötigt wird, um eine optimale Verbrennung zu erreichen.

Alkene

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Versuche, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Versuch a: Hexen wird unter UV-Licht mit Brom geschüttelt.
   Versuch b: Hexen wird bei Tageslicht mit Bromwasser geschüttelt.
   a) Beschreiben Sie die zu erwartenden Beobachtungen.
   b) Stellen Sie die Strukturformeln der Reaktionsprodukte auf und benennen Sie sie.
   c) Erläutern Sie, wie man die Produkte nachweisen kann.
   d) Formulieren Sie die ablaufenden Reaktionen mit Reaktionsgleichungen.
   e) Benennen Sie den Ablauf der Reaktion, den Reaktionsmechanismus, mit einem Fachausdruck. Erklären Sie.
2) Die Alkene lassen sich auf verschiedene Arten herstellen.
   a) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Herstellung von Propen , Penten(1) und Penten(2) aus den entsprechenden Alkoholen.
   b) Formulieren Sie für jedes der Alkene aus a) eine weitere Herstellungsmöglichkeit mit Reaktionsgleichung.
3) Schütteln Sie in einem Reagenzglas jeweils V = 2 ml der ausstehenden Stoffe mit Bromwasser bzw. $KMnO_4$-Lösung. Beschreiben Sie Ihre Beobachtungen. Ordnen Sie die Stoffe jeweils einer organischen Stoffklasse zu.
4) 1,2 Dibromethan wird mit Zinkpulver gekocht. Dabei entwickelt sich ein Gas, das $KMnO_4$-Lösung bzw. Bromwasser entfärbt. Außerdem setzt sich im Kolben ein weißer Feststoff ab. Geben Sie an, welche Stoffe entstanden sind. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung.
5) In einem Reagenzglas wird etwas Polystyrol aus einem durchsichtigen Joghurtbecher erhitzt. Die Gase werden entzündet bzw. in wässrige KMnO4-Lösung eingeleitet. Beschreiben und erklären Sie Ihre Beobachtungen.
6) Die Alkene Ethen und Buten lassen sich ähnlich leicht herstellen. Auch die Reaktivität beider Stoffe ist vergleichbar. Dennoch ist nur Ethen als Grundstoff in der chemischen Industrie von Bedeutung.
   a) Erläutern Sie, warum die Isolierung der Produkte bei der Herstellung des Butens schwieriger als bei Ethen ist.
   b) Formulieren Sie die Reaktionsprodukte für eine Anlagerung von HCl an Buten und an Ethen.
   c) Erläutern Sie die Vorteile, die sich aus b) für Ethen als Grundstoff ergeben.
7) Alkane lassen sich an geeigneten Katalysatoren zerlegen. Bei dieser Crackreaktion, die bei der Herstellung von Benzin eine wichtige Rolle spielt, entstehen kürzerkettige Alkane und Alkene.
   a) Geben Sie die Strukturformeln der möglichen Reaktionsprodukte für Pentan an.
   b) Benennen Sie die Crackprodukte.
8) Bei der Addition von Halogenwasserstoffen an asymmetrische Alkenmoleküle wird das Wasserstoffatom bevorzugt an das Kohlenstoffatom angelagert, das bereits die meisten Wasserstoffatome besitzt (Regel von Markownikow).
   a) Entwickeln Sie einen Mechanismus für die Reaktion von HBr mit 2-Methylpropen.
   b) Benennen Sie das Hauptprodukt. Geben Sie die Strukturformel des Nebenproduktes an und benennen Sie es.

c) Erläutern Sie, bei welchem Reaktionsschritt die Entscheidung erfolgt, welches der beiden möglichen Produkte bevorzugt gebildet wird.
d) Begründen Sie den Reaktionsverlauf und die Regel von Markownikow.

9) Tert. Butanol wird mit Trockenmittel erhitzt. Dabei entweicht ein Gas.
   a) Geben Sie die Strukturformel des Gases an.
   b) Erläutern Sie, von welchem Alkohol man ausgehen müsste, um 2-Methylpenten(2) zu erhalten.

10) Alkene und Alkohole lassen sich mit Schwefelsäure ineinander umwandeln. Diese Reaktion sollen Sie an zwei Beispielen erläutern.
   a) Isobuten wird in halbkonzentrierte Schwefelsäure eingeleitet. Geben Sie die Strukturformel des Produktes an.
   b) Erläutern Sie, warum Schwefelsäure zur Herstellung eines Alkens aus einem Alkohol besser geeignet als Salzsäure oder Bromwasserstoffsäure.

11) Zeichnen Sie einen Molekülausschnitt aus Polybuten(2).

Alkine

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Versuche, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Leitet man Ethin in eine ammoniakalische CuCl-Lösung, so entsteht ein rotbrauner Niederschlag, der beim Erhitzen explodiert.
   a) Formulieren Sie für die abgelaufene Reaktion die Reaktionsgleichung.
   b) Erläutern Sie, welche Teilchen dabei als Säure, welche als Base reagieren.
   c) Erklären Sie die Beobachtungen mit Hilfe des Massenwirkungsgesetzes, wobei gilt: $pKs(C_2H_2) = 22$, $pKs(NH_4^+) = 9{,}21$.
2) Stellen Sie die Strukturformeln aller Isomere des Pentins auf und benennen Sie sie.
3) Mit Hilfe einfacher Versuche sollen einige Gase idenfiziert werden.
   a) In drei Standzylindern befindet sich je eins der folgenden Gase: Ethan, Ethen bzw. Ethin. Erläutern Sie, wie man durch einfache Versuche feststellen kann, welches Gas in welchem Zylinder enthalten ist.
   b) Erläutern Sie, ob sich so auch Butan, Buten(2) und Butin(2) unterscheiden ließen. Erklären Sie.
4) Geben Sie die Produkte für folgende Umsetzungen an und benennen Sie sie:
   a) 1 mol Butin(2) + 1 mol HCl
   b) 1 mol Butin(2) + 2 mol HCl
   c) 1 mol Butin(2) + 1 mol H_2
   d) 1 mol Isopren + 1 mol H_2
   e) 1 mol Isopren + 1 mol HCl
   f) 1 mol Ethin + 2 mol HCl
5) Calciumcarbid besteht aus Ca^{2+}-Ionen und C_2^{2-}-Ionen. Erläutern Sie, welche Teilchen bei der Reaktion mit Wasser als Säure, welche als Lauge reagieren.
6) Ethin wird beim Schweißen in reinem Sauerstoff verbrannt. Stellen Sie die Reaktionsgleichung auf. Berechnen Sie, in welchem Volumenverhältnis Sauerstoff und Ethin gemischt werden müssen, damit Ethin vollständig verbrennt.
7) Gesucht ist die Strukturformel einer Verbindung mit der Summenformel C_5H_8, die folgende Eigenschaften hat:
   a) Mit ammoniakalischer CuCl-Lösung bildet sich ein rotbrauner Niederschlag.
   b) Bei der Reaktion mit 2 mol H_2 entsteht 2-Methylbutan.
8) Erläutern, wie sich die folgenden Verbindungen unterscheiden lassen:
   a) Butin(1) und Butin(2)
   b) Butin(1) und Buten(1)

Alkohole

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Versuche, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Bei einem Alkohol mit der Molekülformel $C_3H_6O_2$ soll die Anzahl der OH-Gruppen in einem Molekül bestimmt werden. Dazu werden m = 0,2 g in einem trockenen Lösungsmittel gelöst und ein Überschuss an Natrium zugegeben. Das Volumen des gebildeten Wasserstoffs beträgt V = 32 ml.
   a) Entwerfen Sie einen Versuchsaufbau für den beschriebenen Versuch.
   b) Berechnen Sie die Anzahl der OH-Gruppen in einem Molekül.
   c) Zeichnen Sie mögliche Strukturformeln des Alkohols und benennen Sie sie.
   d) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung.
2) Geben Sie für die folgenden Stoffe die Strukturformeln an und ordnen Sie die Siedetemperaturen zu. Begründen Sie jeweils.
   a) Butanol(2), 2-Methylpropanol(2); 83°C, 100°C
   b) Propantriol(1,2,3), Butandiol(1,2); 192°C, 290°C
3) Alkohole werden in der Technik vielseitig verwendet. Ermitteln Sie mit Hilfe eines Buches oder des Internets, welche Alkohole wozu eingesetzt werden. Erläutern, welche Eigenschaften der Alkohole dabei ausgenutzt werden.
4) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die vollständige Verbrennung von Ethanol.
5) Erklären Sie, warum die Siedetemperatur des Ethanols unter der des Wassers liegt.
6) Benennen Sie den folgenden Alkohol.

$$CH_3 - CH(OH) - CH(CH_3) - CH(OH) - CH_3$$

7) Zeichnen Sie die Strukturformeln der folgenden Verbindungen:
   a) 3-Methyl-2-butanol
   b) 2,3,3-Trimethyl-1-butanol
   c) 3-Ethyl-4methyl-2-pentanol
   d) 1,2-Ethandiol
   e) 1,2,3 Propantriol.
8) Um Ethanol von dem sehr giftigen Methanol zu unterscheiden, führt man den Borsäuretest durch. Fertigen Sie zum Borsäuretest ein vollständiges Versuchsprotokoll an.
9) Vervollständigen Sie die folgende Tabelle:

Alkohol	**Strukturformel**	**IUPAG-Name**	**Verwendung**
Methanol			
Ethanol			
Isopropanol			
Glykol			
Glycerin			
Sorbit			

Alkoholderivate

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Versuche, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Geben Sie die Strukturformeln folgender, im Erdbeeraroma enthaltener Carbonylverbindungen an. Ordnen Sie die Stoffe den bekannten organischen Stoffklassen zu. Suchen Sie nach einer Erklärung, warum Geschmacksstoffe häufig zu den Aldehyde und Ketonen zählen.
   Acetaldehyd, Propanal, Prop-2-enal, Butanal, But-2-enal, Pent-2-enal, Hexanal, Hex-2-enal, Heptanal, Propanon, 3-Methyl-butan-2-on, Butan-2,3-dion, Pentan-3-on, Hexan-2-on, Decan-2-on, Tridecan-2-on
2) Entwickeln Sie die Reaktionsgleichung für die Synthese von 3-Methylpentan-2-on aus dem entsprechenden Alkohol unter Verwendung von Kaliumdichromat ($K_2Cr_2O_7$) in saurer Lösung (H^+). Das Kaliumdichromat zerfällt dabei in Cr^{3+}- und K^+-Ionen.
3) Vergleichen Sie Alkane, Alkanole und Alkanale hinsichtlich ihrer Siedetemperatur und ihrer Wasserlöslichkeit. Begründen Sie ihre Aussagen.
4) Glycerin (1,2,3 Propantriol) soll zu einer Carbonylverbindung oxidiert werden. Als Oxidationsmittel dient CuO. Geben Sie die Strukturformeln möglicher Oxidationsprodukte an und benennen Sie sie. Stellen Sie die Reaktionsgleichungen auf.
5) Zeichnen Sie die Strukturformeln der folgenden Säuren und ordnen Sie sie nach ihrer Stärke. Begründen Sie ihre Reihenfolge.
   2-Chlorbutansäure, 3-Chlorbutansäure, 2-Chlorpropansäure, 2-Methylpropansäure, Butansäure, Trifluorethansäure.
6) Schüttelt man konzentrierte Essigsäure bzw. konzentrierte Ameisensäure mit Kaliumpermanganatlösung ($KMnO_4$), so beobachtet man bei Ameisensäure eine Entfärbung der Lösung, bei Essigsäure dagegen nicht. Erklären Sie und formulieren Sie die Reaktionsgleichung. Beschreiben Sie einen Versuch, mit dem sie Ihre Überlegungen beweisen könnten.
7) Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen für die Bildung folgender Salze:
   Natriumacetat, Magnesiumformiat, Aluminiumacetat, Kupferpropionat aus CuO.
8) Aldehyde lassen sich mit der Silberspiegelprobe oder der Fehlingschen Probe nachweisen, Ketone mit dem Schiffschen Reagenz.
   a) Beschreiben Sie die nötigen Versuchsschritte.
   b) Stellen Sie die Beobachtungen zusammen.
   c) Erklären Sie die Beobachtungen und formulieren Sie die Reaktionsgleichungen.
9) Zwei typische Reaktionen für Carbonylverbindungen sind die elektrophile und die nucleophile Addition.
   a) Erläutern und erklären Sie den Ablauf und die Bezeichnung dieser Reaktionsmechanismen.
   b) Formulieren Sie für je ein Beispiel den konkreten Ablauf.
   c) Erkundigen Sie sich im Internet oder im Buch, welche Bedeutung diese Reaktionstypen für die organische Chemie haben.
10) Typische Reaktionsprodukte der Aldehyde und Ketone sind Halbacetale, Acetale, Halbketale bzw. Ketale. Erkundigen Sie sich im Buch oder im Internet wie sie aufgebaut sind, wie man sie herstellen kann und wo sie eine Rolle spielen.

Alkohol als Droge

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Versuche, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Beschreiben und erläutern Sie den Versuchsaufbau, mit dem man durch alkoholische Gärung Alkohol gewinnen kann. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung. Stellen Sie eine Tabelle zusammen mit Lebensmitteln, die sich auf diese Art vergären lassen und den Getränken, die man daraus gewinnt.
2) Fertigen Sie zum gezeigten Versuch zur alkoholischen Gärung ein vollständiges Versuchsprotokoll an.
3) Erläutern und erklären Sie, wovon der maximal mögliche Alkoholgehalt des erhaltenen Getränkes abhängt.
4) Beschreiben Sie ein Verfahren, mit dem man den Zuckergehalt des Ausgangssaftes bestimmen kann. Erläutern Sie, wie man das Mostgewicht in Oechsle errechnet und den maximal möglichen Alkoholgetränkes nach der Gärung. Benutzen Sie das Internet oder das Buch. Ein Traubensaft hat eine Dichte von ρ = 1070 g/l. Berechnen Sie sein Mostgewicht, seinen Zuckergehalt und den Alkoholgehalt des entstehenden Weines nach vollständiger Vergärung.
5) Beschreiben und erläutern Sie, wie man den Alkoholgehalt von Wein erhöhen kann. Beschreiben und erklären Sie den benötigten Versuchsaufbau (s. Abb.1). Beschreiben Sie, wie man reinen Alkohol gewinnen kann. Erläutern Sie, wozu man hochprozentigen Alkohol verwendet.
6) Heute gibt es viele alkoholfreie Biersorten. Erläutern Sie, wie man dem Bier den Alkohol entziehen kann. Erkundigen Sie sich auf der Flasche oder im Internet nach dem Restalkoholgehalt.
7) Wein wird, wenn man ihn längere Zeit an der Luft stehen lässt, sauer. Beschreiben Sie die chemischen Vorgänge, die sich dabei abspielen und stellen Sie die Reaktionsgleichung auf. Das Sauerwerden von Wein hat auch einen großen praktischen Nutzen. Erläutern und erklären Sie, was man so gewinnt und wie man im Einzelnen vorgeht.
8) Erläutern und beschreiben Sie die Wirkungen, die der Alkohol im Körper hervorruft.
9) Alkoteströhrchen (s. Abb. 2) zum Nachweis von Alkohol in der Atemluft enthalten gelbe Kaliumdichromationen $Cr_2O_7^{2-}$ -Ionen und H^+ -Ionen. Hat der Autofahrer Ethanol C_2H_6O getrunken, so verfärbt sich das Röhrchen grün. Dabei entstehen Ethanal C_2H_40, grüne Chromionen Cr^{3+} und Wasser.
   a) Überlegen Sie sich, wie die Polizei vorgehen musste, um mit dem Set den Alkoholgehalt in der Atemluft eines Autofahrers zu messen.
   b) Stellen Sie die Reaktionsgleichung auf.
   c) Erkundigen Sie sich im Internet, welche Geräte die Polizei heute benutzt.
10) Der Promillegehalt des Blutes lässt sich mit folgender Formel berechnen. Erläutern Sie, wie die Formel zustande kommt. Erklären Sie, wer bei gleicher Masse mehr Alkohol verträgt, ein Mann oder eine Frau.

$$w = \frac{m_A}{m_P * r} = \frac{\sigma * V * \rho}{m_P * r}.$$

Darin bedeuten:

w: Alkoholgehalt des Blutes als Dezimalzahl

m_A: Masse des insgesamt getrunkenen Alkohols in g

m_P: Masse der Person in g

r: Faktor Mann 0,7, Frau 0,6

σ: Alkoholgehalt des Getränkes als Dezimalzahl

V: Volumen des alkoholischen Getränkes in ml

ρ: Dichte Ethanol

11) Sie trinken
    a) 2 Flaschen Bier (V = 1 l) mit 4,8% Alkohol
    b) 2 Gläser Schnaps (V = 0,08 l) mit 38% Alkohol
    c) 2 Gläser Wein (V = 0,25 l) mit 11% Alkohol
    d) 2 Gläser Likör (V = 0,08 l) mit 30% Alkohol
    e) 2 Gläser Sekt(V = 0,2 l) mit 12% Alkohol.

    Berechnen Sie jeweils Ihren Blutalkoholgehalt direkt nach dem Trinken und nach 2 Stunden. Beachten Sie Aufgabe 9) und Aufgabe 11). Reiner Alkohol hat eine Dichte ρ = 0,785 g/ml.
12) Pro Stunde sinkt der Alkoholgehalt bei Männern um 0,15 o/oo, bei Frauen um 0,1 o/oo. Beschreiben Sie die Vorgänge, die sich dabei im Körper abspielen. Suchen Sie nach möglichen Gründen, warum Männer Alkohol schneller abbauen als Frauen. Benutzen Sie das Internet.
13) Erkundigen Sie sich im Buch oder im Internet, welche Auswirkungen Alkoholgenuss am Steuer haben kann in Abhängigkeit vom Blutalkoholgehalt.
14) Ein Blutalkoholgehalt von 5 o/oo ist tödlich. Berechnen Sie die Menge an reinem Alkohol bzw. Bier, die Sie dazu innerhalb kürzester Zeit aufnehmen müssten.

Abb.1: Destille

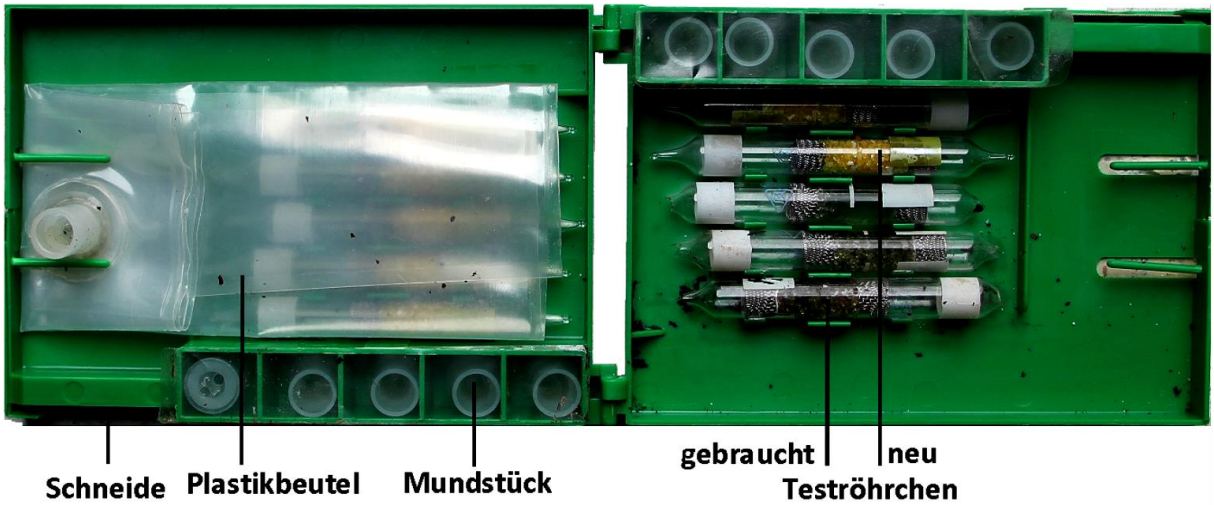
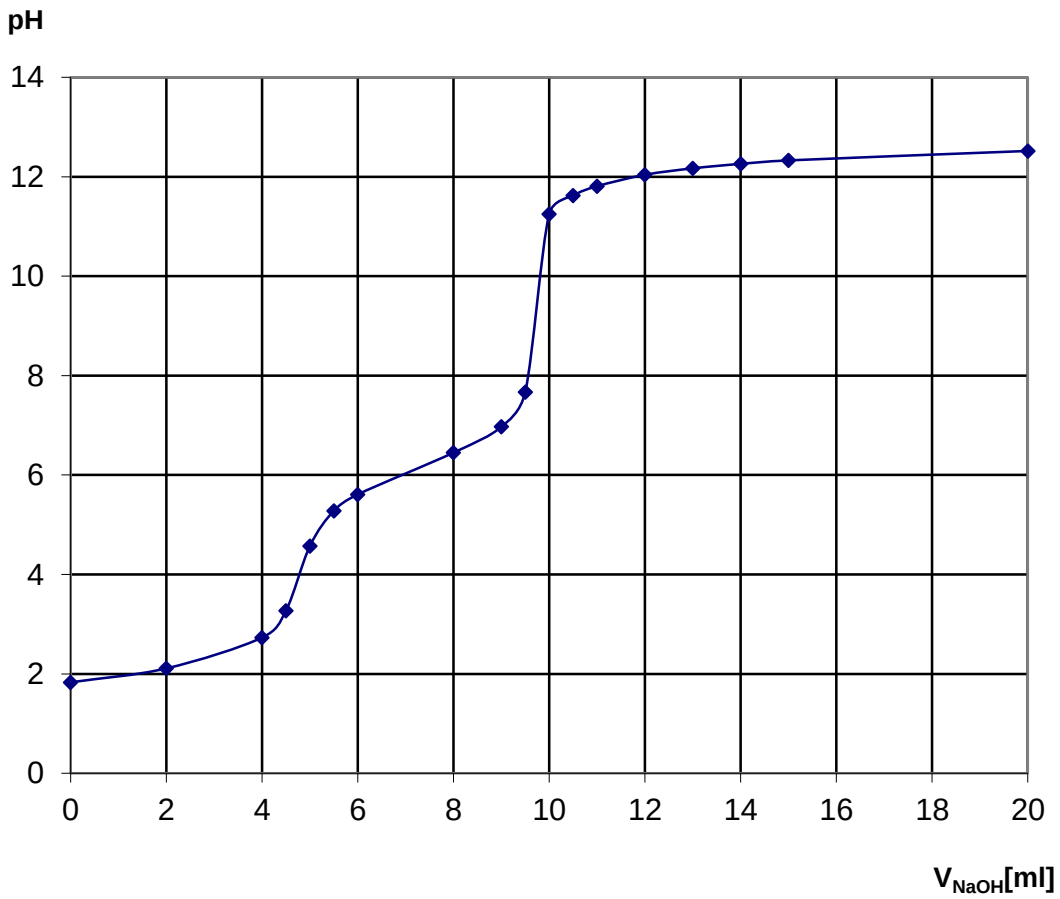


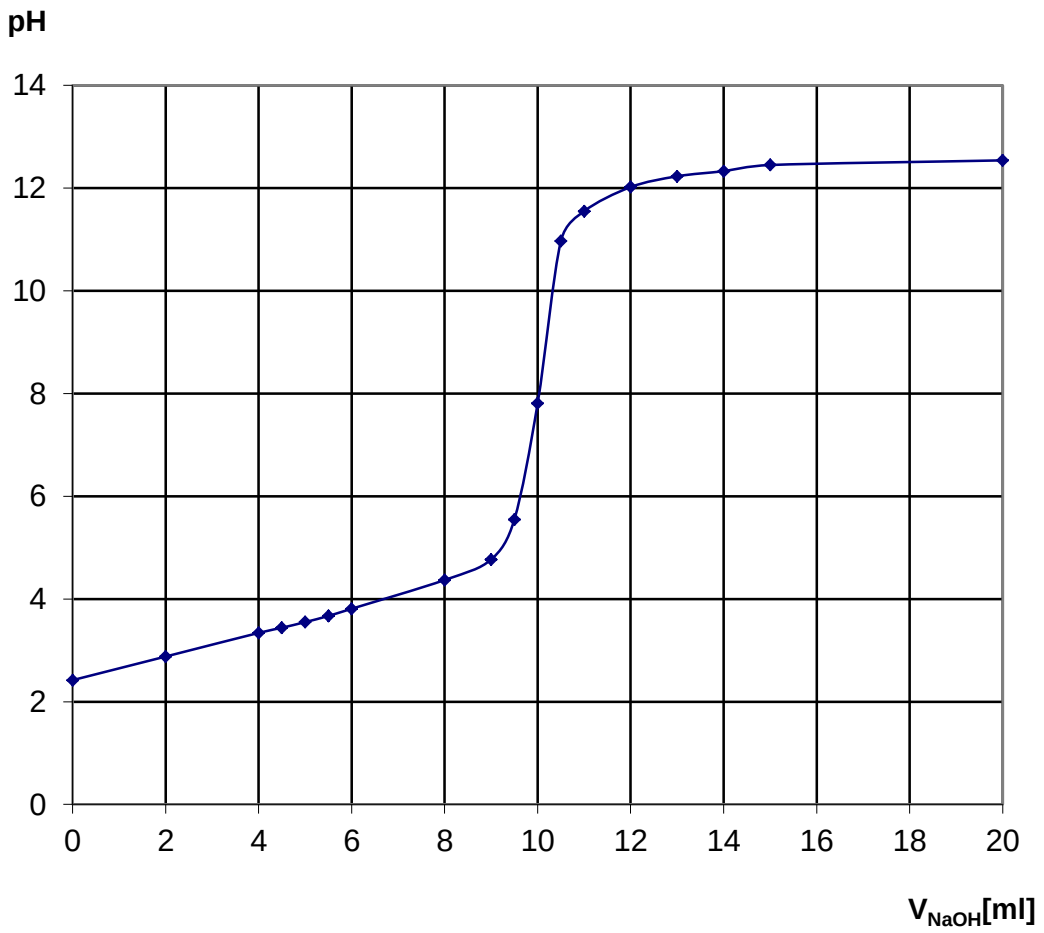
Abb.2: Alkotestset der Polizei

Cis-/trans-Isomerie

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Internet, Chemie 2000 Band 2
Arbeitsaufträge:

1) Diskutieren Sie die Bedingungen, die erfüllt sein müssen, damit ein Stoff cis-/trans-Isomerie zeigt. Erläutern Sie die Bedingungen am Beispiel der Isomere des Buten.
2) Zeichnen Sie Strukturformeln der folgenden Verbindungen und geben Sie an, bei welchen cis/trans-Isomere auftreten können. Begründen Sie jeweils.
   Hexen(1), Hexen(2) 3-Methylpenten(1) 2-Methylpenten(2)
   2-Methylpenten(1) 3-Methylpenten(2).
3) Stellen Sie die Strukturformeln aller Isomere des Pentens und Hexens auf. Geben Sie an, wie viele cis-/trans-Isomerenpaare es gibt. Benennen Sie die Stoffe.
4) Es existieren zwei Dicarbonsäuren mit der Summenformel $C_4H_4O_4$. Die Abbildungen 1 und 2 zeigen die Titrationskurven gleich konzentrierter Lösungen der beiden Säuren. Außerdem unterscheiden sich die beiden Säuren in ihrer Wasserlöslichkeit. Eine der beiden löst sich gut in Wasser, die andere schlecht. Auch ihre Schmelzpunkte sind sehr unterschiedlich. Das eine Isomer schmilzt bei 130°C, das andere bei 287°C.
   a) Stellen Sie die Strukturformeln der beiden Isomere auf und erläutern Sie, welche Isomerie vorliegt.
   b) Vergleichen Sie die beiden Titrationskurven miteinander und diskutieren Sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede. Ordnen Sie die Kurven den beiden Isomeren zu und begründen Sie ihre Entscheidung. Benutzen Sie das Buch oder das Internet.
   c) Ordnen Sie die Wasserlöslichkeit und die Schmelzpunkte den beiden Isomeren zu und begründen Sie ihre Zuordnung.
5) Die cis-/trans-Isomere eines Stoffes lassen sich ineinander umwandeln. Beschreiben Sie den Ablauf von cis-/trans-Isomerisierungen bzw. trans/cis-Isomerisierungen. Erklären Sie. Diskutieren Sie, wie sie eingeleitet werden und geben Sie Beispiele an, wo sie in der Natur eine Rolle spielen. Benutzen Sie das Buch oder das Internet.


pH
14
12
10
8
6
4
2
0
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
V_{NaOH}[ml]


pH
14
12
10
8
6
4
2
0
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
V_{NaOH}[ml]

Dehydratisierung

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Internet, Chemie 2000 Band 2
Arbeitsaufträge:

1) Erklären Sie folgende Versuchsbeobachtungen:
   a) Erhitzt man 2-Methyl-2-propanol mit etwas konzentrierter Schwefelsäure, so entsteht ein Gas.
   b) Das gebildete Gas entfärbt Bromwasser und alkalische Kaliumpermanganatlösung.

   Stellen Sie jeweils die Reaktionsgleichung auf.
2) Erklären Sie folgende Versuchsbeobachtung:
   Erhitzt man Maleinsäure in einem Reagenzglas, so bildet sich am oberen Rand Kondenswasser. Geben Sie die Strukturformel und die Stoffklasse des Produktes an.
3) Vergleichen Sie die Vorgänge in Versuch 1 und 2 miteinander. Stellen Sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede zusammen.
4) Erklären Sie folgende Begriffe:
   a) Dehydratisierung
   b) Eliminierung
   c) Kondensation
   d) intermolekular
   e) intramolekular.
5) Ordnen Sie die passenden Begriffe den Versuchen 1 und 2 zu. Begründen Sie.
6) Ergänzen Sie die Reaktionsgleichungen für folgende Eliminierungen und benennen Sie die Endprodukte.

   a) $CH_3 - CHOH - CH_2 - CH_3 \longrightarrow$

   b) $HO - CH_2 - CH(CH_3) - CH_3 \longrightarrow$

7) Ergänzen Sie die Reaktionsgleichungen für folgende Kondensationen und benennen Sie die Endprodukte.

   a) $CH_3 - CH_2OH + HOOC - CH_3 \longrightarrow$

   b) $CH_3 - COOH + HOOC - CH_3 \longrightarrow$

   c) $CH_3 - CH_2 - NH_2 + HOOC - CH_3 \longrightarrow$

   d) $CH_3 - CH_2 - OH + HO - CH_3 \longrightarrow$

Ester

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Zeichnen Sie die Strukturformeln eines beliebigen Esters und benennen Sie ihn. Markieren Sie die typische Estergruppe und erklären Sie, wie Sie zustande kommt. Geben Sie an, welche Ausgangsstoffe erforderlich sind. Erläutern Sie die Namensgebung nach der IUPAG-Nomenklatur.
2) Ester können auch aus Alkoholen und anorganischen Säuren gebildet werden. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Bildung des Triesters der Salpetersäure mit Glycerin. Zeichnen Sie die Strukturformel des Esters. Der Ester ist ein bekannter Sprengstoff. Erkundigen Sie sich im Internet nach seinem Trivialnamen, seinen Eigenschaften und seiner Verwendung.
3) Formulieren Sie die einzelnen Schritte der Verseifung eines Esters mit Natronlauge auf der Ebene eines Moleküls. Erklären Sie Ihren Reaktionsmechanismus.
4) Vergleichen Sie die Siedepunkte und die Löslichkeit der Alkohole, Ester und Carbonsäuren vergleichbarer Molekülgröße mit einander. Erläutern Sie, wozu man diese Eigenschaften ausnutzen könnte. Stellen Sie eine Tabelle mit weiteren Eigenschaften der Ester zusammen.
5) Polyester sind Textilfasern, die aus langen Molekülen von miteinander verbundenen Estermolekülen bestehen.
   a) Erläutern Sie zwei Möglichkeiten, wie die Ausgangsstoffe dieser Polyester aussehen müssen. Begründen Sie.
   b) Formulieren Sie einen Ausschnitt aus einem Polyestermolekül.
   c) Fertigen Sie eine PP-Präsentation zum Thema Polyester an.
6) Birnenaroma enthält als Aromastoffe Essigsäurehexylester und die Methyl- und Ethylester der Deca-2,4-diensäure. Stellen Sie ihre Strukturformeln auf.
7) ^{18}O-isotopenmarkiertes tert. Butanol wird mit Essigsäure verestert. Danach befinden sich die radioaktiven ^{18}O-Atome nicht in den Estermolekülen, sondern in den Wassermolekülen. Erläutern Sie, welche Schlussfolgerung sich daraus für den Mechanismus der Veresterung tertiärer Alkohole ergibt. Vergleichen Sie mit primären Alkoholen. Benennen Sie jeweils den Mechanismus und begründen Sie ihre Bezeichnung.
8) Erläutern und begründen Sie, welche der folgenden Ester isomer zueinander sind: Essigsäureethylester, Propansäureethylester, Buttersäureethylester, Propansäuremethylester, Ameisensäurebutylester, Ameisensäurepropylester, Essigsäurepentylester, Essigsäure(tert.)butylester.
9) Führen Sie folgenden Versuch durch:
   Versetzen Sie in einem Reagenzglas 5 ml Oxalsäurediethylester mit 5 ml Wasser und 3 Tropfen Bromthymolblau. Fügen Sie 3 Tropfen verdünnte Natronlauge hinzu und schütteln Sie um. Wiederholen Sie die Zugabe der Natronlauge mehrmals.
   Fertigen Sie ein vollständiges Versuchsprotokoll an.
10) Füllen Sie in einen Rundkolben 18 g Essigsäure, 13,8 g Ethanol und 5 g konzentrierte Schwefelsäure. Kochen Sie die die Lösung mit einem elektrischen Heizpils und einem aufgesetzten Rückflusskühler 15-20 Minuten. Lassen Sie das Gemisch danach abkühlen und gießen Sie den Inhalt in einen Erlenmeyerkolben, der 50 ml Wasser enthält. Trennen Sie mit einem Scheidetrichter die obere Phase ab und prüfen sie deren Geruch. Fertigen Sie ein vollständiges Versuchsprotokoll an.

11) Erkundigen Sie sich im Buch oder im Internet, wo Ester in Natur und Technik eine Rolle spielen. Stellen Sie eine Tabelle mit verschiedenen Estern zusammen oder erstellen Sie eine PP-Präsentation.
12) Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen für folgende Veresterungen:
    a) Methansäure + Butanol(1)
    b) Propansäure + Propanol(2)
    c) 2-Methylpropansäure + Methanol
    d) Monochloressigsäure + Ethanol
    e) 2-Methylbutansäure + 2-Methylpropanol(2).
13) Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen für folgende Verseifungen:
    a) Essigsäurebutylester + Natronlauge
    b) Butansäureiospropylester + Wasser
    c) 2-Methylpropansäure-2-butylester + Salzsäure
    d) beliebiges Fettmolekül + Kalilauge

Ether

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Versuche, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Stellt man ein Uhrglas mit Diethylether auf eine feuchte Unterlage, so friert das Uhrglas nach kurzer Zeit an der Unterlage fest. Erklären Sie.
2) Schüttelt man Diethylether, der einige Zeit an der Luft gestanden hat, mit KI-Lösung, so beobachtet man auf der Lösung einen violetten Ring. Erklären Sie. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung.
3) Folgende Ether sollen hergestellt werden. Erläutern Sie, welche Ethersynthese jeweils am besten geeignet ist. Begründen Sie. Geben Sie die benötigten Ausgangsstoffe an. Formulieren Sie jeweils die Reaktionsgleichung.
   a) Methylpropylether
   b) (Tert.)Butylethylether
   c) Dimethylether
   d) (Sek.)Butylmethylether.
4) Formulieren Sie den Reaktionsmechanismus für die Etherbildung aus Ethanol und Schwefelsäure.
5) Die folgenden Stoffe haben ähnlich lange C-Ketten: Diethylether, Essigsäureethylester, Butanol und Buttersäure. Dennoch unterscheiden sie sich in ihren Siedepunkten recht stark.
   a) Ordnen Sie die folgenden Siedepunkte je einem der Stoffe zu und begründen Sie Ihre Reihenfolge: 164°C, 76°C, 118°C und 35°C.
   b) Drei der Stoffe lösen sich in Wasser fast gleich gut mit jeweils ca. 7-9 %, einer dagegen ist in allen Verhältnissen mit Wasser mischbar. Ordnen Sie den Stoffen die passende Löslichkeit zu. Begründen Sie.
6) Diethylether wird durch eine starke Säure wie HI gespalten. Geben Sie an, welche Stoffe entstehen. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung.
7) Erhitzt man ein Gemisch aus Schwefelsäure und Ethanol, so können zwei völlig verschiedene Reaktionsprodukte entstehen. Formulieren Sie jeweils die Reaktionsgleichung. Erläutern und erklären Sie, unter welchen Reaktionsbedingungen wohl der eine, unter welchen der andere Stoff bevorzugt gebildet wird. Begründen Sie.

Halogenalkane

Arbeitsmaterial: Chemie 2000+ Band 2, Versuche, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Fertigen Sie zum gezeigten Versuch ein vollständiges Versuchsprotokoll an.
2) Erklären Sie mit Hilfe der folgenden Bindungsenergien, warum Chlor und Brom mit Alkanen bei Zimmertemperatur regieren können, Jod jedoch nicht. Erklären, warum es nötig ist, das Halogen-Alkan-Gemisch mit UV-Licht zu bestrahlen.

   Bindungsenergien in kJ/mol:
   C-Cl: 328,1
   C-Br: 275,5
   C-I: 239,9
   Cl-Cl: 239,0
   Br-Br: 190,7
   I-I: 148,4
   H-Cl: 431,4
   H-Br: 365,8
   H-I: 298,5
   C-H: 413,0.

3) Monochlormethan siedet bei -24°C, Dichlormethan bei 39,8°C, Trichlormethan bei 61°C und Tetrachlormethan bei 76,5°C. Erklären Sie.
4) Trichlormethan, auch Chloroform genannt, löst sich in Wasser etwas besser als Tetrachlormethan. Erklären Sie.
5) Geben Sie in je einem Reagenzglas V = 3ml der folgenden Stoffe zusammen und schütteln Sie anschließend kräftig um. Fügen Sie zum ersten und vierten Reagenzglas jeweils zwei Tropfen Universalindikator hinzu. Beschreiben Sie die Beobachtungen und erklären Sie sie.
   a) KBr-Lösung und $AgNO_3$-Lösung,
   b) 1-Brombutan und $AgNO_3$-Lösung,
   c) 2-Brombutan und $AgNO_3$-Lösung,
   d) 2-Brom-2-methylbutan und $AgNO_3$-Lösung.
6) Ein Molekül hat die Molekülmasse 72 u und ergibt bei der Monochlorierung nur ein einziges Produkt. Stellen Sie die Struktur- und Summenformel des Ausgangsalkans und des Endproduktes auf und benennen Sie beide.
7) Die folgenden Verbindungen werden mit Brom umgesetzt: n-Pentan, 2 Methylbutan und n-Hexan.
   a) Geben Sie jeweils alle möglichen Monobromprodukte an.
   b) Berechnen Sie die Prozentanteile, in denen die Monobromprodukte rein statistisch entstehen sollten. Begründen Sie.
   c) Berechnen Sie die Prozentanteile, in denen sie tatsächlich gebildet werden. Begründen Sie. Benutzen Sie die folgende Tabelle der relativen Reaktivitäten, worin R einen beliebigen Alkylrest bezeichnet.
   d) Erklären Sie, warum man nicht die statistische Ausbeute erhält.

	$R\text{-}CH_3$	$R_2\text{-}CH_2$	$R_3\text{-}CH$
Cl	1	2	3
Br	1	250	6300

8) Fertigen Sie zu einem der folgenden Themen eine Powerpointpräsentation an. Nutzen Sie das Buch und das Internet:
   a) Ozonloch und FCKW's,
   b) Chlorchemie als wichtiger Prozess in der Industrie,
   c) Green chemistry,
   d) Holzschutzmittel Lindan/PCB.
9) Stellen Sie eine Tabelle zusammen mit wichtigen Halogenalkanen und ihrer Verwendung. Erkundigen Sie sich im Internet, welche davon heute nicht mehr zugelassen sind. Erklären Sie.
10) Formulieren Sie den Reaktionsmechanismus für die Chlorierung von Methan. Die Reaktion läuft nach einem kurzen Lichtblitz explosionsartig ab. Geben Sie dafür eine Erklärung.
11) Halogenalkane können auf zwei Reaktionswegen gewonnen werden. Formulieren Sie beide Wege an je einem Beispiel. Beschreiben Sie den Reaktionsmechanismus und erläutern Sie die Reaktionsbedingungen.

Nucleophile Substitution

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Versuche, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Erklären Sie den Begriff nucleophile Substitution.
2) Stellen Sie die gemeinsamen Eigenschaften aller Nucleophile zusammen. Erklären Sie.
3) Iodidionen sind ein starkes Nucleophil. Erläutern und erklären Sie diese Aussage.
4) Die Nucleophilie nimmt in folgender Reihenfolge ab:

$$HS^- > I^- > Br^- > NH_3 > OH^- > Cl^- > F^- > H_2O.$$

   Erläutern und erklären Sie.
5) Die Reaktionsgeschwindigkeit der nucleophilen Substitution wird von vielen Faktoren beeinflusst. Erklären Sie folgende Aussagen.
   a) Die Reaktionsgeschwindigkeit nimmt von den Iodalkanen zu den Fluoralkanen ab.
   b) Tertiäre Bromalkane setzen sich mit kleineren Nucleophilen schneller um als sekundäre und primäre.
   c) Tertiäre Bromalkane reagieren mit größeren Nucleophilen langsamer als sekundäre und primäre.
   d) Die Reaktion der Halogenalkane verläuft in Gegenwart von Silberionen schneller.
   e) Die Substitution an Halogenalkane wird durch polare Lösungsmittel wie Wasser oder Methanol beschleunigt im Vergleich zu unpolaren Lösungsmitteln wie Alkanen.
6) Nucleophile Substituionen sind Gleichgewichtsreaktionen. Daher kann die Reaktion bewusst gesteuert werden. Die Möglichkeiten sollen am Beispiel der Reaktion von Bromethan mit Natronlauge diskutiert werden. Die Reaktion verläuft endotherm.
   a) Stellen Sie die Reaktionsgleichung für die Reaktion auf. Formulieren Sie das MWG.
   b) Beschreiben Sie Maßnahmen, mit denen man die Ausbeute an Ethanol erhöhen kann und begründen Sie jeweils.
7) Nucleophile Substitutionen lassen sich durch Zusatz von Iodidionen und Sulfidionen katalytisch beschleunigen. Suchen Sie dafür eine Erklärung. Auf dieser Tatsache beruht z.B. die katalytische Wirkung von Coenzym A. Erkundigen Sie sich im Internet, wo dieses Enzym eine Rolle spielt und welche Aufgabe es hat.
8) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für folgende nucleophile Substitutionen und geben Sie an, auf welcher Seite jeweils das Gleichgewicht liegt. Begründen Sie. Benutzen Sie die Reihenfolge aus Aufgabe 4).
   a) Chlormethan mit Ammoniak,
   b) Iodmethan mit Natriumhydrogensulfid,
   c) Methanol mit Ammoniak.
9) Nucleophile Substitutionen können nach zwei Mechanismen verlaufen, nämlich nach dem SN_1- oder SN_2-Mechanismus. Beschreiben Sie beide. Formulieren Sie jeweils ein Beispiel. Erläutern sie, wovon es abhängt, welcher Mechanismus bei einer Reaktion vorliegt. Vergleichen Sie beide Mechanismen miteinander, stellen Sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede zusammen und erklären Sie die Bezeichnung.

Organik allgemein

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Versuche, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Der Calciumionengehalt einer Wasserprobe soll manganometrisch bestimmt. Zu diesem Zweck werden V = 50 ml des zu untersuchenden Wassers mit Ammoniumoxalatlösung versetzt. Dadurch werden die Calciumionen quantitativ gefällt. Der Niederschlag wird abfiltriert, gewaschen und anschließend mit verdünnter Schwefelsäure aufgeschlämmt. Bei der darauffolgenden Titration mit $KMnO_4$-Lösung der Konzentration c = 0,02 mol/l geht die Oxalsäure quantitativ in Kohlendioxid über. Dabei werden 18 ml der Maßlösung verbraucht. Berechnen Sie den Gehalt der Wasserprobe an Calciumionen in mol/l und in g/l.
2) Die Isomeren des Pentanols werden mit CuO zur Reaktion gebracht. Geben Sie die Strukturformeln der Isomeren des Pentanols und der dazugehörigen Reaktionsprodukte an und benennen sie sie jeweils.
3) Beschreiben Sie einfache Reagenzglasversuche, mit denen man n-Hexan, Hexanol(1), Hexanal und Hexanon(2) unterscheiden kann. Beschreiben Sie die zu erwartenden Beobachtungen.
4) Die folgende Tabelle zeigt die Siedepunkte und die Wasserlöslichkeit einiger Aldehyde, Alkohole und Alkane.

Stoff	Sdpt in °C	Wasserlöslichkeit
Methanal	-19	in allen Verhältnissen
Ethanal	21	in allen Verhältnissen
Propanal	48	20g in 100g Wasser
Methanol	66	in allen Verhältnissen
Ethanol	78	in allen Verhältnissen
Propanol(1)	97	in allen Verhältnissen
Methan	-162	gar nicht
Ethan	-89	gar nicht
Propan	-45	gar nicht

   a) Beschreiben Sie die Unterschiede, die Sie erkennen.
   b) Deuten Sie die Unterschiede.
5) Stellen Sie eine Tabelle zusammen mit wichtigen Stoffklassen der organischen Chemie und deren funktioneller Gruppe. Geben Sie jeweils ein Beispiel an.
6) Beschreiben Sie kleine Reagenzglasversuche, mit denen man die funktionellen Gruppen jeweils nachweisen kann. Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen.

Organische Säuren

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Versuche, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Milchsäure hat die Summenformel $C_3H_6O_3$.
   a) Stellen Sie mögliche Strukturformeln der Milchsäure auf.
   b) Beschreiben Sie Versuche, mit denen man testen könnte, welche der möglichen Formeln zutreffend ist.
   c) Vergleichen Sie die Säurestärke der Milchsäure mit der Säurestärke der Propansäure. Erklären Sie.
2) Tropft man auf Ameisensäure konzentrierte Schwefelsäure, so entwickelt sich ein Gas.
   a) Geben Sie an, um welches Gas es sich handeln könnte. Erläutern Sie, wie man es nachweisen könnte.
   b) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung. Erklären Sie, welche Aufgabe die Schwefelsäure offensichtlich hat.
3) Erhitzt man Oxalsäure, so entstehen eine Flüssigkeit und ein Gemisch zweier Gase.
   a) Geben Sie, um welche Stoffe es sich dabei handelt.
   b) Entwickeln Sie eine Apparatur, mit der man die Stoffe trennen und nachweisen könnte. Beschreiben Sie die zu erwartenden Beobachtungen.
4) Erhitzt man Milchsäure in Gegenwart von Schwefelsäure, so entstehen ein Aldehyd und eine Carbonsäure.
   a) Geben Sie, um welche Stoffe es sich dabei handelt.
   b) Erläutern Sie, wie man die entstandenen Stoffe nachweisen könnte.
   c) Alternativ bildet sich ein cyclischer Diester. Geben Sie seine Strukturformel an und erklären Sie.
5) Oxalate werden heute technisch hergestellt, in dem man Natriumformiat auf über 400 ^{o}C erhitzt. Man erhält Natriumoxalat.
   a) Geben Sie an, welcher Stoff noch gebildet wird. Beschreiben Sie, wie man ihn nachweisen kann.
   b) Erläutern Sie, wie man beweisen kann, dass sich tatsächlich Natriumoxalat gebildet hat.
   c) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung.
   d) Erläutern Sie, wie man aus Oxalaten Oxalsäure in reiner Form gewinnen kann. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung.

Ottomotor

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Versuche, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Fertigen Sie zu dem Versuch, mit dem wir die Vorgänge in einem Benzinmotor demonstriert haben ein vollständiges Versuchsprotokoll an. Abb.1 zeigt den benötigten Versuchsaufbau.
2) Erklären Sie, wie das Benzin/Luft-Gemisch gezündet wird.
3) Erläutern Sie, welche Abgase bei der Verbrennung entstehen. Stellen Sie die Reaktionsgleichung auf für einen wichtigen Bestandteil des Benzins, das Oktan.
4) Erkundigen Sie sich im Internet, was man unter Klopfen des Motors versteht und wie es zustande kommt.
5) Erklären Sie, was die Oktanzahl angibt und beschreiben Sie, wie sie ermittelt wird.
6) Erläutern Sie, was man unter Reformieren versteht und was man damit erreichen will.
7) Erklären Sie, was der Abgaskatalysator im Auto bewirkt und woraus er besteht. Formulieren Sie für die Vorgänge im Katalysator die Reaktionsgleichungen.
8) Der Zylinder eines Autos hat ein Volumen V = 1 l. Berechnen Sie die Menge an Hexan, die pro Füllung benötigt wird, um eine optimale Verbrennung zu erreichen.
9) Erläutern Sie die Bedeutung folgender Teile bei einem Viertaktmotor. Benutzen Sie Abb.2 und das Internet.
   a) Einlassventil
   b) Auslassventil
   c) Kolben
   d) Pleuelstange
   e) Kurbelwelle
   f) Nockenwelle
   g) Nocken
   h) Zahnriemen
   i) Zylinder
   j) Zylinderkopf
   k) Zündkerze.
10) Beschreiben Sie die Vorgänge, die sich in den einzelnen Takten eines Viertaktmotors bzw. Zweitaktmotors (s. Abb2/3) abspielen.
11) Erklären Sie, welche Probleme ein Einzylinder-Viertaktmotor bereitet und wie man sie beheben kann.
12) Vergleichen Sie den Zweitakt- und Viertaktmotor miteinander. Stellen Sie ihre Vor- und Nachteile zusammen und erklären Sie.
13) Suchen Sie im Internet nach Seiten und Animationen, mit denen die Vorgänge in einem Zweitaktmotor bzw. Viertaktmotor erklärt werden. Benutzen Sie die Suchmaschine Google.

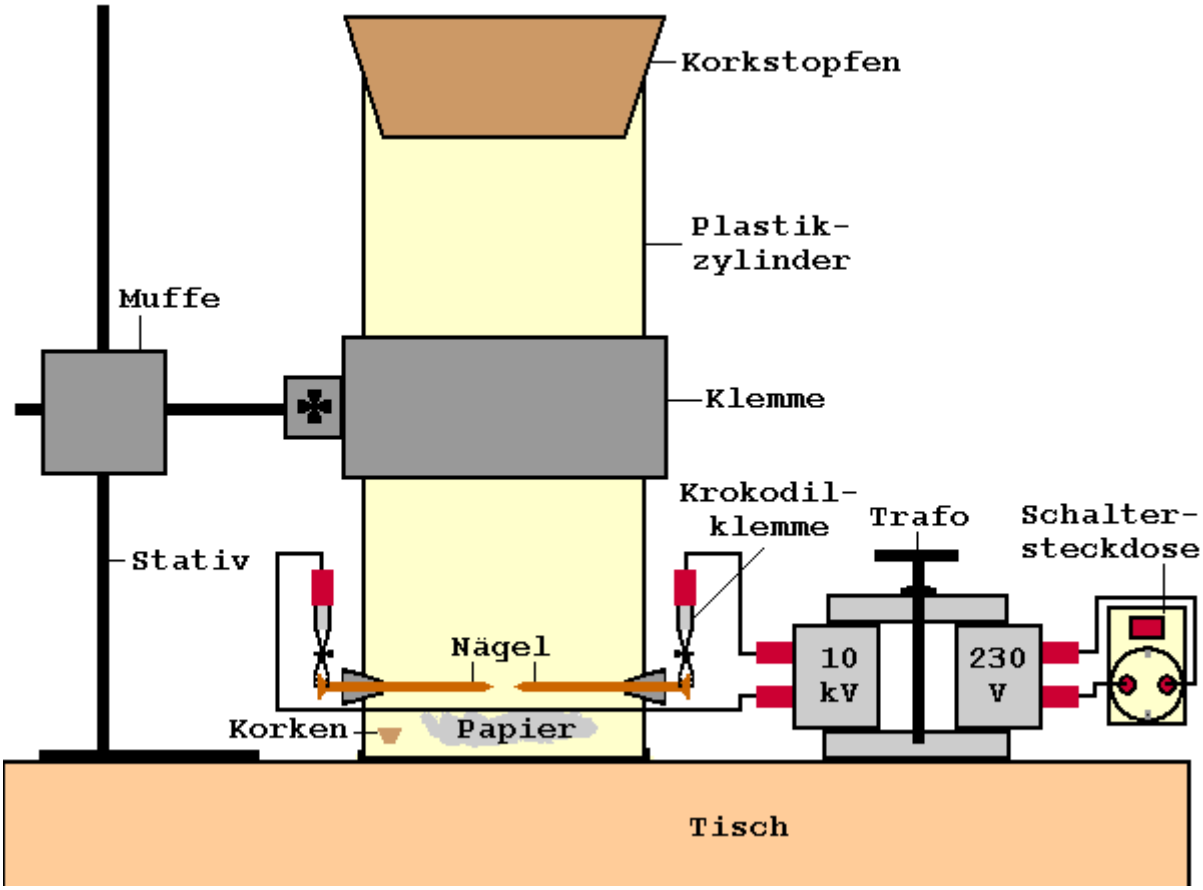


Abb.1: Versuchsaufbau

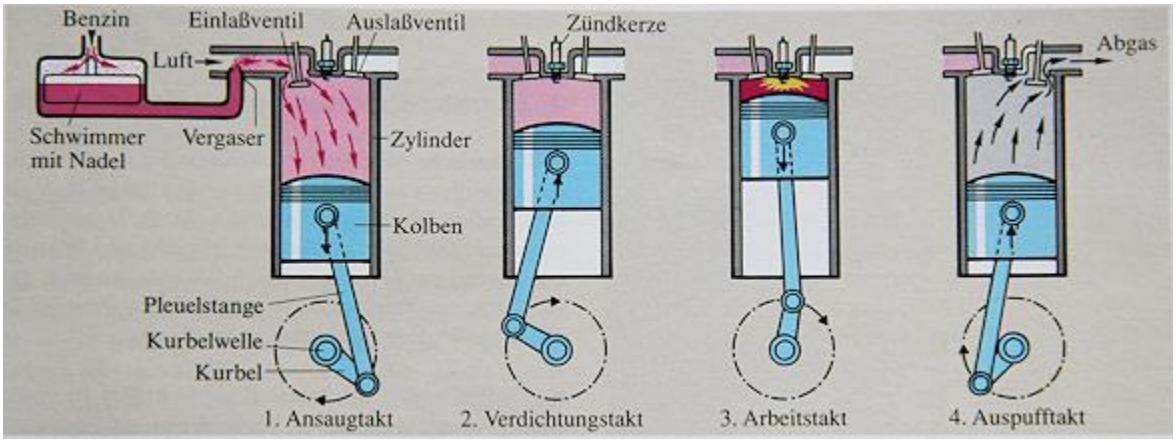


Abb.2: Viertaktmotor
Quelle: Dorn-Bader, Physik, Sekundarbereich I

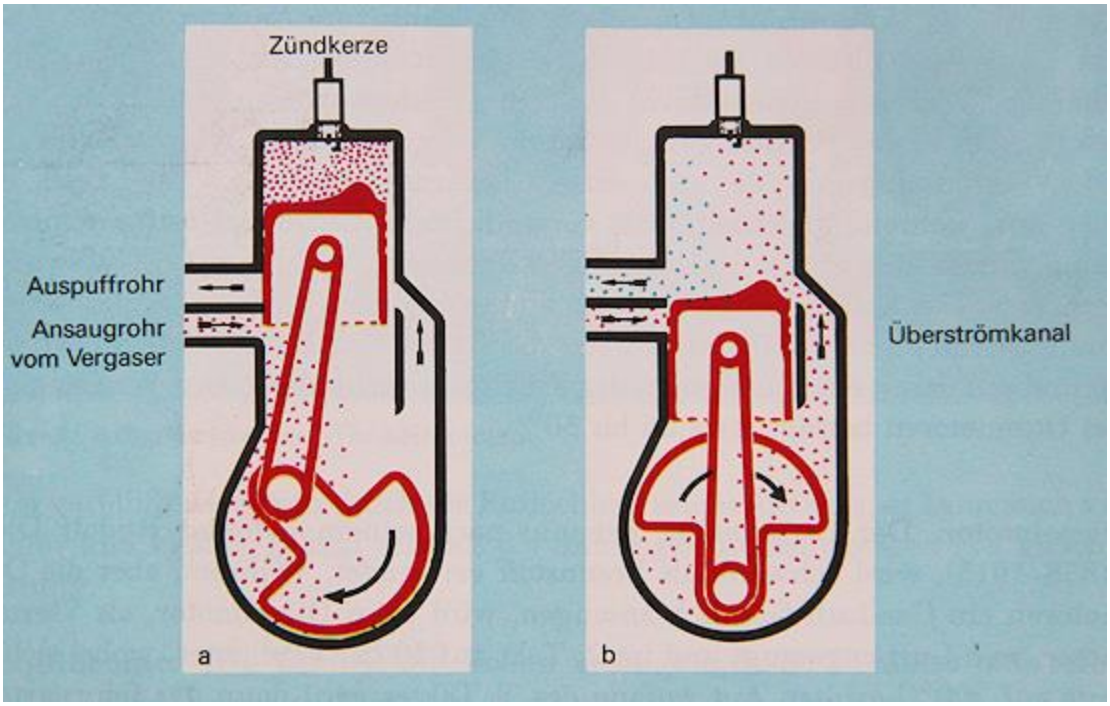


Abb.3: Zweitaktmotor
Quelle: Diesterweg Salle, Physik, Sekundarbereich I 1. Teilband

Reaktionswege

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Versuche, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Aus Ethan als einzigem Ausgangsstoff kann man in einer mehrstufigen Synthese den Aromastoff Ethansäureethylester herstellen.
   a) Entwerfen Sie ein Schema für den Reaktionsweg vom Ethan zum Ethansäureethylester.
   b) Formulieren Sie für alle Reaktionen die Reaktionsgleichungen.
   c) Erläutern und erklären Sie, nach welchen Reaktionsmechanismen die einzelnen Reaktionen ablaufen.
2) Malonsäure ist der Trivialname für Propandicarbonsäure. Sie kommt im Zuckerrübensaft vor und ist der Ausgangsstoff für viele organische Synthesen, etwa des Schlafmittels Barbitursäure. Dazu wird sie zunächst in Malonsäurediethylester überführt und anschließend mit Harnstoff zu Barbitursäure umgesetzt, dem cyclischen Diamid aus Harnstoff und Malonsäure. Lässt man Malonsäure mit Ethanal regieren, so entsteht durch anschließende Wasserabspaltung und Decarboxylierung Buten(2)-carbonsäure, ein wichtiges Monomer zur Herstellung von Kunststoffen. Beim Erhitzen zerfällt die Malonsäure in Essigsäure und Kohlendioxid. Andererseits kann sie aus Essigsäure in einer dreistufigen Synthese über Chlor Cl_2, Natriumcyanid NaCN und Wasser H_2O hergestellt werden. Alternativ gewinnt man sie aus Apfelsäure durch Decarboxylierung und anschließende Oxidation.
   a) Entwerfen Sie Schemata für die Reaktionswege der Malonsäure.
   b) Formulieren Sie für alle chemischen Reaktionen die Reaktionsgleichungen.
   c) Erläutern und erklären Sie, nach welchen Reaktionsmechanismen die einzelnen Reaktionen ablaufen.
   d) Fertigen Sie zum gezeigten Versuch ein Versuchsprotokoll an.

Silicone

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Versuche, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Geben Sie an, welche Stoffe als Ausgangsstoffe zur Herstellung von Siliconen dienen. Beschreiben Sie die Verfahren, mit denen man sie synthetisiert.
2) Erläutern Sie die chemischen Vorgänge, die sich beim Aushärten von Siliconen abspielen.
3) Nennen Sie Beispiele, wo man Silicone verwendet. Erklären Sie, warum sie jeweils optimal für diesen Einsatz geeignet sind. Nutzen Sie das Internet.
4) Beschreiben und erklären Sie, wie man mit Silicon eine Fliesenfuge abdichtet. Die benötigten Werkzeuge zeigt Abb.1.
5) Nichtausgehärtete Silicone kleben stark an der Haut. Um Siliconfugen zu glätten, kann man die Finger mit Seife oder Spülmittel einreiben. Dann lassen sich die Fugen ohne Haftung an den Fingern abziehen. Erklären Sie.
6) Erläutern Sie, welche Silicone entstehen, wenn man
   a) Silandiol
   b) Silantriol
   c) ein Gemisch aus beiden

   einsetzt. Erklären Sie. Formulieren Sie jeweils einen Molekülausschnitt. Erläutern Sie, wie sich die Reaktion stoppen lässt. Begründen Sie.
7) Die Eigenschaften der Silicone lassen sich gezielt steuern. Nennen Sie einige Möglichkeiten, wie man dazu vorgehen kann.

Abb.1: Werkzeuge zur Herstellung einer Siliconfuge

Physikalische Chemie

Aluminiumgewinnung

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Chemie 2000+ Band 2, Video, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Erläutern Sie, aus welchem Grundstoff man Aluminiumoxid gewinnt. Geben Sie die weiteren Bestandteile des Grundstoffes an.
2) Beschreiben Sie die Schritte, die nötig sind, um aus dem Grundstoff Aluminiumoxid zu extrahieren.
3) Erläutern Sie, woraus der Rotschlamm besteht und was mit ihm geschieht.
4) Berechnen Sie, wieviel Energie man benötigt, um m = 1 t Aluminium aus Aluminiumoxid herzustellen. Die benötigte Spannung beträgt 5V. Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit der Angabe im Video.
5) Erläutern Sie den Aufbau einer Elektrolysierzelle (s. Abb.1).
6) Formulieren Sie die Gleichungen für die Reaktionen am Pluspol und am Minuspol und die Gesamtreaktionsgleichung.
7) Geben Sie an, woraus das Abgas der Zellen besteht. Erklären Sie.
8) Erläutern Sie, wie das flüssige Aluminium weiterverarbeitet wird.
9) Erkundigen Sie sich im Internet, wozu Aluminium heute verwendet wird. Erklären Sie, warum es für diese Zwecke sehr gut geeignet ist.
10) Überlegen Sie, warum Aluminiumwerke häufig an Flüssen in den Bergen, etwa am Rheinfall in Schaffhausen, angesiedelt werden.

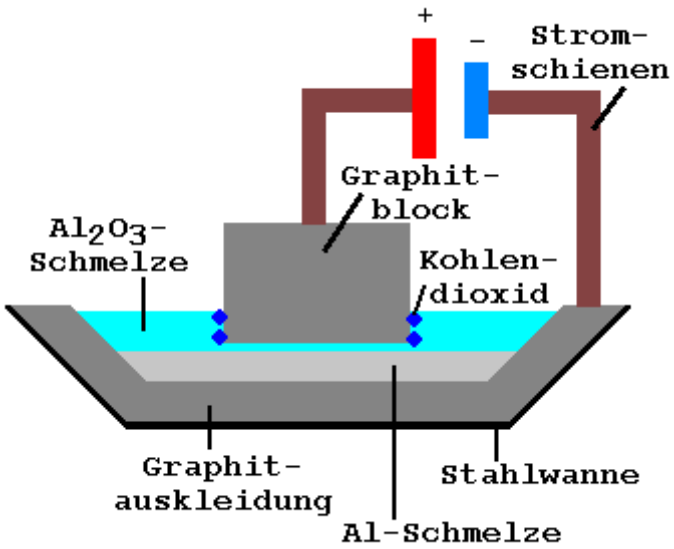


Abb.1: Elektrolysierzelle

Autobatterie

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Chemie 2000+ Band 2, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Ordnen Sie den Zahlen in Abb.1 folgende Begriffe zu: Pluspol, PbO_2, Pb, $PbSO_4$, H_2SO_4, Elektrolyt, Anode, Kathode, Diaphragma, Minuspol. Begründen Sie Ihre Entscheidung.
2) Formulieren Sie die Prozesse beim Laden und Entladen am Pluspol bzw. Minuspol mit Reaktionsgleichungen. Stellen Sie die Gesamtreaktionsgleichung auf.
3) Erläutern Sie, warum man der Batterie beim Laden Wasser zusetzen muss.
4) Formulieren Sie die Vorgänge beim ersten Laden an beiden Polen mit Reaktionsgleichungen.
5) Lädt man die Batterie zu lange, so wird sie überladen. Dabei bilden sich an beiden Polen Gase. Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen. Erklären Sie, warum das Überladen gefährlich ist.
6) Erläutern Sie, wie man den Ladezustand der Batterie überprüfen kann.
7) Berechnen Sie die Spannung eines geladenen Bleiakkus mit Schwefelsäure der Konzentration c = 2,9 mol/l als Elektrolyt. Benutzen Sie folgende Angaben. Beachten Sie, dass HSO_4^--Ionen zu etwa 1% dissoziieren.

   $E_0(Pb/Pb^{2+}) = -0{,}13V$
   $E_0(PbO_2 + 4H^+/Pb^{2+} + 2H_2O) = 1{,}46V$
   $L(PbSO_4) = 2 * 10^{-8}(mol/l)^2.$

8) Eine Autobatterie hat eine Nennkapazität von Q = 60 Ah, die gesamte Batterie eine Spannung von U = 12 V, eine einzelne Zelle von U_1 = 2 V. Beim Abstellen des Autos vergisst jemand, das Vorderlicht auszuschalten. Jede der beiden Lampen hat eine Leistung von P = 55 W.
   a) Berechnen Sie die Zeit, bis die Batterie nur noch die Hälfte ihrer Ladekapazität hat, bzw. bis sie ganz leer ist.
   b) Berechnen Sie die Masse an Blei, die eine Batterie mindestens enthalten muss. Beachten Sie, dass die Spannung nicht mehr ausreicht, das Auto zu starten, wenn 60% des Bleis umgesetzt sind.
   c) Elektroautos werden mit Lithiumionenakkus betrieben und nicht mit Bleiakkus. Erklären Sie.
   d) Autobatterien sollten nur mit einem Strom geladen werden, der zahlenmäßig einem Zehntel ihrer Kapazität entspricht. Erklären Sie.
   e) Autobatterien haben eine Lebensdauer von 5 – 10 Jahren je nach Fahrverhalten. Erklären Sie.
   f) Der Anlasser benötigt beim Starten des Autos einen Strom I = 150 A. Berechnen Sie seine Leistung. Berechnen Sie, wie lange der Startvorgang maximal dauern darf.

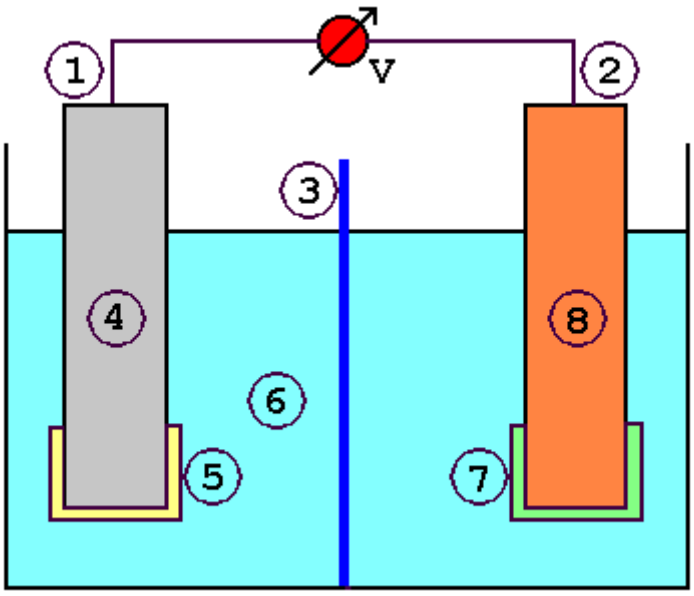


Abb.1: Aufbau eines Bleiakkus

Batterien

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Chemie 2000+ Band 2, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Skizzieren und erläutern Sie den grundsätzlichen Aufbau einer Batterie am Beispiel einer Zink-Chlor-Batterie. Formulieren Sie die Reaktion am Pluspol und am Minuspol und ordnen Sie den Teilen die Begriffe Oxidation, Reduktion, Oxidationsmittel, Reduktionsmittel, Anode und Kathode zu. Erklären Sie die Bedeutung der einzelnen Teile für die Funktion der Batterie. Erläutern Sie, wie eine Batterie Strom erzeugt und wann sie leer ist.
2) Eine Batterie liefert Gleichstrom, ein Dynamo Wechselstrom. Erläutern und erklären Sie.
3) Erklären Sie, warum es meist gefährlich ist, wenn eine Batterie ausläuft.
4) Zeichnen Sie den Aufbau eines Daniell-Elementes. Formulieren Sie die Reaktion am Pluspol und am Minuspol und ordnen Sie den Teilen die Begriffe Oxidation, Reduktion, Oxidationsmittel, Reduktionsmittel, Anode und Kathode zu. Erklären Sie jeweils. Eine größere praktische Bedeutung hat es nie erlangt. Erläutern Sie, warum.
5) Zeichnen Sie den Aufbau eines Leclanche-Elementes. Formulieren Sie die Elektrodenreaktionen und die in der Batterie ablaufenden Sekundärreaktionen. Ordnen Sie den Teilen die Begriffe Pluspol, Minuspol, Oxidation, Reduktion, Oxidationsmittel, Reduktionsmittel, Anode und Kathode zu. Begründen Sie, warum man eine Leclanche-Batterie nicht aufladen kann. Erklären Sie, warum das Leclanche-Element seit über 100 Jahren erfolgreich eingesetzt wird. Im Laufe der Zeit wurde es zur Alkali-Mangan-Batterie weiterentwickelt. Erkundigen Sie sich im Buch oder im Internet nach den Gemeinsamkeiten, Unterschieden, Vor- und Nachteilen beider Batteriearten.
6) Eine Leclanche-Batterie liefert für die Zeit t = 8 h einen Strom I = 0,2 A bei einer Spannung U = 1,5 V.
   a) Berechnen Sie die Energie, die die Batterie abgibt.
   b) Berechnen Sie die abgegebene Ladung.
   c) Berechnen Sie die Massen an Zink und Braunstein, die umgesetzt werden.
   d) Eine Lampe mit P = 80 W soll mit Batterien für eine Zeit t = 10 h betreiben werden. Berechnen Sie die Zahl der benötigten Batterien und die Kosten bei einem Preis von 1,5 € pro Batterie. Vergleichen Sie mit den Kosten, die entstehen, wenn man den Strom aus der Steckdose bezieht bei einem Preis von 28 Cent/kWh. Diskutieren Sie das Ergebnis aus der Sicht der Kosten und unter Umweltaspekten.
7) Eine Batterie soll eine möglichst hohe Spannung bzw. einen möglichst hohen Strom abgeben. Erläutern und erklären Sie, wie das jeweils gelingt.
8) Zum Betrieb einer kleinen Quarzuhr kann man eine so genannte Zitronen- oder Apfelbatterie einsetzen (s. Abb.1). Erläutern Sie den Aufbau einer solchen Batterie. Formulieren Sie die Vorgänge an den beiden Elektroden. Erklären Sie, womit sie regelmäßig gefüttert werden muss und wann sie endgültig leer ist.

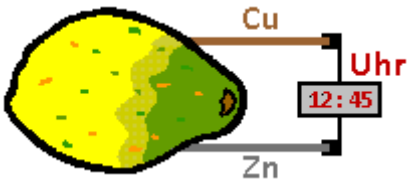


Abb.1: Zitronenuhr

Brennstoffzellen

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Chemie 2000+ Band 2, Internet
Arbeitsaufträge:

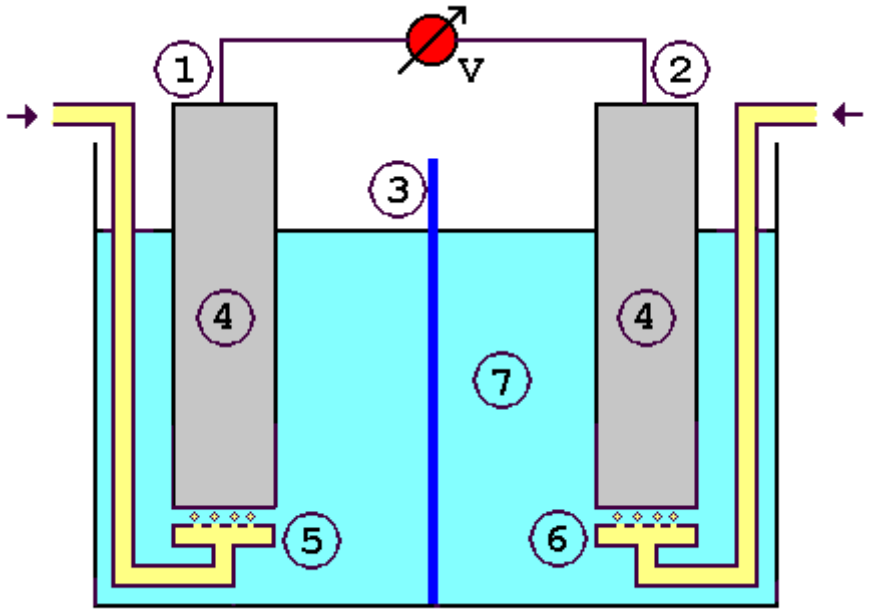


Abb.1: Aufbau einer Brennstoffzelle

1) Ordnen Sie den Zahlen in der Abb.1 folgende Begriffe zu: Anode, Kathode, Pluspol, Minuspol, Wasserstoff, Sauerstoff, KOH, Nickel, Diaphragma, Elektrolyt. Begründen Sie Ihre Zuordnung.
2) Beschreiben Sie die Vorgänge in einer Brennstoffzelle. Formulieren Sie die Teilgleichungen an den beiden Polen und die Gesamtreaktionsgleichung. Berechnen Sie die Spannung, wenn als Elektrolyt KOH mit c = 5 mol/l dient. Benutzen Sie folgende Normalpotentiale:

   $E_0(H_2/2H^+) = 0V$
   $E_0(O_2+4H^+/2H_20) = 1{,}23V.$

   Beschreiben Sie Maßnahmen, mit denen man sie erhöhen könnte.
3) Fertigen Sie zum gezeigten Versuch ein vollständiges Versuchsprotokoll an.
4) Diskutieren Sie Vor- und Nachteile der Brennstoffzelle gegenüber einer normalen Autobatterie.
5) Statt Wasserstoff kann auch Methanol CH_3OH oder Hydrazin N_2H_4 in der Brennstoffzelle umgesetzt werden. Formulieren Sie für beide Stoffe die Teilgleichungen an den Polen und die Gesamtreaktionsgleichung. Diskutieren Sie Vor- und Nachteile gegenüber Wasserstoff als Reduktionsmittel.

Brönstedtscher Säure/Base-Begriff

Arbeitsmaterial: Chemie 2000+ Band 2, Elemente Chemie, Versuche, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Erläutern Sie, was man nach Brönsted unter
   a) einer Säure
   b) einer Base
   c) einer Protolyse
   d) einer konjugierten Säure
   e) einer konjugierten Base

   versteht. Geben sie jeweils ein Beispiel an.
2) Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen für folgende Protolysen
   a) Salzsäure und Wasser
   b) Schwefelwasserstoff und Wasser
   c) Wasser und Ammoniak
   d) Salzsäure und Ammoniak.
   e) Calciumoxid und Wasser
   f) Ammoniumchlorid und Natronlauge.
   g) Zersetzung von Ammoniumchlorid
   h) Eisensulfid und Salzsäure
   i) Calciumcarbonat und Salzsäure.

   Ordnen Sie den einzelnen Stoffen jeweils die Begriffe aus Aufgabe 1) zu.
3) Wassermoleküle reagieren in den Beispielen aus Aufgabe 2) einmal als Säure und einmal als Base. Geben Sie an, wie man solche Teilchen nennt. Nennen Sie zwei weitere Beispiele und erklären Sie.
4) Stellen Sie die Strukturmerkmale der Säuren bzw. Basen zusammen und erklären Sie.
5) Vergleichen Sie die Säure- und Basendefinition nach Brönstedt und Arrhenius miteinander. Stellen Sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede zusammen. Erläutern Sie, wie Arrhenius bzw. Brönstedt die basischen Eigenschaften von Ammoniak bzw. Natronlauge erklärt.
6) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Autoprotolyse von
   a) Wasser
   b) Schwefelsäure
   c) Ammoniak
   d) Ethanol.

   Stellen Sie jeweils das MWG auf. Berechnen Sie die Konzentrationen der entstehenden Ionen, wenn die MWG-Konstanten folgende Werte haben:

Stoff	**MWG-Konstante [(mol/l)^2]**
Wasser	$1*10^{-14}$
Schwefelsäure	$2,5*10^{-4}$
Ammoniak	$1,5*10^{-30}$
Ethanol	$1,2*10^{-19}$

7) Ergänzen Sie die folgende Tabelle:

Säure	OH^-		$H_2PO_4^-$		NH_3	
Base		NH_3		S^{2-}		O^{2-}

8) Formulieren Sie für die folgenden Säure-Base-Reaktionen in wässriger Lösung die Reaktionsgleichungen. Geben Sie die an den Reaktionen beteiligten Säure-Base-Paare an.
   a) $NH_3 + H_3PO_4$
   b) $CH_3COOH + NH_2^-$
   c) $HPO_4^{2-} + NH_3$
   d) $S^{2-} + NH_4^+$
   e) $OH^- + HS^-$
   f) $HSO_4^- + CO_3^{2-}$
   g) $CH_3COO^- + H_2S$
   h) $HCO_3^- + ClO^-$

9) Folgende Salze werden in Wasser gelöst:
   a) $NaCH_3COO$
   b) $NaHSO_4$
   c) KCN
   d) NaHS
   e) $NaHSO_3$
   f) NaBr
   g) $(NH_4)_2HPO_4$

   Formulieren Sie die möglichen Protolysen. Überlegen Sie, ob die Salze sauer, neutral oder basisch reagieren. Benutzen Sie die p_{Ks}- und p_{Kb}-Werte aus dem Buch oder aus dem Internet. Überlegen Sie sich einen Versuch, mit dem Sie ihre Vermutungen überprüfen könnten.

Faraday-Gesetz

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Chemie 2000+ Band 2, Versuche, Internet

Arbeitsaufträge:

1) Fertigen Sie zu dem Versuch, mit dem wir das Faraday-Gesetz überprüft haben, ein vollständiges Versuchsprotokoll an.
2) Schreiben Sie das Faraday-Gesetz in seiner mathematischen Form auf und deuten Sie es anschaulich.
3) Erkundigen Sie sich im Internet, welche Möglichkeiten es gibt, Metallteile zu verzinken, zu versilbern bzw. zu vergolden. Erstellen Sie zu einem der Verfahren eine Powerpoint-präsentation.
4) Aluminium wird elektrolytisch aus Al_2O_3 gewonnen.
   a) Stellen Sie die Reaktionsgleichungen für die elektrolytische Abscheidung von Aluminium auf.
   b) Berechnen Sie die Ladung, die man benötigt, um m = 1 t Aluminium abzuscheiden.
   c) Berechnen Sie das Volumen des gebildeten Sauerstoffs bzw. Kohlendioxids bei p = 1020hPa und T = 25°C.
   d) Berechnen Sie die benötigte Energie bei einer Spannung U = 5V in J und kWh. Berechnen Sie die Stromkosten bei 20 Cent/kWh.
   e) Erklären Sie, warum sich Aluminiumwerke vor allem in den Alpen und in Norwegen ansiedeln.
5) Eine Eisenschüssel soll verkupfert werden.
   a) Beschreiben oder zeichnen Sie den Versuchsaufbau.
   b) Formulieren Sie die Reaktionen an beiden Polen. Ordnen Sie den Polen die Begriffe Anode, Kathode, Oxidation und Reduktion zu. Begründen Sie.
   c) Auf dem Gegenstand wurden bei I = 0,5 A insgesamt m = 2 g Kupfer abgeschieden. Berechnen Sie die benötigte Zeit.
6) Bei der Elektrolyse von Zinksulfatlösung fließt t = 15 min ein Strom I = 0,7 A.
   a) Skizzieren oder zeichnen Sie den Versuchsaufbau.
   b) Formulieren Sie die Reaktionen an den Polen.
   c) Berechnen Sie die abgeschiedene Zinkmenge.
   d) Berechnen Sie das Volumen des gebildeten Sauerstoffs bei p = 980hPa und T = 22°C.
7) Zwei Elektrolysezellen werden hintereinander geschaltet. Die erste enthält Kupfersulfatlösung, die zweite Silbernitratlösung.
   a) Skizzieren oder beschreiben Sie den Versuchsaufbau.
   b) Formulieren Sie die Reaktionen an den Polen.
   c) Berechnen Sie die Masse an Kupfer, die in der 1. Zelle abgeschieden wird, wenn sich in der 2. Zelle m = 1 g Silber gebildet hat.
   d) Berechnen Sie die benötigte Zeit bei I = 0,75 A.
8) Berechnen Sie die Ionenladung des Ions Xn+ mit der Molmasse M = 52u, wenn sich bei der Elektrolyse seiner Salzlösung bei einer Stromstärke I = 3 A und der Zeit t = 6 min die Masse m = 0,194g X abscheidet. Benennen Sie das Element X.

Indikatoren

Arbeitsmaterial: Chemie 2000+ Band 2, Elemente Chemie, Versuche, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Erläutern Sie, was Indikatoren sind. Nennen Sie fünf Beispiele.
2) Stellen Sie für eine Indikatorsäure HInd das Massenwirkungsgesetz auf.
3) Erklären Sie den Begriff Umschlagspunkt. Geben Sie an, welches Verhältnis von HInd zu Ind^- dann vorliegt. Nennen Sie ein Beispiel, wo der Umschlagpunkt von Bedeutung ist.
4) Fertigen Sie zum Versuch, mit dem wir den Umschlagspunkt verschiedener Indikatoren ermittelt haben, ein Versuchsprotokoll an.
5) Stellen Sie in einer Tabelle verschiedene Indikatoren, ihren Umschlagspunkt und ihre Farbe vor und nach dem Umschlagspunkt zusammen.
6) Unser Auge erkennt eine eindeutige Farbänderung erst bei einem zehnfachen Überschuss einer Komponente. Erklären Sie vor diesem Hintergrund die Begriffe Umschlagspunkt und Umschlagsbereich. Erläutern Sie, wie viele pH-Einheiten der Umschlagsbereich umfasst.
7) Erläutern Sie, welche Farbe ein Indikator in wässriger Lösung zeigt. Erklären Sie.
8) Erläutern und erklären Sie die Vorgänge, die sich in der wässrigen Lösung eines Indikators abspielen bei Zugabe einer Säure bzw. einer Lauge. Beschreiben Sie die zu erwartenden Beobachtungen.
9) Rotkohlsaft und Universalindikator zeigen bei fast jedem pH-Wert eine andere Farbe. Erklären Sie.
10) Bromthymolblau hat zwei Umschlagspunkte, einen bei pH = 1,5, einen bei pH = 6,9. Erläutern Sie, was man daraus folgern kann. Formulieren Sie die Protolysegleichgewichte.
11) Die zweite Dissoziationsstufe von Bromthymolblau hat einen pK_S-Wert von 6,9. In der Lösung herrscht ein pH-Wert von 5,5, 6,9 bzw. 7,5. Berechnen Sie jeweils das Verhältnis $HInd^-$ zu Ind^{2-} in der Lösung. Geben Sie an, welche Farbe die Lösung in den drei Fällen hat.
12) In einer Lösung liegt ein pH-Wert von genau 9 vor. Erläutern Sie, mit welchen Indikatoren und wie man den pH-Wert überprüfen kann.
13) Bei einer Titration setzt ein Laborant statt ein paar Tropfen 4-5 ml Indikator zu. Erläutern Sie, welche Folgen das haben kann. Erklären Sie.

Korrosion

Arbeitsmaterial: Chemie 2000+ Band 2, Elemente Chemie, Versuche, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Um Eisen vor Korrosion zu schützen, kann man es verzinken oder verzinnen.
   a) Erklären Sie in beiden Fällen, wie der Korrosionsschutz wirkt. Beschreiben Sie die Vorgänge, die sich abspielen, wenn der Metallüberzug beschädigt wird und sich Risse bilden.
   b) Vergleichen Sie die Korrosionsschutzwirkung beider Metallüberzüge und erklären Sie. Unterscheiden Sie zwischen mindestens zwei Korrosionsarten.
2) Aluminium lässt sich durch Elektrolyse mit einer schützenden Oxidschicht überziehen. Dabei dient verdünnte Schwefelsäure als Elektrolyt.
   a) Skizzieren oder beschreiben Sie den erforderlichen Versuchsaufbau.
   b) Formulieren Sie die Reaktionen an beiden Polen mit Reaktionsgleichungen.
3) Eisen kann je nach Versuchsbedingungen auf verschiedene Arten korrodieren. Benutzen Sie bei Ihren Antworten die unten angegebenen Normalpotentiale.
   a) Ein Eisennagel taucht zum Teil in Seifenlauge mit pH = 10 ein. Erklären Sie, aufgrund welcher Korrosion er zersetzt wird. Geben Sie die Reaktionsgleichung an und begründen Sie sie.
   b) Der Nagel taucht nun in verdünnte Salzsäure mit pH = 2 ein. Erläutern und erklären Sie, was geschieht.
   c) Vergleichen Sie die Stärke der Korrosion in Fall a) und Fall b) miteinander. Begründen Sie Ihre Antwort.

   Normalpotentiale:
   $E_0(H_2/2H^+) = 0V$
   $E_0(Fe/Fe^{2+}) = -0{,}44V$
   $E0(Fe^{2+}/Fe^{3+}) = 0{,}76V$
   $E_0(2H_2O/O_2+4H^+/) = 1{,}28V$

Kupferraffination

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Chemie 2000+, Internet
Arbeitsaufträge:

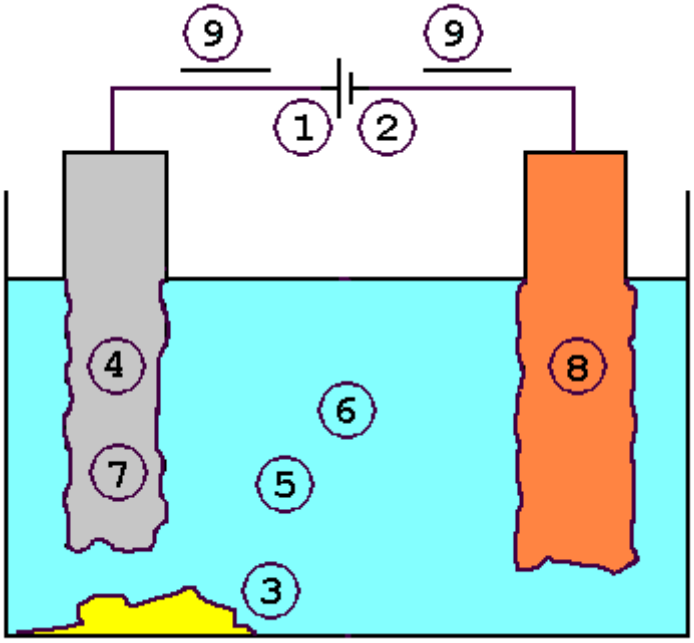


Abb.1: Aufbau Kupferraffination

1) Ordnen Sie den Zahlen in der Skizze folgende Begriffe zu: Rohkupfer, Reinkupfer, Eisen, Silber, Gold, Platin, Zink, Zn^{2+}, Fe^{2+}, Pluspol, Minuspol, Cu^{2+}, Elektronen, Anodenschlamm, Anode, Kathode. Begründen Sie Ihre Zuordnung.
2) Formulieren Sie alle möglichen Elektrodenreaktionen an der Anode und der Kathode, wenn eine Gleichspannung von 0,35 V anliegt. Begründen Sie mit Hilfe der Normalpotentiale. Erklären Sie, warum sich an der Kathode nur Kupfer abscheiden kann.
3) Berechnen Sie die elektrische Arbeit in kWh und J, die erforderlich ist, um m = 1 kg Reinkupfer abzuscheiden.
4) Markieren Sie in der Zeichnung die Richtung des Elektronenflusses. Begründen Sie.

Li-Ionen Elemente

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Chemie 2000+, Internet
Arbeitsaufträge:

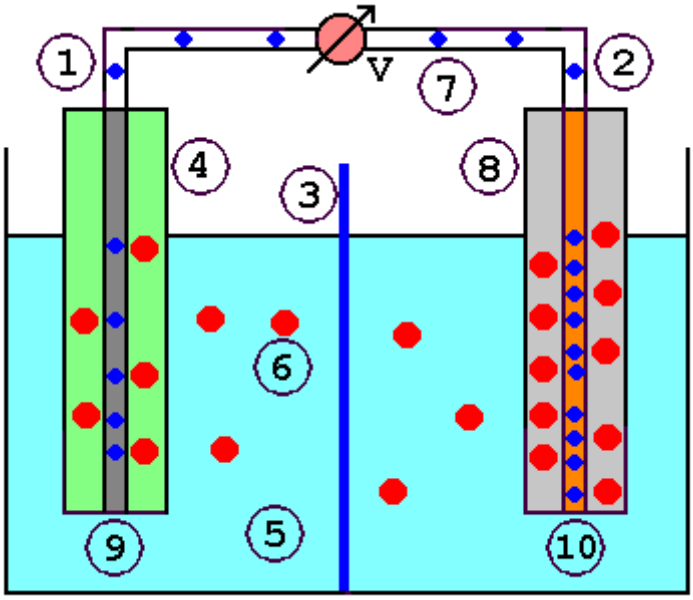


Abb.1: Aufbau Li+-Ionen-Akku

1) Ordnen Sie den Zahlen in der Abb.1 folgende Begriffe zu: Li^+, Elektronen, Graphit, LiC_6, Elektrolyt, Al, Cu, Diaphragma, Pluspol, Minuspol, Anode, Kathode, CoO_2, $LiCoO_2$. Der Akku in Abb.1 ist nur noch wenig geladen.
2) Beschreiben Sie die Vorgänge beim Laden und Entladen des Akkus mit den Teilgleichungen und als Gesamtgleichung. Geben Sie jeweils die Fließrichtung der Li^+-Ionen und der Elektronen an.
3) Stellen Sie Vor- und Nachteile des Li+-Ionen-Akkus gegenüber einem Ni/Cd-Akku bzw. Ni/MH-Akku zusammen. Fertigen Sie eine Powerpointpräsentation an.
4) Erklären Sie den Aufbau des Stoffes LiC_6 mit Hilfe der Molekülstruktur des Graphits.
5) Lithiumbatterien ersetzen immer mehr die herkömmlichen Alkali-Manganbatterien. Sie entladen sich auch nach Jahren nicht von selbst. Ihre Energiedichte ist höher und sie besitzen eine höhere Nennspannung von U = 3V. Erklären Sie jeweils.
6) Folgende Gesamtreaktion läuft in einer Lithiumbatterie ab:

   $$Li + MnO_2 \rightarrow LiMnO_2$$

   Formulieren Sie die Teilreaktionen an den Polen.
7) Als Elektrolyt dienen in Galvanischen Li-Elementen spezielle organische polare Lösungsmittel mit darin gelöstem Lithiumperchlorat ($LiClO_4$). Erklären Sie, warum wasserhaltige Elektrolytlösungen nicht in Frage kommen.
8) Erklären Sie, warum man Li-Ionen-Akkus laden kann, Li-Batterien dagegen nicht.

Löslichkeitsprodukt

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Chemie 2000+, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Erläutern Sie die wesentlichen Aussagen des Löslichkeitsproduktes. Formulieren Sie das Löslichkeitsprodukt für $Ca(OH)_2$.
2) Erläutern und erklären Sie verschiedene Verfahren, wie man das Löslichkeitsprodukt eines Salzes bestimmen kann.
3) Berechnen Sie das Löslichkeitsprodukt von Silbersulfat, wenn sich maximal 7,96 g/l lösen. Vergleichen Sie das Ergebnis mit dem Ergebnis aus Aufgabe 4.
4) Eine gesättigte Silbersulfatlösung besitzt eine spezifische elektrische Leitfähigkeit L1 = 13,55 mS/cm, eine Lösung der Konzentration c = 0,01 mol/l L2 = 5,32 mS/cm. Berechnen Sie das Löslichkeitsprodukt von Silbersulfat und vergleichen Sie mit dem Ergebnis aus Aufgabe 3.
5) Beschreiben und erklären Sie die zu erwartenden Beobachtungen, wenn man einer gesättigten Silbersulfatlösung konzentrierte Silbernitrat- bzw. Natriumsulfat-Lösung zusetzt.
6) Zwischen einer Halbzelle mit gesättigter AgCl-Lösung und einer Halbzelle, die Ag+-Ionen in einer Konzentration c = 0,003mol/l enthält, misst man eine Spannung U = 140 mV. Berechnen Sie das Löslichkeitsprodukt von AgCl.
7) Titriert man V = 50ml einer gesättigten Bleiiodidlösung mit EDTA, auch Titriplex-Lösung genannt, der Konzentration c = 0,1 mol/l, so benötigt man V = 7,2 ml Titriplex. Bleiionen und Titriplex reagieren im Verhältnis 1:1. Berechnen Sie das Löslichkeitsprodukt von PbI_2.
8) Um den Ag+-Gehalt einer Lösung zu bestimmen, gibt es zwei Verfahren. Beim ersten Verfahren wird die Lösung gegen eine Bezugshalbzelle potentiometrisch titriert, beim zweiten verwendet man einen Indikator, um den Endpunkt der Titration zu bestimmen. Bei einem Versuch zum 1. Verfahren werden V = 100 ml einer silberhaltigen Lösung mit NaCl-Lösung der Konzentration c = 0,1 mol/l titriert. Man erhält die Kurve in Abb.1.
   a) Skizzieren Sie den erforderlichen Versuchsaufbau.
   b) Ermitteln Sie aus der Kurve die Ag^+-Konzentration der unbekannten Lösung und der Bezugslösung. Berechnen Sie das Löslichkeitsprodukt von AgCl.
   c) Erklären Sie den Kurvenverlauf qualitativ und quantitativ, indem Sie für je 2 ausgewählte Punkte vor und nach dem Äquivalenzpunkt sowie am Äquivalenzpunkt die Spannung näherungsweise berechnen und mit dem Messwert vergleichen.

   Bei einem Versuch zum 2. Verfahren setzt man der silberhaltigen Lösung vor der Titration K_2CrO_4 zu, bis dessen Konzentration c = 0,02 mol/l beträgt. Dann titriert man mit der NaCl-Lösung bis die anfänglich rotorange Farbe verschwindet.
   a) Erklären Sie, wie in diesem Falle die Erkennung des Äquivalenzpunktes zustande kommt.
   b) Berechnen Sie, wie groß die Ag^+-Konzentration am Endpunkt ist, wenn man die Indikatormethode bzw. die potentiometrische Methode verwendet. Erläutern Sie, welche Methode genauer ist.

   Hinweise:
   $L(Ag_2CrO_4) = 1{,}9*10^{-12}\ (mol/l)^3$
   $L(AgCl) = 1{,}6*10^{-10}\ (mol/l)^2$

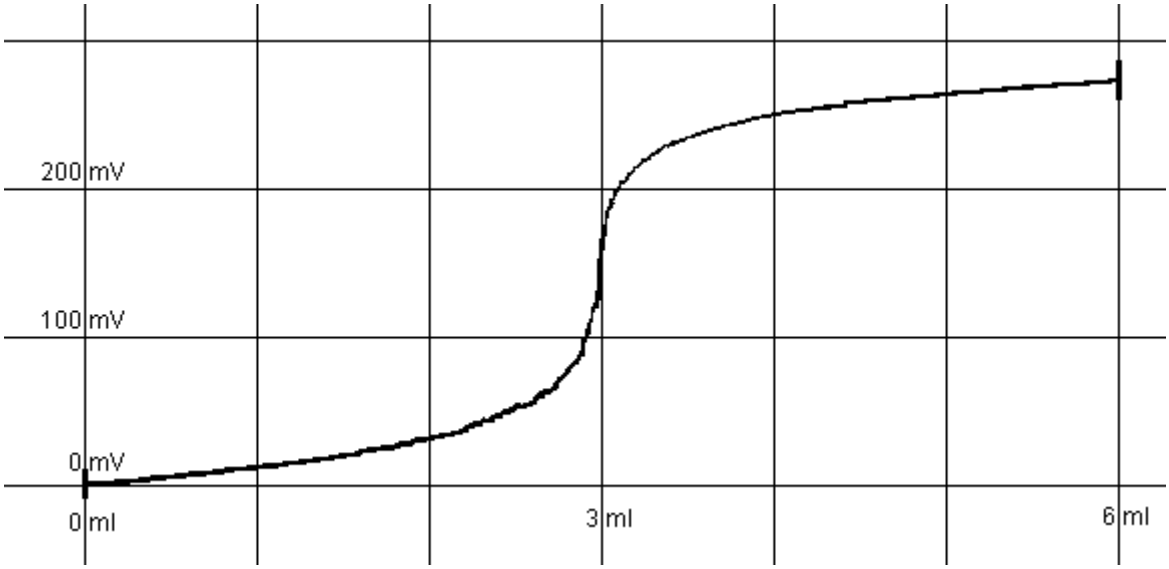


Abb.1: Titrationskurve

Massenwirkungsgesetz

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Ein Gemisch aus Essigsäure (c = 2 mol/l) und Ethanol (c = 3 mol/l) wird 1/2 h unter Rückfluss gekocht. Berechnen Sie die Konzentration aller beteiligten Stoffe nach Ablauf der Reaktion, wenn die MWG-Konstante K = 4 ist.
2) Erläutern Sie mit Hilfe des Prinzips von Le Chatelier, wie man im Versuch nach Aufgabe 1 die Ausbeute an Ester erhöhen kann. Begründen Sie anhand des MWG. Die Esterbildung verläuft exotherm.
3) Wasserstoff H_2 reagiert mit Iod I_2 zu Iodwasserstoff HI. In einer Versuchsreihe werden verschiedene Ausgangskonzentrationen der beteiligten Stoffe so lange zur Reaktion gebracht, bis sich jeweils der Gleichgewichtszustand eingestellt hat. Man findet folgende Tabelle:

Gleichgewichtskonzentrationen			
Versuch-Nr.	**c(HI) [mol/l]**	**c(I_2) [mol/l]**	**c(H_2) [mol/l]**
Bildung von Iodwasserstoff			
1	$1{,}767*10^{-2}$	$3{,}13*10^{-3}$	$1{,}83*10^{-3}$
2	$1{,}648*10^{-2}$	$1{,}71*10^{-3}$	$2{,}91*10^{-3}$
3	$1{,}354*10^{-2}$	$0{,}74*10^{-3}$	$4{,}56*10^{-3}$
Zerfall von Iodwasserstoff			
4	$3{,}54*10^{-3}$	$0{,}48*10^{-3}$	$0{,}48*10^{-3}$
5	$8{,}41*10^{-3}$	$1{,}14*10^{-3}$	$1{,}14*10^{-3}$

   a) Stellen Sie die Reaktionsgleichung und das Massenwirkungsgesetz auf.
   b) Berechnen Sie aus den Versuchsergebnissen die Massenwirkungskonstante K für diese Reaktion.
   c) Erläutern Sie, warum die Konzentration an HI zum Quadrat ins MWG eingeht.
   d) Berechnen Sie die Ausgangskonzentrationen c_0 der Stoffe in den einzelnen Versuchen.
   e) Berechnen Sie, zu wie viel Prozent des Wasserstoffs bei den Versuchen 1 - 3 umgesetzt wurde.
4) Fe^{2+}-Ionen reagieren mit Ag^{+}-Ionen zu Fe^{3+}-Ionen und Ag. Bei einem Experiment wurden im Gleichgewicht folgende Konzentrationen gemessen:

   $c(Fe^{2+}) = 0{,}05$ mol/l;
   $c(Fe^{3+}) = 0{,}05$ mol/l;
   $c(Ag^{+}) = 0{,}06$ mol/l.

   a) Berechnen Sie die Massenwirkungskonstante für diese Reaktion.
   b) Berechnen Sie die Ausgangskonzentrationen c_0 an Fe^{2+}-Ionen und Ag^{+}-Ionen.
   c) Berechnen Sie die Gleichgewichtskonzentrationen, wenn zu Beginn $c_0(Fe^{2+}) = 0{,}2$ mol/l und $c_0(Ag^{+}) = 0{,}15$ mol/l ist.

5) Führen Sie folgenden Versuch durch.

Geben Sie in ein 200ml-Becherglas eine Spatelspitze $FeCl_3$ und eine Spatelspitze KSCN oder NaSCN. Füllen Sie mit destilliertem Wasser auf, bis die Lösung nur noch schwach rot gefärbt ist. Füllen Sie fünf Reagenzgläser etwa zur Hälfte mit der Lösung. Fügen Sie zum ersten Reagenzglas 1 Spatelspitze $FeCl_3$, zum zweiten 1 Spatelspitze KSCN bzw. NaSCN hinzu. Das dritte stellen Sie in heißes Wasser, das vierte in eine Kältemischung aus Eis und Kochsalz. Das fünfte dient als Farbvergleich.

a) Beschreiben Sie Ihre Beobachtungen.
b) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung.
c) Erklären Sie Ihre Beobachtungen.

Nernstsche Gleichung

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Versuche
Arbeitsaufträge:

1) Schreiben Sie die Nernstsche Gleichung in ihrer allgemeinen Form auf und erläutern Sie die einzelnen Größen.
2) Für T = 20°C lässt sie sich in eine handlichere Form bringen. Stellen Sie die vereinfachte Gleichung auf.
3) Fertigen Sie zu den Versuchen ein vollständiges Versuchsprotokoll an.
4) Erläutern Sie anschaulich die wesentlichen Aussagen der Nernstschen Gleichung an folgenden Redoxpaaren:
   a) $2H^+ + 2e^-/H_2$
   b) $O_2 + 4H^+ + 4e^-/2H_2O$
   c) $Cu^{2+} + 2e^-/Cu$
   d) $Fe^{3+} + 1e^-/Fe^{2+}$.
5) Metalle in fester Form gehen nicht in die Gleichung ein, Metallionen in Lösung dagegen schon. Erklären Sie warum.
6) Eine Kupferhalbzelle, die Cu^{2+}-Ionen in einer Konzentration c = 1 mol/l enthält, wird mit einer Kupferhalbzelle unbekannter Cu^{2+}-Konzentration zu einer galvanischen Zelle zusammengeschlossen. Man misst zwischen beiden eine Spannung U = 19 mV.
   a) Skizzieren Sie den benötigten Versuchsaufbau.
   b) Berechnen Sie c der unbekannten Cu^{2+}-Lösung.
7) Berechnen Sie das Potential einer Halbzelle, die Fe^{2+}-Ionen in einer Konzentration c = 0,05 mol/l und Fe^{3+}-Ionen in einer Konzentration c = 0,0003 mol/l enthält. Als Elektrode dient ein Platinblech.
8) Eine Silberzelle enthält in der einen Halbzelle eine Ag^+-Konzentration $c(Ag^+)$ = 0,01 mol/l, in der anderen Halbzelle KBr-Lösung der Konzentration c(KBr) = 0,1 mol/l und einen AgBr-Niederschlag. Man misst eine Spannung U = 0,55 V. Berechnen Sie das Löslichkeitsprodukt von AgBr.
9) Erkundigen Sie sich im Internet, wie die Lambdasonde für den Autoabgaskatalysator aufgebaut ist und wie sie funktioniert. Erstellen Sie eine Powerpointpräsentation.
10) Nervenimpulse werden durch Kaliumionen mit einer Art Kaliumkonzentrationshalbzelle weitergeleitet. Erkundigen Sie sich im Biologiebuch oder im Internet über die genauen Abläufe und erstellen Sie eine Powerpointpräsentation.
11) Berechnen Sie die Spannung folgender galvanischer Zelle:
    $Co/Co^{2+}(c = 0{,}0003\ mol/l)//Ni^{2+}(c = 0{,}005\ mol/l)/Ni$.
12) Eine Konzentrationszelle besteht aus einer Standardwasserstoffhalbzelle und einer Wasserstoffhalbzelle mit einer unbekannten H^+-Konzentration. Berechnen Sie den pH-Wert in der zweiten Halbzelle, wenn man folgende Spannungen misst
    a) 0,531 V
    b) 0,708 V
    c) 0,455 V.

Neutralisation

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Versuche
Arbeitsaufträge:

1) V = 10 ml Schwefelsäure H_2SO_4 werden mit Natronlauge NaOH der Konzentration c = 1 mol/l titriert. Man braucht V = 5,6 ml. Berechnen Sie die Konzentration der Schwefelsäure. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung.
2) V = 10 ml Phosphorsäure der Konzentration c = 0,5 mol/l werden mit Natronlauge NaOH der Konzentration c = 1 mol/l titriert. Man braucht V = 14,9 ml. Ermitteln Sie aus den Messergebnissen die Protonigkeit der Phosphorsäure. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung.
3) Zitronensäure ist eine dreiprotonige Säure. V = 10 ml einer Zitronensäurelösung der Konzentration c = 0,1 mol/l werden mit Kalilauge KOH der Konzentration c = 0,2 mol/l titriert. Berechnen Sie die benötigte Menge an KOH in ml.
4) V = 10 ml einer Strontiumhydroxidlösung der Konzentration c = 0,1 mol/l werden mit Phosphorsäure H_3PO_4 der Konzentration c = 0,05 mol/l titriert. Man braucht V = 13,3 ml. Berechnen Sie, wieviel basig Strontiumhydroxid ist. Geben Sie seine Formel an. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung.
5) Ergänzen Sie die folgenden Reaktionsgleichungen und stellen Sie sie anschließend richtig. Benennen Sie die entstehenden Salze.

a) $Ca(OH)_2 + HCl \rightarrow$

b) $Ba(OH)_2 + H_3PO_4 \rightarrow$

c) $Al(OH)_3 + H_2SO_4 \rightarrow$

d) $KOH + \quad \rightarrow K_2SO_4 +$

e) $Mg(OH)_2 + HNO_3 \rightarrow$

f) $\quad + H_3PO_4 \rightarrow Mg_3(PO_4)_2 +$

Nickel-Akkus

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Chemie 2000+, Internet
Arbeitsaufträge:

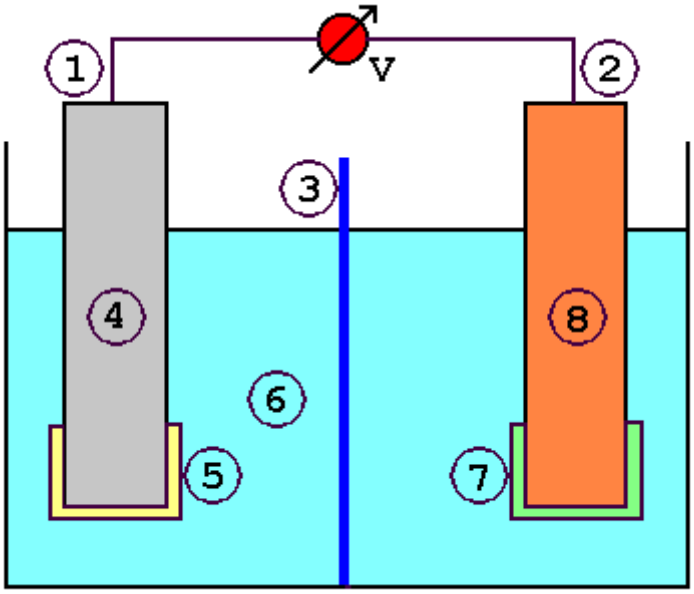


Abb.1: Aufbau eines Ni/Cd-Akkus

1) Ordnen Sie den Zahlen in Abb.1 folgende Begriffe zu: $Ni(OH)_2$, NiOOH, Pluspol, Minuspol, Anode, Kathode, Diaphragma, Elektrolyt, KOH, Cd, $Cd(OH)_2$. Begründen Sie Ihre Zuordnung.
2) Beschreiben Sie die Vorgänge am Plus- und Minuspol beim Laden und Entladen mit Reaktionsgleichungen. Stellen Sie für beide Vorgänge die Gesamtreaktionsgleichung auf.
3) Als Elektrolyt dient im Ni/Cd-Akku Kalilauge KOH mit der Konzentration c = 5 mol/l. Berechnen Sie seine Spannung, wenn gilt:

   $E_0(Cd^{2+}/Cd) = -0{,}4V$
   $E_0(NiOOH/Ni(OH)_2) = 0{,}49V$
   $L(Cd(OH)_2) = 4*10^{-15}(mol/l)^3$

4) Erläutern sie, was man unter dem Memory-Effekt versteht. Erklären Sie, wie er zustande kommt, welche Folgen er hat und wie er sich beseitigen lässt.
5) Beschreiben Sie die Abläufe beim Überladen eines Ni/Cd-Akkus. Erläutern Sie, wie es sich vermeiden lässt.
6) Bei der Herstellung eines Ni/Cd-Akkus muss unbedingt eine Verunreinigung mit NO_3^--Ionen verhindert werden. Sonst entlädt sich der Akkus schnell von selbst. Erklären Sie mit Hilfe des folgenden Normalpotentials

   $E_0(NO_3^-+H_2O/NO_2^-+OH^-) = 0{,}114V$ bei pH = 14.

   Stellen Sie die Reaktionsgleichungen auf.
7) Beim Ni/MH-Akku besteht der Minuspol aus einer Metalllegierung, in die elementarer Wasserstoff eingelagert wurde. Formulieren Sie die Teilgleichung am Minuspol und die

gesamte Reaktionsgleichung, wenn die Vorgänge am Pluspol denen beim Ni/Cd-Akku entsprechen.

8) Inzwischen hat der Ni/MH-Akku den Ni/Cd-Akku aus mehreren Gründen fast vollständig verdrängt. Suchen Sie nach Gründen. Benutzen Sie das Internet und fertigen Sie zu der Thematik eine Powerpointpräsentation an.

Normalpotential

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Versuche
Arbeitsaufträge:

1) Erläutern Sie, welche Bedingungen erfüllt sein müssen, wenn man das Normalpotential bestimmen will.
2) Skizzieren Sie den Aufbau der Zelle, die als Bezugspunkt für das Normalpotential dient. Erläutern, welches Potential ihr definitionsgemäß zugewiesen wurde.
3) Fertigen Sie zu dem Versuch, mit dem wir das Normalpotential von Cu gemessen haben, ein vollständiges Versuchsprotokoll an.
4) Metalle, deren Normalpotential kleiner als das der Bezugshalbzelle ist, heißen unedel, die anderen edel. Beschreiben und erklären Sie das Verhalten beider Metallarten gegenüber Säuren. Geben Sie je ein Beispiel an.
5) Kombiniert man zwei Halbzellen mit den Normalpotentialen $E_0(1)$ und $E_0(2)$ miteinander, so erhält man eine galvanische Zelle. Erläutern Sie, wie man ihre Spannung aus den beiden Normalpotentialen berechnen kann, wenn $E_0(1) > E_0(2)$ ist. Begründen Sie, welche Halbzelle der Pluspol, welche der Minuspol ist. Erklären Sie. Vergleichen Sie die Vorgehensweise mit der Berechnung von Höhenunterschieden bei Bergen und Meerestiefen, wobei der Bezugspunkt auf Meereshöhe als Normalnull NN festgesetzt wurde.
6) Bei einer Versuchsreihe taucht man verschiedene Metallbleche in wässrige Normallösungen einiger Stoffe. Man erhält folgende Tabelle:

Lösung	eingetauchtes Metallblech	Beobachtung	Spannung der Batterie
$Pb(NO_3)_2$	Ni	schwarzer Belag	0,12 V
$Pb(NO_3)_2$	Sn	schwarzer Belag	0,01 V
$Ni(NO_3)_2$	Sn	-----	?
$Cu(NO_3)_2$	Pb	rötlicher Belag	0,48V
Br_2	Cu	Entfärbung	0,71V

a) Deuten Sie die Versuchsbeobachtungen, in dem Sie sie erklären und die zugehörigen Redoxgleichungen mit ihren Teilreaktionen formulieren.
b) Skizzieren und erläutern Sie den Aufbau einer Cu/Pb-Batterie.
c) Berechnen Sie jeweils das Normalpotential der beteiligten Redoxpaare und ergänzen Sie die Spannung in Versuch 3, wenn für das Normalpotential von Cu gilt: $E_0(Cu/Cu^{2+}) = 0{,}35$ V.
d) Ordnen Sie die Redoxpaare nach ihrem Oxidationsvermögen und erklären Sie Ihre Reihenfolge.
e) Berechnen Sie die Spannung einer Sn/Br_2-Batterie. Beurteilen Sie den Nutzen der Batterie.

pH-Wert

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Erläutern Sie, wofür der pH-Wert bzw. der pOH-Wert ein Maß ist. Geben Sie ihre Definition an.
2) Erläutern Sie, warum nur Werte von 0 – 14 sinnvoll sind.
3) Teilen Sie die pH-Skala in sauer, neutral und basisch ein. Erklären Sie.
4) Erläutern Sie, welcher Zusammenhang bei einer Lösung zwischen dem pH-Wert und dem pOH-Wert besteht. Erklären Sie.
5) Beschreiben und erläutern Sie zwei Möglichkeiten, wie man den pH-Wert messen kann. Diskutieren Sie ihre Vor- und Nachteile.
6) Erklären Sie, wie eine pH-Elektrode aufgebaut ist und wie sie funktioniert (s. Abb. 1). Erläutern Sie, warum man sie von Zeit zu Zeit neu eichen muss. Beschreiben und erklären Sie die Vorgehensweise.
7) Man stellt folgende Lösungen her:
   a) HCl mit c = 0,05 mol/l
   b) NaOH mit c = 0,05 mol/l

   Berechnen Sie jeweils den pH-Wert und den pOH-Wert.
8) Verdünnte Essigsäure hat einen pH-Wert von pH = 2,5, verdünnte Ammoniaklösung von pH = 11,9, das Wasser in Baesweiler von pH = 8,9. Berechnen Sie für die drei Lösungen die Konzentration an H^+-Ionen und OH^--Ionen. Erklären Sie, warum das Wasser in Baesweiler keinen pH-Wert von genau pH = 7 hat.
9) Der pH-Wert einer Lösung verdoppelt sich von 2 auf 4. Berechnen Sie, wie sich die Konzentrationen ändern an
   a) H^+-Ionen
   b) OH^--Ionen.
10) Ermitteln Sie, wie sich der pH-Wert einer Lösung ändert, wenn man die Konzentration einer Lösung verdoppelt an
   a) H^+-Ionen
   b) OH^--Ionen.

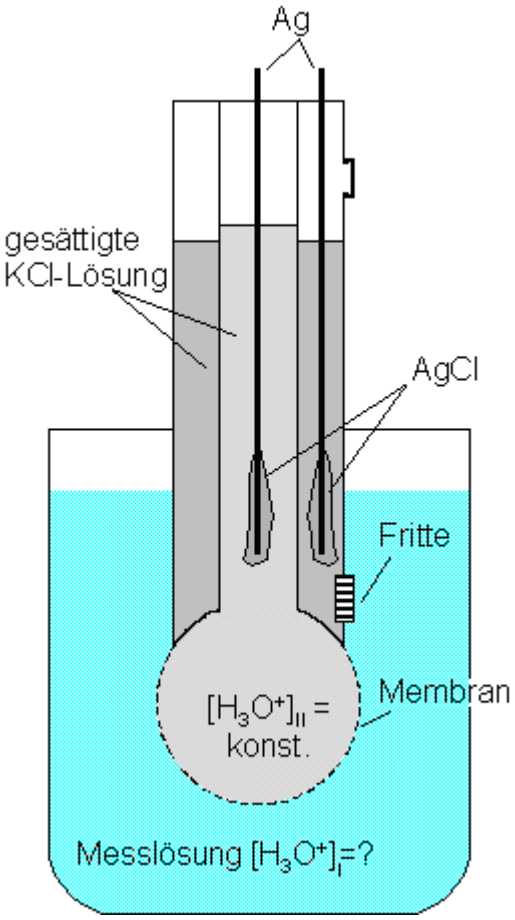


Abb.1: pH-Elektrode

$\Delta E = E_I - E_{II} = 0{,}059\ V * \log([H_3O^+]_I / [H_3O^+]_{II})$
mit $[H_3O^+]_{II}$ = const

Damit erhält man:
$E_{II} = E_I - 0{,}059\ V * \log([H_3O^+]_I / [H_3O^+]_{II})$
$E_{II} = E'_I - 0{,}059\ V * \log([H_3O^+]_I)$
$E_{II} = E'_I + 0{,}059\ V * pH$

Das Potential der Membranhalbzelle hängt also linear vom pH-Wert der Messlösung ab.

Puffer

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Versuche, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Erläutern Sie, was ein Puffer ist. Beschreiben Sie, wie man ihn herstellen kann. Geben Sie ein Beispiel an.
2) Leiten Sie die Henderson-Hasselbach-Gleichung für eine einprotonige Säure aus dem MWG her.
3) Führen Sie in Schülergruppen folgenden Versuch durch.

   Lösen Sie 3,9g $NaH_2PO_4*2H_2O$ und 8,95g $Na_2HPO_4*12H_2O$ in 250 ml destilliertem Wasser. Verteilen Sie die Pufferlösung auf fünf kleine Bechergläser und fügen Sie jeweils 3 Tropfen Universalindikator zu. Zum ersten geben Sie 1 ml NaOH mit c = 1 mol/l, zum zweiten 1 ml HCl mit c = 1 mol/l, zum dritten 0,8 g $NaH_2PO_4*2H_2O$, zum vierten 1,8g $Na_2HPO_4*12H_2O$. Das fünfte dient als Vergleich. Messen Sie mit einem pH-Meter den pH-Wert der fünf Lösungen. Fügen Sie danach zum ersten weitere Natronlauge und zum zweiten weitere Salzsäure hinzu bis zu insgesamt jeweils 6ml. Wiederholen Sie den Versuch mit Wasser anstelle der Pufferlösung. Um am Anfang den gleichen pH-Wert zu erhalten wie die Pufferlösung, mischt man destilliertes Wasser und Leitungswasser.

   Fertigen Sie zum Versuch ein vollständiges Versuchsprotokoll an.
4) Berechnen Sie die pH-Werte im Versuch aus Aufgabe 3 und vergleichen Sie mit den Messergebnissen.
5) Ein Puffergemisch enthält eine Konzentration von c = 0,1 mol/l an HCO_3^- und CO_3^{2-} -Ionen. Berechnen Sie den pH-Wert der Lösung, wenn das Säure-Base-Paar einen pK_S-Wert von 10,4 hat. Erklären Sie.
6) Formulieren Sie für das Puffergemisch aus 5) die Reaktionsgleichung bei Zugabe einer Säure bzw. einer Lauge. Berechnen Sie den pH-Wert, wenn man der Lösung 0,05 mol/l H^+ -Ionen bzw. 0,05 mol/l OH^- -Ionen zusetzt. Berechnen Sie, welchen pH-Wert man erhält, wenn man die gleiche Menge H^+ -Ionen bzw. OH^- -Ionen in Wasser gibt. Vergleichen Sie die Ergebnisse miteinander und erklären Sie.
7) Erklären Sie den Begriff Pufferkapazität. Erläutern Sie, wovon sie abhängt.
8) Geben Sie Beispiele an, wo und welche Puffer in der Natur und der Chemie eine Rolle spielen.
9) Eines der Puffersysteme im Blut ist das System Kohlensäure/Hydrogencarbonat H_2CO_3/HCO_3^-. Berechnen Sie das Verhältnis $c(H_2CO_3)/c(HCO_3^-)$ im Blut, wenn der pH-Wert 7,36 beträgt und Kohlensäure einen pK_S-Wert von 6,52 hat.
10) 500 ml wässrige Ammoniaklösung (0,2 mol/l) werden mit 500 ml Ammoniumchloridlösung gemischt. Berechnen Sie die Konzentration der Ammoniumchloridlösung, damit sich eine Pufferlösung vom pH-Wert 9,5 einstellt. Ammoniak hat einen pK_B-Wert von 4,76.
11) Berechnen Sie das Konzentrationsverhältnis von Essigsäure und Natriumacetat in einer Pufferlösung vom pH-Wert 4. Essigsäure hat einen pK_S-Wert von 4,75.

Redoxgleichungen

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Versuche, Internet
Arbeitsaufträge:
Stellen Sie die folgenden Redoxgleichungen richtig. Benennen Sie jeweils das Reduktions- und Oxidationsmittel, die Oxidation und die Reduktion. Erklären Sie.

a) $IO_3^- + Cu + H^+ \rightarrow I_2 + Cu^{2+} + H_2O$

b) $NO_2 + MnO_4^- + H_2O \rightarrow NO_3^- + Mn^{2+} + H^+$

c) $Zn + NO_3^- + H^+ \rightarrow Zn^{2+} + NH_4^+ + H_2O$

d) $C_2H_6O + Cr_2O_2^{7-} + H^+ \rightarrow C_2H_4O_2 + Cr^{3+} + H_2O$

e) $I_2 + H_2S \rightarrow I^- + S + H^+$

f) $Ag + NO_3^- + H^+ \rightarrow Ag^+ + NO + H_2O$

g) $MnO_4^- + H^+ \rightarrow MnO_2 + MnO_4^- + H_2O$

h) $Mn^{2+} + O_2 + H_2O \rightarrow Mn^{3+} + OH^-$

i) $S^{2-} + O_2 + H_2O \rightarrow S + OH^-$

j) $ClO_3^- + As_2S_3 + H_2O \rightarrow Cl^- + H_2AsO_4^- + SO_4^{2-} + H^+$

k) $Se + BrO_3^- + H_2O \rightarrow H_2SeO_3 + Br^-$

l) $Cl_2 + OH^- \rightarrow ClO_3^- + Cl^- + H_2O$

m) $NiO_2 + Fe + H_2O \rightarrow Ni(OH)_2 + Fe(OH)_3$

n) $BrO_3^- + Fe + H^+ \rightarrow Fe^{3+} + Br^- + H_2O$

o) $SO_3^{2-} + MnO_4^- + H^+ \rightarrow Mn^{2+} + SO_4^{2-} + H_2O$

p) $C_3H_8O + Cr_2O_7^{2-} + H^+ \rightarrow C_3H_6O + Cr^{3+} + H_2O$

q) $SO_3^{2-} + Fe + H^+ \rightarrow Fe^{2+} + H_2S + H_2O$

r) $IO_3^- + I^- + H_2O \rightarrow I_2 + OH^-$

Säuren/Laugen Arrhenius

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Versuche, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Erläutern Sie, was nach Arrhenius eine Säure und was eine Lauge ist.
2) Beschreiben Sie, wie man auf zwei verschiedene Arten feststellen kann, ob eine Säure oder eine Lauge vorliegt.
3) Versetzen Sie in einem Becherglas einen Esslöffel
   a) Natron ($NaHCO_3$),
   b) gemahlenen Kalkstein ($CaCO_3$)

   mit etwas Weinessig. Beschreiben und erklären Sie Ihre Beobachtungen. Überlegen Sie sich einen Versuch, mit dem Sie Ihre Erklärung überprüfen können. Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen.
4) Füllen Sie in ein Becherglas etwa 3 cm hoch Essig-Essenz. Geben Sie ein Stück Magnesium hinein. Beschreiben und erklären Sie Ihre Beobachtungen. Überlegen Sie, wie Sie Ihre Erklärung experimentell beweisen können. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung.
5) Stellen Sie sich aus ein paar Blättern Rotkohl und einem halben Liter Wasser Rotkohlsaft her, in dem Sie beides zusammen kurz aufkochen. Versetzen Sie in einem Trinkglas einige Haushaltsstoffe mit 4-5 Tropfen des Rotkohlsaftes. Dabei müssen Sie Feststoffe vorher in destilliertem Wasser lösen. Überprüfen Sie auf diese Art und Weise
   a) Natron,
   b) Sprudel,
   c) Weinessig,
   d) Essig-Essenz,
   e) Zuckerwasser,
   f) Salzwasser,
   g) Abflussreiniger,
   h) Sodawasser usw.

   Stellen Sie Ihre Beobachtungen in einer Tabelle zusammen. Erläutern Sie, was Sie aus Ihren Beobachtungen folgern können.
6) Erstellen Sie eine Tabelle mit einigen Ihnen bekannten Säuren bzw. Laugen, ihren Formeln und deren Verwendung.
7) Erläutern Sie, worin sich folgende Säuren unterscheiden:
   a) Essigsäure
   b) Schwefelsäure
   c) Salzsäure
   d) Phosphorsäure.
8) Erläutern Sie den Begriff Protonigkeit einer Säure und geben Sie an, wie viel protonig die Säuren aus Aufgabe 7) jeweils sind. Die Säuren werden in Wasser gelöst. Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen.
9) Beschreiben Sie einen Versuch, mit dem man den Säuregehalt eines Stoffes bestimmen kann. Führen Sie den Versuch mit
   a) Weinessig,
   b) Essig-Essenz,
   c) Zitronensaft

   durch. Errechnen Sie aus Ihren Ergebnissen den jeweiligen Säuregehalt. Benutzen Sie dazu die Titergleichung.

10) Erläutern Sie den Begriff Neutralisation. Beschreiben Sie die Vorgänge, die sich dabei auf atomarer Ebene abspielen. Erklären Sie den Begriff.
11) Überrüfen Sie die elektrische Leitfähigkeit von
    a) destilliertem Wasser,
    b) Weinessig,
    c) reiner Essigsäure (C, ätzend),
    d) reinem Aceton (F, leichtentzündlich),
    e) einer Lösung von Essigsäure in Aceton
    f) einer Lösung von Essigsäure in Wasser.

    Erklären Sie Ihre Beobachtungen. Fertigen Sie eine Schaltskizze an.

Säurestärke/Basestärke

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Versuche, Internet
Arbeitsaufträge:

1) Geben Sie die Definition des pK_s-Wertes und des pK_b-Wertes an. Erläutern Sie, wofür sie ein Maß sind und wie man sie ermitteln kann.
2) Eine Essigsäurelösung der Konzentration c = 0,1 mol/l hat einen pH-Wert von 2,88. Berechnen Sie den pKS-Wert von Essigsäure. Eine Ammoniaklösung der Konzentration c = 0,1 mol/l hat einen pH-Wert von 11,12. Berechnen Sie den pKB-Wert von Ammoniak.
3) Berechnen Sie den pH-Wert
   a) einer Ameisensäurelösung,
   b) einer Salzsäurelösung,
   c) einer Ammoniaklösung
   d) einer Natronlaugelösung

   jeweils der Konzentration c = 0,25 mol/l. Ameisensäure hat einen pK_S-Wert von 3,77, Ammoniak einen pK_B-Wert von 4,76.
4) Erläutern und erklären Sie, welcher Zusammenhang zwischen dem pKS-Wert einer Säure und dem pKB-Wert der konjugierten Base besteht.
5) Erläutern Sie, wie die folgenden Protolysen verlaufen. Erklären Sie mit Hilfe der pKS-Werte.

   $H_2PO_4^- + NH_3 \rightarrow$

   $HSO_4^- + OH^- \rightarrow$

   $HCO_3^- + H_2O \rightarrow$

   $NH_3 + HPO_4^{2-} \rightarrow$

   $NH_3 + H_2O \rightarrow$

   $HSO_4^- + H_2PO_4^- \rightarrow$
6) Nur wenige Salze sind in wässriger Lösung neutral. Um das Verhalten verschiedener Salze zu überprüfen, führen Sie folgenden Versuch durch. Geben Sie in ein großes Reagenzglas 3-4 cm hoch Wasser und 3-4 Tropfen Universalindikator. Dann fügen Sie eine Spatelspitze des Salzes hinzu und schütteln um. Notieren Sie sich die sich einstellende Farbe.
   a) Führen Sie den Versuch mit folgenden Salzen durch: NaCl, $Na(NH_4)HPO_4$, $(NH_4)_2CO_3$, NH_4Cl, NaH_2PO_4, Na_2HPO_4, Na_3PO_4, Na_2CO_3, $NaHCO_3$, $KHSO_4$ und CaO.
   b) Formulieren Sie die möglichen Protolysen.
   c) Erklären Sie Ihre Beobachtungen aus a) mit Hilfe der pKs- und pKb-Werte. Nutzen Sie das Buch oder das Internet.

Titration $AgNO_3$/NaOH

Arbeitsmaterial: Versuch, Internet
Arbeitsaufträge:
Man titriert V = 50 ml $AgNO_3$-Lsg unbekannter Konzentration mit Natronlauge der Konzentration c = 0,1 mol/l. Ein Silberblech dient als Elektrode. Als Bezugshalbzelle benutzt man V = 50 ml der gleichen $AgNO_3$-Lösung und eine zweite Ag-Elektrode. Man zeichnet den Verlauf mit cassy mobile oder einem xy-Schreiber auf und erhält folgende Messkurve.

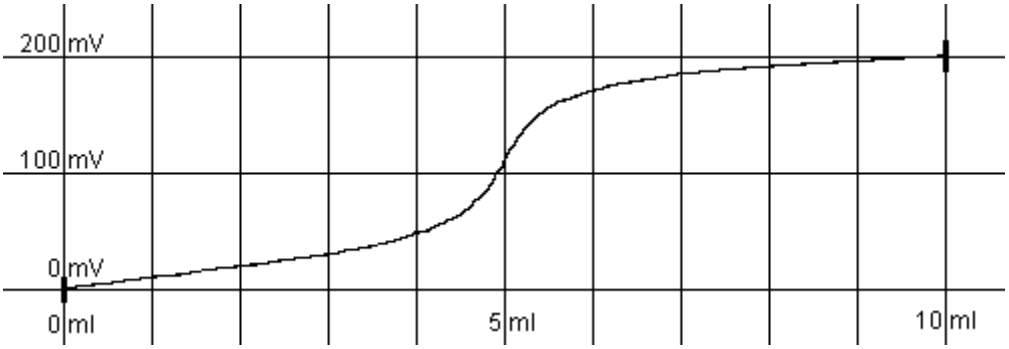
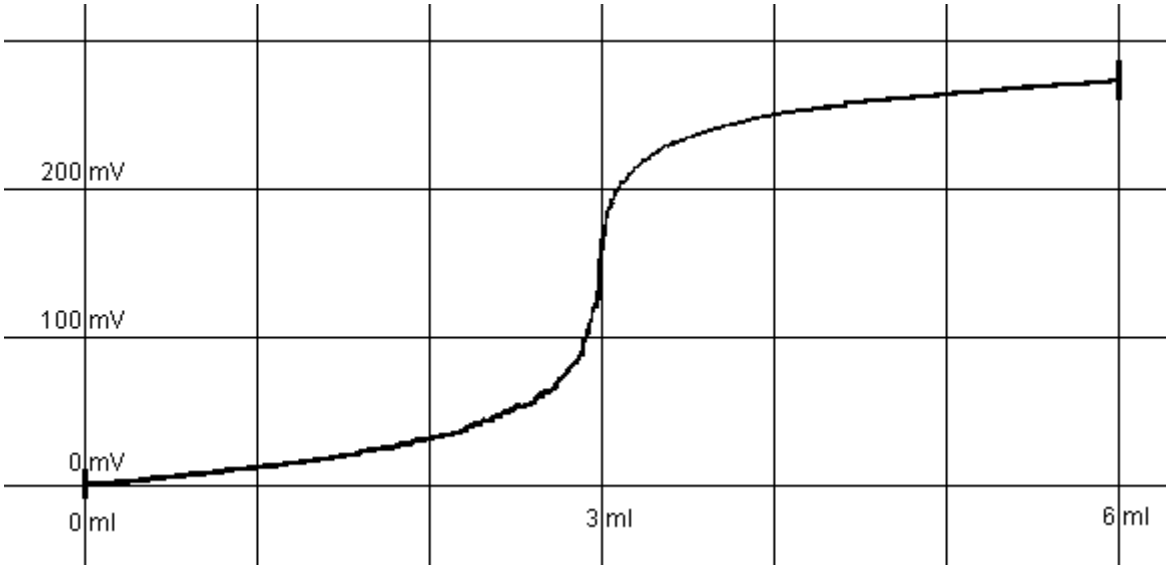


Abb.1: Messkurve

a) Skizzieren und erläutern Sie den benötigten Versuchsaufbau.
b) Stellen Sie die Reaktionsgleichung auf.
c) Berechnen Sie $c(Ag^+)$ der titrierten Lösung und der Bezugshalbzelle.
d) Berechnen Sie das Löslichkeitsprodukt von AgOH.
e) Erklären Sie den Kurvenverlauf qualitativ.
f) Berechnen Sie die Spannung nach Zugabe von V = 2,5 ml bzw. V = 7,5 ml NaOH und vergleichen Sie mit dem Messwert der Kurve.

Titration $AgNO_3$/NaCl

Arbeitsmaterial: Versuch, Internet
Arbeitsaufträge:
Man titriert V = 100 ml $AgNO_3$-Lsg unbekannter Konzentration mit NaCl-Lösung der Konzentration c = 0,1 mol/l. Ein Silberblech dient als Elektrode. Als Bezugshalbzelle benutzt man V = 100 ml der gleichen $AgNO_3$-Lösung und eine zweite Ag-Elektrode. Man zeichnet den Verlauf mit cassy mobile oder einem xy-Schreiber auf und erhält folgende Messkurve.



a) Skizzieren und erläutern Sie den benötigten Versuchsaufbau.
b) Stellen Sie die Reaktionsgleichung auf.
c) Berechnen Sie c(Ag^+) der titrierten Lösung und der Bezugshalbzelle.
d) Berechnen Sie das Löslichkeitsprodukt von AgCl.
e) Erklären Sie den Kurvenverlauf qualitativ.
f) Berechnen Sie die Spannung nach Zugabe von V = 1,5 ml bzw. V = 4,5 ml NaCl und vergleichen Sie mit dem Messwert der Kurve.

Titration Apfelwein/NaOH

Arbeitsmaterial: Elemente Chemie, Versuche, Internet
Arbeitsaufträge:
Man titriert V = 100 ml Apfelwein mit Natronlauge der Konzentration c = 1 mol/l in Schritten von V = 1ml. Aus den Messwerten erstellt man mit Excel die Messkurve in Abb.1.

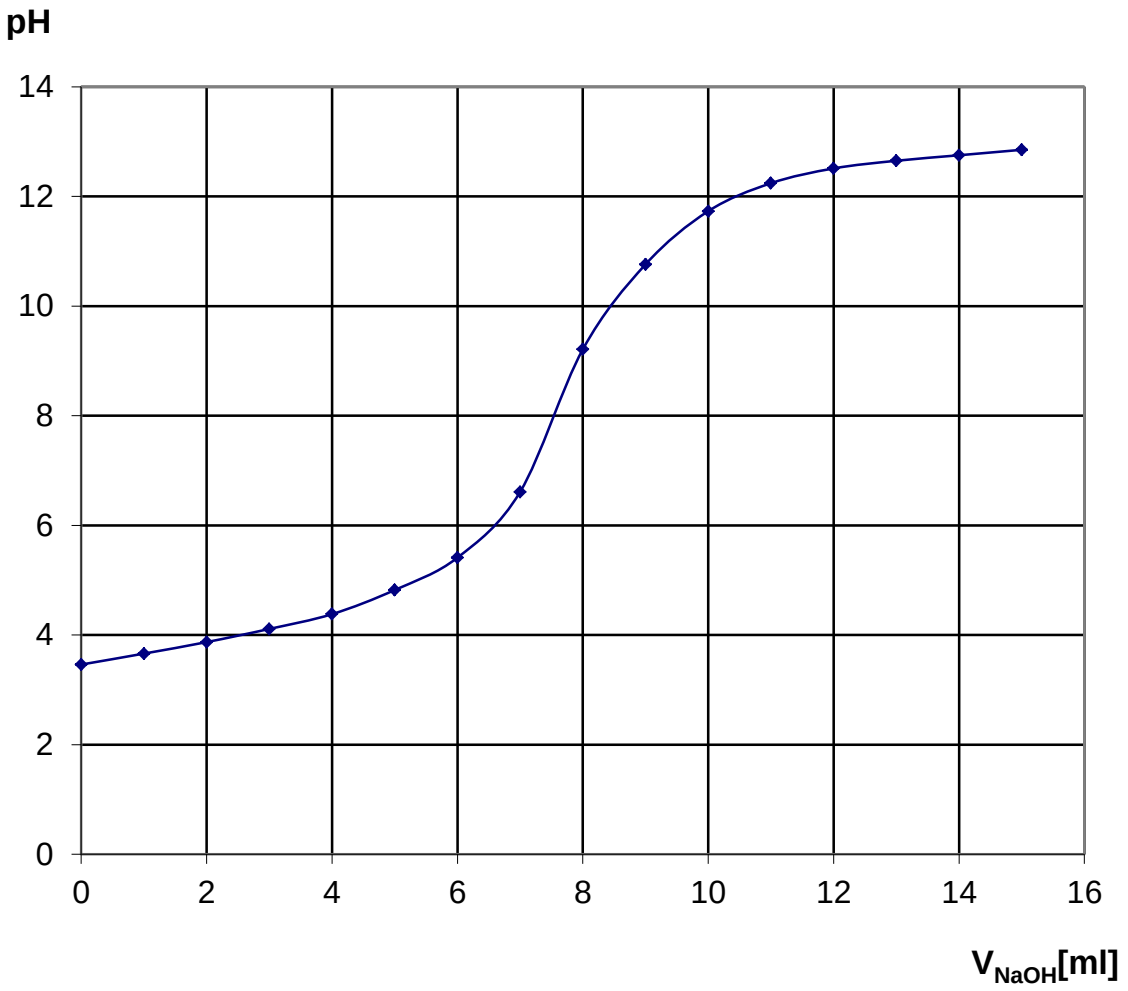


Abb.1: Messkurve

a) Skizzieren und erläutern Sie den Versuchsaufbau.
b) Erklären Sie den Kurvenverlauf.
c) Ermitteln Sie aus der Kurve am Äquivalenzpunkt das Volumen an NaOH und den pH-Wert.
d) Berechnen Sie den Äpfelsäuregehalt in mol/l, in g/l und in %. Vergleichen Sie das Ergebnis mit Weinessig und Essig-Essenz.
e) Beschreiben, was man am Äquivalenzpunkt noch beobachtet. Erklären Sie.
f) Erläutern Sie, welchen Kurvenverlauf man für eine zweiprotonige Säure hätte erwarten können. Vergleichen Sie mit dem tatsächlichen Verlauf und erklären Sie.

Hinweise:
Äpfelsäure ist zweiprotonig und hat die Formel $C_4H_6O_5$.
Apfelwein hat eine Dichte ρ = 0,95 kg/l.

Titration Cola

Arbeitsmaterial: Versuch, Internet
Arbeitsaufträge:
Man titriert V = 100 ml Cola mit Natronlauge der Konzentration c = 0,1 mol/l und zeichnet während der Titration die Leitfähigkeit mit einem xy-Schreiber oder cassy mobile auf. Man erhält folgende Messkurve.

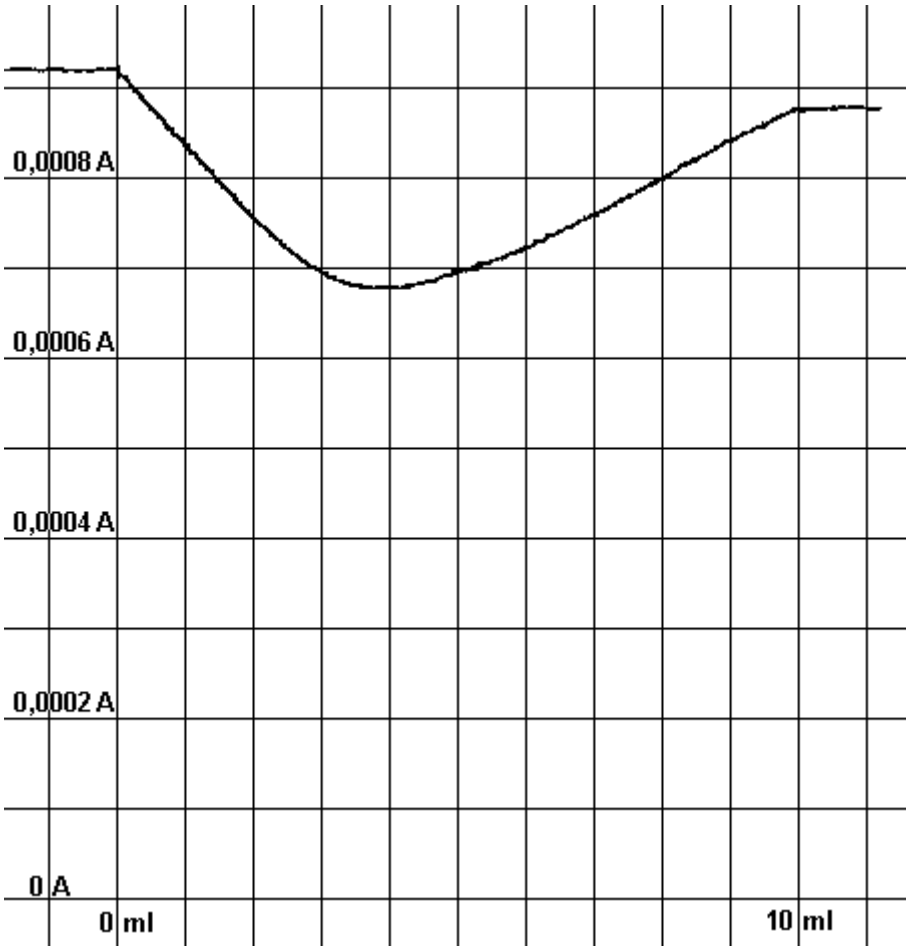


Abb.1: Messkurve

a) Skizzieren und erläutern Sie den Versuchsaufbau.
b) Erstellen Sie die Reaktionsgleichung.
c) Erklären Sie den Kurvenverlauf qualitativ.
d) Ermitteln Sie aus der Kurve den Phosphorsäuregehalt in mol/l und in g/l. Beurteilen Sie das Ergebnis.
e) Bestimmen Sie die genaue Leitfähigkeit am Äquivalenzpunkt und erklären Sie, warum sie nicht null ist.
f) Erläutern Sie, warum man den Äquivalenzpunkt nicht mit Hilfe eines Indikators ermitteln kann.
g) Begründen Sie, warum man vor der Titration 10 Minuten kräftig rühren muss.
h) Erläutern Sie, wieso man der Cola Phosphorsäure bzw. Zitronensäure zusetzt.

Titration Essigsäure/NaOH

Arbeitsmaterial: Versuch, Internet
Arbeitsaufträge:
Man titriert V = 100 ml Essigsäurelösung mit Natronlauge der Konzentration c = 1 mol/l. Die Titration wird mit einem pH-Meter aufgezeichnet. Man erhält die folgende Kurve.

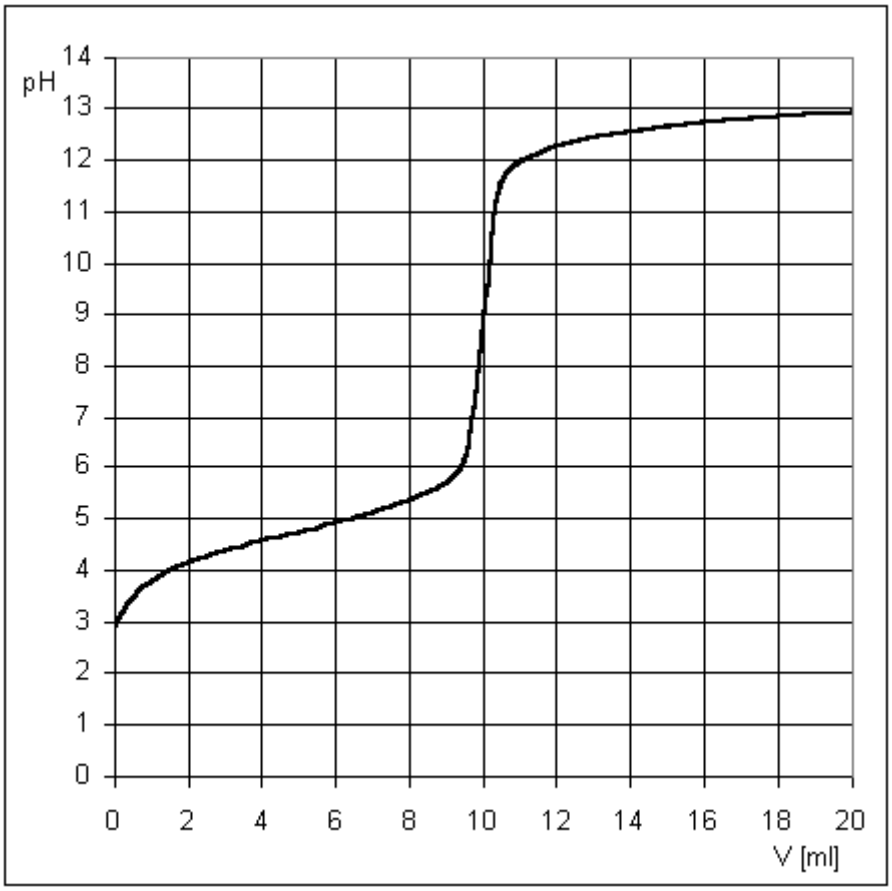


Abb.1: Messkurve

a) Skizzieren und erläutern Sie den erforderlichen Versuchsaufbau.
b) Ermitteln Sie aus der Kurve den genauen Gehalt der Lösung an Essigsäure.
c) Erklären Sie den Kurvenverlauf qualitativ.
d) Berechnen Sie den pH-Wert zu Beginn der Titration, am Halbäquivalenzpunkt, am Äquivalenzpunkt und am Ende der Titration und vergleichen Sie die errechneten und gemessenen Werte miteinander.
e) Erläutern und erklären, was sich am Kurvenverlauf ändern würde, wenn man mit Ammoniak statt mit Natronlauge titrieren würde.

Hinweis: pKs(Essigsäure) = 4,75

Titration NH_3/HCl

Arbeitsmaterial: Versuch, Internet
Arbeitsaufträge:
Man titriert V = 100 ml NH_3-lösung mit Salzsäure der Konzentration c = 1 mol/l. Die Titration wird mit einem pH-Meter aufgezeichnet. Man erhält die folgende Kurve.

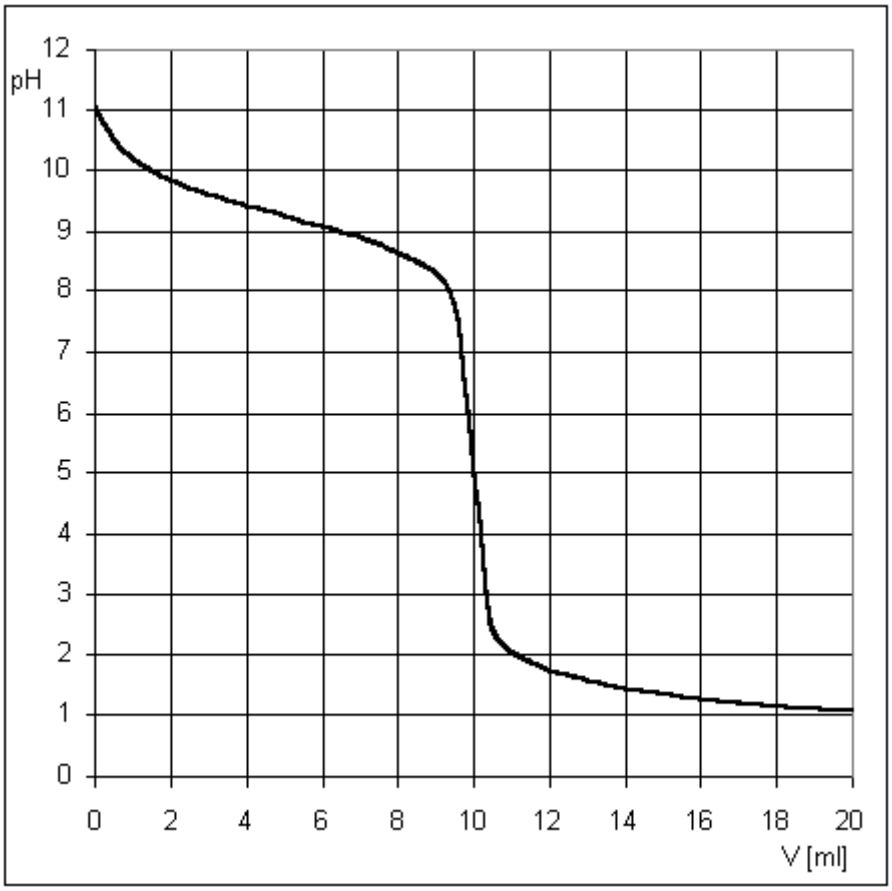


Abb.1: Messkurve

a) Skizzieren und erläutern Sie den erforderlichen Versuchsaufbau.
b) Ermitteln Sie aus der Kurve den genauen Gehalt der Lösung an NH_3.
c) Erklären Sie den Kurvenverlauf qualitativ.
d) Berechnen Sie den pH-Wert zu Beginn der Titration, am Halbäquivalenzpunkt, am Äquivalenzpunkt und am Ende der Titration und vergleichen Sie die errechneten und gemessenen Werte miteinander.
e) Erläutern Sie, was sich am Kurvenverlauf ändern würde, wenn man mit Essigsäure statt mit Salzsäure titrieren würde.

Hinweis: $pK_B(NH_3) = 4{,}76$

Internetquellen

1) www.chemiephysikskripte.de
2) de.wikipedia.org