

# **Anhang zum Projektbericht: „Englisch als Unterrichtssprache im Naturwissenschaftlichen Labor“**

## **Inhalt:**

### **1. Beurteilungsbogen für ein Beispiel**

### **2. Laborbeispiele**

- 2.1. Der elektrische Widerstand
- 2.2. The Electric Resistance
- 2.3. The Electric Resistance – Vocabulary
- 2.4. Reaktionen wichtiger anorganischer Verbindungen
- 2.5. Reactions of Important Inorganic Compounds
- 2.6. Reactions of Important Inorganic Compounds – Vocabulary
- 2.7. Redoxreaktionen – Elektrochemie
- 2.8. Redox Reactions – Electrochemistry
- 2.9. Redox Reactions – Electrochemistry – Vocabulary
- 2.10. Allgemeine Eigenschaften organischer Verbindungen
- 2.11. General Properties of Organic Compounds
- 2.12. General Properties of Organic Compounds – Vocabulary
- 2.13. Titration von Zitronensäure
- 2.14. Titration of Citric Acid
- 2.15. Titration of Citric Acid – Vocabulary
- 2.16. Theoretische Übungen
- 2.17. Theoretical Workshop
- 2.18. Theoretical Workshop – Vocabulary
- 2.19. Fette, Kohlenhydrate, Eiweißstoffe
- 2.20. Fats, Carbohydrates, Proteins
- 2.21. Fats, Carbohydrates, Proteins – Vocabulary
- 2.22. Synthese von Aspirin
- 2.23. Synthesis of Aspirin
- 2.23. Synthesis of Aspirin - Vocabulary

### **3. Fragebögen vom Jänner**

Beurteilung der Laborarbeit vom .....

**Laborleiter:** .....

**Thema:**

.....

| Doppler   | Arbeit |        |       | Protokoll |      |      | Note |
|-----------|--------|--------|-------|-----------|------|------|------|
|           | Einst  | Selbst | Ergeb | Inhalt    | Form | Zeit |      |
| Behr      |        |        |       |           |      |      |      |
| Benesch   |        |        |       |           |      |      |      |
| Florczyk  |        |        |       |           |      |      |      |
| Guzmich   |        |        |       |           |      |      |      |
| Herzog    |        |        |       |           |      |      |      |
| Kirschner |        |        |       |           |      |      |      |
| Lechner   |        |        |       |           |      |      |      |
| Lehner    |        |        |       |           |      |      |      |
| Lindner   |        |        |       |           |      |      |      |
| Miglinci  |        |        |       |           |      |      |      |
| Ossmann   |        |        |       |           |      |      |      |
| Prajo     |        |        |       |           |      |      |      |
| Schabhütl |        |        |       |           |      |      |      |
| Wopenka   |        |        |       |           |      |      |      |

# DER ELEKTRISCHE WIDERSTAND

## A. Allgemeines

Aus dem Alltag (und auch aus dem Physikunterricht) weißt du sicher, dass Gegenstände den elektrischen Strom (Symbol I), also das Fließen von elektrisch geladenen Teilchen, mehr oder weniger gut leiten können. Als Maß für die Fähigkeit, den Strom zu leiten, definiert man den elektrischen Widerstand (Symbol R), wobei folgende Zusammenhänge festzuhalten sind:

| Leitereigenschaft | Leitfähigkeit | Widerstand  |
|-------------------|---------------|-------------|
| gut               | hoch          | sehr gering |
| schlecht          | niedrig       | hoch        |
| Isolierend        | fast keine    | extrem hoch |

Voraussetzung für den Stromfluss in einem Leiter, der einen bestimmten Widerstand R hat, ist eine Spannung (Symbol U), die an diesem Leiter angelegt ist. Zwischen den drei Größen U, I und R gibt es einen fundamentalen Zusammenhang:

|  |
|--|
| <p><b>OHMSCHES GESETZ:</b></p> $\text{Stromstärke} = \frac{\text{Spannung}}{\text{Widerstand}}$ $I = \frac{U}{R} \quad \text{oder} \quad U = R \cdot I \quad \text{oder} \quad R = \frac{U}{I}$ <p>Einheiten: U (1 Volt, 1 V); I (1 Ampère, 1 A); Widerstand (1 Ohm, 1Ω)</p> |
|--|

Die folgenden Experimente sollen zeigen, von welchen Parametern der elektrische Widerstand von Leitern abhängt. Die Experimente sind so angelegt, dass du entweder direkt den Widerstand messen kannst, oder dass du Spannung und Stromstärke misst und dann den Widerstand ausrechnest.

Trage alle Messwerte und deine Schlussfolgerungen in das Protokollblatt ein.

## B. Geräteliste

Es stehen dir folgende Gegenstände und Chemikalien zur Verfügung:

|   |                         |   |  |
|---|-------------------------|---|--|
| 2 | Vielfachmessgeräte      | 2 | Kroko-Klemmen                            |
| 1 | RG mit diversen Drähten | 1 | 100 mL Natriumsulfatlösung (15%)         |
| 1 | Paar Kohleelektroden    | 1 | Set mit diversen blauen und roten Kabeln |
| 1 | großes RG               |   |  |

## C. Arbeitsvorschrift

### 1. Experiment (Zusammenhang: Widerstand – Länge)

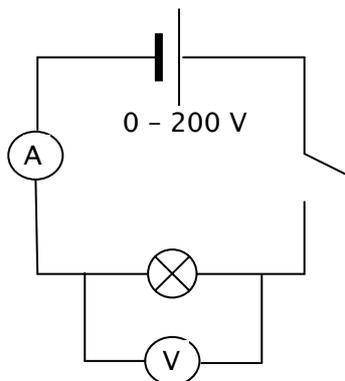
Stecke ein rotes Kabel in das mittlere Loch, das blaue Kabel in das rechte Loch (COM) des Vielfachmessgerätes. Die beiden anderen Enden der Kabel werden mit Krokot-Klemmen versehen. Stelle den Bereichsschalter auf „200  $\Omega$ “ (linke, gelbe Skala). Verbinde nun nacheinander die beiden Krokot-Klemmen mit den dünnen Eisendrähten, die etwa 36 cm, 72 cm bzw. 108 cm lang sind. Trage die abgelesenen Widerstandswerte in die Tabelle auf dem Protokollblatt ein, ebenso deine Schlussfolgerung.

### 2. Experiment (Zusammenhang: Widerstand – Dicke)

Verfahre mit den Kabeln, Krokotklemmen und dem Vielfachmessgerät so wie in 1. Verbinde jetzt die beiden Krokot-Klemmen mit dem dickeren Eisendraht, der etwa 72 cm lang ist. Trage den abgelesenen Widerstandswert und den Wert für den 72 cm-Eisendraht von Experiment 1. in die Tabelle auf dem Protokollblatt ein, ebenso deine Schlussfolgerung.

### 3. Experiment (Zusammenhang: Widerstand – Temperatur, für Metalle)

Dies ist ein Demonstrationsexperiment, das der Laborleiter durchführt. Du notierst die Werte I und U und berechnest den Widerstand R und beobachtest genau das Verhalten der Lampe. Der Laborleiter baut den folgenden Stromkreis auf:



### 4. Experiment (Zusammenhang: Widerstand – Material)

#### a) Verschiedene Metalle

Verfahre mit den Kabeln, Krokotklemmen und dem Vielfachmessgerät so wie in 1. Verbinde jetzt die beiden Krokot-Klemmen mit dem Kupferdraht, der etwa 72 cm lang ist. Trage den abgelesenen Widerstandswert und den Wert für den 72 cm-Eisendraht von Experiment 1. in die Tabelle auf dem Protokollblatt ein, ebenso deine Schlussfolgerung.

### b) Metalle – Salzlösungen – Kohlenstoff (Graphit)

Du sollst nun den Widerstand eines ganz anderen Leiters (als Metalldrähte) messen, diesmal allerdings nicht direkt, sondern durch Messung von U und I.

Fülle ein großes RG mit etwa 70 mL der Natriumsulfat-Lösung. Tauche das Bleistiftpaar mit dem frei liegenden Graphit in diese Lösung ein. Verbinde die Spannungsquelle (Energiesäule, 0 - 24 V Gleichspannung), die beiden Messinstrumente und die Elektrolysezelle mit den entsprechenden Kabeln und den Kroko-Klemmen nach dem rechts gezeichneten Schaltbild:

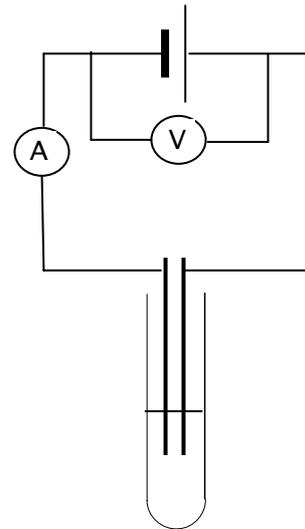
Der Messbereichsschalter des Voltmeters wird auf „20 V =“ (rechter, weißer Bereich), der des Amperemeters auf „200 mA =“ (linker, roter Bereich).

Die Spannung wird vom Laborleiter auf etwa 6 V gestellt. Lies den Spannungs- und den Stromwert ab und beobachte auch die Elektrolysezelle. Trage die Werte und deine Beobachtung in die Tabelle auf dem Protokollblatt ein und berechne den Widerstand der Elektrolysezelle.

Um den Widerstand eines Graphitstiftes zu messen, verfährt du wie in 1., klemmst jedoch eine Bleistiftmiene zwischen die Kroko-Klemmen. Trage den entsprechenden Widerstand in die Tabelle ein und berechne den Widerstand der Natriumsulfat-Lösung.

(Hilfe: Die Widerstandswerte der beiden Mienen und der Lösung addieren sich zum gemessenen Gesamtwiderstand der Zelle.)

Beantworte die auf dem Protokollblatt gestellten Fragen.



## D. Protokoll

Name:..... Gruppe:.....

### C.1.

| Fe-Draht, 36 cm   | Fe-Draht, 72 cm | Fe-Draht, 108 cm |
|-------------------|-----------------|------------------|
| R =               | R =             | R =              |
| Schlussfolgerung: |                 |                  |

### C.2.

| Fe-Draht, 72 cm, dünn | Fe-Draht, 72 cm, dick |
|-----------------------|-----------------------|
| R =                   | R =                   |
| Schlussfolgerung:     |                       |

### C.3.

| U                 | 50 V | 100 V | 150 V | 200 V |
|-------------------|------|-------|-------|-------|
| Glühlampe         |      |       |       |       |
| I                 |      |       |       |       |
| R                 |      |       |       |       |
| Schlussfolgerung: |      |       |       |       |

C.4.a)

|                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| Fe-Draht, 72 cm, dünn | Cu-Draht, 72 cm, dünn |
| R =                   | R =                   |
| Schlussfolgerung:     |                       |

C.4.b)

|                  |     |     |
|------------------|-----|-----|
| Elektrolysezelle |     |     |
| U =              | I = | R = |

|            |              |        |
|------------|--------------|--------|
| Eine Miene | Beide Mienen | Lösung |
| R =        | R =          | R =    |

Fragen:

Metalle nennt man Leiter 1. Klasse, Elektrolyte (Salzlösungen) Leiter 2. Klasse. Warum?

Was ist ein wesentlicher Unterschied zwischen den Auswirkungen des Stromflusses durch Metalle bzw. durch Elektrolyte?

# THE ELECTRIC RESISTANCE

## A. General

From every day life (and also from your lessons in physics) you certainly now that objects conduct electricity more or less well. The flowing of charged particles is also called electric current (symbol I). A measure for the ability to conduct electricity is the electric resistance (symbol R). The following connections are well known:

| the object is    | conductivity | resistance     |
|------------------|--------------|----------------|
| a good conductor | high         | very low       |
| a weak conductor | low          | high           |
| an isolator      | nearly none  | extremely high |

The basis for the current I flowing in an object with a certain resistance R is the so called voltage (symbol U) which is applied to the object. The three sizes R, I and U are fundamentally connected by a famous law in physics:

**OHM'S LAW:**

$$\text{Current} = \frac{\text{Voltage}}{\text{Resistance}}$$

$$I = \frac{U}{R} \quad \text{or} \quad U = R \cdot I \quad \text{or} \quad R = \frac{U}{I}$$

units: U (1 Volt, 1 V); I (1 Ampère, 1 A); R (1 Ohm, 1Ω)

The following experiments show the dependency of the electric resistance of various parameters. The tests are designed in such a way that you can either measure the resistance directly, or you can measure the current and the voltage and then calculate the resistance from these data.

Write down all your measured data and your conclusions on the answer sheet.

## B. Apparatus

The following devices and chemicals are at hand.

|   |                              |   |                                       |
|---|------------------------------|---|---------------------------------------|
| 2 | multimeters                  | 2 | croco-clamps                          |
| 1 | test tube with various wires | 1 | 100 mL sodium sulphate solution (15%) |
| 1 | pair of carbon electrodes    | 1 | Set with blue and red cables          |
| 1 | big test tube                |   |                                       |

## C. Procedure

### 1<sup>st</sup> experiment (connection: resistance – length)

Connect a red cable to the centre hole, a blue cable to the right hole of a multimeter. The other ends of the cables are each connected with a croco-clamp. Adjust the range switch to „200  $\Omega$ “ (left, yellow scale). Connect the two croco-clamps to each of the thin iron wires which have a length of approximately 36 cm, 72 cm, and 108 cm respectively. Write the corresponding values for the resistance into the table on your answer sheet. Give also your conclusion.

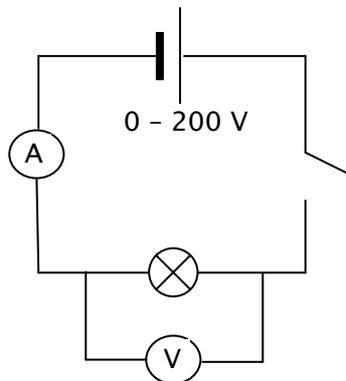
### 2<sup>nd</sup> experiment (connection: resistance – thickness)

Repeat the experiment using the cables, croco-clamps, and multimeter according to the 1<sup>st</sup> experiment, but use the thicker iron wire which is about 72 cm long. Write the value for the resistance and also the data for the 72 cm-iron wire from experiment 1 into the table of the answer sheet. Give also your conclusion.

### 3<sup>rd</sup> experiment (connection: resistance – temperature, in case of metals)

This is a demonstration experiment carried out by the supervisor. You have to take notes of the values for I and U, and use them to calculate the resistance R. Additionally you have to watch the light bulb and write down your observations.

The supervisor will arrange the following circuit:



### 4<sup>th</sup> experiment (connection: resistance – material)

#### a) different metals

Repeat the experiment using the cables, croco-clamps, and multimeter according to the 1<sup>st</sup> experiment. Now connect the two croco-clamps with the copper wire which has a length of about 72 cm. Write the value for the resistance and also the data for the 72 cm-iron wire from experiment 1 into the table of the answer sheet. Also give your conclusions.

**b) metals – solution of salts – carbon (graphite)**

Your next task is to measure the resistance of entirely different materials than metals, in this case by measuring  $U$  and  $I$  and applying Ohm's law.

Fill into a big test tube about 70 mL of a sodium sulphate solution. Immerse the pair of carbon electrodes into the solution, and connect the voltage source (energy column, 0–24 V), and the two multimeters using the corresponding cables and the croco-clamps according to the circuit diagram to the right :

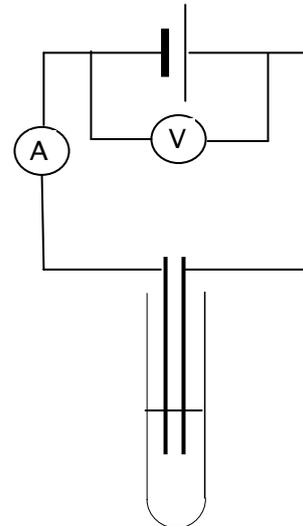
The range switch of the voltmeter is adjusted to „20 V =“ (right, white range), the one of the ampere meter to „200 mA =“ (left, red range).

The voltage is set to about 6V by the supervisor. Now read the exact values for  $U$  and  $I$ , and also observe the electrolysis cell. Write the values for the resistance and your observations into the table on the answer sheet, and calculate the resistance of the electrolysis cell.

In order to measure the resistance of the graphite rod you work in the same manner as in experiment one, but you connect the graphite with the clamps. Write the value of the resistance into the table and calculate the resistance of the sodium sulphate solution.

(hint: The values for the resistances of the two graphite rods and the solution can be added to give the total resistance of the electrolysis cell.)

Answer the questions on the answer sheet.



## D. Answer sheet

Name:..... Group:.....

### C.1.

| Fe-wire, 36 cm | Fe- wire, 72 cm | Fe- wire, 108 cm |
|----------------|-----------------|------------------|
| R =            | R =             | R =              |
| conclusion:    |                 |                  |

### C.2.

| Fe- wire, 72 cm, thin | Fe- wire, 72 cm, thick |
|-----------------------|------------------------|
| R =                   | R =                    |
| conclusion:           |                        |

### C.3.

| U           | 50 V | 100 V | 150 V | 200 V |
|-------------|------|-------|-------|-------|
| light bulb  |      |       |       |       |
| I           |      |       |       |       |
| R           |      |       |       |       |
| conclusion: |      |       |       |       |

C.4.a)

|                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| Fe- wire, 72 cm, dünn | Cu- wire, 72 cm, dünn |
| R =                   | R =                   |
| conclusion:           |                       |

C.4.b)

|                   |     |     |
|-------------------|-----|-----|
| electrolysis cell |     |     |
| U =               | I = | R = |

|         |          |          |
|---------|----------|----------|
| one rod | two rods | solution |
| R =     | R =      | R =      |

Questions:

Metals are called first order conductors, solutions of salts second order conductors. Why?

What is the fundamental difference between the effect of current flowing through metals and through solutions of salts (electrolytes)?

# THE ELECTRIC RESISTANCE

## Vocabulary

|              |                             |                 |                      |
|--------------|-----------------------------|-----------------|----------------------|
| cable        | Kabel                       | rod             | Stab                 |
| carbon       | Kohlenstoff                 | scale           | Skala, Messbereich   |
| cell         | Zelle                       | sodium          | Natrium              |
| charge       | Ladung                      | source          | Quelle               |
| circuit      | Kreis                       | supervisor      | Laborleiter          |
| clamp        | Klammer, Klemme             | switch          | Schalter             |
| conclusion   | Schlussfolgerung            | test tube       | Reagenzglas          |
| connection   | Verbindung,<br>Zusammenhang | to adjust       | anpassen             |
| copper       | Kupfer                      | to be dependent | abhängig sein        |
| current      | Fluss, Strom                | to charge       | aufladen             |
| dependency   | Abhängigkeit                | to conclude     | schlussfolgern       |
| electrolysis | Elektrolyse                 | to conduct      | leiten               |
| entirely     | vollkommen, ganz            | to connect      | verbinden            |
| hint         | Hinweis, Tipp               | to correspond   | entsprechen          |
| light bulb   | Glühlampe                   | to design       | ausführen, entwerfen |
| manner       | Art, Weise                  | to immerse      | eintauchen           |
| measure      | Maß                         | to measure      | messen               |
| observation  | Beobachtung                 | to observe      | beobachten           |
| parameter    | Parameter                   | value           | Wert                 |
| particle     | Teilchen, Partikel          | voltage         | Spannung             |
| range        | Bereich                     | wire            | Draht                |
| respectively | hier: Jeweils               |                 |                      |

The words you find in fields with grey background are very important therefore you should learn them for your English lessons.

# REAKTIONEN WICHTIGER ANORGANISCHER VERBINDUNGEN

## A. Allgemeines

In den folgenden Experimenten sollst du wichtige anorganische Verbindungen, die in der chemischen Technologie im Millionen-Tonnen-Maßstab produziert werden, untersuchen.

Es sind dies die Substanzen Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Natriumhydroxid, Ammoniak und Natriumcarbonat. In drei Fällen wirst du mit den Reinsubstanzen, in den anderen drei Fällen mit konzentrierten wässrigen Lösungen arbeiten

***Achtung: Alle sechs Stoffe sind grundsätzlich gefährlich, wie in der Tabelle im Anhang entnommen werden kann. Arbeitet man jedoch mit kleinen Mengen und unter Anwendung der üblichen Schutzmaßnahmen, werden die Gefahren minimiert. Daher müssen während der ganzen Zeit des Experimentierens die Schutzbrillen und Schutzhandschuhe getragen werden!***

Die letzte Seite dieser Experimentiervorschrift enthält einige Sicherheitsinformationen über die verwendeten Chemikalien.

## B. Arbeitsvorschrift

Für die folgenden acht Experimente stehen dir Geräte und Chemikalien zur Verfügung:

|    |                                |   |  |
|----|--------------------------------|---|--|
| 1  | Eppendorfgestell               | 1 | RG mit 5 mL H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (98%) |
| 6  | Leere Ependorfgefäße           | 1 | RG mit 5 mL HCl (37%)                            |
| 5  | Pasteurpipetten                | 1 | RG mit 5 mL HNO <sub>3</sub> (65%)               |
| 1  | Gummisauger                    | 1 | RG mit 5 Plätzchen NaOH (s)                      |
| 1  | Spatel                         | 1 | RG mit 5 g Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (s)   |
| 1  | Pinzette                       | 1 | RG mit 5 mL NH <sub>3</sub> (25%)                |
| 1  | Uhrglas                        | 1 | RG mit 10 mL Rotkrautauszug                      |
| 1  | Reagenzglasgestell aus Holz    | 1 | RG „Z“ (Staubzucker)                             |
| 1  | Reagenzglasgestell aus Plastik | 1 | RG mit 3–4 Zinklinsen                            |
| 12 | Leere RG                       | 1 | RG mit 3–4 Stück Kupferdraht                     |
| 1  | Thermometer                    | 1 | RG mit einem Stück Platin                        |
| 2  | Korkstopfen                    | 1 | Küchenrolle                                      |
|    |                                | 1 | Deionat  |
| 1  | Schutzbrille                   |   |  |
| 1  | Paar Schutzhandschuhe          |   |  |
|    |                                |   |  |

## 1. Experiment: Eine Farbpalette

Die sechs Stoffe reagieren in Wasser mehr oder weniger sauer bzw. basisch. Finde dieses heraus, indem du je einen Tropfen der Flüssigkeiten, ein Plätzchen NaOH bzw. eine Spatelspitze Natriumcarbonat in ein Eppendorfggefäß mit 1 mL Rotkrautsaft gibst.

Trage deine Beobachtungen und Schlussfolgerungen in die Tabelle auf dem Protokollblatt ein.

Erinnere dich an die Rotkrautfarben:

- rot.....stark sauer,
- rosa.....schwach sauer,
- violett.....neutral,
- blau.....schwach basisch,
- grün.....stark basisch,
- gelb.....sehr stark basisch

## 2. Experiment: Die geheimnisvolle Massenzunahme

Platziere fünf zerstoßene NaOH-Plätzchen auf ein Uhrglas und stelle dieses auf die Analysenwaage. Tariere auf 0,0000 g und lese dann fünf Minuten lang alle 30 s die Masse ab und notiere die Werte auf dem Protokollblatt. Versuche auch eine Erklärung zu finden.

## 3. Experiment: Eine heiße Sache

In ein Reagenzglas werden etwa 5 mL Wasser (5 cm hoch) eingefüllt und die Temperatur gemessen. Dann entfernt man das Thermometer, tropft 30 Tropfen Schwefelsäure zu, mischt und misst wieder die Temperatur. Notiere auf dem Protokollblatt.

## 4. Experiment: Schwarze Schweinerei

Der Staubzucker im Reagenzglas „Z“ wird mit 15–25 Tropfen Schwefelsäure (der Zucker sollte überall benetzt sein) versetzt, dann wird beobachtet. Notiere auf dem Protokollblatt.

## 5. Experiment: Noch einmal schwarze Flecken

Auf ein Blatt Küchenrolle bringt man 5 Tropfen Schwefelsäure in einem beliebigen Muster auf, wartet einige Sekunden, hebt dann das Blatt auf und bläst auf die entstandenen Flecken. Notiere deine Beobachtungen auf dem Protokollblatt.

## 6. Experiment: Weißer Rauch

Bringe in ein leeres, trockenes Reagenzglas einen Tropfen Salzsäure, verschließe mit einem Korkstopfen und schwenke so, dass der Salzsäuretropfen möglichst alle Wände benetzt. Führe ein identisches Experiment mit Ammoniak statt Salzsäure durch.

Entferne den Stopfen vom HCl-RG und verschließe mit dem linken Daumen (Schutzhandschuh!!), mache dasselbe mit dem NH<sub>3</sub>-RG und verschließe mit dem rechten Daumen. Nähere die mit den Daumen verschlossenen Öffnungen einander an, entferne die

beiden Daumen rasch und halte die Öffnungen der RG aneinander. Orientiere die RGs senkrecht.

Notiere deine Beobachtungen auf dem Protokollblatt.

Versuche mit Hilfe eines Chemiebuches oder mit Hilfe des Internets die Reaktionsgleichung für den Vorgang zu finden.

### **7. Experiment: Edel und unedel**

Gib in ein RG eine Zinklinse, in ein anderes RG ein Stück Kupferdraht, in ein drittes eine Stück Platin und in jedes der drei RG 1 cm hoch Wasser. Dann gibst du zu allen RGs 20 Tropfen Salzsäure zu.

Notiere deine Beobachtungen auf dem Protokollblatt.

Welches Gas entsteht? Welches der beiden Metalle ist edler?

### **8. Experiment: Auch Edle sind angreifbar**

Wiederhole das Experiment 7, verwende jedoch jetzt statt Salzsäure Salpetersäure. Beobachte höchstens 10 Sekunden lang und bremse dann die Reaktionen, indem du die RG mit Wasser anfüllst. Gib die vollen Reagenzgläser nach dem Experiment dem Laborleiter.

Welches Gas entsteht jetzt?

### **9. Experiment: Noch einmal ein Gas**

Wir schließen den Kreis der Experimente.

Gib in drei Reagenzgläser je 1 cm hoch Natriumcarbonat. Bedecke das Salz gerade mit Wasser. Tropfe in die drei Reagenzgläser je eine der Substanzen, die nach deinem Experiment 1 sauer sind.

Notiere deine Beobachtungen auf dem Protokollblatt.

Versuche mit Hilfe eines Chemiebuches oder mit Hilfe des Internets die Reaktionsgleichungen für die Vorgänge zu finden.

# Protokollblatt

Name:.....

Gruppe:.....

## 1. Experiment: Eine Farbpalette

|          | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | HCl | HNO <sub>3</sub> | NaOH | NH <sub>3</sub> | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> |
|----------|--------------------------------|-----|------------------|------|-----------------|---------------------------------|
| Rotkraut |                                |     |                  |      |                 |                                 |
| Reaktion |                                |     |                  |      |                 |                                 |

## 2. Experiment: Die geheimnisvolle Massenzunahme

| Zeit(s)  | 0 | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 270 | 300 |
|----------|---|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Masse(g) |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |

## 3. Experiment: Eine heiÙe Sache

| T vorher (°C) | max. T nachher (°C) |
|---------------|---------------------|
|               |                     |

## 4. Experiment: Schwarze Schweinerei

Beobachtung:

## 5. Experiment: Noch einmal schwarze Flecken

Beobachtung:

### 6. Experiment: Weißer Rauch

|                     |
|---------------------|
| Beobachtung:        |
| Reaktionsgleichung: |

### 7. Experiment: Edle und unedel

| Zn mit Salzsäure | Cu mit Salzsäure | Pt mit Salzsäure |
|------------------|------------------|------------------|
|                  |                  |                  |
| Gas:             | Gas:             | Gas:             |

### 8. Experiment: Auch Edle sind angreifbar

| Zn mit Salpetersäure | Cu mit Salpetersäure | Pt mit Salpetersäure |
|----------------------|----------------------|----------------------|
|                      |                      |                      |
| Gas:                 | Gas:                 | Gas:                 |

### 9. Experiment: Noch einmal ein Gas

|  | Beobachtung | Gleichung |
|--|-------------|-----------|
| $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \dots\dots\dots$ |             |           |
| $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \dots\dots\dots$ |             |           |
| $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \dots\dots\dots$ |             |           |

## Anhang:

| Substanz   | Gefahrensymbole   | R- und S-Sätze   |
|--|---|--|
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub><br>Schwefelsäure    |    | Verursacht schwere Verätzungen.<br>Bei Berührung mit den Augen sofort mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren.<br>Niemals Wasser hinzu gießen.<br>Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt zuziehen.   |
| HCl (37%)<br>Salzsäure                             |    | Verursacht Verätzungen.<br>Reizt die Atmungsorgane.<br>Bei Berührung mit den Augen sofort mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren.<br>Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt zuziehen.   |
| HNO <sub>3</sub> (65%)<br>Salpetersäure            |    | Feuergefahr bei Berührung mit brennbaren Stoffen.<br>Verursacht schwere Verätzungen.<br>Gas/Rauch/Dampf/Aerosol nicht einatmen (geeignete Bezeichnung(en) vom Hersteller anzugeben).<br>Bei Berührung mit den Augen sofort mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren.<br>Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung tragen.<br>Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt zuziehen.   |
| NaOH<br>Natriumhydroxid                            |  | Verursacht schwere Verätzungen.<br>Bei Berührung mit den Augen sofort mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren.<br>Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen.<br>Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt zuziehen.  |
| NH <sub>3</sub> (25%)<br>Ammoniaklösung            |  | Entzündlich. Giftig beim Einatmen. Verursacht Verätzungen.<br>Sehr giftig für Wasserorganismen.<br>Behälter an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren.<br>Von Zündquellen fernhalten – Nicht rauchen.<br>Bei Berührung mit den Augen sofort mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren.<br>Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen.<br>Freisetzung in die Umwelt vermeiden. Besondere Anweisungen einholen/Sicherheitsdatenblatt zu Rate ziehen. |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub><br>Natriumcarbonat |  | Reizt die Augen.<br>Staub nicht einatmen.<br>Bei Berührung mit den Augen sofort mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren.   |

# REACTIONS OF IMPORTANT INORGANIC COMPOUNDS

## A. General

In the following experiments you should investigate inorganic compounds of which millions of tons are produced annually in the chemical industry.

These substances are sulphuric acid, hydrochloric acid, nitric acid, sodium hydroxide, ammonia (solution), and sodium carbonate. In three cases you will work with the pure substances, in the other three cases you will have to handle concentrated aqueous solutions.

**Caution: All the six compounds are dangerous, as you can see in the table in the appendix. If you work with small amounts however, and if you take the usual precautions, the hazards will be minimized. Due to the dangers at all times throughout the lab experiments you have to wear safety goggles and safety gloves!**

The last page of this lab instruction contains some safety information about the chemicals in question.

## B. Procedure

For the eight experiments the following apparatus and chemicals are at hand:

|    |                        |   |  |
|----|------------------------|---|--|
| 1  | Eppendorf rack         | 1 | test tube with 5 mL H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (98%) |
| 6  | empty Eppendorf tubes  | 1 | test tube with 5 mL HCl (37%)                            |
| 5  | Pasteur pipettes       | 1 | test tube with 5 mL HNO <sub>3</sub> (65%)               |
| 1  | rubber bulb            | 1 | test tube with 15 pieces of NaOH (s)                     |
| 1  | spatula                | 1 | test tube with 5 g Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (s)   |
| 1  | tweezers               | 1 | test tube with 5 mL NH <sub>3</sub> (25%)                |
| 1  | watch glass            | 1 | test tube with 10 mL red cabbage extract                 |
| 1  | wooden test tube rack  | 1 | test tube „Z“ (powder sugar)                             |
| 1  | plastic test tube rack | 1 | test tube with 3–4 zinc lentils                          |
| 12 | empty test tubes       | 1 | test tube with 3–4 pieces of copper wire                 |
| 1  | thermometer            | 1 | test tube with a piece of platinum                       |
| 2  | cork stoppers          | 1 | kitchen roll   |
|    |                        | 1 | deionate   |
| 2  | safety goggles         |   |  |
| 2  | pair of safety gloves  |   |  |
|    |                        |   |  |

### 1<sup>st</sup> Experiment: A colour palette

The six chemicals react with water more or less acidic or basic. Find out in which way they react by putting a droplet of the liquids or a piece of NaOH or a spatula tip full of sodium carbonate into Eppendorf tubes with 1 mL of red cabbage extract in each.

Write your observations and conclusions into the boxes on the answer sheet.

Remember the colour of red cabbage extract in different media:

- red.....highly acidic,
- pink.....weakly acidic,
- violet.....neutral,
- blue.....weakly basic,
- green.....moderately basic,
- yellow.....highly basic

### 2<sup>nd</sup> Experiment: The mysterious mass increase

Place 15 grinded pieces of NaOH on to a watch glass and put it on the analytic balance. Tare to 0.0000 g and read every 30 s the mass for about 8 minutes. Write the result and your conclusions into the boxes on the answer sheet

### 3<sup>rd</sup> Experiment: Something hot

5 mL of water (about 5 cm) are filled into a test tube, and the temperature of the water is measured. After removal of the thermometer, 30 droplets of sulphuric acid are added. After mixing the temperature is measured again. Write the result into the box on the answer sheet

### 4<sup>th</sup> Experiment: Black mess

15–25 droplets of sulphuric acid are added to the powdered sugar in the test tube „Z“ (the sugar should be wet all over). Write your observation into the box on the answer sheet.

### 5<sup>th</sup> Experiment: Once again: black spots

5 droplets of sulphuric acid are spread over a piece of kitchen roll. After a few seconds waiting lift the sheet and blow gently towards the yellow–brown spots.

Write your observation into the box on the answer sheet.

### **6<sup>th</sup> Experiment: White smoke**

One droplet of hydrochloric acid is put into an empty, dry test tube. After the test tube is stoppered it is swung around so that the hydrochloric acid coats the inner wall of the test tube as much as possible. A similar experiment is performed with the ammonia-solution.

Remove the stopper from the test tube with HCl and close the opening with your thumb (wearing safety gloves!), do the same with the NH<sub>3</sub>-test tube and close with your other thumb. Bring the two with your thumbs tightly closed ends of the test tubes close together, remove your thumbs and join the two openings. Orientate the test tubes vertically.

Write your observation into the box on the answer sheet.

Try to find a reaction equation for the process using your chemistry booklet or the internet.

### **7<sup>th</sup> Experiment: Noble and base metals**

Place a Zn-leaf in one test tube, into another a piece of Cu-wire, and in a third a piece of platinum. Cover every metal with 1 cm of water. Then you add 20 droplets of hydrochloric acid to each of the test tubes.

Write your observation into the box on the answer sheet.

Which gas evolves? Which of the metals are noble?

### **8<sup>th</sup> Experiment: Also the noble ones may be attacked**

Repeat the above experiment but use nitric acid instead of hydrochloric acid. Observe for a maximum of 10 seconds then slow down the reactions by filling the test tubes with water. Hand in the full test tubes to the supervisor after the experiment.

Write your observation into the box on the answer sheet.

Which gas evolves now? Which of the metals is the most noble one?

### **9<sup>th</sup> Experiment: Once again a gas**

Now we are going to close the circle of experiments.

Put 1 cm of sodium carbonate in each of three test tubes. Cover the solids with water.

Now add some droplets of those substances which you detected as acidic in experiment 1.

Write your observation into the box on the answer sheet.

Try to find a reaction equation for the process using your chemistry booklet or the internet.

# Protokollblatt

Name:.....

Group:.....

## 1<sup>st</sup> Experiment: A colour palette

|                       | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | HCl | HNO <sub>3</sub> | NaOH | NH <sub>3</sub> | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> |
|-----------------------|--------------------------------|-----|------------------|------|-----------------|---------------------------------|
| colour of red cabbage |                                |     |                  |      |                 |                                 |
| substance is.....     |                                |     |                  |      |                 |                                 |

## 2<sup>nd</sup> Experiment: The mysterious mass increase

|         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| time(s) | 0   | 30  | 60  | 90  | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 270 | 300 |
| mass(g) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| time(s) | 330 | 360 | 390 | 420 | 450 | 480 | 510 | 540 | 570 | 600 |     |
| mass(g) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

## 3<sup>rd</sup> Experiment: Something hot

|               |                   |
|---------------|-------------------|
| T before (°C) | max. T after (°C) |
|               |                   |

## 4<sup>th</sup> Experiment: Black mess

|              |
|--------------|
| observation: |
|--------------|

## 5<sup>th</sup> Experiment: Once again: black spots

|              |
|--------------|
| observation: |
|--------------|

**6<sup>th</sup> Experiment: White smoke**

|                    |
|--------------------|
| observation:       |
| reaction equation: |

**7<sup>th</sup> Experiment: Noble and base metals**

| Zn with hydrochloric acid | Cu with hydrochloric acid | Pt with hydrochloric acid |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                           |                           |                           |
| gas:                      | gas:                      | gas:                      |
| noble metals:             |                           |                           |

**8<sup>th</sup> Experiment: Also the noble ones may be attacked**

| Zn mit Salpetersäure  | Cu mit Salpetersäure | Pt mit Salpetersäure |
|-----------------------|----------------------|----------------------|
|                       |                      |                      |
| gas:                  | gas:                 | gas:                 |
| the most noble metal: |                      |                      |

**9<sup>th</sup> Experiment: Once again a gas**

|  | observation | equation |
|--|-------------|----------|
| $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \dots\dots\dots$ |             |          |
| $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \dots\dots\dots$ |             |          |
| $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \dots\dots\dots$ |             |          |

## Appendix:

| substance  | hazard symbols  | R- and S-phrases   |
|--|---|--|
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub><br>sulphuric<br>acid    |    | Causes severe burns.<br>In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice.<br>Never add water to this product.<br>In case of accident or if you feel unwell seek medical advice immediately (show the label where possible).  |
| HCl (37%)<br>hydrochloric<br>acid                      |    | Causes burns.<br>Irritating to respiratory system.<br>In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice.<br>In case of accident or if you feel unwell seek medical advice immediately (show the label where possible).  |
| HNO <sub>3</sub> (65%)<br>nitric acid                  |    | Contact with combustible material may cause fire.<br>Causes severe burns.<br>Do not breathe gas/fumes/vapour/spray (appropriate wording to be specified by the manufacturer).<br>In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice.<br>Wear suitable protective clothing.<br>In case of accident or if you feel unwell seek medical advice immediately (show the label where possible). |
| NaOH<br>sodium<br>hydroxide                            |  | Causes severe burns.<br>In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice.<br>Wear suitable gloves and eye/face protection.<br>In case of accident or if you feel unwell seek medical advice immediately (show the label where possible).   |
| NH <sub>3</sub> (25%)<br>solution of<br>ammonia        |  | Causes burns.<br>Very toxic to aquatic organisms.<br>In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice.<br>Wear suitable protective clothing, gloves and eye/face protection.<br>Avoid release to the environment. Refer to special instructions/safety data sheet<br>In case of accident or if you feel unwell seek medical advice immediately (show the label where possible).        |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub><br>sodium<br>carbonate |  | Irritating to eyes.<br>Do not breathe dust.<br>In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice.   |

# INORGANIC COMPOUNDS

## Vocabulary

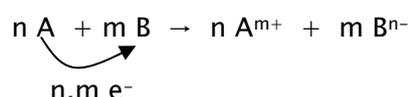
|                  |                   |                    |                     |
|------------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| acid             | Säure             | rack               | Gestell             |
| advice           | Rat               | red cabbage        | Rotkraut            |
| appendix         | Anhang            | respiratory system | Atmungsapparat      |
| appropriate      | angemessen        | rubber bulb        | Gummisauger         |
| aqueous solution | wässrige Lösung   | safety gloves      | Schutzhandschuhe    |
| balance          | Waage             | safety goggles     | Schutzbrillen       |
| base             | Base              | severe             | ernsthaft           |
| base metal       | unedles Metall    | solid              | fest, Festkörper    |
| caution          | Vorsicht          | spatula            | Spatel              |
| combustion       | Verbrennung       | to cause           | verursachen         |
| compound         | Verbindung        | to coat            | bedecken            |
| cork stopper     | Korkstopfen       | to evolve          | entwickeln          |
| droplet          | Tropfen           | to grind           | mahlen, zerkleinern |
| environment      | Umgebung          | to handle          | handhaben           |
| equation         | Gleichung         | to increase        | zunehmen            |
| extract          | Auszug            | to investigate     | untersuchen         |
| fume             | Rauch             | to irritate        | irritieren          |
| hazard           | Gefahr            | to minimize        | minimieren          |
| label            | Schild            | to release         | herausgeben         |
| lentils          | Linsen            | to remove          | wegnehmen           |
| manufacturer     | Hersteller        | to rinse           | abspülen            |
| plenty           | ausreichend       | to spread          | verteilen           |
| precaution       | Vorsichtsmaßnahme | to tare            | tarieren            |
| pure             | rein              | throughout         | während             |
|                  |                   | tweezers           | Pinzette            |

The words you find in fields with grey background are very important therefore you should learn them for your English lessons.

# REDOXREAKTIONEN – ELEKTROCHEMIE

## A. Allgemeines

Redoxvorgänge sind chemische Reaktionen, bei denen Elektronen ausgetauscht werden. Jener Vorgang, bei dem Elektronen abgegeben werden, heißt OXIDATION, der Vorgang, bei dem Elektronen aufgenommen werden, heißt REDUKTION:



A wird oxidiert, B wird reduziert.

Da bei dieser Art von chemischen Reaktionen Elektronen involviert sind, kann man sich vorstellen, dass elektrische Phänomene mit Redoxreaktionen verknüpft sein werden.

Tatsächlich kann man aus dem freiwilligen Ablauf einer Redoxreaktion elektrische Energie gewinnen, durch Zufuhr von elektrischer Energie kann man eine Redoxreaktion erzwingen.

Im ersten Fall spricht man von einem **Galvanischen Element** (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle), in dem der Redoxvorgang spontan abläuft. Das Galvanische Element liefert dadurch eine Spannung, die einem geschlossenen Stromkreis zum Stromfluss führt. Im zweiten Fall spricht man von **Elektrolyse**, bei der man an die Elektroden einer Elektrolysezelle eine Spannung anlegt und der hervorgerufene Stromfluss eine Redoxreaktion hervorruft.

## B. Geräteliste

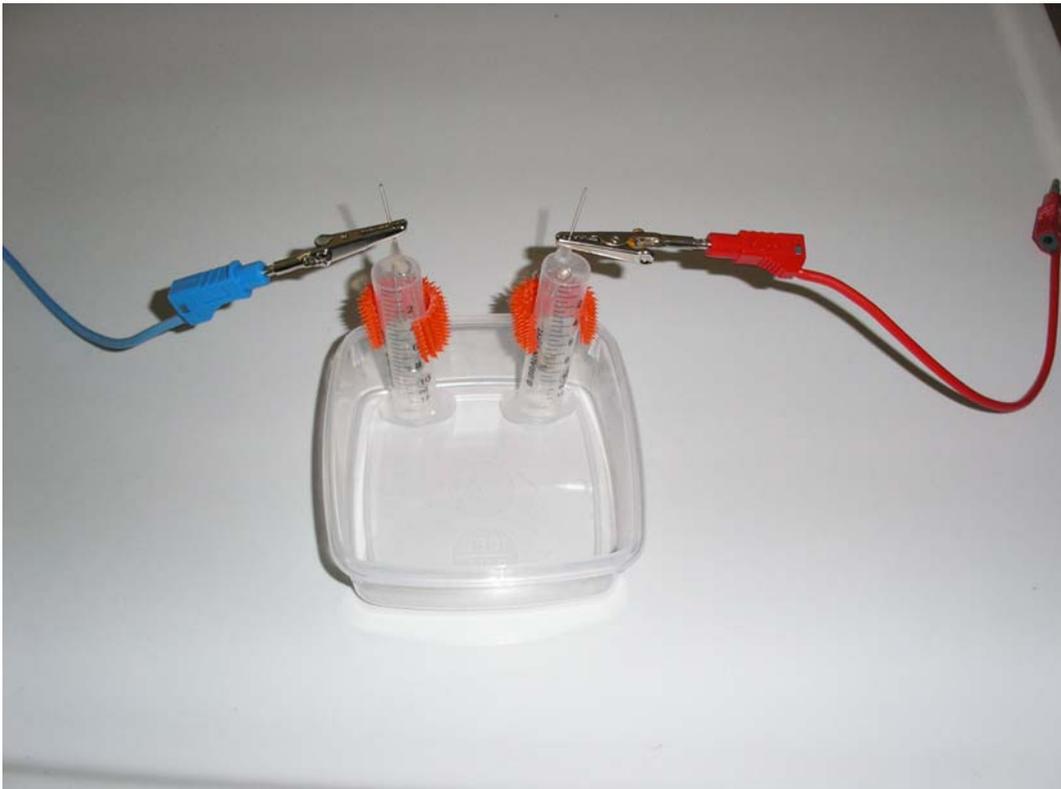
Für deine Experimente stehen folgende Chemikalien und Geräte zur Verfügung:

|   |  |
|---|--|
| Low Cost Elektrolyse-Set                        | 2 Kabel  |
| Plastikflasche mit Sodalösung                   | 2 Krokoklemmen                                   |
| Feuerzeug                                       | Zitrone  |
| Holzspan  | MnO <sub>2</sub> in RG                           |
| Multimeter                                      | NH <sub>4</sub> Cl in RG                         |
| Aluminiumbecher, entfettet (Teelicht)           | Mehl in RG                                       |
| Kupferdraht                                     | Eisennagel                                       |
| Zinkstab  | Magnesiumdraht                                   |
| Silberblech                                     | 0,1 M FeSO <sub>4</sub> in EPPI                  |
| 0,1 M AgNO <sub>3</sub> in EPPI                 | 0,1 M ZnSO <sub>4</sub> in EPPI                  |
| 0,1 M CuSO <sub>4</sub> in EPPI                 | 0,1 M MgSO <sub>4</sub> in EPPI                  |
| 1 RG mit 10 mL H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 6% | 1 RG mit 10 mL H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 2M |
| 1 RG mit 2 mL KI 3%                             | 1 RG mit 2 mL KMnO <sub>4</sub> 0,02 M           |
| Rundfilter                                      | Glaspapier                                       |
| Graphitstift                                    | 1 Lochplatte                                     |
| 2 Pasteurpipetten mit Sauger                    |  |

## C. Arbeitsvorschrift

### 1. Elektrolyse von Wasser

Fülle in das Plastikgefäß die Sodalösung ein und fülle auch die Spritzen ganz voll mit der Lösung (es dürfen keine Luftbläschen eingeschlossen sein!). Spanne nun die Spritzen in die Halterungsvorrichtung (Lockenwickler mit Büroklammer) ein (siehe Foto) und schließe die Kabel an die Elektroden der Spritzen. Stecke die anderen Enden der Kable in die entsprechend gefärbten Buchsen auf deiner Energiesäule. Bevor du den Stromkreis schließt, lasse ihn vom Laborleiter kontrollieren.



Während der Elektrolyse bildet sich an der Katode Wasserstoff und an der Anode Sauerstoff, die in den nächsten Experimenten nachgewiesen werden. Dazu werden 8 ml Wasserstoff und 4 ml Sauerstoff erzeugt und dann der Stromkreis unterbrochen.

Trage deine Beobachtungen in das Protokollblatt ein.

### 2. Nachweis von Wasserstoff

Wasserstoff kann leicht durch seine Brennbarkeit nachgewiesen werden. Dazu entnimm die Spritze mit dem Wasserstoffgas. Verschließe die Spritze mit dem Daumen und halte ein Strichholz oder ein Feuerzeug bereit. Nun entzünde das Gas in der Spritze.

Trage deine Beobachtungen in das Protokollblatt ein.

### 3. Nachweis von Sauerstoff

Sauerstoff kann man durch die Glimmspanprobe nachweisen. Dazu hebe die Spritze mit dem Sauerstoffgas aus dem Bad, drehe sie mit der Öffnung nach oben und verschließe sie mit dem Daumen. Halte einen Holzspan bereit, der noch glimmen soll. Nach der Entfernung des Daumens tauche den Holzspan in die Öffnung, ohne ihn mit der übrigen Elektrolytlösung zu befeuchten.

Trage deine Beobachtungen in das Protokollblatt ein.

### 4. Bildung und Nachweis von Knallgas – Demonstrationsversuch

Diesen Versuch führt der Laborleiter durch. Er wird in ähnlicher Weise eine Elektrolyse durchgeführt, die beiden entstehenden Gase werden jedoch gemeinsam in ein Schälchen mit Tensidlösung geleitet. Die Bläschen sind nun mit einem 2:1-Gemisch (Knallgas) von Wasserstoff und Sauerstoff gefüllt. Dann wird der Laborleiter die Bläschen entzünden.

Trage deine Beobachtungen in das Protokollblatt ein.

### 5. Die Zitronenbatterie

Baue einen Stromkreis mit folgenden Materialien: halbe Zitrone, 2 Kabel, Multimeter, Krokodellenden, Eisennagel, Kupferdraht und miss die Spannung der Zitronenbatterie. Schließe dabei den Kupferdraht an den positiven Eingang des Multimeters an.

Trage deine Beobachtungen in das Protokollblatt ein.

### 6. Die Trockenbatterie

Lege ein Stück Filterpapier auf den Boden eines Aluminiumbechers (von einem Teelicht). Dann rührst du einen Brei aus dem Mangandioxid (ein wenig musst du für das letzte Experiment aufheben), dem Ammoniumchlorid, dem Mehl und 4 mL Wasser im Plastikbecher an und füllst ihn in den Alu-Becher. In diese Masse steckst du nun einen Graphitstift. Miss jetzt die Spannung zwischen dem Alubecher und der Kupferelektrode mit dem Multimeter (Graphitstift = positiver Eingang).

Trage deine Beobachtungen in das Protokollblatt ein.

### 7. Spannungsreihe der Metalle

Reinige die Metallbleche oder -stäbe mit einem Glaspapier. Tauche in jede Lösung, die du in den EPPPIs vorliegen hast, der Reihe nach ein Stück Silberblech, den Kupferdraht, den Eisendraht, den Zinkstab und den Magnesiumdraht ein und beobachte, ob eine Reaktion stattfindet (Änderung der Oberfläche des Metallstückes). Sollte dies der Fall sein, musst du das entsprechende Metallstück an der Oberfläche wieder reinigen (abwischen, oder mit dem Glaspapier) bevor du in eine andere Lösung eintauchst.

Trage im Protokoll in die Tabelle ein „+“ ein, wenn eine Reaktion stattgefunden hat, ein „-“, wenn keine Reaktion stattgefunden hat.

## 8. Eine besondere Verbindung

Wasserstoffperoxid,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , ist eine ganz besondere Verbindung. Sie ist als Reinstoff extrem unbeständig und ist selbst in verdünnter wässriger Lösung nicht sehr stabil. Du verwendest bei allen Experimenten eine 6%-ige Lösung in Wasser.

Die Reaktionsbereitschaft des  $\text{H}_2\text{O}_2$  ist auf den Sauerstoff in dieser Verbindung zurück zu führen, der lieber entweder in elementarer Form ( $\text{O}_2$ ) oder so wie in  $\text{H}_2\text{O}$  vorliegen möchte.

Daher wird  $\text{H}_2\text{O}_2$  sehr gerne Redoxreaktionen eingehen:

- $\text{H}_2\text{O}_2$  wirkt als Oxidationsmittel und wird dabei zu  $\text{H}_2\text{O}$  reduziert,
- $\text{H}_2\text{O}_2$  wirkt als Reduktionsmittel und wird dabei zu  $\text{O}_2$  oxidiert,
- $\text{H}_2\text{O}_2$  hat keinen Reaktionspartner und zersetzt sich selbst zu  $\text{H}_2\text{O}$  und  $\text{O}_2$ .

- a) Gib zur KI-Lösung im RG ca. 4 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  und dann 2 mL  $\text{H}_2\text{O}_2$ -Lösung.
- b) Gib zur  $\text{KMnO}_4$ -Lösung im RG ca. 4 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  und dann 2 mL  $\text{H}_2\text{O}_2$ -Lösung.
- c) Gib zu 4 mL  $\text{H}_2\text{O}_2$ -Lösung etwas  $\text{MnO}_2$ . Tauche dann in den Gasraum des RG einen glimmenden Holzspan.

Trage deine Beobachtungen in das Protokollblatt ein.

D. Protokoll

Name:.....

### 1. Elektrolyse von Wasser

|   |      |          |
|---|------|----------|
| ⊖ | BEO: | Volumen: |
| ⊕ | BEO: | Volumen: |

### 2. Nachweis von Wasserstoff

|                                     |
|-------------------------------------|
| BEO:                                |
| Gleichung der Reaktion $H_2$ /Luft: |

### 3. Nachweis von Sauerstoff

|  |
|--|
| BEO:   |
| Gleichung der Reaktion $O_2$ /Holz: $(C_6H_{10}O_5)_n$ : |

### 4. Knallgas

|                                  |
|----------------------------------|
| BEO:                             |
| Gleichung der Knallgasexplosion: |

### 5. Die Zitronenbatterie

|                     |
|---------------------|
| Gemessene Spannung: |
|---------------------|

### 6. Die Trockenbatterie

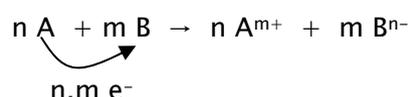
|                     |
|---------------------|
| Gemessene Spannung: |
|---------------------|



# REDOX REACTIONS – ELECTROCHEMISTRY

## E. General

Redox processes are chemical reactions where an electron transfer takes place. The part in which electrons are donated is called OXIDATION, the part in which electrons are received is called REDUCTION:



A is oxidized, B is reduced.

As electrons are exchanged in these reactions, we can imagine that electrical phenomena may be connected with redox reactions.

Indeed, it is possible to gain electrical energy from a spontaneous redox reaction. By putting electrical energy into a chemical system, a redox reaction is forced to occur.

The first case is an example for a **galvanic cell** (battery, accumulator, combustion cell) where a spontaneous redox reaction takes place. The galvanic cell delivers a voltage which, in case of a closed circuit, causes an electric current. The second case is called electrolysis in which a voltage is applied to the electrodes of an electrolysis cell. The current then causes a redox reaction.

## F. Apparatus

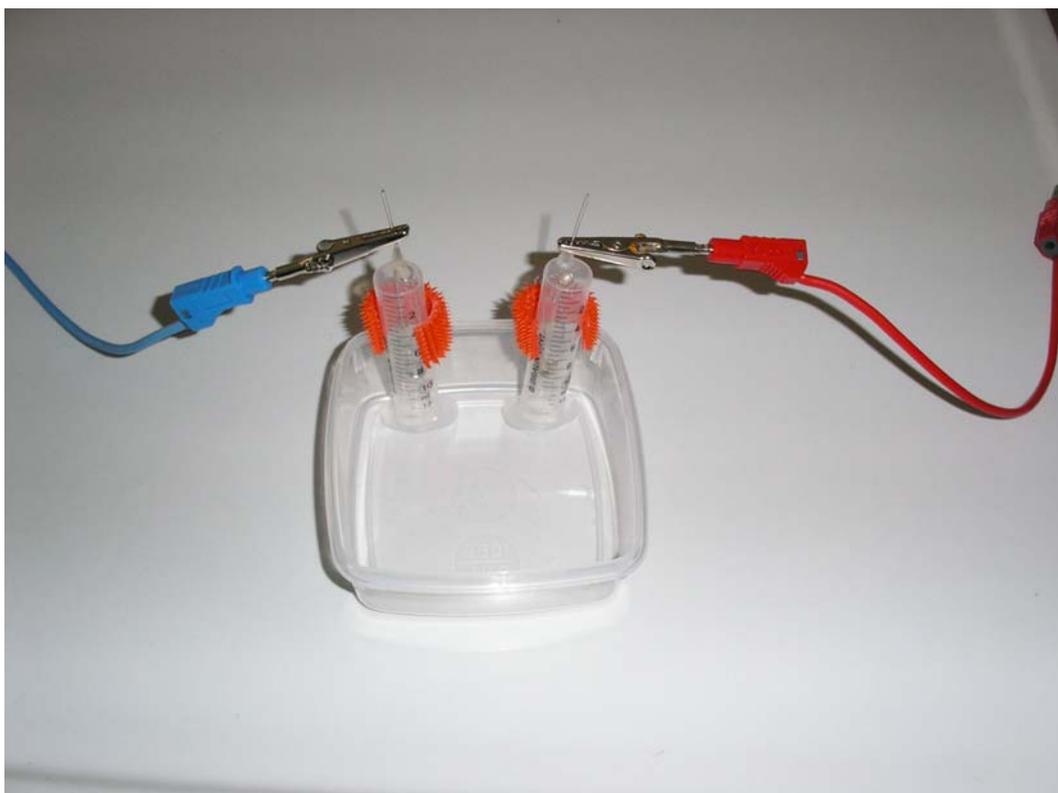
The following devices and chemicals are at hand.

|  |  |
|--|--|
| low cost electrolysis set                                  | 2 cables   |
| plastic bottle with solution of soda                       | 2 croco clamps   |
| lighter  | lemon  |
| wooden splint  | 1 test tube with MnO <sub>2</sub>                        |
| multi meter  | 1 test tube with NH <sub>4</sub> Cl                      |
| aluminium cup (tea candle)                                 | 1 test tube with flour                                   |
| copper wire  | iron nail  |
| zinc rod   | magnesium wire   |
| silver plate   | 0,1 M FeSO <sub>4</sub> in Eppendorf tube                |
| 0,1 M AgNO <sub>3</sub> in Eppendorf tube                  | 0,1 M ZnSO <sub>4</sub> in Eppendorf tube                |
| 0,1 M CuSO <sub>4</sub> in Eppendorf tube                  | 0,1 M MgSO <sub>4</sub> in Eppendorf tube                |
| 1 test tube with 10 mL of H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 6% | 1 test tube with 10 mL H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 2M |
| 1 test tube with 2 mL of KI 3%                             | 1 test tube with KMnO <sub>4</sub> 0,02 M                |
| round filter paper   | abrasive paper   |
| graphite rod   | 1 cell culture test plate                                |
| 2 Pasteur pipettes with grey bulb                          |  |

## G. Procedure

### 9. Electrolysis of water

Fill the solution of soda into the plastic beaker and also into the two syringes of the low cost electrolysis set. The syringes must be full of the solution, no air bubbles should be trapped in the liquid. Adjust the syringes with the retention system (curler with paper clip) and connect the cables with the electrodes (needles fixed to the syringes, also see the picture). Connect the other ends of the cables to the voltage source of your bench. Before closing the circuit ask the supervisor for permission to go ahead.



During electrolysis hydrogen is formed at the cathode and oxygen at the anode, both gases will be examined in the following experiments. For this purpose you should generate 8 ml of hydrogen and 4 ml of oxygen then you may stop electrolysis by disconnecting the circuit. Write your observations into the answer sheet.

### 10. Verification of hydrogen

Hydrogen may be proven through its flammability. Take the syringe with the hydrogen gas, close it with your thumb immediately the open end **upwards**, and have the lighter ready. Now ignite the gas at the opening of the syringe (take away your thumb!).

Write your observations into the answer sheet.

### 11. Verification of oxygen

Oxygen may be proven by using a glowing wooden splint. Take the syringe with the oxygen gas, close it with your thumb the open end **upwards**, and have a glowing splint ready. After removal of the thumb dip the glowing splint into the oxygen gas, not into the liquid.

Write your observations into the answer sheet.

### 12. Generation and verification of detonating gas

This experiment is carried out by the supervisor. He or she will perform a similar electrolysis, the two gases however will be collected on a small dish with in a tenside solution. The bubbles which are filled with a 2:1 mixture of hydrogen and oxygen (detonating gas) will be ignited by the supervisor.

Write your observations into the answer sheet.

### 13. The lemon battery

Build a circuit with following devices: lemon, 2 cables, multi meter, croco-clamps, iron nail, copper wire, and measure the voltage of this „lemon battery“. Connect the copper wire to the positive input of the volt meter.

Write your observations into the answer sheet.

### 14. The dry battery

Place a piece of round filter paper on the bottom of an aluminium cup (tea candle). Then you mix a pulp of manganese dioxide (leave a small amount for the last experiment), the ammonium chloride, the flour and about 4 mL of water, and fill it into the aluminium cup. Stick the graphite rod into the pulp. Now measure the voltage between the graphite and the aluminium with the multi meter (graphite = positive input).

Write your observations into the answer sheet.

### 15. Voltage series of metals

Clean the metal rods, plates or wires with the abrasive paper. Dip the silver plate, the copper wire, the iron nail, and the magnesium wire into each of the solutions you find in the Eppendorf tubes. Observe whether a reaction takes place (change of the surface of the metals). If this is the case, you must clean the piece of metal again (wipe the surface or use the abrasive paper again), before dipping into the next solution.

Write on your answer sheet a „+“, if there is a reaction, a „-“, if not.

## 16. An extraordinary compound

Hydrogen peroxide,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , really is an extraordinary compound. As a pure substance it is extremely unstable. Even in very diluted solutions it is not really stable and will react more or less quickly. In all the following experiments you use a 6% solution of  $\text{H}_2\text{O}_2$  in water.

The reaction ability of  $\text{H}_2\text{O}_2$  is caused by the oxygen in this compound which prefers either to occur in the elemental form ( $\text{O}_2$ ) or like the oxygen in water ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

Therefore  $\text{H}_2\text{O}_2$  will react voluntarily with a lot of compounds:

- $\text{H}_2\text{O}_2$  acts as oxidizer and hence is reduced to  $\text{H}_2\text{O}$ ,
  - $\text{H}_2\text{O}_2$  acts as reducer and hence is oxidized to  $\text{O}_2$ ,
  - $\text{H}_2\text{O}_2$  has no reaction partner and decomposes to give  $\text{H}_2\text{O}$  and  $\text{O}_2$ .
- a) Add to the KI-solution in the test tube about 4 mL of  $\text{H}_2\text{SO}_4$  and then 2 mL of  $\text{H}_2\text{O}_2$ .
- b) Add to the  $\text{KMnO}_4$ - solution in the test tube about 4 mL of  $\text{H}_2\text{SO}_4$  and then 2 mL of  $\text{H}_2\text{O}_2$ .
- c) Add some  $\text{MnO}_2$  to 4 mL of  $\text{H}_2\text{O}_2$ -solution. Dip a glowing wooden splint into the gas above the liquid.

Write your observations into the answer sheet.

H. Answer sheet

Name:.....

### 9. Electrolysis of water

|   |      |         |
|---|------|---------|
| ⊖ | OBS: | volume: |
| ⊕ | OBS: | volume: |

### 10. Verification of hydrogen

|                                       |
|---------------------------------------|
| OBS:                                  |
| Equation for the reaction $H_2$ /air: |

### 11. Verification of oxygen

|  |
|--|
| OBS:   |
| Equation for the reaction $O_2$ /wood $(C_6H_{10}O_5)_n$ : |

### 12. Detonating gas

|  |
|--|
| OBS:   |
| Equation for the reaction of detonating gas: |

### 13. The lemon battery

|                   |
|-------------------|
| Voltage measured: |
|-------------------|

### 14. The dry battery

|                   |
|-------------------|
| Voltage measured: |
|-------------------|



# REDOX REACTIONS – ELECTROCHEMISTRY

## Vocabulary

|                  |                    |                  |                       |
|------------------|--------------------|------------------|-----------------------|
| abrasive paper   | Schleifpapier      | retention system | Haltevorrichtung      |
| combustion       | Verbrennung        | series           | Reihe, Serie          |
| curler           | Lockenwickler      | spontaneous      | freiwillig, spontan   |
| detonating gas   | Knallgas           | surface          | Oberfläche            |
| flammability     | Brennbarkeit       | syringe          | Spritze               |
| flour            | Mehl               | tenside          | Tensid, Waschmittel   |
| input            | Eingang            | to be trapped    | in eine Falle geraten |
| lighter          | Feuerzeug          | to decompose     | zerfallen             |
| oxidizer         | Oxidationsmittel   | to deliver       | liefern               |
| paper clip       | Büroklammer        | to detonate      | explodieren           |
| permission       | Erlaubnis          | to glow          | glühen                |
| phenomenon       | Erscheinung        | to ignite        | anzünden              |
| plate            | Platte, Blech      | to remove        | entfernen             |
| pulp             | Brei               | to take place    | stattfinden           |
| purpose          | Zweck              | transfer         | Übertragung           |
| rank             | Rang               | verification     | Beweis, Nachweis      |
| reaction ability | Reaktionsfähigkeit | voluntarily      | spontaneous           |
| reducer          | Reduktionsmittel   | wooden splint    | Holzspan              |

The words you find in fields with grey background are very important therefore you should learn them for your English lessons.

# ALLGEMEINE EIGENSCHAFTEN ORGANISCHER VERBINDUNGEN

## A. Allgemeines

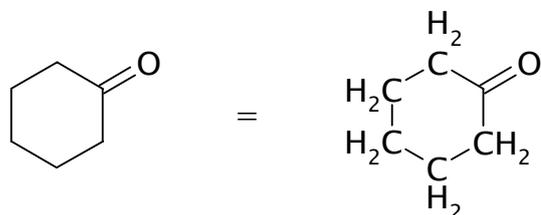
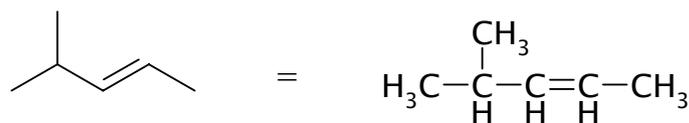
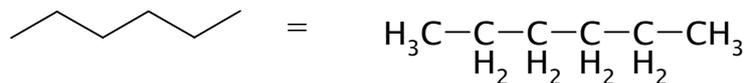
Die organische Chemie ist laut Definition die Chemie der Kohlenstoffverbindungen, wobei die Kohlenstoffoxide und die Carbonate (Salze der Kohlensäure) ausgenommen sind.

Die Gründe für das Herausstreichen eines Teilgebietes der Chemie, das einem Element gewidmet ist, sind vielfältig:

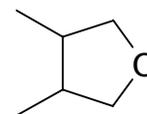
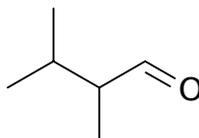
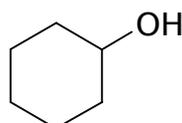
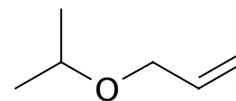
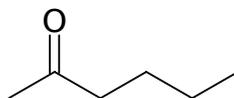
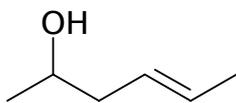
- Historisch bedingt: Die Unterschiede in der Chemie der Lebewesen und der Chemie der toten Materie sind seit mehr als 200 Jahren bekannt.
- Bedingt durch die Eigenschaften: Die Kohlenstoffchemie ist eine Chemie der Moleküle, organische Verbindungen unterscheiden sich in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften von denen der anorganischen Chemie, die sich mehr mit Ionenverbindungen (Salze) befasst.
- Bedingt durch die Zahl der Verbindungen: Man kennt heute etwa 20 Millionen Reinstoffe, von denen mehr als 80% organische Verbindungen sind.

Für die große Zahl von Verbindungen gibt es vor allem zwei Gründe:

- 1) Kohlenstoffatome können mit sich selbst stabile Bindungen eingehen und dadurch Ketten und Ringe bilden:



2) Zu einer Summenformel, z.B.  $C_6H_{12}O$ , kann es verschiedene Strukturen, also Anordnungen der Atome geben, wie:



Man bezeichnet dieses Phänomen als **Isomerie**. **Isomere** sind Stoffe mit derselben Summenformel aber unterschiedlicher Strukturformel.

Mit den folgenden theoretischen und praktischen Aufgaben sollst du die ersten Schritte in das Reich der organischen Chemie machen. Für das theoretische Arbeiten wirst du einen Computer mit Internetzugang (im Chemiesaal, zu Hause) brauchen, für die praktischen Aufgaben benötigst du:

|    | Geräte                        |   | Chemikalien                    |
|----|-------------------------------|---|--------------------------------|
| 1  | Reagenzglasgestell            | 1 | Pulvergefäß mit Palmitinsäure  |
| 12 | Leere, trockene Reagenzgläser | 1 | Pulvergefäß mit Kochsalz       |
| 1  | Spatel                        | 1 | Pulvergefäß mit Calciumchlorid |
| 2  | Pasteurpipetten mit Sauger    | 1 | Tropfflasche mit Ethanol       |
| 1  | Uhrglas                       | 1 | Tropfflasche mit Heptan        |
| 1  | Reagenzglashalter             | 1 | Reagenzglas mit Saccharose     |
| 1  | MgO-Stäbchen                  | 1 | Reagenzglas mit Hexan          |
| 1  | Abfallbehälter                | 1 | Reagenzglas mit Zinklinsen     |
| 1  | Brenner                       | 1 | Reagenzglas mit Toluol         |
| 1  | Paket Zünder                  | 1 | Spritzflasche mit Deionat      |
| 1  | Küchenrolle                   |   |                                |
| 1  | Schutzbrille/eigene Brille    |   |                                |
| 1  | Schutzscheibe                 |   |                                |
| 1  | Haargummi für längere Haare   |   |                                |

## B. Arbeitsvorschrift

### 1. Aufgabe: Geruchstest

Die Chemikalien und Geräte für dieses Experiment findest du im Abzug. Es sind dies 6 große nummerierte Reagenzgläser mit etwa 10 mL je einer organischen Flüssigkeit mit mehr oder weniger starkem Geruch. Du sollst mit jeder Probe einen Geruchstest vornehmen.

Dabei entfernst du den Stopfen und fächerst dir mit der Hand den Stoff aus einiger Entfernung zur Nase. Solltest du noch nichts riechen, kannst du mit der Nase näher an das Reagenzglas heran kommen.

Noch ein Tipp: Mache nach jedem Geruchstest wenigstens eine Minute Pause, damit du die Nase wieder frei bekommst.

Notiere die Geruchseindrücke im Protokoll, verwende dabei die Ausdrücke *stechend, unangenehm, sehr übel, angenehm, sehr angenehm* in Verbindung mit „*riecht ähnlich wie.....*“.

Trage ganz zum Ende des Experimentes die Namen und Formeln der 6 Substanzen vom Kärtchen in dein Protokoll ein.

### 2. Aufgabe: Flüchtigkeit

Fülle in 4 Reagenzgläser je 1 cm hoch Palmitinsäure, Calciumchlorid, Natriumchlorid und Saccharose ein. Erhitze vorsichtig mit Hilfe des Brenners bis eine deutliche Veränderung im Aussehen der Festkörper auftritt.

Schreibe deine Beobachtungen in das Protokollblatt und vervollständige den Lückentext. Zeichne auch die Strukturformeln von Palmitinsäure und Saccharose in die dafür vorgesehenen Kästchen.

### 3. Aufgabe: Löslichkeit

**Während dieses Versuches muss der Brenner abgedreht sein!**

Gib einige Kristalle Palmitinsäure bzw. Natriumchlorid in je ein Reagenzglas. Fülle auch etwa 1 mL Ethanol bzw. Hexan in je zwei andere Reagenzgläser. Gib nun zu allen RG ungefähr 5 mL Deionat zu und schüttele. Beobachte, ob sich die Stoffe lösen und trage in das Protokollblatt ein.

Wiederhole den Versuch (jetzt musst du trockene RG verwenden) mit Heptan als möglichem Lösungsmittel.

Vervollständige auf dem Protokollblatt auch den Lückentext.

#### 4. Aufgabe: Dichte

Fülle in vier Reagenzgläser je ca. 5 mL Wasser und gib einige Kristalle Palmitinsäure, eine Zinklinse, einige Kristalle Natriumchlorid und 1 mL Heptan zu.

Notiere im Protokoll, wo die Stoffe in Bezug auf Wasser anzutreffen sind (oben, unten). Trage auch deine Schlussfolgerungen bezüglich der Dichte der Stoffe und die tatsächliche Dichte (Internet) in das Protokollblatt ein.

#### 5. Aufgabe: Brennbarkeit

Die in diesem Experiment verwendeten Chemikalien sind: Palmitinsäure, Natriumchlorid, Heptan, Calciumchlorid und Toluol.

Bringe wenige Kristalle der Festkörper bzw. 1 mL der Flüssigkeiten auf ein Uhrglas (das du nach jedem Experiment reinigen musst). Tauche das MgO-Stäbchen in die Stoffe ein (bei den Festkörpern hilft Befeuchten des Stäbchens, dann haften einige Kristalle) und halte das Stäbchen kurz in die Brennerflamme. Entferne es wieder und beobachte, ob und wie die Substanz weiter brennt.

Notiere deine Beobachtungen und Schlussfolgerungen im Protokollblatt.

#### 6. Aufgabe: Isomerie

Mach diese Aufgabe als Letzte. Solltest du dazu in der Schule nicht mehr kommen, kannst du sie auch zu Hause alleine machen (eventuell vor dem Praktikumstag).

Finde zur Summenformel  $C_5H_{10}O_2$  vier verschiedene Strukturen, die zueinander isomer sind. Bedenke dabei, dass C-Atome immer vier, O-Atome immer zwei und H-Atome immer eine Bindung(en) eingehen.

Verwende zur Darstellung der Strukturen die Formelschreibweise, die du in der allgemeinen Einleitung kennen gelernt hast.

**Protokollblatt**

Name:.....

Gruppe:.....

**1. Aufgabe: Geruch**

|                 |          |          |          |
|-----------------|----------|----------|----------|
| <b>Substanz</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> |
| <b>Name</b>     |          |          |          |
| <b>Formel</b>   |          |          |          |
| <b>Geruch</b>   |          |          |          |
| <b>Substanz</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> |
| <b>Name</b>     |          |          |          |
| <b>Formel</b>   |          |          |          |
| <b>Geruch</b>   |          |          |          |

**2. Aufgabe: Flüchtigkeit**

|  |                      |                       |                      |                   |
|--|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|
| <b>Substanz</b>  | <b>Palimitnsäure</b> | <b>Calciumchlorid</b> | <b>Nariumchlorid</b> | <b>Saccharose</b> |
| <b>Beobachtung</b>   |                      |                       |                      |                   |
| Generell ist der Schmelzpunkt von organischen Verbindungen.....<br>Als der von anorganischen Stoffen. Manchmal können sich organische Stoffe<br>vor dem Schmelzen (Verdampfen) chemisch..... |                      |                       |                      |                   |

|                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| <b>Palmitinsäure</b> | <b>Saccharose</b> |
|----------------------|-------------------|

### 3. Aufgabe: Löslichkeit

| Substanz            | Palmitinsäure | Hexan | Natriumchlorid | Ethanol |
|---------------------|---------------|-------|----------------|---------|
| Verhalten in Wasser |               |       |                |         |
| Verhalten in Heptan |               |       |                |         |

In vielen Fällen sind organische Verbindungen in Wasser ....., anorganische hingegen.....  
Dafür sind viele organische Verbindungen in unpolaren organischen Lösungsmitteln .....

### 4. Aufgabe: Dichte

| Substanz            | Palmitinsäure | Heptan | Natriumchlorid | Zink |
|---------------------|---------------|--------|----------------|------|
| Wo?                 |               |        |                |      |
| geschätzte Dichte   |               |        |                |      |
| tatsächliche Dichte |               |        |                |      |

### 5. Aufgabe: Brennbarkeit

| Substanz   | Palmitin-<br>säure | Calcium-<br>chlorid | Heptan | Natrium-<br>chlorid | Toluen |
|--|--------------------|---------------------|--------|---------------------|--------|
| brennbar<br>JA/NEIN                              |                    |                     |        |                     |        |
| Aussehen<br>der<br>Flamme                        |                    |                     |        |                     |        |
| Nahezu alle organischen Verbindungen sind .....  |                    |                     |        |                     |        |
| Die meisten anorganischen Verbindungen sind..... |                    |                     |        |                     |        |

### 6. Aufgabe: Isomere von $C_5H_{10}O_2$

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |

# GENERAL PROPERTIES OF ORGANIC COMPOUNDS

## A. General

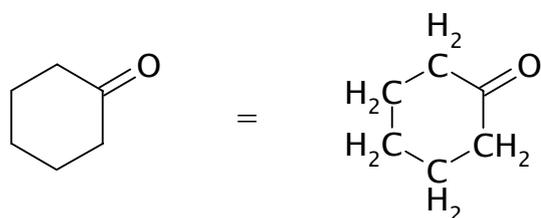
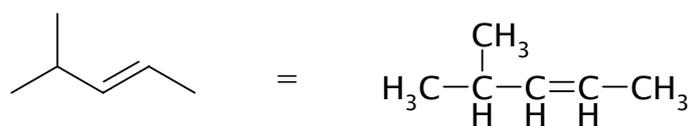
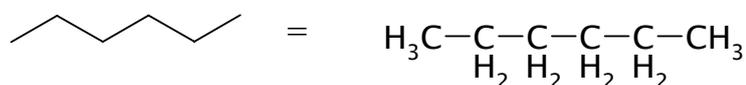
Organic chemistry by definition is the chemistry of carbon containing compounds, where carbon oxides and carbonates (salts of carbonic acid) are excluded.

There are a lot of reasons for emphasizing a part of chemistry which is dedicated to only one element:

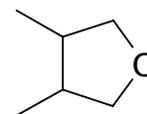
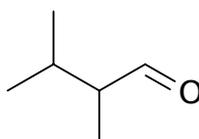
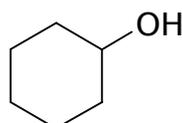
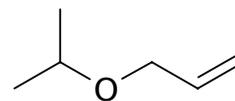
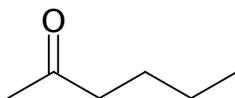
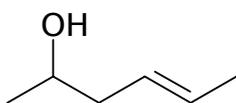
- Historical reason: The difference between the chemistry of living creatures and the one of dead matter is well known for over 200 years.
- Reason due to properties: The chemistry of carbon is a chemistry of molecules, therefore organic substances differ in their physical and chemical properties significantly from compounds of inorganic chemistry which preferentially deals with ionic substances (salts).
- Reason due to the number of compounds: Over 20 millions of pure compounds are known to the scientists, more than 80% of them being organic substances.

There are two important reasons for the huge number of organic compounds:

- 3) Carbon atoms may form stable bonds with itself, thus building chains and rings:



- 4) Having a given sum formula, e.g.  $C_6H_{12}O$ , several different structures, and therefore different compounds with different properties are possible:



This phenomenon is called isomerism. Isomers are substances with the same sum formula but different structural formula.

Solving the following theoretical and practical tasks you will step into the area of organic chemistry. For your theoretical work you will need a computer (at home, at school), for your practical work you need:

|    | <b>apparatus</b>           |   | <b>chemicals</b>             |
|----|----------------------------|---|------------------------------|
| 1  | test tube rack             | 1 | bottle with palmitic acid    |
| 12 | empty and dry test tubes   | 1 | bottle with kitchen salt     |
| 1  | spatula                    | 1 | bottle with calcium chloride |
| 2  | Pasteur pipettes with bulb | 1 | dropping bottle with ethanol |
| 1  | watch glass                | 1 | dropping bottle with heptane |
| 1  | test tube holder           | 1 | test tube with saccharose    |
| 1  | MgO-rod                    | 1 | test tube with hexane        |
| 1  | waste glass                | 1 | test tube with zinc lentils  |
| 1  | burner                     | 1 | test tube with toluene       |
| 1  | box of matches             | 1 | bottle with deionised water  |
| 1  | kitchen roll               |   |                              |
| 1  | goggles                    |   |                              |
| 1  | safety screen              |   |                              |
| 1  | hair tie for long hair     |   |                              |

## B. Procedure

### 1<sup>st</sup> Task: Odour test

The chemicals and apparatus for this test are located in the hood. There are six big and numbered test tubes each of them containing about 10 mL of an organic liquid with more or less strong odour. You should perform an odour test with each of the samples.

Doing this you remove the stopper and you smoothly fan the gas from some distance to your nose. If you don't smell anything you may come nearer to the test tube.

An additional hint: take a break for at least one minute after each smelling test, in order to free your nose from the recent odour.

Write your smell impressions into the answer sheet using the words "*pungent*", "*unpleasant*", "*very foul*", "*pleasant*", "*very pleasant*" in connection with "*smells like.....*".

At the end of the experiments you should enter the names and formulae of the six substances from the card into the answer sheet.

### 2<sup>nd</sup> Task: Volatility

Fill into each of four test tubes 1 cm of palmitic acid, calcium chloride, sodium chloride and saccharose. Using the burner heat up until a significant change in the appearance of the solids takes place.

Write your observations into the answer sheet and complete the gaps in the text. Also draw the structural formulae of palmitic acid and saccharose into the supplied boxes.

### 3<sup>rd</sup> Task: Solubility

**During this experiment the burner must be turned off!**

Place some crystals of palmitic acid and sodium chloride into a test tube each. In two other test tubes you pour about 1 mL of ethanol and hexane. Add to each of these test tubes 5 mL of deionized water and shake well. Observe whether the substances dissolve and write your observations on the answer sheet.

Repeat the experiment with dry test tubes and hexane instead of deionized water as a solvent.

Complete the gaps in the text on your answer sheet.

#### **4<sup>th</sup> Task: Density**

Fill 5 mL of water into each of four test tubes and add to the first test tube some crystals of palmitic acid, to the second a zinc lentil, to the third some crystals of sodium chloride and to the fourth 1 mL of heptane.

Note on your answer sheet where the substances are found in respect to water (at the bottom, at the surface). Write your conclusions concerning the density of the materials and the real densities (internet) on your answer sheet.

#### **5<sup>th</sup> Task: Flammability**

The chemicals involved in this experiment are: palmitic acid, sodium chloride, heptane, calcium chloride and toluene.

Place some crystals of the solids or 1 mL of the liquids on to a watch glass (which you have to clean after each test). Dip the MgO-rod into the substances (in case of solids it will help to wet the rod, then the crystals will glue to it) and bring the rod into the flame. Remove the rod more or less immediately and watch whether the substance continues burning.

Write your observations and conclusions on your answer sheet.

#### **6<sup>th</sup> Task: Isomerism**

This task should be your last one. If you don't manage to do that at school you may solve the problem at home (even before the lab day).

Find four isomeric structures with the sum formula  $C_5H_{10}O_2$ .

Keep in mind that C-atoms form four bonds, O-atoms two bonds, and H-atoms one bond. To show the formulae use the depiction of structural formulae you have seen on the first page.

**Answer sheet**

**Name:**.....

**Group:**.....

**1<sup>st</sup> Task: Odour test**

|                  |          |          |          |
|------------------|----------|----------|----------|
| <b>substance</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> |
| <b>name</b>      |          |          |          |
| <b>formula</b>   |          |          |          |
| <b>odour</b>     |          |          |          |
| <b>substance</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> |
| <b>name</b>      |          |          |          |
| <b>formula</b>   |          |          |          |
| <b>odour</b>     |          |          |          |

**2<sup>nd</sup> Task: Volatility**

|  |                      |                         |                        |                   |
|--|----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------|
| <b>substance</b>   | <b>palimitc acid</b> | <b>calcium chloride</b> | <b>sodium chloride</b> | <b>saccharose</b> |
| <b>observation</b>   |                      |                         |                        |                   |
| In general the melting point of organic substances is ..... compared to that of inorganic substances.<br>Sometimes organic materials may .....before melting or boiling. |                      |                         |                        |                   |

|               |            |
|---------------|------------|
| palmitic acid | saccharose |
|---------------|------------|

### 3<sup>rd</sup> Task: Solubility

| substance             | palmitic acid | hexane | calcium chloride | ethanol |
|-----------------------|---------------|--------|------------------|---------|
| reaction with water   |               |        |                  |         |
| reaction with heptane |               |        |                  |         |

In many cases organic compounds are ..... in water, inorganic compounds however are .....

Consequently many organic compounds are ..... In non polar organic solvents.

### 4<sup>th</sup> Task: Density

| substance         | palmitic acid | heptane | sodium chloride | zinc |
|-------------------|---------------|---------|-----------------|------|
| up/down           |               |         |                 |      |
| estimated density |               |         |                 |      |
| real density      |               |         |                 |      |

### 5<sup>th</sup> Task: Flammability

| substance               | palmitic acid | calcium chloride | heptane | sodium chloride | toluene |
|-------------------------|---------------|------------------|---------|-----------------|---------|
| flammable yes/no        |               |                  |         |                 |         |
| appearance of the flame |               |                  |         |                 |         |

Near all the organic compounds are .....

The majority of inorganic compounds is.....

### 6<sup>th</sup> Task: Isomerism of C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O<sub>2</sub>

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |

# GENERAL PROPERTIES OF ORGANIC COMPOUNDS

## Vocabulary

|              |              |              |          |
|--------------|--------------|--------------|----------|
| bond         | Bindung      | pungent      | stechend |
| dead matter  | tote Materie | recent       | letzter  |
| density      | Dichte       | stable       | stabil   |
| flammability | Brennbarkeit | to dedicate  | widmen   |
| odour        | Geruch       | to emphasize | betonen  |
| phenomenon   | Erscheinung  | to fan       | fächeln  |
| property     | Eigenschaft  | waste        | Abfall   |

The words you find in fields with grey background are very important therefore you should learn them for your English lessons.

# QUANTITATIVE BESTIMMUNG VON ZITRONENSÄURE IN ZITRUSFRÜCHTEN DURCH NEUTRALISATIONSTITRATION

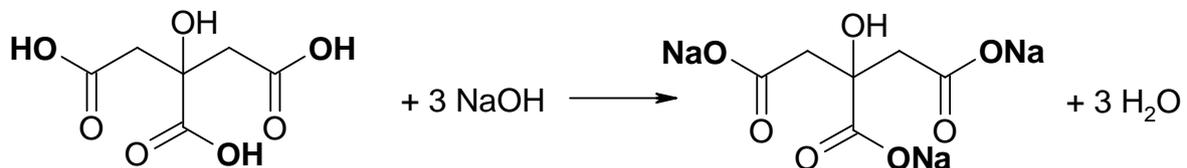
## A. Allgemeines

Alle lebenden Zellen enthalten Zitronensäure. In größeren Mengen kommt Zitronensäure, allerdings neben anderen organischen Säuren, in Zitrusfrüchten vor. Die Strukturformel dieser Tricarbonsäure ist zusammen mit der Molmasse in der unten angeschriebenen Gleichung gegeben.

In diesem Experiment soll der Zitronensäuregehalt von natürlichen Fruchtsäften bestimmt werden. Dazu sind folgende Schritte vorgesehen:

- Bestimmung des Titrationsäquivalents für die ausgegebene Natronlauge.
- Einwage und Verdünnung des durch Auspressen erhaltenen Saftes (Zitronen, Orangen, Grapefruit).
- Bestimmung des Titrationsvolumens NaOH für den Saft.
- Berechnung des Zitronensäuregehalts.

Bei einer Neutralisationstitration werden die von der Säure frei gesetzten  $H^+$ -Ionen durch  $OH^-$  zu  $H_2O$  umgesetzt (oder umgekehrt). Der Äquivalenzpunkt (genau die gleiche Menge  $H^+$ -Ionen wie  $OH^-$ -Ionen) wird durch den Umschlag eines Säure-Base-Indikators (siehe auch Laboraufgabe 3. Klasse: „Bestimmung des Essigsäuregehalts in Speiseessig“) angezeigt. In unserem Fall lautet die richtige Reaktionsgleichung (reagierende Gruppen der Säure sind **fett** gezeichnet):



$$M = 192,1 \text{ g/mol}$$

Es werden also 3 mol NaOH für 1 mol Zitronensäure verbraucht. Aus dem Verbrauch der NaOH mit bekannter Konzentration könnte man also den Gehalt an Zitronensäure berechnen. Hier gehen wir allerdings anders vor. Man titriert mit NaOH (deren Konzentration nur ungefähr als 0,01 mol/L) bekannt ist, zuerst eine Zitronensäurelösung mit bekannter Konzentration und berechnet sehr einfach ein Titrationsäquivalent:

$$1 \text{ mL NaOH} \triangleq x \text{ g Zitronensäure}$$

Der Verbrauch der NaOH für den Fruchtsaft erlaubt dann eine sehr einfache Berechnung des Zitronensäuregehalts im Fruchtsaft. Man muss dann nur noch auf die Verdünnungsschritte achten.

## B. Arbeitsvorschrift

Für das praktische Arbeiten benötigst du folgende Geräte und Chemikalien:

|   | Geräte                      |   | Chemikalien                                       |
|---|-----------------------------|---|---|
| 1 | 25 mL Bürette               | 1 | Plastiktropfflasche (voll) NaOH, 0,01 M           |
| 1 | Stativ mit Bürettenklemme   | 1 | Fläschchen mit 40 mL H <sub>3</sub> Zit, 1,00 g/L |
| 1 | Marmeladeglas (ohne Deckel) | 1 | Plastiktropfflasche mit PTL                       |
| 2 | Titrierkolben               |   |   |
| 2 | 10 mL Vollpipette           |   |   |
| 1 | 100 mL Maßkolben            |   |   |
| 1 | Peleusball                  |   |   |
| 1 | Zitronenpresse              |   |   |
| 1 | 50 mL Plastikbecher         |   |   |

Pipettiere 10,0 mL der Zitronensäurelösung (1,00 g/L) in einen Titrierkolben, setze 50 mL Wasser und drei Tropfen Phenolphthalein-Indikatorlösung zu. Titriere jetzt mit der NaOH ( $c \approx 0,01 \text{ mol/L}$ ) aus der 25 mL-Bürette bis zum Umschlag auf ein zartes Rosa (=  $V_1$ ). Wiederhole die Bestimmung mit einer zweiten 10 mL-Portion (=  $V_2$ ). Berechne einen Mittelwert  $V_{m12}$  und daraus das Titrationsäquivalent. Trage alle Werte in das Protokollblatt ein.

Presse eine Zitrusfrucht aus und sammle den durch ein Teesieb geschütteten Saft in einem 50 mL-Plastikbecher. Wäge etwa 6 g des Saftes genau in einen 100 mL-Maßkolben ein und notiere den exakten Wert ( $m_{\text{SAFT}}$ ) auf 0,01 g genau. Fülle den Kolben auf 100 mL auf und mische gut durch. Entnimm jetzt mit einer frischen Vollpipette 10,0 mL des verdünnten Saftes und pipettiere in einen Titrierkolben. Setze wieder 50 mL Wasser und 3 Tropfen PTL-Lösung zu und titriere wieder mit der NaOH auf den Rosaton (=  $V_3$ ). Wiederhole die Bestimmung noch zwei Mal (=  $V_4, V_5$ ).

Berechne den Mittelwert der drei Bestimmungen  $V_{m345}$  und daraus mit Hilfe des Titrationsäquivalents den **Gehalt an Zitronensäure im ursprünglichen Saft in %**. Fülle das Protokollblatt entsprechend aus (Berechnung zeigen!).

Als Fleißaufgabe kannst du (freiwillig) aus  $V_{m345}$  unter der Annahme, dass die NaOH die genaue Konzentration 0,010 mol/L besitzt ohne das Titrationsäquivalent den Zitronensäuregehalt berechnen. Benutze dazu die Formel  $c = n/V$ , die Reaktionsgleichung und die Molmasse.

### C. Protokoll

Name:..... Gruppe:.....

Titrationäquivalent:

|           |         |  |
|-----------|---------|--|
| $V_1 =$   | $V_2 =$ | $V_{m12} =$  |
| Rechnung: |         | <p>1 mL NaOH</p> <p><math>\triangleq</math></p> <p>.....g H<sub>3</sub>Zit</p> |

Zitronensäuregehalt des Saftes:

|                                     |         |         |                     |
|-------------------------------------|---------|---------|---------------------|
| Gewählte Zitrusfrucht:              |         |         | $m_{\text{Saft}} =$ |
| $V_3 =$                             | $V_4 =$ | $V_5 =$ | $V_{m345} =$        |
| Rechnung:                           |         |         |                     |
| m (Zitronensäure) im Titrierkolben: |         |         |                     |
| m (Zitronensäure) im Maßkolben:     |         |         |                     |
| % (Zitronensäure) im Saft:          |         |         |                     |

# QUANTITATIVE DETERMINATION OF CITRIC ACID IN CITRUS FRUITS BY NEUTRALISATION TITRATION

## A. General

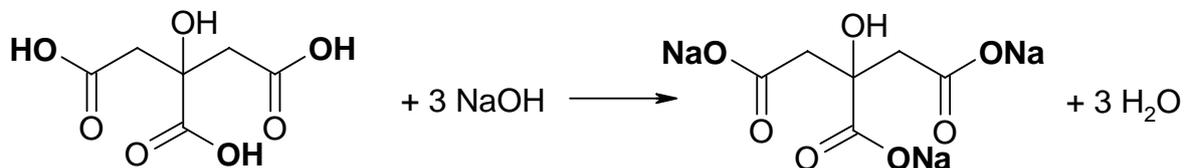
All living cells contain citric acid. In citrus fruits citric acid appears apart from other organic acids in higher amounts. The structural formula of this tricarboxylic acid together with its molar mass is given in the equation below.

In this experiment the citric acid content of juices is measured. For this purpose you will execute the following steps:

- Determination of the titration equivalent of the given sodium hydroxide solution.
- Weighing and dilution of the juice gathered by pressing out the fruits (lemons oranges, grape fruits).
- Measurement of the titration volume NaOH for the juice.
- Calculation of the citric acid content.

In a neutralisation titration the  $H^+$ -ions coming from an acid are converted to  $H_2O$  by  $OH^-$  ions (or vice versa). The equivalent point (same amounts of  $H^+$ -ions and  $OH^-$  ions) is indicated by a colour change of a certain dye ("indicator", also see the lab task from last year: „Bestimmung des Essigsäuregehalts in Speiseessig“).

In our case the balanced reaction equation runs as follows (reacting groups of the acid are indicated in bold letters):



$$M = 192,1 \text{ g/mol}$$

3 mol of NaOH are necessary to neutralise 1 mol of citric acid. Using the titration volume of the NaOH-solution with a known concentration it is possible to calculate the amount of citric acid.

In this case however we proceed as follows. A citric acid solution with a known mass concentration is titrated with the NaOH-solution with a concentration of approximately 0.01 mol/L. From the consumption of NaOH it is possible to calculate a titration equivalent:

$$1 \text{ mL NaOH} \triangleq x \text{ g citric acid}$$

From the titration volume of NaOH for the juice you may calculate its citric acid content. But you have to take the dilution steps into account!

## B. Procedure

For the experiments the following apparatus and chemicals are at hand:

|   | apparatus                  |   | chemicals  |
|---|----------------------------|---|--|
| 1 | 25 mL burette              | 1 | plastic dropping bottle with 100 mL NaOH, 0,01 M       |
| 1 | stand with a burette clamp | 1 | plastic bottle with 40 mL H <sub>3</sub> Zit, 1.00 g/L |
| 1 | waste glass                | 1 | plastic dropping bottle with PTL                       |
| 2 | titration flasks           |   |  |
| 2 | 10 mL volumetric pipette   |   |  |
| 1 | 100 mL measuring flask     |   |  |
| 1 | Peleus ball                |   |  |
| 1 | press for fruits           |   |  |
| 1 | 50 mL plastic beaker       |   |  |

Pipette 10.0 mL of the citric acid solution (1.00 g/L) into a titration flask, add 50 mL of water and three droplets of phenolphthalein-indicator. Now titrate with NaOH ( $c \approx 0.01$  mol/L) using the 25 mL-burette until the colour changes to a faint pink (=  $V_1$ ). Repeat this determination with a second 10.0 mL-portion (=  $V_2$ ). Calculate a mean value  $V_{m12}$  and the titration equivalent. Write all the values into the boxes on the answer sheet.

Press out a citrus fruit and collect the juice filtered with a tea strainer in a 50 mL beaker. Weigh about 6 g of the juice in a 100 mL-measuring flask and write down the exact value to two significant figures ( $m_{\text{JUICE}}$ ). Fill the flask to the mark and shake well.

Take out 10.0 mL of the diluted juice and pipette into a titration flask, add 50 mL of water and three droplets of phenolphthalein-indicator. Now titrate with NaOH ( $c \approx 0.01$  mol/L) using the 25 mL-burette until the colour changes to a faint pink (=  $V_3$ ). Repeat the procedure twice (=  $V_4, V_5$ ).

Calculate a mean value  $V_{m345}$  and then the citric acid content in the original sample of juice in % using the titration equivalent. Fill the boxes on the answer sheet with the corresponding data (show your calculations).

As an optional task you may calculate the citric acid content from  $V_{m345}$  without the titration equivalent assuming that the exact concentration of the NaOH is  $c = 0.010$  mol/L. Use the formula  $c = n/V$ , the balanced reaction equation and the molar mass of citric acid.

C. Protocol

Name:..... Group:.....

Titration equivalent:

|              |         |  |
|--------------|---------|--|
| $V_1 =$      | $V_2 =$ | $V_{m12} =$  |
| Calculation: |         | <p>1 mL NaOH</p> <p><math>\triangleq</math></p> <p>.....g H<sub>3</sub>Zit</p> |

Citric acid content of the juice:

|   |         |         |                      |
|---|---------|---------|----------------------|
| Citrus fruit chosen:                    |         |         | $m_{\text{JUICE}} =$ |
| $V_3 =$                                 | $V_4 =$ | $V_5 =$ | $V_{m345} =$         |
| Calculation:                            |         |         |                      |
| m (citric acid) in the titration flask: |         |         |                      |
| m (citric acid) in the measuring flask: |         |         |                      |
| % (citric acid) in the juice:           |         |         |                      |

# QUANTITATIVE DETERMINATION OF CITRIC ACID IN CITRUS FRUITS BY NEUTRALISATION TITRATION

## Vocabulary

|               |                |                     |   |
|---------------|----------------|---------------------|---|
| approximately | ungefähr       | purpose             | Zweck                                   |
| bold letters  | Fettbuchstaben | significant figures | aussagende<br>Dezimalstellen            |
| citrus fruits | Zitrusfrüchte  | tea strainer        | Teesieb                                 |
| consumption   | Verbrauch      | to balance          | ausgleichen,<br>abstimmen               |
| content       | Gehalt, Inhalt | to consume          | verbrauchen                             |
| determination | Bestimmung     | to contain          | enthalten                               |
| dilution      | Verdünnung     | to convert          | umwandeln                               |
| dye           | Farbstoff      | to correspond       | in Verbindung treten,<br>übereinstimmen |
| equation      | Gleichung      | to dilute           | verdünnen                               |
| faint         | schwach        | to execute          | durchführen                             |
| flask         | Kolben         | to gather           | sammeln                                 |
| mean value    | Mittelwert     | to indicate         | anzeigen                                |
| optional task | Fleißaufgabe   | vice versa          | umgekehrt                               |

The words you find in fields with grey background are very important therefore you should learn them for your English lessons.

# THEORETISCHE ÜBUNGEN

## A. Allgemeines

Die Erkenntnisse in den Naturwissenschaften beruhen auf der einen Seite auf Versuchen, in denen Naturvorgänge unter kontrollierbaren und reproduzierbaren Bedingungen beobachtet werden. Auf der anderen Seite müssen die Versuchsergebnisse mathematisch aufgearbeitet werden. Auf diese Weise kommt man zu einer theoretischen Erklärung eines Naturphänomens. Es ist daher in Biologie, Chemie und Physik notwendig

- Experimente sorgfältig durchzuführen und
- mit Hilfe mathematischer Methoden quantitative Aussagen zu treffen.

In diesem Laborbeispiel soll die theoretische Betrachtung von naturwissenschaftlichen Phänomenen im Vordergrund stehen. Es werden die Teilgebiete „stöchiometrisches Rechnen“, „chemische Gleichungen“ und „Summen- und Strukturformel“ behandelt.

Zunächst erfährst du die Rechenanleitungen, im Protokollblatt stehen dann die Aufgaben. Dieses Protokollblatt erhältst du erst am Labortag und da beginnst du mit deinem Partner die Aufgaben, die du dann zu Hause abschließen kannst, solltest du nicht fertig werden.

## B. Rechenanleitungen

### 1. Stoffmenge, Stoffmasse, Dichte, Konzentration

In diesem Abschnitt werden die folgenden mathematischen Zusammenhänge verwendet:

$$n = \frac{m}{M} \quad \rho = \frac{m}{V} \quad c = \frac{n}{V}$$

$n$  = Stoffmenge; Einheit 1 mol (=  $6,023 \cdot 10^{23}$  Teilchen)

$m$  = Stoffmasse; Einheit 1 kg, hier gebräuchlich 1 g

$V$  = Volumen; Einheit 1 m<sup>3</sup>, hier gebräuchlich 1 cm<sup>3</sup> = 1 mL bzw. 1 dm<sup>3</sup> = 1 L)

$c$  = Stoffmengenkonzentration; Einheit 1 mol/L

$M$  = Molmasse; Einheit 1 g/mol (wird mit Hilfe der Atommassen aus dem PSE berechnet)

$\rho$  = Dichte; Einheit 1 kg/m<sup>3</sup>, hier gebräuchlich 1 g/mL bzw. 1 kg/L

Verwende die Formeln unter Beachtung der Einheiten auf die Aufgaben im Protokollblatt.

## 2. Reaktionsgleichungen

Chemiker beschreiben Prozesse durch eine eigene Symbolik in Form einer chemischen Gleichung. In dieser findet man **Formeln**, **Plus**-Zeichen und einen **Reaktionspfeil**. Vor den Formeln stehen **Zahlen**, wobei „1“ nicht geschrieben wird.

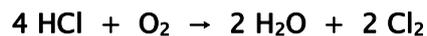
Dabei bedeuten

- Die **Formeln**: Kurzbeschreibung von Stoffen
- Die **Zahlen** vor den Formeln: Anzahl der Mol (Stoffmenge)
- **Plus**-Zeichen: es handelt sich um eine Mischung
- der **Pfeil**: Ablauf der Reaktion

Eine chemische Gleichung ist dann **abgestimmt**, wenn das 1. Chemische Grundgesetz erfüllt ist:

*„Die Gesamtmasse aller beteiligten Stoffe bleibt bei einer chemischen Reaktion konstant“*

Man erkennt dies ganz leicht daran, dass alle Atome, die links vom Pfeil stehen, auch rechts vom Pfeil stehen müssen. Ein Beispiel:



In Worten:

4 mol Chlorwasserstoff reagieren mit 1 mol Sauerstoff zu 2 mol Wasser und 2 mol Chlor.

Massenbilanz:  $4 \cdot 36,5 \text{ g} + 1 \cdot 32 \text{ g} = 178 \text{ g} = 2 \cdot 18 \text{ g} + 2 \cdot 71 \text{ g}$

Atombilanz: links:  $4 \cdot \text{H} + 4 \cdot \text{Cl} + 2 \cdot \text{O}$       rechts:  $4 \cdot \text{H} + 4 \cdot \text{Cl} + 2 \cdot \text{O}$

Beim Abstimmen einer Reaktionsgleichung darf an den vorhandenen Formeln nichts verändert werden. Nur die Stoffmenge (Anzahl Mol, Zahl **vor** den Formeln) darf verändert werden.

## 3. Stöchiometrische Rechnungen

Kombiniert man nun die Berechnungsmethoden von Punkt B.1. mit der Abstimmung von Reaktionsgleichungen (B.2.), so kann man „stöchiometrische Berechnungen“ (= Umsatzberechnungen durchführen).

Ein Beispiel:

Zur Gewinnung von Eisen reagieren im Hochofen  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  und CO zu elementarem Eisen und  $\text{CO}_2$ . Welche Masse Fe kann aus 1,0 t  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  gewonnen werden?

Vorgangsweise:

1. **Schritt**: Aufstellen der abgestimmten Reaktionsgleichung:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{ CO} \rightarrow 2 \text{ Fe} + 3 \text{ CO}_2$

2. **Schritt**: Feststellen des gefragten Stoffmengenverhältnis: 1 mol  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  erzeugt 2 mol Fe

3. **Schritt**: Umrechnen der gegebenen Stoffmasse in eine Menge:  $n = \frac{m}{M} = \frac{1 \cdot 10^6}{159,7} \cong 6262 \text{ mol}$

4. **Schritt**: Berechnen der gesuchten Stoffmenge: 6262 mol  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  erzeugen 12524 mol Fe

5. **Schritt**: Berechnen der gesuchten Masse:  $m = n \cdot M = 12524 \cdot 55,85 = 699465 \text{ g} \cong \mathbf{0,70 \text{ t}}$

#### 4. Summenformeln

Die Summenformel gibt an, welche und wie viele Atome verschiedener Elemente in einer Verbindung vorliegen.

Beispiel: C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O: 4 C-Atome, 8 H-Atome, 1 O-Atom pro Molekül.

Man kann die Summenformel einer Verbindung leicht berechnen, wenn man die Molmasse M und die Zusammensetzung des Stoffes in Massenprozent kennt.

Ein Beispiel:

Die Substanz X hat eine Molmasse M = 98 g/mol und besteht aus 32,65% S, 2,04 % H, der Rest ist Sauerstoff. Welche Summenformel hat X?

**1. Schritt:** Man berechnet die Masse aller Elemente in einem Mol von X :

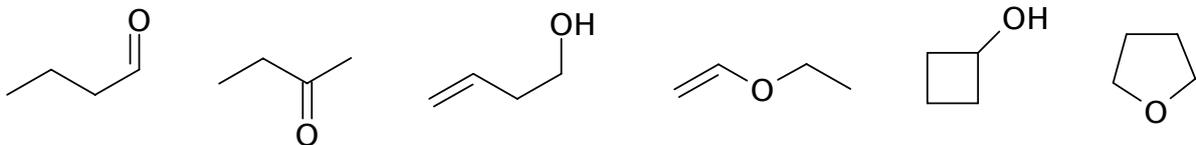
$$98 \cdot \frac{32,65}{100} = 32,0 \text{ g Schwefel} \quad 98 \cdot \frac{2,04}{100} = 2,0 \text{ g Wasserstoff} \quad 98 \cdot \frac{65,32}{100} = 64,0 \text{ g Sauerstoff}$$

**2. Schritt:** Man dividiert die Elementmassen durch die Atommassen des jeweiligen Elementes:  
32,0:32 = 1 ⇒ 1 · S    2,0:1 = 2 ⇒ 2 · H    64,0:16 = 4 ⇒ 4 · O    ⇒    **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**

#### 5. Strukturformel, Isomerie

Im Gegensatz zu einer Summenformel gibt eine Strukturformel auch die Verknüpfung der Atome untereinander an. Eine Besonderheit der organischen Chemie (Kohlenstoffchemie) ist, dass es zu einer Summenformel mehrere verschiedene Strukturformeln geben kann. Dieses Phänomen heißt **ISOMERIE**.

Beispiel: Für C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O aus Abschnitt B.4. kann es folgende Strukturen geben (Auswahl!):



Es muss beim Aufstellen einer organischen Strukturformel beachtet werden, dass

- C-Atome vier Bindungen,
- H-Atome eine Bindung,
- O-Atome zwei Bindungen,
- N-Atome drei Bindungen,
- S-Atome zwei Bindungen und
- Halogenatome eine Bindung bilden.

## C. Protokollblatt

Name:.....

Gruppe:.....

(Berechne immer auf 3 signifikante Stellen)

C.1.

|   |                |
|---|----------------|
| Welche Stoffmenge ist in 100 g Wasser enthalten ( $\text{H}_2\text{O}$ )?   | <b>n =</b>     |
| Welche Masse besitzen 3,50 mol Schwefelsäure ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )?   | <b>m =</b>     |
| 0,15 mol eines rötlich glänzenden Metalls besitzen eine Masse von 9,53 g.<br>Um welches Metall handelt es sich?         | <b>Metall:</b> |
| Die Dichte von Gold beträgt $19,3 \text{ g/cm}^3$ . Welche Masse besitzt ein Goldwürfel, der 10 cm Kantenlänge besitzt? | <b>m =</b>     |
|   | <b>m =</b>     |

## C.1.

Wäge drei Stück Würfelzucker einzeln ab und berechne die durchschnittliche Masse eines Stückes Würfelzucker.

$m_1 =$

$m_2 =$

$m_3 =$

$m_D =$

Ein halber Liter Cola enthält 16 Stück Würfelzucker. Berechne die Stoffmengenkonzentration  $c$  in mol/L ( $M(\text{Saccharose}) = 342 \text{ g/mol}$ ).

$c =$

Zum Züchten von NaCl-Kristallen benötigt man eine Kochsalzlösung mit  $c = 5 \text{ mol/L}$ . Berechne die Masse NaCl, die nötig ist, um 100 mL dieser Lösung herzustellen.

$m =$

Setze diese Lösung an und hänge einen an einem dünnen Faden oder Pfeifenreiniger befestigten Impfkristall in die Lösung.

## C.2.

Stimme die folgenden Gleichungen ab:



Magnesiumnitrid ( $\text{Mg}_3\text{N}_2$ ) reagiert heftig mit Wasser und bildet dabei Ammoniak und Magnesiumhydroxid. Schreibe eine abgestimmte Gleichung für den Prozess.

### C.3.

Zink und Schwefel bilden in einer exothermen Reaktion ZnS. Berechne die Masse an Zink und Schwefel, die zur Bildung von 5,0 g ZnS nötig ist.

$m(\text{Zn}) =$

$m(\text{S}) =$

Beim Erhitzen von  $\text{KNO}_3$  entsteht  $\text{KNO}_2$  und Sauerstoff. Berechne die Masse an Kaliumnitrat, die man zur Herstellung von 20 g Sauerstoff benötigt.

$m =$

Calciumcarbonat wird durch Salzsäure in  $\text{CaCl}_2$ , Wasser und Kohlendioxid zersetzt. Welches Volumen Salzsäure ( $c = 2 \text{ mol/L}$ ) benötigt man um 10 g  $\text{CaCO}_3$  vollständig zu zersetzen?

$V =$

#### C.4.

Zeichne zur Summenformel  $C_6H_{12}O_2$  sechs verschiedene Isomere.

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|  |  |  |

Eine unangenehm riechende organische Flüssigkeit **X** hat eine Molmasse  $M = 85 \text{ g/mol}$ . Sie enthält 70,6% C und 16,5% N, der Rest ist Wasserstoff. Berechne die Summenformel der Verbindung und zeichne 3 isomere Strukturen.

**Summenformel:**

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|

Die angesprochene Verbindung **X** enthält im Molekül keine Doppelbindung, das Grundgerüst, das **nur aus C-Atomen** besteht hat auch keine Seitenketten. Welche Struktur besitzt **X**?

|  |
|--|
|  |
|--|

# THEORETICAL WORKSHOP

## A. General

The knowledge in natural science is on one hand based on experiments in which natural processes are observed under checkable and reproducible conditions. On the other hand the results of observations must be worked off using mathematical tools. Doing so, the scientists come to a theoretical explanation of natural phenomena. Therefore, in biology, chemistry, and physics it is necessary

- to perform experiments very carefully, and
- to give quantitative statements using mathematical methods.

In this lab task the theoretical consideration of science phenomena is in the foreground. The sections „stoichiometric calculations“, „chemical equation“, and „molecular- and structural formula“ are treated.

In the first part you will receive the instructions for your calculations, in the second part, the protocol, you will find the tasks. The protocol you will get on the lab day when you have to solve the tasks with your partner. If you do not succeed in finishing, you may continue to do that at home.

## B. Mathematical instructions

### 1. Amount, mass, density, concentration

In this section the following the following mathematical formulae are used:

$$n = \frac{m}{M} \quad \rho = \frac{m}{V} \quad c = \frac{n}{V}$$

n = amount; unit 1 mol (=  $6.023 \cdot 10^{23}$  particles)

m = mass; unit 1 kg, here usually 1 g

V = volume; unit 1 m<sup>3</sup>, here usually 1 cm<sup>3</sup> = 1 mL or 1 dm<sup>3</sup> = 1 L)

c = molar concentration; unit 1 mol/L

M = molar mass; unit 1 g/mol (is usually calculated with the PTE))

ρ = density; unit 1 kg/m<sup>3</sup>, here usually 1 g/mL or 1 kg/L

Use these formulae keeping an eye on the units to solve the tasks on the protocol sheet.

## 2. Reaction equation

Chemists describe their processes using a special symbol language which they write as a chemical equation. There you will find **formulae**, **plus-signs** and a **reaction arrow**. In front of the formulae numbers are placed, where „1“ is not written.

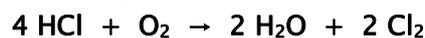
The meaning is:

- **formulae**: a short description of a substance
- **numbers** in front of the formulae: number of moles (amount)
- **plus-sign**: the substances are mixed
- **arrow**: course of the reaction

A chemical equation is **balanced**, if the **1<sup>st</sup> basic law of chemistry** is obeyed:

*„The total mass in a chemical process remains constant throughout the reaction“*

You can easily detect this fact if you count all the atoms left and right of the arrow. The numbers must be equal then. An example:



In words:

4 mol of hydrogen chloride react with 1 mol of oxygen to produce 2 mol of water and 2 mol of chlorine.

mass balance:  $4 \cdot 36.5 \text{ g} + 1 \cdot 32 \text{ g} = 178 \text{ g} = 2 \cdot 18 \text{ g} + 2 \cdot 71 \text{ g}$

atom balance: left:  $4 \cdot \text{H} + 4 \cdot \text{Cl} + 2 \cdot \text{O}$       right:  $4 \cdot \text{H} + 4 \cdot \text{Cl} + 2 \cdot \text{O}$

In balancing an equation it is strictly forbidden to change something within the formulae. Only the amount (number of moles, number in front of the formulae) may be altered.

## 3. Stoichiometrical calculations

Using the calculation methods from point B.1., and the methods of correct balancing of equations from B.2., you will be able to perform „stoichiometrical calculations“ (= „turnover calculations“).

An example:

In order to gain iron,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  and  $\text{CO}$  will react in a blast furnace to produce elemental iron and  $\text{CO}_2$ . Which mass of Fe can be produced from 1.0 t of  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ?

Vorgangsweise:

**1<sup>st</sup> step**: Arranging of a balanced equation:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{ CO} \rightarrow 2 \text{ Fe} + 3 \text{ CO}_2$

**2<sup>nd</sup> step**: Realising the amounts in question: 1 mol  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  produces 2 mol Fe

**3<sup>rd</sup> step**: Conversion of the amounts to masses:  $n = \frac{m}{M} = \frac{1 \cdot 10^6}{159.7} \cong 6262 \text{ mol}$

**4<sup>th</sup> step**: Calculation of the amount in question: 6262 mol  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  produce 12524 mol Fe

**5<sup>th</sup> step**: Calculation of the mass in question:  $m = n \cdot M = 12524 \cdot 55.85 = 699465 \text{ g} \cong \mathbf{0.70 \text{ t}}$

#### 4. Molecular formulae (sum formulae)

The molecular formula tells you which and how many atoms of different elements are found in a certain compound.

Example: C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O: 4 C-atoms, 8 H-atoms, 1 O-atom per molecule.

It is easy to calculate the molecular formula if you know the molar mass M and the composition in mass percent.

An example:

Substance X has a molar mass of M = 98 g/mol and consists of 32.65% S, 2.04 % H, the rest is oxygen. What is the molecular formula of X?

**1<sup>st</sup> step:** Calculate the mass of all elements in 1 mol of X:

$$98 \cdot \frac{32.65}{100} = 32.0 \text{ g sulphur} \quad 98 \cdot \frac{2.04}{100} = 2.0 \text{ g hydrogen} \quad 98 \cdot \frac{65.32}{100} = 64.0 \text{ g oxygen}$$

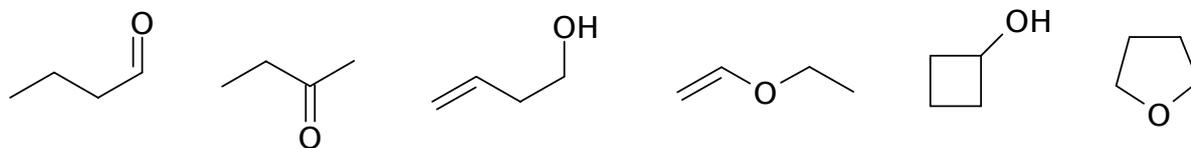
**2<sup>nd</sup> step:** The masses of the elements are divided by the atomic masses of the respective element:

$$32.0:32 = 1 \Rightarrow 1 \cdot \text{S} \quad 2.0:1 = 2 \Rightarrow 2 \cdot \text{H} \quad 64.0:16 = 4 \Rightarrow 4 \cdot \text{O} \quad \Rightarrow \quad \text{H}_2\text{SO}_4$$

#### 5. Structural formulae, isomerism

In contrast to a molecular formula the structural formula also tells you the linkage between the different atoms. A special feature of organic chemistry (chemistry of carbon) is **isomerism**. It means that several different structural formulae will sum up to the same molecular formula.

Example: C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O from section B.4. includes the following structures (only a selection!):



If you draw a structure you have to make sure that

- C-atoms form four bonds,
- H-atoms form one bond,
- O-atoms form two bonds,
- N-atoms form three bonds,
- S-atoms form two bonds, and
- Halogen-atoms form one bond.

## C. Protocol

Name:.....

Group:.....

(Your final results should contain 3 significant figures)

C.1.

|   |        |
|---|--------|
| Which amount in 100 g of water (H <sub>2</sub> O)?  | n =    |
| Calculate the mass of 3.50 mol of sulphuric acid (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ).                                 | m =    |
| 0.15 mol of a reddish shining metal have a mass of 9.53 g. What is the name of the metal in question?               | Metal: |
| The density of gold equals 19.3 g/cm <sup>3</sup> . Calculate the mass of a gold cube with an edge length of 10 cm. | m =    |
|   | m =    |

### C.1.

Weigh accurately each of three pieces of lump sugar and calculate the mean mass of one piece.

$m_1 =$

$m_2 =$

$m_3 =$

$m_D =$

Half a litre of Cola contains about 16 pieces of lump sugar. Calculate the molar concentration  $c$  of saccharose in mol/L ( $M(\text{saccharose}) = 342 \text{ g/mol}$ ).

$c =$

In order to grow NaCl-crystals you need a sodium chloride solution with a concentration of  $c = 5 \text{ mol/L}$ . Calculate the mass of NaCl which is necessary to produce 100 mL of this solution.

$m =$

Fabricate this solution and fix a seed crystal at a fibre or a pipe cleaner and dip it into the solution.

### C.2.

Balance the following equations:



Magnesium nitride ( $\text{Mg}_3\text{N}_2$ ) reacts vigorously with water and thereby produces ammonia and magnesium hydroxide. Write a balanced equation for this reaction.

### C.3.

Zinc and sulphur generate ZnS in an exothermic reaction. Calculate the mass of zinc and sulphur which are necessary to produce 5.0 g of ZnS.

$m(\text{Zn}) =$

$m(\text{S}) =$

Heating  $\text{KNO}_3$  results in the production of  $\text{KNO}_2$  and oxygen. Calculate the mass of potassium nitrate which is necessary to generate 20 g of oxygen.

$m =$

Calcium carbonate will decompose to give  $\text{CaCl}_2$ , water, and carbon dioxide if treated with hydrochloric acid. Calculate the volume of hydrochloric acid ( $c = 2 \text{ mol/L}$ ) to decompose 10 g of  $\text{CaCO}_3$  completely.

$V =$

#### C.4.

|  |  |  |
|--|--|--|
| Draw six different isomers with the molecular formula $C_6H_{12}O_2$ .   |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| An awkward smelling organic liquid <b>X</b> has the molar mass $M = 85$ g/mol.<br>It contains 70.6% C and 16.5% N, the rest is hydrogen. Calculate the molecular formula and draw 3 isomeric structures. |  |  |
| <b>molecular formula:</b>  |  |  |
|  |  |  |
| The compound <b>X</b> in question contains no double bond, the basic frame which contains only C-atoms has no side chains. What is the structure of <b>X</b> ?   |  |  |
|  |  |  |

# STOICHIOMETRY

## Vocabulary

|               |                             |                      |                                    |
|---------------|-----------------------------|----------------------|------------------------------------|
| amount        | Menge                       | potassium            | Kalium                             |
| awkward       | grauslich, grässlich        | quantitative         | quantitativ, auf die Menge bezogen |
| basic law     | Grundgesetz                 | reaction arrow       | Reaktionspfeil                     |
| blast furnace | Hochofen                    | reddish              | rötlich                            |
| calculation   | Berechnung                  | respective           | jeweilig                           |
| consideration | Betrachtung                 | saccharose           | Küchenzucker                       |
| conversion    | Umwandlung                  | seed crystal         | Impfkristall                       |
| cube          | Würfel                      | stoichiometric       | stöchiometrisch                    |
| density       | Dichte                      | task                 | Aufgabe                            |
| edge          | Kante                       | to alter             | ändern                             |
| feature       | Merkmal                     | to balance           | abstimmen, abwägen                 |
| foreground    | Vordergrund                 | to check             | überprüfen                         |
| formula       | Formel                      | to decompose         | zersetzen                          |
| frame         | Rahmen, Gerüst              | to fabricate         | herstellen                         |
| isomerism     | Isomerie                    | to generate          | erzeugen                           |
| knowledge     | Wissen                      | to keep an eye on    | etwas genau überprüfen             |
| lump sugar    | Würfelzucker                | to perform           | durchführen                        |
| molar mass    | Molmasse                    | to realise           | feststellen, realisieren           |
| observation   | Beobachtung                 | to reproduce         | wiederholen, wieder durchführen    |
| phenomena     | Vorkommnisse, Erscheinungen | turnover calculation | Umsatzberechnung                   |
| plus-sign     | Pluszeichen                 | vigorously           | heftig                             |

The words you find in fields with grey background are very important therefore you should learn them for your English lessons.

# FETTE, KOHLENHYDRATE, EIWEISSSTOFFE

## NACHWEIS IN LEBENSMITTELN

### A. Allgemeines

Der Mensch muss aus verschiedenen Gründen Nahrung zu sich nehmen um leben zu können. Diese Nahrungsmittel sind in sieben Kategorien einteilbar:

- **Fette**
- **Kohlenhydrate**
- **Eiweißstoffe**
- **Mineralstoffe**
- **Vitamine**
- **Spurenelemente**
- **Wasser**

Die ersten drei Arten von Nahrungsmitteln sind jene, die dem Körper Energie liefern. Diese gewinnt der Organismus durch Abbau der zum Teil sehr großen Moleküle, aus denen Fette, Kohlenhydrate und Eiweißstoffe bestehen und Umwandlung in Kohlendioxid und Wasser. Dazu braucht ein Lebewesen allerdings noch Sauerstoff aus der Luft.

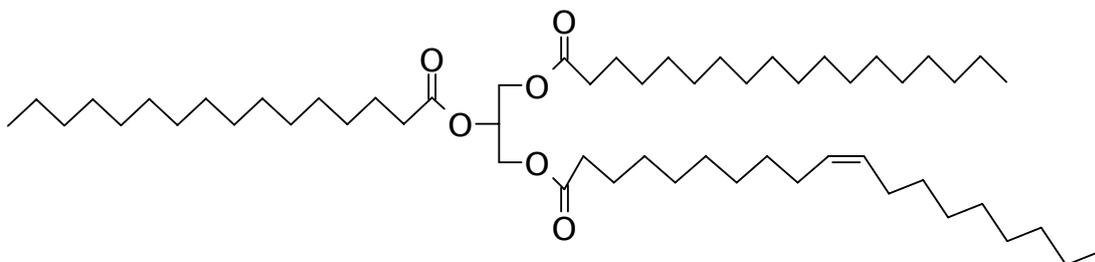
Mit dem Nachweis dieser drei Nahrungsmittel in verschiedenen Lebensmitteln beschäftigen sich die folgenden Experimente. Doch vorher soll noch eine kurze Einführung über die angesprochenen Stoffe gegeben werden. Dabei sieht man, dass Naturstoffe bei Weitem keinen einfachen Molekülaufbau besitzen!

### Fette

Fette kommen in Pflanzen und Tieren vor. Sie sind der wichtigste Langzeit-Energiespeicher der Tiere (und des Menschen). Der vollständige biochemische Abbau von 1 g Fett liefert etwa 39 kJ Energie.

Fette bestehen zum größten Teil aus Estern des Glycerins mit langkettigen Fettsäuren. Sie sind sehr schlecht in Wasser, sehr gut in hydrophoben Lösungsmitteln (z.B. Benzin) löslich. Sie sind leichter als Wasser, schmelzen zwischen ca.  $-30^{\circ}\text{C}$  und  $+55^{\circ}\text{C}$  und zersetzen sich chemisch oberhalb von  $150^{\circ}\text{C}$ .

Ein typisches „Fettmolekül“ hat z.B. die folgende Formel:



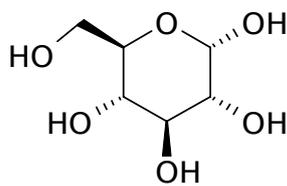
## Kohlenhydrate (Saccharide)

Kohlenhydrate sind Substanzen mit der allgemeinen Formel  $C_nH_{2m}O_m$ , wobei n und m mindestens 3 sind, im Fall von Stärke und Zellulose aber auch einige 10000 betragen kann.

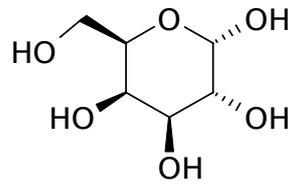
Man teilt diese Gruppe von Stoffen ein:

### Monosaccharide:

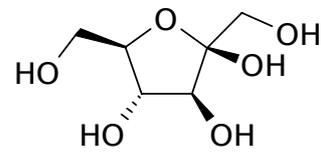
- n und m sind in den meisten Fällen höchstens 6
- sehr gut wasserlöslich, nicht löslich in hydrophoben Stoffen
- lassen sich schmelzen, nicht aber verdampfen, verkohlen bei starkem Erhitzen
- schmecken zum Teil süß
- Beispiele: Glucose (Traubenzucker), Galaktose, Fructose (Fruchtzucker)



$\alpha$ -D-Glucose



$\alpha$ -D-Galactose



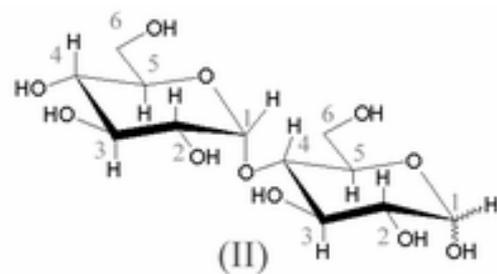
$\beta$ -D-Fructose

### Disaccharide:

- n ist in den meisten Fällen 12, m meist 11
- sehr gut wasserlöslich, nicht löslich in hydrophoben Stoffen
- lassen sich schmelzen, nicht aber verdampfen, verkohlen bei starkem Erhitzen
- schmecken zum Teil süß
- Beispiele: Maltose (Malzzucker), Lactose (Milchzucker), Saccharose (Rübenzucker)



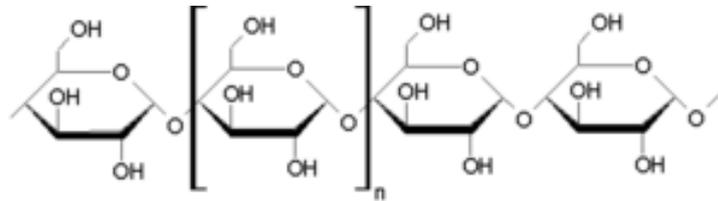
Saccharose



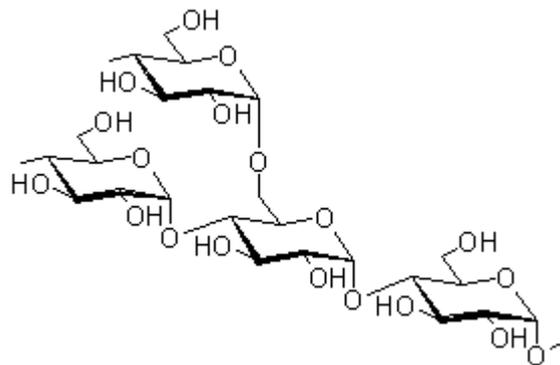
Maltose

**Polysaccharide:**

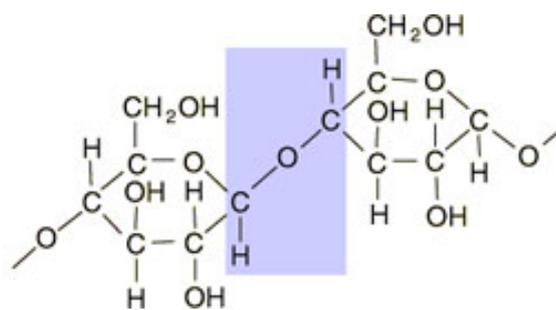
- n und m sind in den meisten Fällen sehr groß
- wenig bis nicht wasserlöslich, nicht löslich in hydrophoben Stoffen
- lassen sich nicht schmelzen, nicht verdampfen, verkohlen bei starkem Erhitzen
- schmecken nicht süß
- Beispiele: Stärke, Zellulose



Amylose, n = 300 bis 600, macht etwa 20% der Stärke aus, wenig in Wasser löslich



Amylopektin, mehr als 2000  $\alpha$ -D-Glucose-Ringeinheiten sind verknüpft, macht etwa 80% der Stärke aus, nicht in Wasser löslich

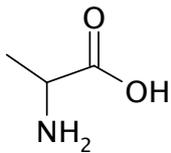


Zellulose, mehr als 3000  $\beta$ -D-Glucose-Ringeinheiten sind verknüpft, im Holz, nicht in Wasser löslich

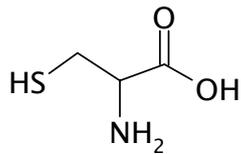
## Eiweißstoffe (Peptide, Proteine)

Diese bestehen aus bis zu 20 verschiedenen Aminosäuren, wobei mindestens 2 Aminosäuren, bei manchen Eiweißstoffen allerdings bis zu mehreren zehntausend, miteinander verknüpft sind. Die Verknüpfung erfolgt über die Gruppe  $-\text{CO}-\text{NH}-$ , die dann **viele Male im Molekül** vorkommt.

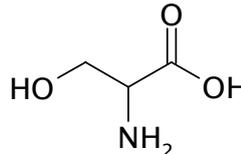
Beispiele (4 der 20 Aminosäuren):



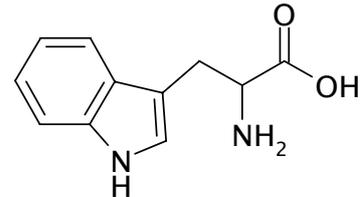
Alanin



Cystein

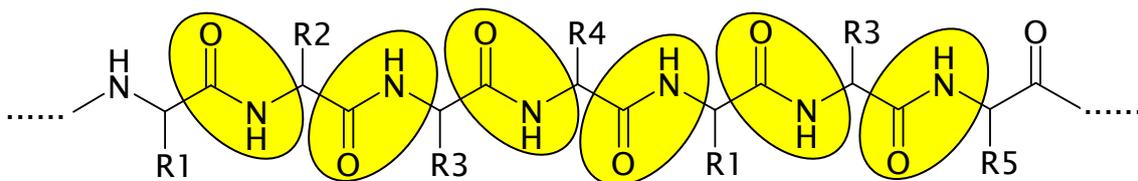


Serin



Tryptophan

Ausschnitt aus einer Eiweißkette, R1, R2, R3, R4, R5 sind verschiedene Aminosäurereste:

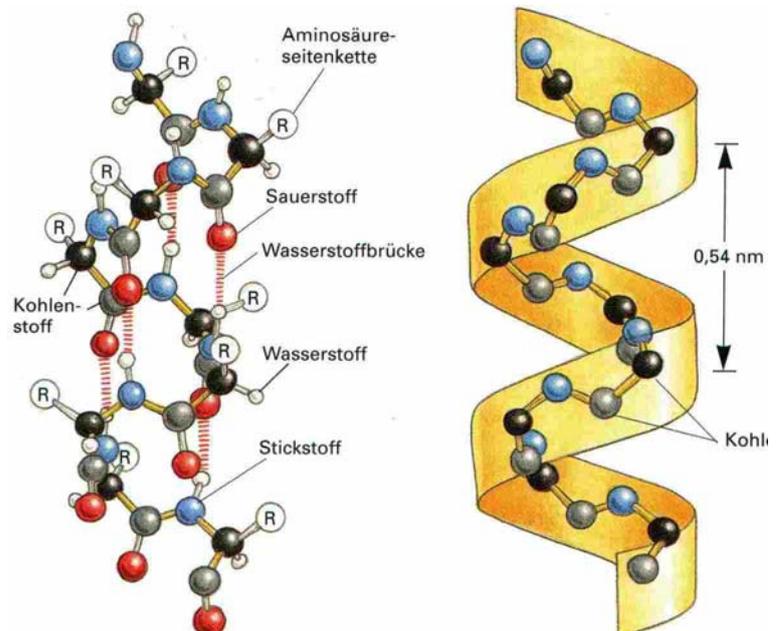


Sehr lange Eiweißketten können sich in spezieller Weise im Raum anordnen, z.B. in Form einer Schraubenstruktur. Beim

**Denaturieren** eines Eiweißstoffes (durch Erhitzen oder Säure) geht diese Struktur verloren und die Eigenschaften ändern sich.

Eiweißstoffe zersetzen sich bei starkem Erhitzen, manche sind in Wasser löslich, manche nicht.

$\alpha$ -Helix eines Proteins:



## B. Arbeitsvorschrift

Für das praktische Arbeiten benötigst du folgende Geräte und Chemikalien:

|    | Geräte                        |                           | Chemikalien  |
|----|-------------------------------|---------------------------|--|
| 1  | Peleusball                    | 1                         | Glasflasche mit Petroleumbenzin                      |
| 1  | 10 mL Messpipette             | 1                         | Glasfläschen mit Milch                               |
| 1  | Erlenmeyerkolben 100 mL       | 1                         | Plastikflasche(Tropfer) mit F1                       |
| 1  | Erlenmeyerkolben 50 mL (weit) | 1                         | Plastikflasche/Tropfer) mit F2                       |
| 1  | Uhrglas                       | 1                         | Glasflasche mit Iodlösung                            |
| 1  | Spatel                        | 1                         | Kartoffel  |
| 3  | Pasteurpipetten               | 1                         | Ei   |
| 3  | Sauger                        | 1                         | Plastikflasche(Tropfer) mit 2 M NaOH                 |
| 1  | Brenner                       | 1                         | Plastikflasche mit Essigsäure/H <sub>2</sub> O = 1:3 |
| 1  | Schutzscheibe                 |                           |  |
| 1  | Paket Zünder                  | <b>Für alle im Labor:</b> |  |
| 1  | RG-Halter                     | 1                         | Wasserbad  |
| 1  | RG-Gestell                    | 1                         | Abzug  |
| 12 | Leere RG                      | 1                         | Waage  |
| 1  | Abfallgefäß                   | 2                         | Gefäße mit Glucose                                   |
| 1  | RG-Bürste                     | 2                         | Gefäße mit Lactose                                   |
| 2  | 50 mL Kunststoffbecher        | 2                         | Gefäße mit Saccharose                                |
| 1  | Erlenmeyerkolben 50 mL (eng)  | 2                         | Gefäße mit Mehl                                      |
| 1  | Trichter                      | 2                         | Gefäße mit Harnstoff                                 |
| 2  | Rundfilter                    |                           |  |

### 1. Fett in Käse

Du musst mit diesem Experiment beginnen!

*In einen 100 mL-Erlenmeyerkolben werden ca. 3 g geriebener Käse genau eingewogen. Dazu pipettiert man 15 mL Petroleumbenzin (40–60) und verschließt. Man lässt 30 Minuten stehen und schwenkt alle 3 Minuten kräftig um.*

*Dann dekantiert man vorsichtig (es darf kein Käsestückchen mitgehen) in einen vorher gewogenen 50 mL-Erlenmeyerkolben. Dieser kommt solange in ein Wasserbad (im Abzug) bis der Inhalt nicht mehr nach Benzin riecht. Der Kolben wird dann abgetrocknet und wieder gewogen.*

## 2. Nachweis von Kohlenhydraten

Mono- und Disaccharide lassen sich unter anderem durch eine Reaktion mit **Fehlingschen Lösungen** nachweisen. Man mischt dabei Fehling-Lösung 1 ( $\text{CuSO}_4$ ) mit dem gleichen Volumen Fehling-Lösung 2 ( $\text{NaOH} + \text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ ) und setzt dazu das Saccharid zu. Beim Erhitzen mit dem Brenner zeigt eine Orange- bis Rotfärbung (Bildung von  $\text{Cu}_2\text{O}$ ) einen positiven Nachweis an.

*Man stellt in 3 RG die Mischung der Fehlingschen Lösungen her (2 mL F1 + 2 mL F2) und setzt nacheinander je eine Spatelspitze Glucose (Traubenzucker), Lactose (Milchzucker) und Saccharose (Haushaltszucker) zu. Die drei RG werden nacheinander erhitzt und beobachtet.*

Polysaccharide lassen sich durch eine Iodlösung nachweisen. Dabei entsteht, je nach Polysaccharid, eine Blau- bis Violettfärbung.

*Zur 2 mL der vorhandenen Stärkelösung gibt man 3 Tropfen Iodlösung und beobachtet.*

*Das RG wird erhitzt und dann wieder vorsichtig abgekühlt.*

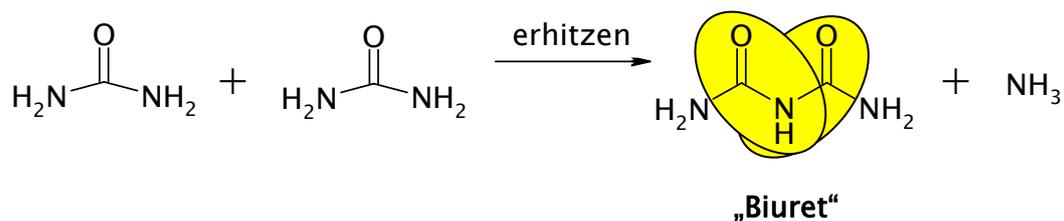
*Zu einer Spatelspitze Mehl auf einem Uhrglas gibt man 2 Tropfen Iodlösung und beobachtet.*

*Eine Kartoffel wird aufgeschnitten. Auf die Schnittfläche tropft man Iodlösung und beobachtet.*

## 3. Nachweis von Eiweißstoffen

*Man gibt etwa 1 cm hoch Harnstoff in ein trockenes RG und erhitzt dieses vorsichtig. Man notiert dabei sorgfältig, was passiert. Wenn der Inhalt des RG wieder fest geworden ist, nimmt man es aus der Flamme heraus und riecht vorsichtig an der RG-Öffnung. Dann lässt man auskühlen.*

Folgender Vorgang hat statt gefunden:



*Man setzt nun ca. 2 mL NaOH-Lösung und 5 Tropfen  $\text{CuSO}_4$ -Lösung zu. Eine Violettfärbung weist das Produkt „Biuret“ nach. Der Nachweis ist immer positiv, wenn die Gruppe  $-\text{CO}-\text{NH}-$  mindestens zwei Mal im Molekül vorkommt.*

*Ist dies nicht der Fall entsteht ein blauer Niederschlag.*

#### 4. Untersuchung eines Hühnereis

*Ein Hühnerei wird aufgeschlagen und der Dotter sowie das Eiklar in 2 Plastikbecher getrennt aufgefangen.*

*Versuche sowohl etwas vom Eiklar als auch etwas vom Dotter in Wasser zu lösen.*

*Zu etwas Eiklar gibt man 2 mL NaOH-Lösung und 5 Tropfen CuSO<sub>4</sub>-Lösung (Biuretnachweis).*

*Etwas Eiklar wird in einem RG vorsichtig erhitzt.*

*Trage alle Beobachtungen in das Protokoll ein.*

#### 5. Untersuchung von Milch

*Zu 2 mL Milch gibt man 2 mL NaOH-Lösung und 5 Tropfen CuSO<sub>4</sub>-Lösung.*

*Man stellt eine Mischung der Fehlingschen Lösungen her (2 mL F1 + 2 mL F2), setzt 1 mL Milch zu und erhitzt.*

*Etwa 20 mL Milch werden in einem 50 mL-Erlenmeyerkolben (eng) mit 3–4 mL Essigsäure/Wasser-Lösung (1:3) tropfenweise versetzt und dabei gut umgeschwenkt. Die Suspension wird in ein RG filtriert.*

*Zur Hälfte des Filtrats gibt man 2 mL NaOH-Lösung und 5 Tropfen CuSO<sub>4</sub>-Lösung.*

*Man stellt eine Mischung der Fehlingschen Lösungen her (2 mL F1 + 2 mL F2), setzt die andere Hälfte des Filtrats zu und erhitzt.*

*Trage alle Beobachtungen in das Protokoll ein.*

C. Protokoll

Name:..... Gruppe:.....

|   |                   |
|---|-------------------|
| m (Käse) =  | m(Kolben, Tara) = |
| m(Kolben+Fett) =  | m(Fett) =         |
| % Fett im Käse:   |                   |
| Durch welche Trennmethode wurde das Fett vom restlichen Käse abgetrennt?<br>..... |                   |

|                                       |                               |                               |
|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Fehling-Test, entsprechend ankreuzen: |                               |                               |
| Glucose:                              | <input type="radio"/> positiv | <input type="radio"/> negativ |
| Lactose:                              | <input type="radio"/> positiv | <input type="radio"/> negativ |
| Saccharose:                           | <input type="radio"/> positiv | <input type="radio"/> negativ |

|  |
|--|
| Beobachtungen:   |
| Stärke+Iodlösung:  |
| Nach dem Erhitzen:   |
| Nach dem Abkühlen:   |
| Welcher Bestandteil der Stärke wird nachgewiesen? .....                        |
| Mehl+Iodlösung:  |
| Kartoffel+Iodlösung:   |
| Welche Bestandteile im Mehl und in der Kartoffel werden nachgewiesen?<br>..... |

|  |                               |                               |
|--|-------------------------------|-------------------------------|
| <b>Biuret-Test:</b>                                  |                               |                               |
| Beobachtung beim Erhitzen des Harnstoffs (+ Geruch): |                               |                               |
|  |                               |                               |
| <b>Biuret-Test:</b>                                  | <input type="radio"/> positiv | <input type="radio"/> negativ |

|  |                                 |                                       |
|--|---------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Untersuchung des Hühnereis:</b>                       |                                 |                                       |
| <b>Eiklar:</b>   | <input type="radio"/> löst sich | <input type="radio"/> löst sich nicht |
| <b>Eidotter:</b>   | <input type="radio"/> löst sich | <input type="radio"/> löst sich nicht |
| <b>Biuret-Test:</b>                                      | <input type="radio"/> positiv   | <input type="radio"/> negativ         |
| <b>Was wird im Eiklar nachgewiesen?</b>                  | .....                           |                                       |
| <b>Beobachtung beim Erhitzen:</b>                        |                                 |                                       |
|  |                                 |                                       |
| <b>Welcher Vorgang findet beim Erhitzen statt?</b> ..... |                                 |                                       |

| Untersuchung der Milch:   |                               |                               |
|---|-------------------------------|-------------------------------|
| Biuret-Test(Milch):   | <input type="radio"/> positiv | <input type="radio"/> negativ |
| Fehling-Test(Milch):  | <input type="radio"/> positiv | <input type="radio"/> negativ |
| Welche Stoffe werden durch die beiden Tests in der Milch nachgewiesen?<br>..... |                               |                               |
| Beobachtung bei Säurezugabe:  |                               |                               |
| Biuret-Test(Filtrat):   | <input type="radio"/> positiv | <input type="radio"/> negativ |
| Fehling-Test(Filtrat):  | <input type="radio"/> positiv | <input type="radio"/> negativ |
| Welcher Stoff wurde teilweise entfernt? .....                                   |                               |                               |
| Welcher Stoff wurde nicht entfernt? .....                                       |                               |                               |

| Eine Theoriefrage zum Abschluss:   |
|--|
| Wie viele Aminosäuren sind im Ausschnitt des Eiweißstoffes auf Seite 4 zu sehen?<br>.....              |
| Wie viele verschiedene Aminosäuren sind im Ausschnitt des Eiweißstoffes auf Seite 4 zu sehen?<br>..... |

# FATS, CARBOHYDRATES, PROTEINS

## DETECTION IN FOOD

### A. General

Human beings must eat and drink in order to live. Nourishments can be classified into seven groups:

- **Fats**
- **Carbohydrates**
- **Proteins**
- **Minerals**
- **Vitamins**
- **Trace elements**
- **Water**

The first three types of food stuff are those which deliver energy to the body. The energy is gained from the break down of big molecules, which are the basic particles of fats, carbohydrates, and proteins, into water and carbon dioxide. Additionally living creatures need oxygen from the air.

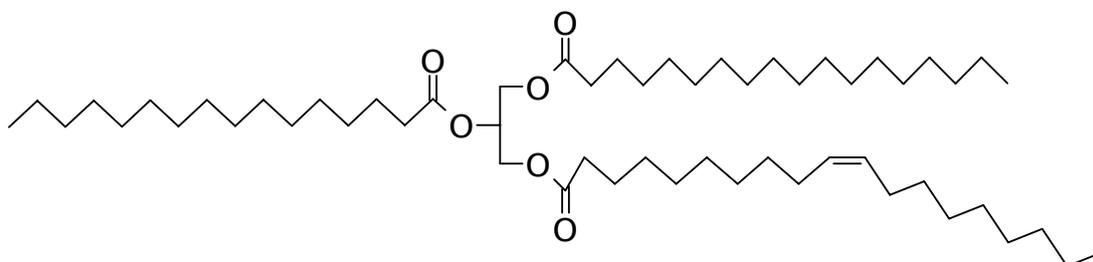
The following experiments involve the detection of the first three categories of food stuff. Before that a short introduction about the substances mentioned is to be given. There you will see that natural substances do not possess a simple molecular structure.

### Fats

Fats are found in plants and animals. They are the most important long-time energy storage of animals (and humans). The complete biochemical degradation of 1 g of fat delivers about 39 kJ of energy.

Fats consist mainly of esters of glycerol with long chain fatty acids. They are poorly soluble in water, but well soluble in hydrophobic solvents (like petrol). They melt between  $-30^{\circ}\text{C}$  and  $+55^{\circ}\text{C}$  and decompose chemically above  $150^{\circ}\text{C}$ .

A typical "fat molecule" has the following formula:



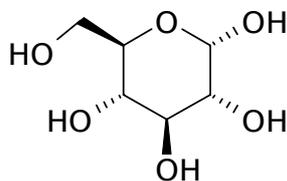
## Carbohydrates (Saccharides)

Carbohydrates are substances with the general formula  $C_nH_{2m}O_m$ , where n and m are at least 3, in the case of starch and cellulose they may be up to several 10000.

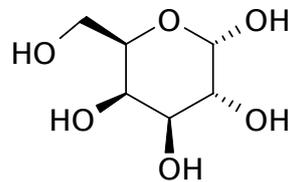
The carbohydrates can be divided into:

### *Monosaccharides:*

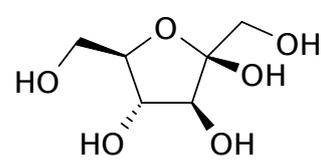
- n and m are 6 in most cases
- very well soluble in water, not soluble in hydrophobic solvents
- may be melted but not vaporized, carbonize on vigorous heating
- some of them have a sweet taste
- examples: glucose (grape sugar), galactose, fructose (fruit sugar)



$\alpha$ -D-Glucose



$\alpha$ -D-Galactose



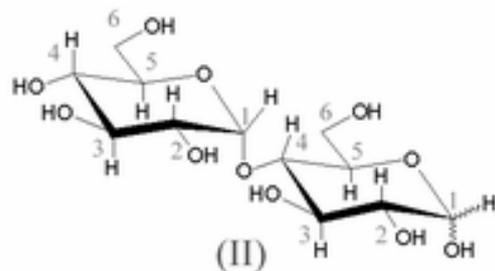
$\beta$ -D-Fructose

### *Disaccharides:*

- n is 12, m is 11 in most cases
- very well soluble in water, not soluble in hydrophobic solvents
- may be melted but not vaporized, carbonize on vigorous heating
- some of them have a sweet taste
- examples: maltose (malt sugar), lactose (milk sugar), saccharose (beet sugar, cane sugar)



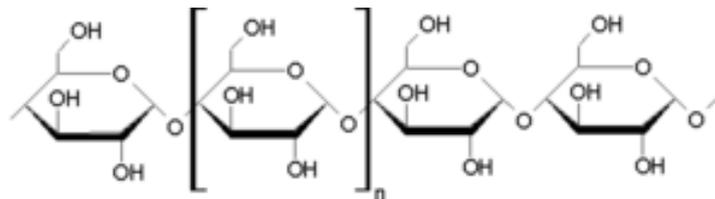
saccharose



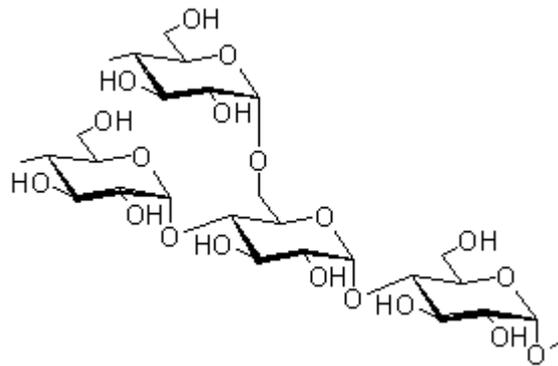
maltose

**Polysaccharides:**

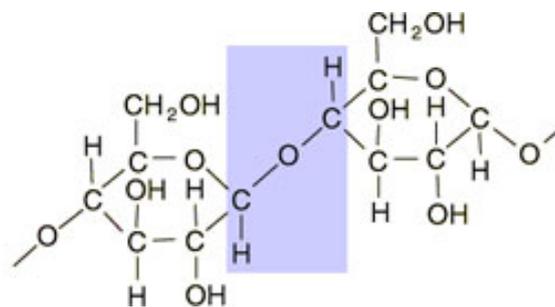
- n and m are generally very big
- mostly not soluble in water, not soluble in hydrophobic solvents
- may not be melted and not vaporized, carbonize on vigorous heating
- do not taste sweet
- examples: starch, cellulose



amylose, n = 300 up to 600, about 20% starch, very poorly soluble in water



amylopectin, more than 2000  $\alpha$ -D-glucose-units are bound to each other, about 80% starch, not soluble in water

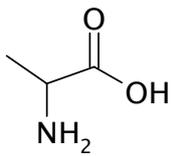


cellulose, more than 3000  $\alpha$ -D-glucose-units are bound to each other, about 60% wood, not soluble in water

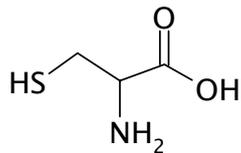
## Proteins (Peptides)

They consist of up to 20 different amino acids where at least two amino acids, in some cases more than several ten thousand, are attached to each other. The bonding happens via the group  $-\text{CO}-\text{NH}-$ , which then occurs many times in the molecule.

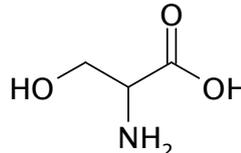
Example (4 of the 20 amino acids):



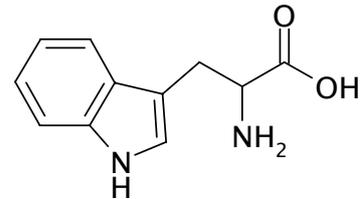
Alanin



Cystein

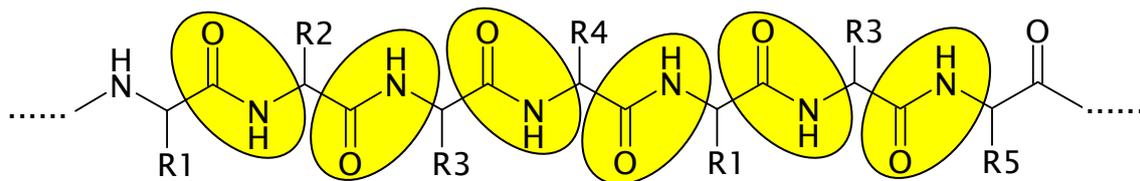


Serin



Tryptophan

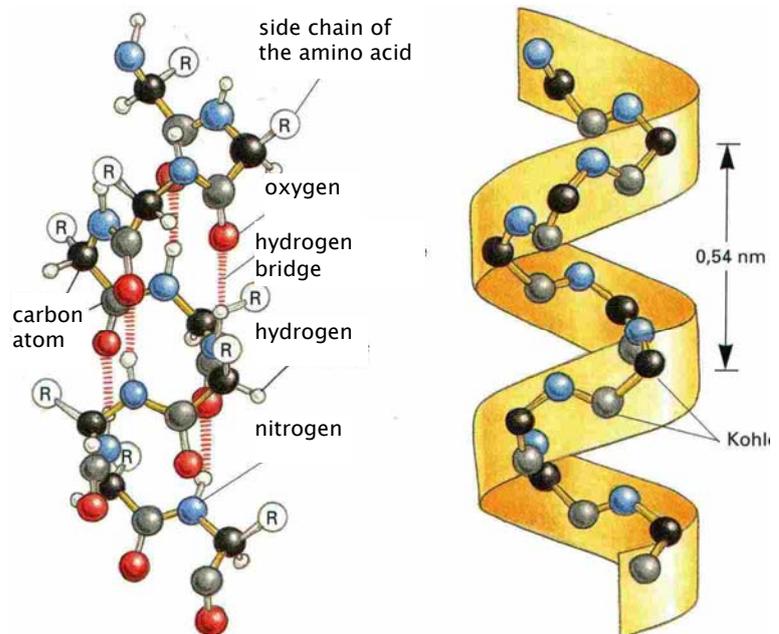
Section of a protein chain, R1, R2, R3, R4, R5, mark the different amino acids:



Very long protein chains adopt a special structure e.g. a helix (screwed structure). In denaturing a protein (e.g. in heating or on adding acids) this structure is lost and consequently the properties change.

Proteins decompose on very strong heating, some of them are soluble in water, some not.

$\alpha$ -helix of a protein:



## B. Procedure

For your practical work you will need the following chemicals and apparatus:

|    | apparatus                       |                    | chemicals  |
|----|---------------------------------|--------------------|--|
| 1  | Peleus ball                     | 1                  | glass bottle with petroleum aether                 |
| 1  | 10 mL measuring pipette         | 1                  | glass bottle with milk                             |
| 1  | Erlenmeyer flask 100 mL         | 1                  | Plastic bottle (dropper) with F1                   |
| 1  | Erlenmeyer flask 50 mL (broad)  | 1                  | Plastic bottle (dropper) with F2                   |
| 1  | watch glass                     | 1                  | glass bottle with iodine solution                  |
| 1  | spatula                         | 1                  | potato   |
| 3  | Pasteur pipettes                | 1                  | egg  |
| 3  | rubber bulbs                    | 1                  | Plastic bottle (dropper) with 2 M NaOH             |
| 1  | burner                          | 1                  | Plastic bottle (dropper) with HAc/H <sub>2</sub> O |
| 1  | protection screen               |                    |  |
| 1  | matches                         | <b>in the lab:</b> |  |
| 1  | test tube holder                | 1                  | water bath   |
| 1  | test tube rack                  | 1                  | hood   |
| 12 | empty test tubes                | 1                  | balance  |
| 1  | waste container                 | 2                  | bins with glucose                                  |
| 1  | test tube brush                 | 2                  | bins with lactose                                  |
| 2  | 50 mL plastic beakers           | 2                  | bins with saccharose                               |
| 1  | Erlenmeyer flask 50 mL (narrow) | 2                  | bins with flour                                    |
| 1  | funnel                          | 2                  | bins with urea                                     |
| 2  | round filter                    |                    |  |

### 6. Fat in cheese

You have to start with this experiment!

*About 3 g of ground cheese are weighed accurately in a 100 mL-Erlenmeyer flask and 15 mL of petroleum aether are added using a pipette. Leave the mixture to stand for 30 minutes and swirl the flask every three minutes.*

*Then you decant cautiously (no piece of cheese should be poured out) in a pre weighed 50 mL-Erlenmeyer flask. This flask is put into a water bath until the content does not smell of petroleum aether. The flask is then dried and reweighed.*

## 7. Detection of carbohydrates

Mono- and disaccharides may be detected using the reaction with **Fehling's reagents**. Fehling's reagent 1 ( $\text{CuSO}_4$ ) is mixed with an equal volume of Fehling's reagent 2 ( $\text{NaOH} + \text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ ), and then the respective saccharide is added. On heating with a burner a colour change to orange or red (production of  $\text{Cu}_2\text{O}$ ) is positive proof.

*You should produce three mixtures of Fehling's reagents in three different test tubes (2 mL F1 + 2 mL F2) and then add to each of the test tubes a spatula tip of glucose (grape sugar), lactose (milk sugar) and saccharose (beet sugar). The three test tubes are heated afterwards.*

Polysaccharides are detected using an iodine solution. Using this solution, a blue or violet colour appears depending on the respective polysaccharide.

*3 droplets of iodine solution are added to about 2 mL of starch solution*

*The test tube is then heated and recooled cautiously.*

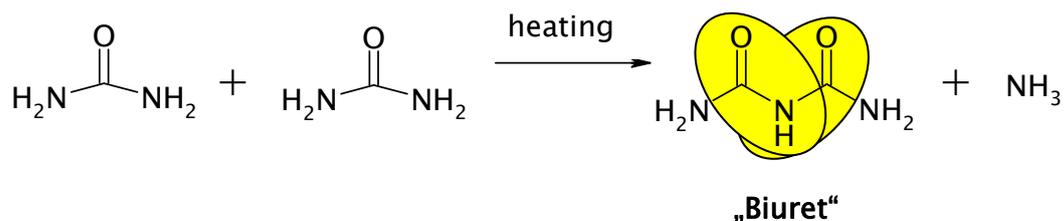
*2 droplets of iodine solution are added to a spatula full of flour on a watch glass.*

*A potato is cut into two halves. On the cut surface some iodine solution is dropped.*

## 8. Detection of proteins

*Put about 1 cm of urea in a dry test tube and heat cautiously. Watch and write down what exactly happens. When the content of the test tube has again solidified take it out of the flame and smell with caution at the opening of the test tube. Then let the test tube cool down.*

The following reaction has taken place:



*Now, about 2 mL of NaOH-solution and 5 droplets of  $\text{CuSO}_4$ -solution are added. A colour change to violet indicates the product "biuret". This proof is positive every time, when the group-CO-NH- occurs at least twice in a molecule.*

*If this is not the case, only a blue precipitate appears.*

## 9. Examination of a hen's egg

*A hen's egg is pitched and the yolk and the albumen are caught separately in two plastic beakers.*

*Try to dissolve some of the albumen as well as some of the yolk in water.*

*To some of the albumen 2 mL of NaOH-solution and 5 droplets of CuSO<sub>4</sub>-solution are added. (biuret reaction).*

*Some of the albumen is heated in a test tube (caution: bumping!).*

*Write all your observations into the protocol.*

## 10. Examination of milk

*Add to 2 mL of milk 2 mL of NaOH-solution and 5 droplets of CuSO<sub>4</sub>-solution.*

*Mix Fehling's reagents (2 mL F1 + 2 mL F2), add 1 mL of milk and heat.*

*About 20 mL of milk in an 50 mL-Erlenmeyer flask (narrow neck) are mixed with 3-4 mL HAc/water-solution drop by drop under constant swirling. The resulting suspension is filtered off and half of the filtrate is tested with 2 mL of NaOH-solution and 5 droplets of CuSO<sub>4</sub>-solution.*

*The other half of the filtrate is heated with Fehling's reagents (2 mL F1 + 2 mL F2).*

*Write all your observations into the protocol.*

**C. Protocol**

Name:..... Group:.....

|  |                  |
|--|------------------|
| m (cheese) =   | m(flask, tara) = |
| m(flask+fat) =   | m(fat) =         |
| % fat in cheese:   |                  |
| What is the name of the separation method which allows to separate the fat from the rest of the cheese?<br>..... |                  |

|   |                                |                                |
|---|--------------------------------|--------------------------------|
| Fehling-test, cross the circle if true: |                                |                                |
| glucose:                                | <input type="radio"/> positive | <input type="radio"/> negative |
| lactose:                                | <input type="radio"/> positive | <input type="radio"/> negative |
| saccharose:                             | <input type="radio"/> positive | <input type="radio"/> negative |

|   |
|---|
| observation:  |
| starch + iodine:  |
| after heating:  |
| after recooling:  |
| Which part of starch is detected by iodine? .....                         |
| flour + iodine:   |
| potato + iodine:  |
| Which parts of flour and potatoes are proven by these reactions?<br>..... |

|   |                                |                                |
|---|--------------------------------|--------------------------------|
| <b>Biuret-test:</b>                         |                                |                                |
| Observations on heating the urea (+ odour): |                                |                                |
|   |                                |                                |
| <b>Biuret-test:</b>                         | <input type="radio"/> positive | <input type="radio"/> negative |

|  |                                |                                   |
|--|--------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Examination of a hen's egg:</b>                 |                                |                                   |
| <b>albumen:</b>                                    | <input type="radio"/> soluble  | <input type="radio"/> not soluble |
| <b>yolk:</b>                                       | <input type="radio"/> soluble  | <input type="radio"/> not soluble |
| <b>Biuret-test:</b>                                | <input type="radio"/> positive | <input type="radio"/> negative    |
| <b>What is detected in albumen?</b>                | .....                          |                                   |
| <b>Observation when heating:</b>                   |                                |                                   |
|  |                                |                                   |
| <b>Which process takes place on heating?</b> ..... |                                |                                   |

| Examination of milk:   |                                |                                |
|--|--------------------------------|--------------------------------|
| Biuret-test(milk):   | <input type="radio"/> positive | <input type="radio"/> negative |
| Fehling-test(milk):  | <input type="radio"/> positive | <input type="radio"/> negative |
| Which substances of milk are proven by these two tests?<br>..... |                                |                                |
| Observation when adding the acid:                                |                                |                                |
|  |                                |                                |
| Biuret-test(filtrate):   | <input type="radio"/> positive | <input type="radio"/> negative |
| Fehling-test(filtrate):  | <input type="radio"/> positive | <input type="radio"/> negative |
| Which part was eliminated partly? .....                          |                                |                                |
| Which part was not eliminated? .....                             |                                |                                |

| Two final theoretical questions :  |
|--|
| How many amino acids can be seen in the section of the protein chain on page 4?<br>.....           |
| How many different amino acids can be seen in the section of the protein chain on page 4?<br>..... |

# FATS, CARBOHYDRATES, PROTEINS

## Vocabulary

|               |                 |                |                  |
|---------------|-----------------|----------------|------------------|
| albumen       | Eiklar          | starch         | Stärke           |
| beaker        | Becher          | storage        | Speicherung      |
| beet          | Rübe            | suspension     | Suspension       |
| bonding       | Bindung         | to adopt       | annehmen         |
| cane sugar    | Rohrzucker      | to carbonize   | verkohlen        |
| carbohydrates | Kohlenhydrate   | to decompose   | sich zersetzen   |
| cellulose     | Zellulose       | to deliver     | liefern, abgeben |
| filtrate      | Filtrat         | to denature    | denaturieren     |
| fructose      | Fructose        | to divide      | teilen           |
| galactose     | Galaktose       | to eliminate   | entfernen        |
| glucose       | Glucose         | to gain        | gewinnen         |
| helix         | Helix, Schraube | to melt        | schmelzen        |
| in order to.. | um zu...        | to pitch       | aufschlagen      |
| malt          | Malz            | to possess     | besitzen         |
| nourishment   | Lebensmittel    | to screw       | schrauben        |
| precipitate   | Niederschlag    | to solidify    | verfestigen      |
| property      | Eigenschaft     | to vaporize    | verdampfen       |
| reagent       | Reagenz         | trace elements | Spurenelemente   |
| several       | mehrere         | vigorous       | heftig           |
|               |                 | yolk           | Dotter           |

The words you find in fields with grey background are very important therefore you should learn them for your English lessons.

## Fragebogen zum IMST-Projekt

„Englisch als Unterrichtssprache im naturwissenschaftlichen Labor“  
(Albertus Magnus Gymnasium, pGRg 18, Wien, 4CRg (E) und 4BRg (D))

Betreuer: Dr. Manfred Kerschbaumer, Mag. Isabella Stadler

Evaluation: Univ.-Ass. Dr. Agnes Turner

Dieser Fragebogen (Jänner 2009) bezieht sich auf die ersten vier Laborbeispiele des Schuljahres 2008/09 im der 4. Klasse Realgymnasium. Aus jedem Beispiel werden zwei Fragen gestellt, eine davon ist **verbal**, die andere **formal** zu beantworten.

*Aus dem Beispiel: Der elektrische Widerstand*

Wie hängt der elektrische Widerstand mit der Länge eines Drahtes zusammen?

Schreibe das Ohmsche Gesetz an (I = Stromstärke, U = Spannung, R = Widerstand)

*Aus dem Beispiel: Reaktionen wichtiger anorganischer Verbindungen*

Was geschieht mit Staubzucker, wenn man einige Tropfen Schwefelsäure (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) zugibt?

Stimme die folgende chemische Gleichung ab:  $\text{Al} + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2 + \text{AlCl}_3$

*Aus dem Beispiel: Redoxreaktionen – Elektrochemie*

Was geschieht mit einem glimmenden Holzspan, der in reinen Sauerstoff eingetaucht wird?

Schreibe eine abgestimmte chemische Gleichung für die Knallgasreaktion ( $\text{H}_2:\text{O}_2 = 2:1$ )

*Aus dem Beispiel: Allgemeine Eigenschaften organischer Verbindungen*

Erinnere dich an den Geruchstest. Beschreibe kurz zwei verschiedene Geruchseindrücke, an die du dich erinnerst.

Zeichne drei Isomere, auf die die Summenformel  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$  passt.

## Fragebogen zum IMST-Projekt

„Englisch als Unterrichtssprache im naturwissenschaftlichen Labor“  
(Albertus Magnus Gymnasium, pGRg 18, Wien, 4CRg (E) und 4BRg (D))

Betreuer: Dr. Manfred Kerschbaumer, Mag. Isabella Stadler

Evaluation: Univ.-Ass. Dr. Agnes Turner

Dieser Fragebogen (Jänner 2009) bezieht sich auf die ersten vier Laborbeispiele des Schuljahres 2008/09 im der 4. Klasse Realgymnasium. Aus jedem Beispiel werden zwei Fragen gestellt, eine davon ist verbal, die andere formal zu beantworten.

*From the task: The electric resistance*

How is the electric resistance related  
to length of a wire?

Write down Ohm's Law ( $I$  = current,  $U$  = voltage,  $R$  = resistance)

*From the task: Reactions of important inorganic compounds*

What happens to powdered sugar if you add some droplets of sulfuric acid ( $H_2SO_4$ )?

Balance the following chemical equation:  $Al + HCl \rightarrow H_2 + AlCl_3$

*From the task: Redox reactions – Electrochemistry*

What happens to a glowing wooden splint if it is dipped into pure oxygen?

Write a balanced chemical equation for the reaction of detonating gas ( $\text{H}_2:\text{O}_2 = 2:1$ ).

*From the task: General properties of organic compounds*

Remember the odour test. Describe shortly two different smells you remember.

Draw three isomers matching the formula  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ .