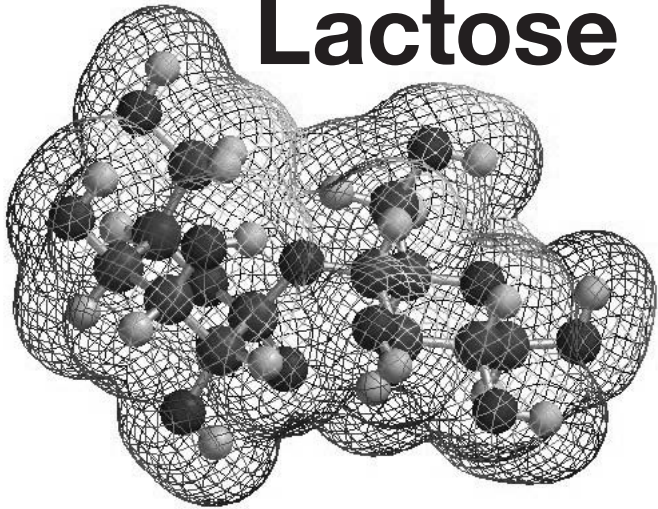


# cb iologie

h  
e  
m  
i  
e

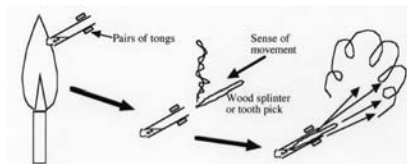
Enzyme im Alltag -

# Lactose



**Chemistry,**  
some simple **Demonstrations**  
in classroom

3/06



Verein Schweizerischer Naturwissenschaftslehrerinnen und -lehrer (VSN)  
Société Suisse des Professeurs de Sciences Naturelles (SSPSN)  
Società Svizzera degli Insegnanti di Scienze Naturali (SSISN)

50. Jahrgang, September 2006

Biotechnology  
CAPTIVATING SCIENCE EDUCATION  
Explorer™

**Bio-Rad. We're Serious about Science Education.**  
 Sie suchen Experimente für den Biologie- oder Chemieunterricht?  
 Wir informieren Sie gerne über unser Biotechnology Explorer™ Programm!  
 Bitte rufen Sie uns an: Tel. +41 (0)61 717 95 55 oder  
 per e-mail: swiss@bio-rad.com

BIO-RAD

Explore the real thing: [www.explorer.bio-rad.com](http://www.explorer.bio-rad.com)

## Liebe Leserin, lieber Leser

Nicht nur am Wetter, sondern auch daran, dass dies bereits die dritte Ausgabe des c+b ist, lässt sich erkennen, dass das Jahr 2006 schon langsam dem Ende zu neigt.

Mit dem Zentralkurs in Romanshorn ist aber noch ein Höherpunkt zu verzeichnen, der mit Sicherheit wieder viele spannende Begegnungen und interessante Denkanstösse auf Lager haben wird.



Passend zum grossen und für uns Chemie- und auch Biologielehrer wichtigen Anlass finden Sie in dieser Ausgabe einen Artikel zum Thema „Enzyme“ mit einem experimentell interessanten Zugang. Und als zweiten grossen Artikel eine Sammlung vieler kleiner, schöner Experimente in der Chemie; sei es als Unterrichts- oder auch als Praktikums-Experimente.

Desweiteren kommt das Thema „Kleine Revision des MAR“ und ein Beitrag, der sich mit einem weiteren Thema des Zentralkurses befasst.

Wieder einmal viel Spass

beim Lesen und

eine schöne Herbst-Zeit  
wünscht

Paul Burkhalter  
Redaktor c+b

### Inhalt

Enzyme im Alltag	4
Chemistry - some simple Demonstrations in Classroom	17
Zentralkurs 2006	51
Révision partielle de la maturité	54
Die kleinsten unsichtbaren Dinge - zum Greifen nah!	55
Impressum	60

Redaktionsschluss nächste Ausgabe:

**1. Dezember 2006**

Eine Liste der Vorstandsmitglieder und einen  
Anmeldetalon für Neumitglieder des VSN  
finden Sie auf den Seiten 53 und 54.

# Enzyme im Alltag

## Lactose Spaltung durch Lactase und Nachweis von Glucose mit Glucose-Dehydrogenase

### Lactoseintoleranz und Diabetes

Bis auf wenige Ausnahmen können Säuglinge den Milchzucker (Lactose) der Muttermilch gut verdauen. Der Milchzucker ist ein Zucker, der aus 2 Einfachzuckern, Glucose und Galactose, zusammengesetzt ist. Er muss enzymatisch aufgespalten werden, damit die Dünndarmschleimhaut ihn aufnehmen kann. Wird der mit der Nahrung aufgenommene Milchzucker, als Folge von fehlender oder verminderter Produktion des Verdauungsenzyms Laktase, nicht richtig verdaut, so spricht man von Lactoseintoleranz, Milchzuckerunverträglichkeit, Laktosemalabsorption, Laktasemangelsyndrom (Alaktasie)<sup>1,2</sup>.

Wenn der Milchzucker nicht aufgenommen werden kann, wird er von Darmbakterien metabolisiert. Dadurch entstehen Darmgase (Blähungen vorwiegend mit CO<sub>2</sub> z.T. mit H<sub>2</sub>) und eine Reihe von niedermolekularen Abbauprodukten, die wie der Milchzucker selber osmotisch aktiv sind und Wasser binden, was zu Blähungen, Bauchkrämpfen bis zu Durchfall führen kann. Die H<sub>2</sub>-Bildung wird bei der Atemluft als Nachweis für Lactoseintoleranz verwendet.

1 Schleip Thilo, Lactose-Intoleranz, Trias Verlag, Stuttgart, 2004

2 Baltes Werner, Lebensmittelchemie, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 1995, 265

Nach Absetzen der Muttermilch geht die Fähigkeit Lactose abzubauen verloren, wenn nicht weiter Milch zugeführt wird – das macht praktisch nur der Mensch!<sup>3</sup> Die Fähigkeit die Lactose der Milch im Darm abzubauen, hat sich daher in den letzten 10000 Jahren der Menschheit in den Bevölkerungsteilen, die zur Calciumversorgung auf Milch setzten, entwickelt.

Geografische Verteilung der Lactoseintoleranz<sup>4</sup>

Ethnische Gruppe	Prävalenz
Nord-Europäer	2-15%
Süd-Europäer	15-30%
Schwarze	60-80%
Asiaten	95-100%

Lactoseintoleranz kann genetisch bedingt sein (Gen auf Chromosom 2). Sie tritt manchmal auch vorübergehend nach Magen-Darm-Erkrankungen, Infektionen mit Parasiten in der Folge von anderen Erkrankungen wie Glutenintoleranz, aber auch bei Magersucht auf. Dieser sogenannte sekundäre Laktasemangel bildet sich zurück, wenn die auslösende Erkrankung abgeheilt ist.

Extern zugeführte Lactase vermindert das Risiko, an Flatulenz, Durchfall oder Bauchkrämpfen zu leiden um 61-68%, die Risikoverminderung, an Blähungen zu leiden, beträgt 40%.

Diese Verwendung von Lactase steht in dieser Arbeit im Vordergrund, und zwar unter dem Gesichtspunkt der Geschwindigkeit, mit der das Enzym arbeitet.

3 McGee Harold, On Food and Cooking, Charles Scribner's Sons, New York, 1984, 7

4 Schlatter Chantal, Lactose-Intoleranz. Pharmaceutical Care Research Group, Universität Basel Nr. 20/ 28.10.04.

Ist keine Lactase vorhanden, dann bildet sich auch keine Glucose. Das wäre für Diabetiker eigentlich gut, wenn da die Wirkungen der Lactoseintoleranz nicht wären.

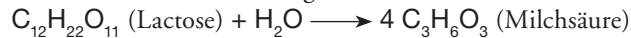
Probleme können für Diabetiker mit Lactose immer zusätzlich zum hohen Brennwert<sup>5</sup> vermehrt auftreten, wenn die Glucosefreisetzung zu rasch wird. Somit stellt sich für die Beurteilung zentral die Frage nach der Geschwindigkeit der Lactosespaltung im Verdauungstrakt.

### Lactose

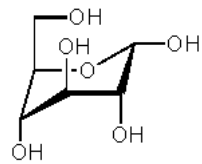
Lactose ist das wichtigste Kohlenhydrat der Milch aller Säugetiere. Von gewöhnlicher Hefe wird Lactose nicht vergoren, lediglich von Spezialhefen, wie beispielsweise Kefir.

Milchsäurebakterien wandeln Lactose zu Milchsäure um; auf diesem Prozess beruht das Sauerwerden der Milch.

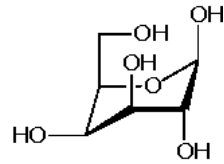
Anaerobe Milchsäurebildung:



Die Lactose (Milchzucker) ist ein Disaccharid (Zweifachzucker), sie besteht aus Glucose (Traubenzucker) und Galactose (Schleimzucker);  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , MR 342,29. Sie ist mit etwa 4,5 – 5 g in 100 g Milch vertreten (in dieser Arbeit verwendeter Mittelwert: 4,7 g/100 g Milch = 137 mmol/l).

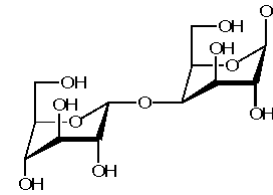


Struktur von Glucose



Struktur von Galactose

5 Lück Erich, Der Mensch is(s)t misstrauisch, Humboldt Verlags GmbH, 2003, 103



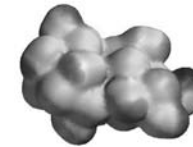
Konfiguration



3D-Modell  
(stick and ball)



3D-Modell  
Skelett und  
Oberfläche



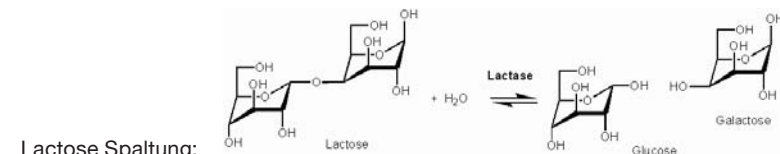
3D-Modell  
Elektronendichte

Abbildung 1: Struktur der Lactose

Betrachtet man die 3D-Modelle, dann stellt man fest, dass die Bindung zwischen der Glucose und der Galactose ziemlich „versteckt“ ist. Das weist auf besondere Eigenschaften des Enzyms Lactase hin, welches diese Bindung spalten kann.

### Spaltung von Lactose

Im menschlichen Verdauungssystem wird die Lactose im Zwölffingerdarm durch das Enzym Lactase gespalten. Die Michaelis-Menten-Konstante  $K_m$  für die Lactase ist ca. 18 (mmol/l)<sup>6</sup>.



Lactose Spaltung:  
 $Lactose + H_2O \xrightarrow{\text{Lactase (Enzym)}} Glucose + Galactose$

Abbildung 2: Spaltung von Lactose mit Lactase

Das Disaccharid Lactose wird dabei in seine Bausteine aufgetrennt, in Glucose und Galactose. Diese zwei Monosaccharide können anschliessend im Dünndarm und im Zwölffingerdarm problemlos aufgenommen werden.

6 Rehner Gertrud, Daniel Hannelore, Biochemie der Ernährung, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg/Berlin, 2002, 326

Fehlt das Enzym Lactase oder ist es in zu geringen Mengen im Darm vorhanden, dann kann die Lactose in den Nahrungsmitteln durch Zugabe von körperfremder Lactase gespalten werden.

#### Aufgabenstellung:

Es stellt sich die Frage, wie rasch die Lactose beispielsweise in Milch durch die zugesetzte Lactase gespalten wird.

### Nachweis der Glucose mit Glucosedehydrogenase (GDH)

Für den Nachweis, der durch die Lactase freigesetzten Glucose wird ein enzymatisches Verfahren angewendet, das auch für die Bestimmung des Blutglucosegehaltes bei Diabetes eingesetzt wird.

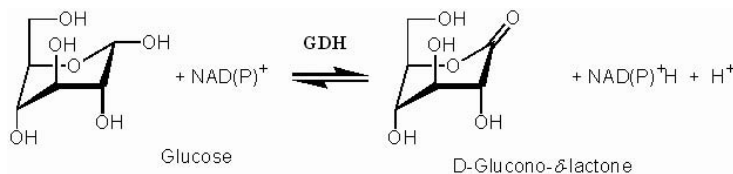


Abbildung 3: Reaktion von Glucose mit GDH und NADP

Oxidation eines Kohlenstoffs in Glucose:



Bei dieser Reaktion werden Elektronen übertragen. Wenn man mit einer Elektrode die abgegebenen Elektronen aufnehmen, diese durch ein Strommessgerät leiten und über eine zweite Elektrode den Wasserstoffen abgeben kann, dann ist es möglich, über den Strom die Konzentration von Glucose zu bestimmen (Elektrochemie, Amperometrie). Für die

Übertragung der Elektronen von der Glucose auf die Elektroden und die Wasserstoffe werden Übertragersubstanzen, so genannte Mediatoren eingesetzt (z.B. Phenanthroline und/oder Chinone)<sup>7</sup>.

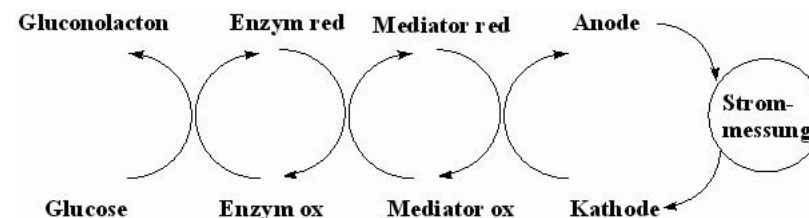


Abbildung 4: Amperometrische Glucose-Konzentrations-Bestimmung mit GDH

Dieses Messverfahren wird routinemässig zur Bestimmung der Glucosekonzentration in Mikroliter-Mengen von Blut oder Urin bei Diabetes angewandt.

### Diabetes, eine Störung des Stoffwechsels

Diabetes mellitus ist eine chronische Stoffwechselerkrankung, die dadurch entsteht, dass die Insulinproduktion in den  $\beta$ -Zellen der Langerhanschen Inseln in der Bauchspeicheldrüse gestört ist. Die Folge dieser gestörten Insulinproduktion sind erhöhte Blutzuckerwerte (Hyperglykämie). Als Diabetes renalis, auch Diabetes innocens oder Diabetes innocuus, bezeichnet man eine angeborene oder erworbene Störung der Nierenfunktion, die durch eine konstante Ausscheidung von Glukose im Urin, beim Nichtvorliegen eines Diabetes mellitus, gekennzeichnet ist.

<sup>7</sup> Bayer-Pörsch Kerstin, Messverfahren: Der chemische Vorgang, [http://images.diabetes-world.net/sixcms/media.php/41/testprinzip\\_\\_amperometrisch.pdf](http://images.diabetes-world.net/sixcms/media.php/41/testprinzip__amperometrisch.pdf), 2006-06-16



## Nachweis von Diabetes

Diabetes kann entweder durch Blutzucker- oder Urinzucker- Bestimmungen diagnostiziert werden. Der Blutzuckerspiegel liegt nüchtern bei etwa 110 mg/dl nach dem Essen bei etwa bei 140 mg/dl. Mit einem Blutzucker- Messgerät kann die Blutzucker-Konzentration festgestellt und daraus die notwendige Insulinmenge abgeleitet werden.

Bei einer Glukosurie kann die Glucose mittels Teststreifen im Urin nachgewiesen werden. Ab einer Konzentration von 160-180 mg/dl Glucose im Blut wird diese im Urin ausgeschieden (Glukosurie).

## Experiment

Vollmilch (pasteurisiert) mit 3.8% Fett (Migros): Angaben auf der Verpackung: 100 ml enthalten: 282 kJ, 3.2g Eiweiss, 4.9g Kohlenhydrate, 3.9g Fett

Enzympräparat Lactigest®<sup>8</sup>

Eine Tablette mit 0.309 g enthält 60 mg Tilactase aus *Aspergillus oryzae* (Tilactase ein Enzym zur Spaltung von Lactose). Lactigest enthält 60 mg Tilactase, was mind. 3000 FCC (Food Chemical Codex<sup>9</sup>) oder 2250 E (Enzymeinheiten). Je höher der FCC-Wert eines Präparates, desto mehr Laktose kann im günstigsten Falle problemfrei mit der Nahrung aufgenommen werden.

Übliche Dosierung: Kinder ab 3 Jahren und Erwachsene: 1 Kautablette pro 5 g Lactose; entspricht 1 Kautablette pro 1 dl Milch.

Tabelle 1: Systematik des Pilzes *Aspergillus oryzae*<sup>10</sup>, der zur Herstellung des Enzyms Lactase dient

Abteilung:	Schlauchpilze (Ascomycota)
Klasse:	Echte Schlauchpilze (Ascomycetes)
Unterklasse:	Eurotiomycetidae
Ordnung:	Eurotiales
Familie:	Trichocomaceae
Gattung:	Giesskannenschimmel ( <i>Aspergillus</i> )
Art:	<i>A. oryzae</i>



Blutzucker- Messgerät: „Precision Xtra Plus“ von „MediSense“<sup>11</sup>

Dieses Messgerät verwendet Teststreifen, welche einen Bluttröpfchen aufsaugen, die in das Gerät eingeführt werden müssen. Nach 20 s ist das Resultat ablesbar. Das Gerät ist in der Lage Blutzuckerkonzentrationen von 1.1 bis 27.8 mmol/l (entspricht 20-500 mg/ml) zu messen.

## Wie genau sind diese Messungen?

Genauigkeit ist definiert: Der Messwert eines Blutzucker-Messgerätes wird als „klinisch“ genau bezeichnet, wenn er in einen Bereich von +/-15% (in den USA +/- 20%) einer anerkannten Referenz-Methode fällt. Als Vergleich dienen normalerweise hochpräzise Laborgeräte. Eine aussagekräftige Methode zur Abklärung, ob das Resultat genau ist, ist deshalb der Vergleich mit einem Laborgerät. Als Qualitätskontrollen werden daher regelmässig Vergleiche durchgeführt, um zu garantieren, dass man sich auf das Gerät und die Teststreifen verlassen kann.

### Beispiel einer Qualitätskontrolle:

Gemessener Wert: 8 mmol/l

$8 \times 0.15 = 1.20$ ; zulässige Abweichung

$8 + 1.20 = 9.2$  mmol/l; hoher Bereich

$8 - 1.20 = 6.8$  mmol/l; tiefer Bereich

Der akzeptable Messbereich bei 8 mmol/l ist somit: 6.8 - 9.2 mmol/l

## Durchführung

**Material: Mörser mit Pistill, 10 ml Messzylinder, 1 ml Messpipette, 100 ml Becherglas, destilliertes Wasser, 60 ml Bechergläser.**

Da 1 Liter Milch maximal 137 mmol Glucose enthalten, der Glucosekonzentrationstest jedoch nur von 1.1 bis 27.8 mmol/l messen kann, müssen die Milchproben 1/10 verdünnt werden!

8 Grogg Pharma AG, Lactigest, [http://www.groggpharma.ch/cms/front\\_content.php?idcat=11](http://www.groggpharma.ch/cms/front_content.php?idcat=11), 2006-06-16

9 Food Chemical Codex (FCC) bzw. Aktivität der eingesetzten Enzyme. Entscheidend für die Wirkung eines Lactase-Präparates ist die Aktivität der eingesetzten Enzyme. 1 F.C.C. Lactase Einheit (F.C.C.LU) entspricht definitionsgemäss der Enzymmenge, die notwendig ist, um ein Micromol o-Nitrophenol pro Minute bei einem pH-Wert von 4,5 und 37°C freizusetzen. Lactase-Präparate können über verschiedene hohe FCC-Einheiten verfügen, angefangen bei 1.000 FCC/U.

10 *Aspergillus oryzae*, [http://de.wikipedia.org/wiki/Aspergillus\\_oryzae](http://de.wikipedia.org/wiki/Aspergillus_oryzae), 2006-06-16

11 Abbot Diabetes Care

Eine Tablette Lactigest® à 0.309g wird in einem Mörser mit dem Pistill zerrieben und in ein Becherglas mit 80 ml Milch gegeben. Um eine konstante Temperatur zu gewährleisten, wird das Becherglas in thermostatisiertes Wasserbad mit 37°C gestellt.

Die 60 ml Bechergläser werden mit 9 ml destilliertem Wasser gefüllt, um die zu messende Probe zu verdünnen.

Das Lactase Präparat wird der Milch zugegeben, gut gerührt und dann in Intervallen 1 ml Proben entnommen und im 60 ml Becherglas mit 9 ml destilliertem Wasser verdünnt.

Die Glucosekonzentration der verdünnten Flüssigkeit wird anschliessend mit den Teststreifen des Blutzucker- Messgeräts bestimmt.

## Ergebnisse

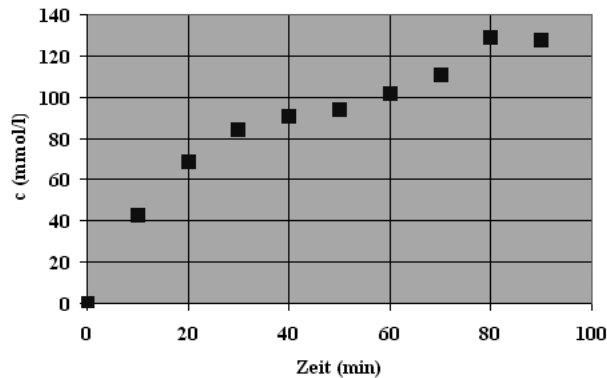


Abbildung 5: Glucosekonzentration im Verlauf der Zeit

Es fällt auf, dass während den ersten Minuten noch kein Wert dargestellt ist. Dies ist darauf zurück zu führen, dass das Messgerät erst ab 1.1 mmol/l einen Wert anzeigt.

Lactose kann auch durch Säureeinwirkung gespalten werden. Um diesen Einfluss zu erfassen wurde der pH-Wert der Milch während der Lactosespaltung gemessen. Es zeigte sich jedoch, dass der pH-Wert innerhalb der Messgenauigkeit konstant blieb.

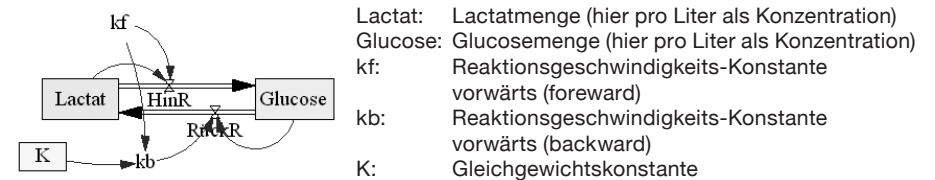
## Simulation

Bei der Simulation geht es darum ein Modell aufzubauen, das die Vorstellungen über die betrachteten Prozesse widerspiegelt. Der Vergleich mit den realen Messdaten kann dann einen Eindruck vermitteln, wie gut oder schlecht die Theorie mit der „Praxis“ übereinstimmt, so ganz im Sinne vom Erkenntnisphilosophen Karl Popper<sup>12</sup>: „Eine Aussage ist genau dann wahr, wenn sie mit den Tatsachen übereinstimmt.“

Annahmen:

- Die Lactatspaltung wird als Gleichgewichtsreaktion angenommen (trifft für alle enzymatischen Reaktionen zu)
- Die Wasserkonzentration ist konstant.
- Die gebildeten Glucose und Galactose haben keinen Einfluss auf die Lactatspaltung.

## Simulationsdiagramm



12 Karl R. Popper (1902-1994) Physiker und Philosoph, Objektive Erkenntnis, campe, 1974

## Gleichungen

- (01) FINAL TIME = 90  
Units: Minute  
The final time for the simulation.
- (02) Glucose= INTEG (HinR-RückR,0)  
Units: mmol
- (03) HinR=  $k_f \cdot \text{Lactat}$   
Units: mmol/Minute
- (04) INITIAL TIME = 0  
Units: Minute  
The initial time for the simulation.
- (05) K= 18  
Units: Dmnl [16,20]  
Nach: Rehner Gertrud, Daniel Hannelore,  
Biochemie der Ernährung, Spektrum Akademischer Verlag,  
Heidelberg/Berlin, 2002, 326
- (06) kb=  $k_f/K$   
Units: 1/Minute [0,0.1]
- (07) kf= 0.03  
Units: 1/Minute [0,1]
- (08) Lactat= INTEG (+RückR-HinR,137)  
Units: mmol [0,147]  
47 g Lactose pro Liter Milch = 137 mmol/l
- (09) RückR=  $k_b \cdot \text{Glucose}$   
Units: mmol/Minute
- (10) SAVEPER = 10  
Units: Minute [0,?]  
The frequency with which output is stored.
- (11) TIME STEP = 0.1  
Units: Minute [0,?]  
The time step for the simulation.

Ein wichtiger Hinweis zu Simulationen:  
Simulationen, bei denen die Einheiten nicht stimmen, sind wertlos!

## Zeitdiagramm

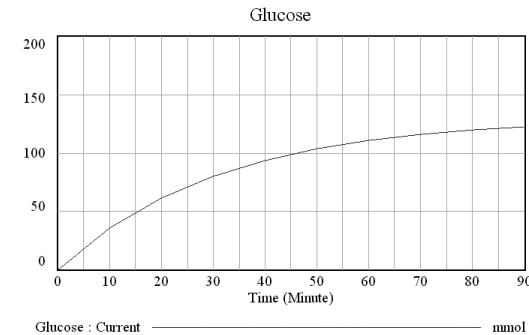
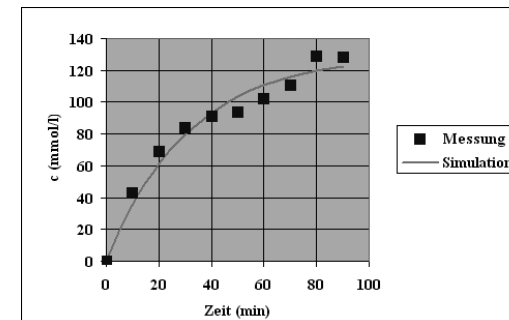


Abbildung 6: Simulation des zeitlichen Verlaufs der Glucose-Konzentration

## Vergleich

Abbildung 7: Zeitlicher Verlauf der Glucose-Konzentration.  
Vergleich von Messresultaten und Simulation

## Interpretation:

- Die Lactose-Spaltung mit Lactase zu Glucose und Galactose lässt sich mit den für Diabetes entwickelten Teststreifen gut verfolgen.
- Die Simulation zeigt, dass das Modell einer katalysierten Gleichgewichtsreaktion die Realität gut beschreibt.
- Lactose hat als Kohlehydrat für Diabetiker den Vorteil, dass der Blutzuckerspiegel wegen der enzymatischen Spaltung im Darm nur langsam ansteigt. Die Messungen geben einen Anhaltspunkt auf die Geschwindigkeit der Spaltung.



### Schlusswort

Aus der anfänglichen Idee die Verdauung von Milchsucker mit einem Enzym zu demonstrieren, entstand mit der Nachweismethode mittels Blutzucker- Messgerät eine interessante Kombination. Die Kombination von Lactoseintoleranz und Diabetes, lässt sich sehr gut in den Unterricht auf der Sekundarstufe I einbauen.

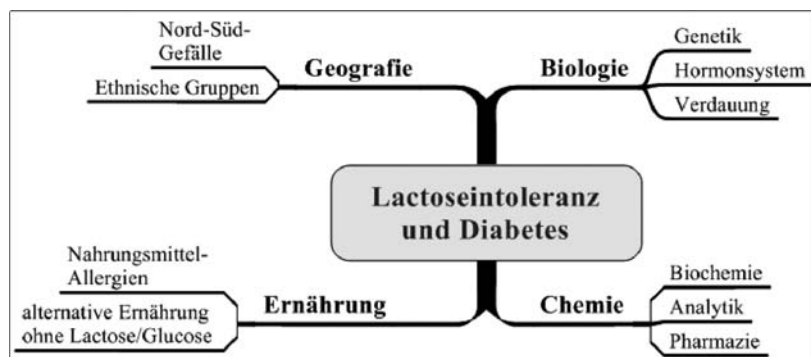


Abbildung 8: Einbettung von Lactoseintoleranz und Diabetes in den interdisziplinären Unterricht

Hofmann Lukas, Bützer Peter,  
Pädagogische Hochschule St.Gallen  
27. Juni 2006

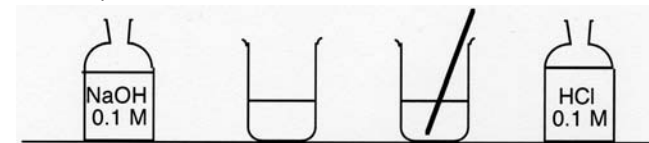
# CHEMISTRY

## 1. Neutralization in extremely diluted solutions

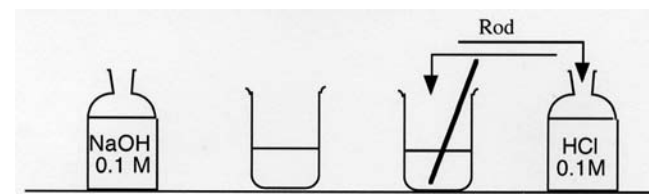
### 1.1 Neutralization NaOH - HCl, without buffering action

Half fill two 250 mL beakers with distilled water. Put a glass rod in one of them. See figure.

Bring two flasks, one of HCl 0.1 M or 0.2 M, and one of NaOH same concentration. Open the flasks, and lay them down near the beakers.



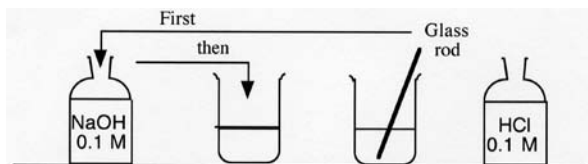
Dip the glass rod into the acid flask and get it out. One or two drops of the acidic solution remains on the rod. Put the rod into the solution where it came from.



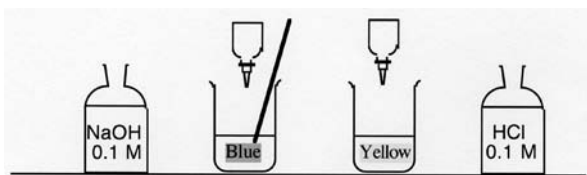
## Some Simple Demonstrations in Classroom

[http://sevelin44.educanet2.ch/  
chimie.cosandey/chem.exp](http://sevelin44.educanet2.ch/chimie.cosandey/chem.exp)

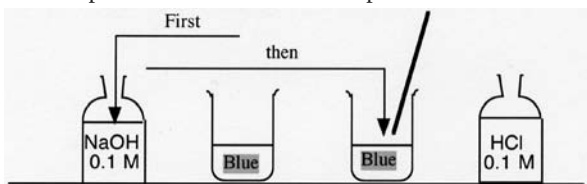
Repeat the same operation with the same rod bringing one drop of the NaOH solution into the second beaker. See figure.



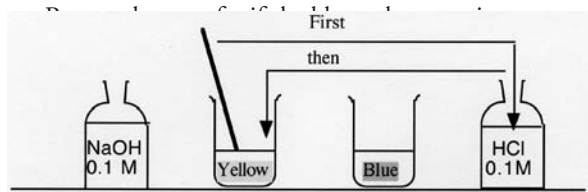
Pour one drop of Bromthymol Blue into each beaker. The solutions become blue on the left and yellow on the right. The pH values are about 4 and 10.



Dip the glass rod into the flask of NaOH, then into the acidic solution (yellow). The solution turns blue. If not repeat the operation with a second drop of NaOH..



Repeat this transfer operation by dipping the rod into the HCl flask then into any blue beaker, which turns yellow.



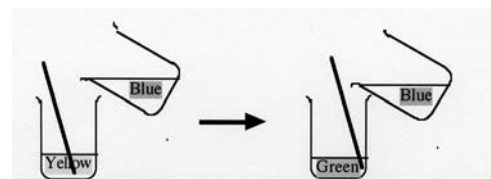
This to and fro motion can be repeated and can be repeated nearly indefinitely.

## 1.2 Difficult search of neutrality (Continuation of 1. 1)

The last motions can be repeated many times. The neutral green colour will never be obtained barring an extraordinary luck ...

But the neutrality can be obtained by another way. Empty half the water out of the acidic beaker.

Pour slowly the blue solution into the acidic beaker. With a bit of luck the green can be obtained. The solution is neutral then : pH 7.



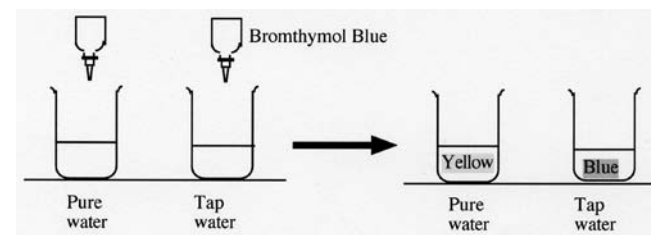
## 1. 3 No buffering action (Continuation of 1. 2.)

Continue adding the blue solution : the mixture turns blue. Conclusion : the mixture is extremely sensitive to any excess of acid or base. In other words it is not a buffer solution.

We will now show that tap water resists to the addition of acids or bases.

## 1.4 Impurities from pure and tap water

Half fill two 250 ml beakers, one with distilled water, the second with tap water, which must be a bit chalky. Add two drops Bromthymol blue in each beaker. The pure water turns yellow, and tap water blue. Ask the students why ! What is the impurity contained in both waters ?

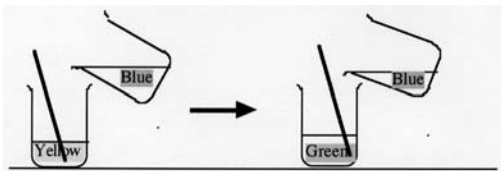


Explain that :

- 1) Carbon dioxide  $\text{CO}_2$  from the air is slightly soluble in water making an acid ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ )
- 2) Chalky water contains Calcium and a base ( $\text{HCO}_3^-$ ). With beginning students the teacher may “lie” and say that the dissolved substance is  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

### 1. 5. Buffer action of tap water (Continuation of 1.4.)

Take hold of the beaker with blue tap water (chalky water) and pour its water slowly into pure water. When about 20% has been transferred, the mixture becomes green (or neutral).



Have the student observe that this green mixture “resists” to further addition of acids or bases. It remains green if more tap water is added. It acts as a buffer, as a car bumper:

Explains that the green mixture is not very sensitive to the amount of acid or base added. And this is very different from what was shown with pure water in § 1. 2. and 1. 3..

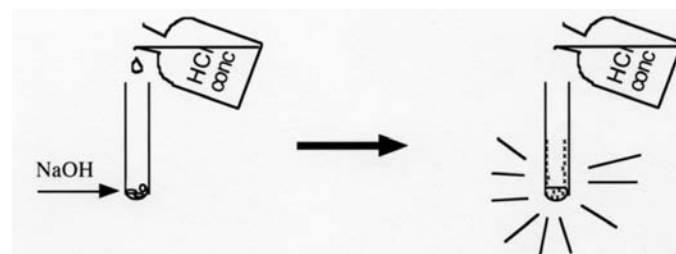
**Better :** Repeat all operations from § 1.1. with tap water instead of pure water. When a green solution has been obtained, the solution keeps green even if the to- and fro motion is continued. This proves that chalky water has a good buffer action.

## 2. Neutralization of solid $\text{NaOH} + \text{conc. HCl}$

Be careful !  
This reaction is violent!

Put a couple of solid  $\text{NaOH}$  grains in a big test tube (at least 15 cm long). Take hold of a concentrated  $\text{HCl}$  solution (35%). Pour one drop into the test tube, not more than two! When the drop touches the first  $\text{NaOH}$  grain, a violent reaction starts with a noise of punched tyre.

Add another drop, then another one : each time the same noise happens. But the test tube gets hotter and hotter. It soon cannot be held. Put it in an support (big beaker for example)



Add more  $\text{HCl}$  drop by drop, stirring. Same noise at each new drop ! But suddenly the noise stops : the reaction is over ! Ask the audience : What is the small white deposit?

Show that it is simply salt  $\text{NaCl}$  by filling up the tube with water : the salt disappears.

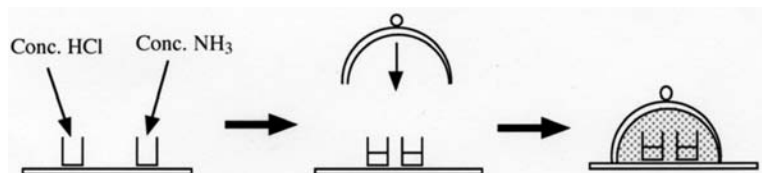
### 3. Gas phase neutralization :



Get a glass bell which must be air tight (an upside down beaker will not do) and a glass plate somewhat bigger than the diameter of the bell, plus two small beakers (< 50 ml).

Half fill the first beaker with HCl 35% and the second with NH<sub>3</sub> 25%.

Proceed quickly! Put the two beakers in the middle of the glass plate. Cover them with the the glass bell. A white smoke (NH<sub>4</sub>Cl) appears in the bell which soon gets deposited on the plate.



Wait about 30 minutes. Remove the bell under the hood. Remove the beakers and throw away their content. Observe the glass plate, which is covered by a white powder except under the beakers. The deposit of ammonium chloride NH<sub>4</sub>Cl may be tasted on the tongue.

### 4. Proton transfer from H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> to NaCl then to H<sub>2</sub>O

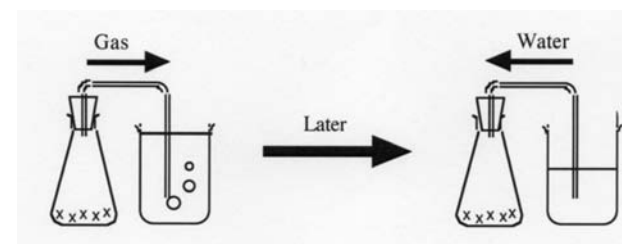
Get a 150 ml conical flask equipped with a rubber stopper, punched by a doubly curved glass tube, See figure. The stopper must be air tight !

Put enough sea salt (NaCl) to cover the bottom of the flask. Add 50 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 96% and close the flask quickly with the stopper and the doubly curved glass tube. The other end of the curved glass tube must plugged into a tall beaker filled with water.

© c+b 3/06

© c+b 3/06

The HCl gas formed in the conical flask pushes air that bubbles into the water. Then the bubbles seem to have some difficulty crossing the water, because they are made of HCl which gets dissolved into the water. After a couple of minutes the gaseous emission slows down. Surprisingly enough, water goes up into the tube against the gas current. The water return proceeds all of a sudden with extreme violence.



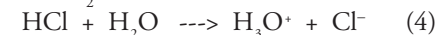
The corresponding reactions are all proton transfers. In the flask H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> produces:



which is a proton transfer from H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> to the Cl<sup>-</sup> ion from NaCl :



In the large beaker a second proton transfer happens from HCl to H<sub>2</sub>O :

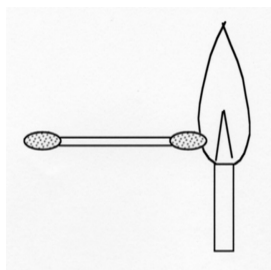


N.B. The water return may not happen if the stopper is not absolutely air tight. Old stoppers often fail to succeed.

## 5. Coloured flames

Take hold of a cotton bud (Q-tip) by one end. Wet the other end, and dip it into some calcium chloride  $\text{CaCl}_2$  powder.

Place this sample into the lower external zone of a Bunsen burner flame: the flame becomes orange-red, and this colour lasts a long time. The flame may be observed through a spectroscope; numerous red and orange lines, plus one green one.



- Take care. Don't place the sample inside the flame: the central stem would burn!
- If the colour dies down, dip the tip once more into the  $\text{CaCl}_2$  powder.
- The yellow colour and line of the Sodium flame never happens with this technique, which is an improvement with respect to the traditional platinum wire technique.
- If the Q-tip gets dry, it can be wetted again with a pipette.
- And if the Q-tip gets dry and burns, forget it and start again with a new one!

### Variations

Other chlorides can be used with the same method, as they are generally easily volatilized.

$\text{LiCl}$  yields a dark purple red flame, with only one line in the red part of the spectrum.

$\text{NaCl}$  yields a yellow flame with the famous yellow D-line.

$\text{KCl}$  yields a pale whitish light whose spectrum is hard to observe. It has one pale line in the red and one in the violet, plus the yellow line due to sodium impurities.

$\text{SrCl}_2$  yields an intense and bright red colour, with many lines in the red and orange.

$\text{CaCl}_2$  produces a reddish colour which soon disappears, as  $\text{CaCl}_2$  gets quickly dissolved into the water of the Q-tip and cannot be easily vaporized.

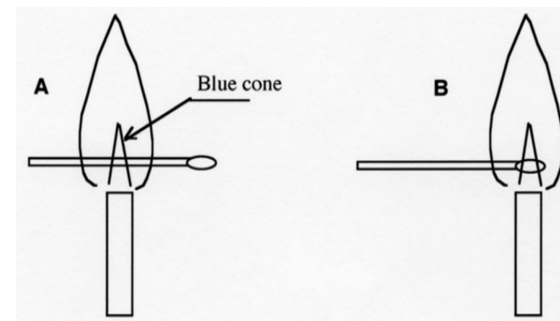
$\text{BaCl}_2$  gives a pale yellowish green flame which soon disappears, as  $\text{BaCl}_2$  is soon transformed into the oxide  $\text{BaO}$  which is not volatile, and therefore does not colour the flame.

$\text{CuCl}_2$  gives a green flame, with plenty of yellow or blue sparks which are due to the progressive pyrolysis of  $\text{CuCl}_2$  in  $\text{CuCl}$  and  $\text{CuO}$ .

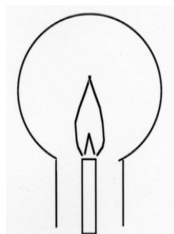
## 6. Study of the Bunsen flame

A. Take hold of the two tips of a match between two fingers. Place the middle of the match inside the blue cone of the flame in the lowest possible position. See **A**. The only burning part of the match is in the outer part of the flame, The inner part does not burn! It contains a cold mixture of methane  $\text{CH}_4$  and air.

B. Variant: Take hold of the non-burning tip of another match. And place the bud in the center of the blue cone, as in **B**. The wood will burn but not the bud. It is made of a mixture of paste and  $\text{KClO}_3$ .



The following setup demonstrates that the flame produces  $\text{CO}_2$  et  $\text{H}_2\text{O}$  according to:



Cover and insert the flame into a big glass balloon. The flame goes out and some mist appears inside. Stop the gas. Remove the balloon. Close the balloon with a cork stopper. Pour some chalk water. Stir : the water gets turbid. This is due to the carbon dioxide from the flame. It reacts with chalk water (solution of  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) producing a white precipitate  $\text{CaCO}_3$



## 7. Combustion of gasoline

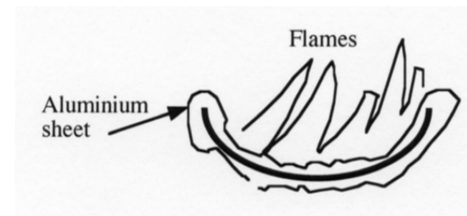
Wrap a porcelain capsule with an aluminium foil. Pour some drops of usual car gasoline into the capsule. Gasoline is a mixture of  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  and other hydrocarbones.

Throw quickly a match on fire. The gasoline catches fire quickly and gives off some black smoke rich in charcoal. This is due to an imperfect combustion.

Most molecules  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  are burning completely according to the global equation :



But a small percentage of  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  are burning imperfectly and produce Charcoal according to:



Point out that :

- 1 The combustion is not immediate. It takes some time for each group of 2 molecules of gasoline to get vaporized and find the 25 molecules  $\text{O}_2$  needed for the reaction.
- 2  $\text{O}_2$  attacks the gasoline molecule by first removing the H atoms, and then, if enough  $\text{O}_2$  is available and only then, Carbon atoms are oxidized.

### Comment

The aluminium foil is not necessary. Gasoline burns in any environment. The foil simply allows a quicker cleaning operation. The flame produces a dark deposit on the support. If it is aluminium, this does not cause any problem. But if it is on porcelain charcoal deposits adheres on it and resists to cleaning.

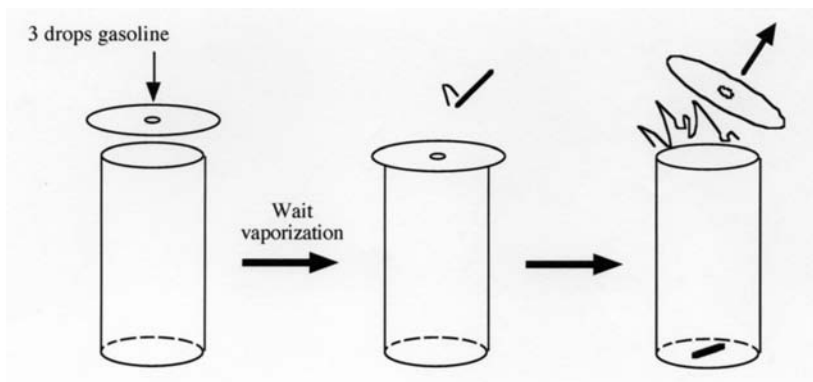
## 8. Principle of the internal combustion engine

Bring a cylindrical glass container about one liter volume (without a lip - a beaker will not do)). The best container is an old coffee box from scrap. Prepare in advance a thick cardboard disc with about the same diameter as the container; punch a hole 1 cm wide in the middle of the disk. Cover the opening of the container with the punched disk.

Explain that the volume of the chamber (1000 cc) is about the same as in a car. It contains 200 ml O<sub>2</sub>, which is about 0.009 mol O<sub>2</sub>.

To get a perfect combustion this requires 12.5 times less gasoline, i. e. 0.007 mol or 0.1 g, or 4 drops.

Take hold of a 1 milliliter syringe. Fill it with gasoline. Inject the flask with 3 - 4 drops gasoline through the hole of the disk. Wait half a minute until the drop is evaporated. Throw a match through the hole without touching the edge: The gaseous mixture explodes nearly noiseless and projects the cover a couple of centimeters in the air.



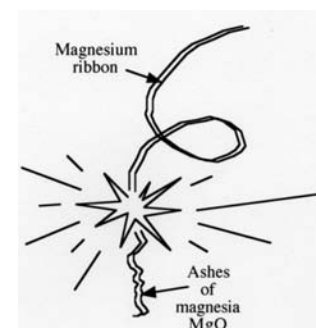
### Variants.

The number of drops can be changed. With less than 2 drops, nothing happens. With more than 8 drops, the explosion misfires. With about 20 drops, the mixture burns like a candle when the disk is removed.

© c-t-b 3/06

## 9. Combustion of Magnesium Mg

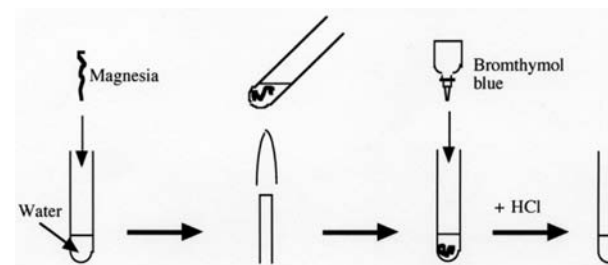
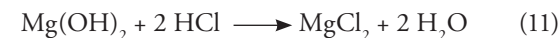
Hold a bit of magnesium ribbon 3 - 5 cm long with a pair of pliers or tongs. Set fire to it in the outer part of a Bunsen burner flame. Inside the flame magnesium melts without burning. The flame is dazzling and rich in UV light. Don't look directly on the flame! Going blind is a risk!



Save the ashes (MgO) in a test tube containing 5 ml water. Boil it and add two drops of Bromthymol blue. The solution turns blue, even though all is not dissolved. A base has been formed: magnesium hydroxide Mg(OH)<sub>2</sub>.

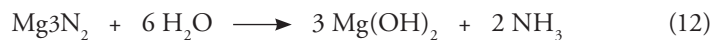


This base Mg(OH)<sub>2</sub> can be dissolved with 3 ml HCl 2 M by slight heating.



© c-t-b 3/06

P.S. It must be mentioned that the basicity of the solution is also due to the presence of  $Mg_3N_2$  in the magnesia, which forms  $NH_3$  when reacting with water :

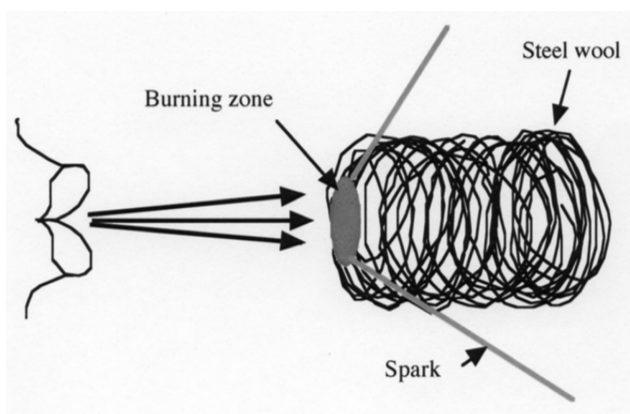


## 10. Burning other metals

**a. Cerium.** The flint for cigarette lighters is made of Cerium Ce, which burns by rubbing :



**b. Iron.** Steel wool burns in air, when put in a flame. The combustion is slow burning but may be stoked up by blowing on it. The equation is :



## Comments

- Protect the table and the surroundings against stains from sparks .
- Don't try to make stoichiometric calculations: the change of weight is negligible !.
- $Fe_3O_4$  is made of one atom Fe(II) and two atoms Fe(III). This substance is sometimes called magnetic oxide because  $Fe_3O_4$  is attracted by a magnet like iron. Its developed formula can be given by :  
O=Fe-O-Fe-O-Fe=O.
- Don't confuse this combustion and the more usual rust formation. Rust is  $Fe_2O_3$ .
- Rust formation is an electrochemical process requiring four conditions :
  - 1) a charcoal impurity at the surface of an iron piece,
  - 2) one drop of water,
  - 3) air and
  - 4) carbon dioxide in the air. If one of these four substances is missing, iron does not rust.
- Three different iron oxides are known :  $FeO$ ,  $Fe_2O_3$  et  $Fe_3O_4$ . The most stable is  $Fe_3O_4$  at high temperatures.

## 11. Black powder

Black powder is a mixture of saltpeter  $KNO_3$ , charcoal C and sulphur S.

When set on fire it reacts according to the Liebig equation (1859) :



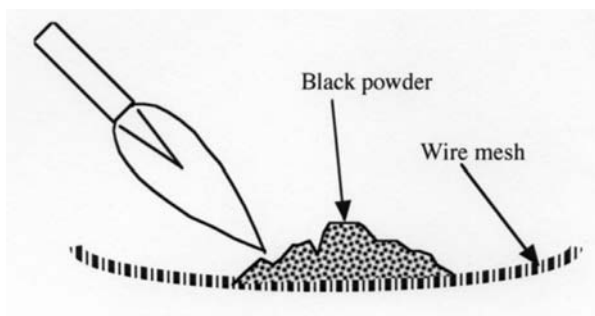
The theoretical mass proportions are :  
74.8%  $KNO_3$ , 13.3% C (wood charcoal),  
et 11.9% S.



To prepare black powder, mix in a porcelain mortar enough ingredients so that the total mass is 40 g. Add enough water to get a paste. Grind it thoroughly until no more yellow sulphur grain is to be seen. It may be long ! Then let it dry in the air for one night. On the next day the mixture may adhere on the mortar. Remove it with a knife.

Never grind the initial mixture of saltpeter, charcoal and sulphur when dry ! Danger : it may explode !

To set fire into the black powder, deposit a little amount on a wire-mesh impregnated with ceramic. Take hold of a Bunsen burner and direct the flame on the powder. The powder takes a couple of seconds to set fire. It produces a simple but nice pyrotechnic effect.



#### Safety problems

- Never mix saltpeter, charcoal and sulfur when dry. In 2001 an Irish teacher lost one eye while doing it. Anyway water dissolves saltpeter which is more homogeneously distributed in the mixture this way. .
- Dry black powder can be kept indefinitely in a closed bottle. It is not sensitive to moderate shocks, and will not spontaneously set fire, as nitroglycérine.

© c+b 3/06

#### Comments

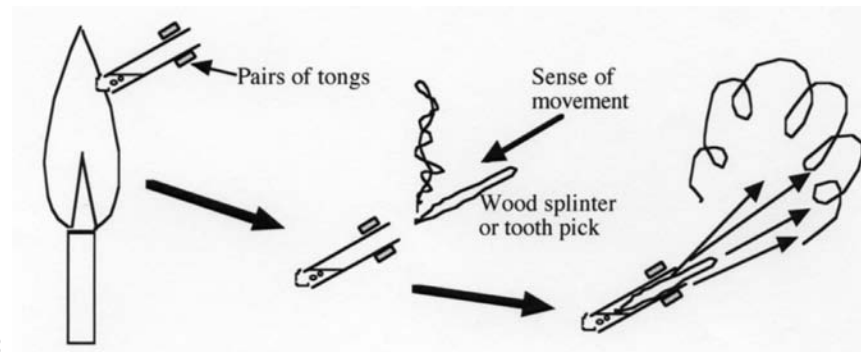
- Use an old wire mesh : ignition damages the mesh.
- In the dictionary black powder is made of 75% saltpeter, 15% charcoal and 10% sulphur. Charcoal is then in excess.
- Drawback, not to tell the students. The chemical analysis of ashes and other residues reveals no  $K_2S$  but  $K_2CO_3$  and  $K_2S_2O_3$ , which is hard to explain without using  $O_2$  from the air.

## 12. Chlorate rocket

Take hold of a small combustion tube ( $\varnothing$  6 mm), a tooth pick and a wooden pair of tongs. Fill the bottom of the tube with potassium chlorate  $KClO_3$ , on about 5 mm thick.

Hold the tube with the tongs near the aperture. Heat the bottom up in a Bunsen flame. Chlorate smelts then decomposes and gives off oxygen bubbles  $O_2$ .

At this very moment get the tube out of the flame, and introduce quickly the tooth pick nearly burning (with just a red spot). It burns with brightness and vigour in the gas coming out of the decomposition. But if it is pushed down into the liquid chlorate itself, it produces such a powerful reaction that it looks like a rocket starting..



© c+b 3/06

**Comments**

- The reaction producing oxygen O<sub>2</sub> is .  

$$2 \text{KClO}_3 \longrightarrow 2 \text{KCl} + 3 \text{O}_2 \quad (16)$$
 But there is a simultaneous side reaction producing perchlorate KClO<sub>4</sub> and chloride KCl :  

$$4 \text{KClO}_3 \longrightarrow \text{KClO}_4 + 3 \text{KCl} \quad (17)$$
- This reaction may be used for preparing large amounts of gaz O<sub>2</sub>. But it is too vigorous. It can be slowed down by adding an equal volume of MnO<sub>2</sub> or Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> to the chlorate KClO<sub>3</sub>, before heating it up. The reaction is also more regular and does not produce any KClO<sub>4</sub>, It starts also at a lower temperature.
- KClO<sub>3</sub> was used in the 19th century for analyzing the C and H content in organic substances. All that has to be done was measuring the mass of CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O produced by the combustion of the organic substance: Gay - Lussac method. As the reaction of KClO<sub>3</sub> was too vivid, this compound was later replaced by copper oxide CuO.

**13. Printed circuits and redox reactions**

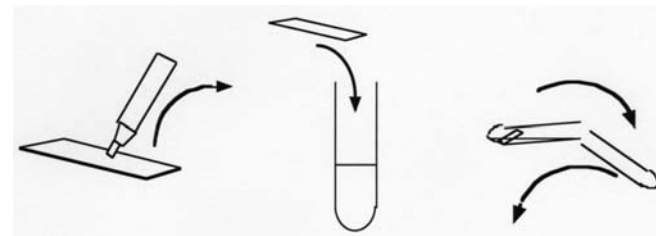
This demonstration requires thin plastic foils covered with copper such as those used by electroicians to make up printed circuits. They are for sale in Switzerland at Conrad ([www.conrad.ch](http://www.conrad.ch)), under the name Isel® plates 10x16 cm, reeference 52.62.53-12.

Cut a strip of this foil with scissors in order to get at least one strip thin enough to enter a large test tube with ease. Usually a piece 50 mm long and 15 mm broad will be all right..

Write your initials on the copper face with a black waterproof ink or a marker for every surfaces. The black layer must be thick enough : repeat the marking. Dry for une minute.

Take hold of two identical large test tube. Pour a solution of HCl 35% in the first and the same volume of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% in the second tube. Pour the first solution into the second.

Throw the copper strip in the mixture. Take care : a strong reaction happens which heats a lot, producing a blue-green color and a great amount of bubbles. Non protected copper is quickly attacked and destroyed. After a couple of seconds transfer the solution into the second test tube to check the strip. Repeat this to and fro motion until the unprotected copper has disappeared. Then, after maybe 10 seconds, remove the strip and throw it into water.



Wash, rinse and dry the strip with paper. Remove the black vernish with acetone. The copper letters appears freely as printed on the plate

The equation of the reaction is:



#### Comment

- The bubbles are due to a side reaction, the self decomposition of  $\text{H}_2\text{O}_2$  into  $\text{H}_2\text{O}$  et  $\text{O}_2$ .
- The whole operation is more delicate than it may seem. The strip must not stay too long in the solution. Otherwise the black paint is also attacked and dissolved. The experimenter must be carefully check the progress of the reaction.

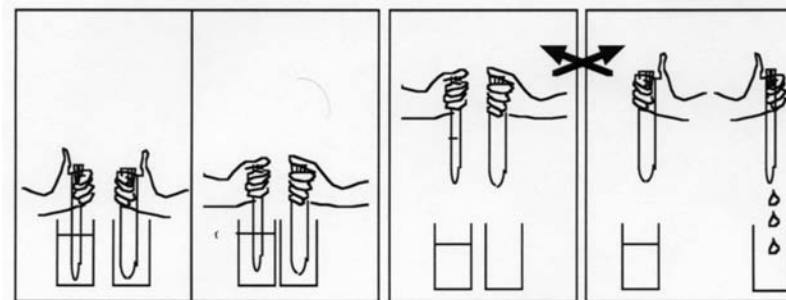
### 14. An experimental analogy for chemical equilibrium

A special equipment is to be used for this demonstration, namely two test tubes, a small one and a bigger one. both being punched through the bottom. Both must be closed by a one-hole rubber stopper. Bring also two high and thin beakers 150 or 200 mL and fill one with tap water..

Before starting the demonstrations explain that :

- when putting such a punched tube into a beaker, the same proportion of water is removed, whatever the level of water in it. The small tube picks up always say 5% of the water, and the big one always 10%.
- the beaker on the left will represent the reagents, and that the beaker on the right represents the products.
- the demonstration implies transporting simultaneously 5% of the left hand side reagents and 10% of the right hand side products, each one towards the other beaker.

Plunge simultaneously both tubes into the two beakers. Wait until the water is on a level with outside. Block the rubber holes with a finger. Get the filled tubes out of their beaker, cross the arms and empty them in the other beaker. Repeat the operation as soon as possible. Observe the levels in the beakers. The beaker on the left of which 5% is picked up at every move tends quickly to be 2/3 full. The beaker on the right tends quickly to be 1/3 full.

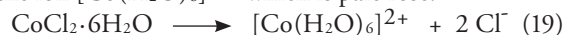


This “game” can be continued as long as as one wants it. The equilibrium is obtained when the same volume of water is picked up by both test tubes.

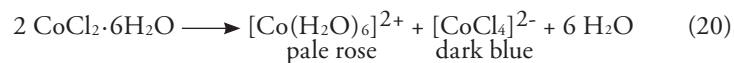
This is a good demonstration that the equilibrium is a dynamic phenomena..

## 15. Chemical equilibrium

Cobalt(II) chloride  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  is a rose red powder that is soluble into water. The aqueous solution contains the ion  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  which is pale rose.



Surprisingly  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  produces an intense blue colour in ethanol due to equation (20) :



The blue colour of  $[\text{CoCl}_4]^{2-}$  hides the pale rose of  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  in the solution. But adding water  $\text{H}_2\text{O}$  into the blue alcoholic solution will soon turn it to a pale rose colour



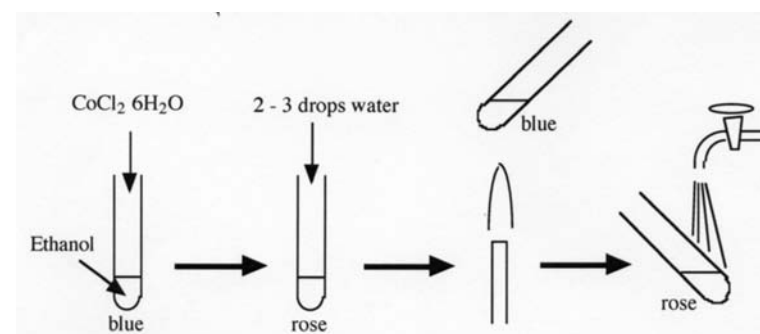
This reaction (21) is an equilibrium and this can be easily demonstrated.

### Procedure

Take 3 identical test tubes. Take some water in the first tube then a pinch of Cobalt chloride. Stir to dissolve. Observe the rose colour. Do the same with the other tubes but with ethanol (or isopropanol) instead of water to obtain two blue solutions.

Take one of the blue solutions and add one or two drops of water : the colour turns reddish, according to (21). Compare with the two other tubes. Stop when the tube is still a little bit bluish.

This solution may be used to show that the reaction (21) is an equilibrium. To show that the reaction can be inverted, heat the rose test tube with a Bunsen flame. The solution turns blue again.. Put it under the tap water flow : the solution turns rose again.



### Thermodynamic comment

Reaction (21) is exothermic towards the right side. But it leads to less independent species : 5 ions on the right hand side instead of 7 on the left. So the entropy decreases. Therefore the inverse and endothermic reaction (towards left) is favored at HT, as it is accompanied by an entropy increase.

## 16. Quick production of soap

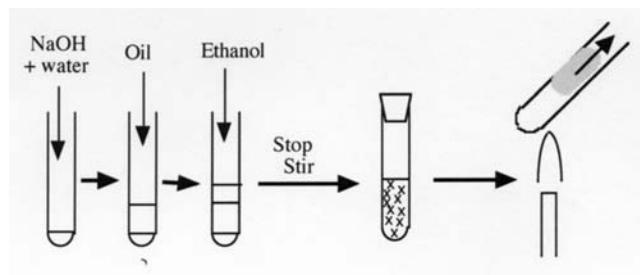
Put a couple of solid NaOH grains in a test tube, then water until it is level with the surface of the solid. Stir. NaOH will slowly dissolve and the solution heats up. The concentrated solution may be turbid, due to impurities of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  which is not soluble in NaOH solutions.

Add twice as much vegetable oil (olive, corn, peanut, etc.). Oil floats without reacting. Tell the audience that saponification happens only at the interface oil - NaOH. Here this interface is a minimum. In the industry it is enlarged by emulsifying the oil into the NaOH solution. Anyhow the operations lasts many hours.

Add a volume of ethanol equal to the NaOH solution. Observe the three superimposed phases.

Stop the tube with a stopper and stir violently by turning over the tube many times. The three phases get homogenized in a couple of seconds and the whole mixture congeals quickly in a semi-solid soap which fills up the tube.

To get the soap out of the tube, remove the stopper. Heat the bottom of the tube in a Bunsen flame. Heat very slowly. Ethanol boils soon and its vapour pushes the soap block out of the tube. The warm mass can be cast in the hand to make a bar of soap.



Take hold of the tube which is now empty. Half fill it with water and stir. Foam will soon appear in the tube.

© c+b 3/06

© c+b 3/06

## Comment

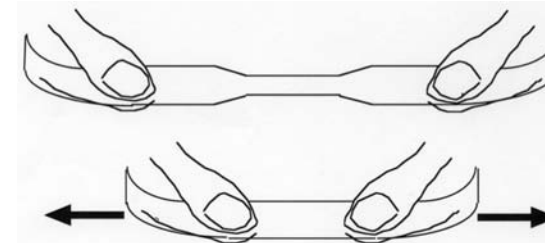
Ethanol is miscible both with oil and with water or aqueous solutions. Its presence allows a molecular contact between NaOH and the oil. As the reaction rate is proportional to the interface oil-NaOH, the reaction is nearly instantaneous when carried out in alcohol.

## 17. Stretching polythene

Bring freezing bags like those used in every kitchen for saving food in the freezer. They are made of polyethylene (or polythene or PE).

Cut up bands of plastic as long as the bag width and about one centimeter wide with scissors. Avoid scratches and irregularities which may induce failures later on. Observe that the plastic sheet is nearly transparent.

Seize one band between the thumb and fore finger. Stretch the strip very very slowly : it gets longer and thinner. It also becomes transparent. When the strip has doubled its length, it suddenly looks impossible to lengthen it any more. It has now a remarkable tensile strength. At this time the polymer chains are all parallel to one another.



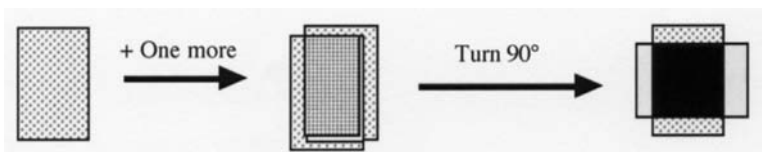
### Comments

- Ethene or ethylene is formed of molecules  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ . Its polymerization produces long linear chains of polyethylene or polythene PE:  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$  etc. The initial foil contains such chains bent and randomly distributed. After stretching they are aligned parallelly in the same direction : the whole has a greater tensile strength..
  - Polymerization is carried out in the industry by two methods :
    - at high pressure (400 bars) in the presence of traces of  $\text{O}_2$  as catalyser : the polymer is then called PELD or polythene low density.
    - at ordinary pressure with the so-called Ziegler-Natta catalyser (mixture  $\text{TiCl}_3 + \text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ ), the polymer obtained is then called polythene high density (PEHD).

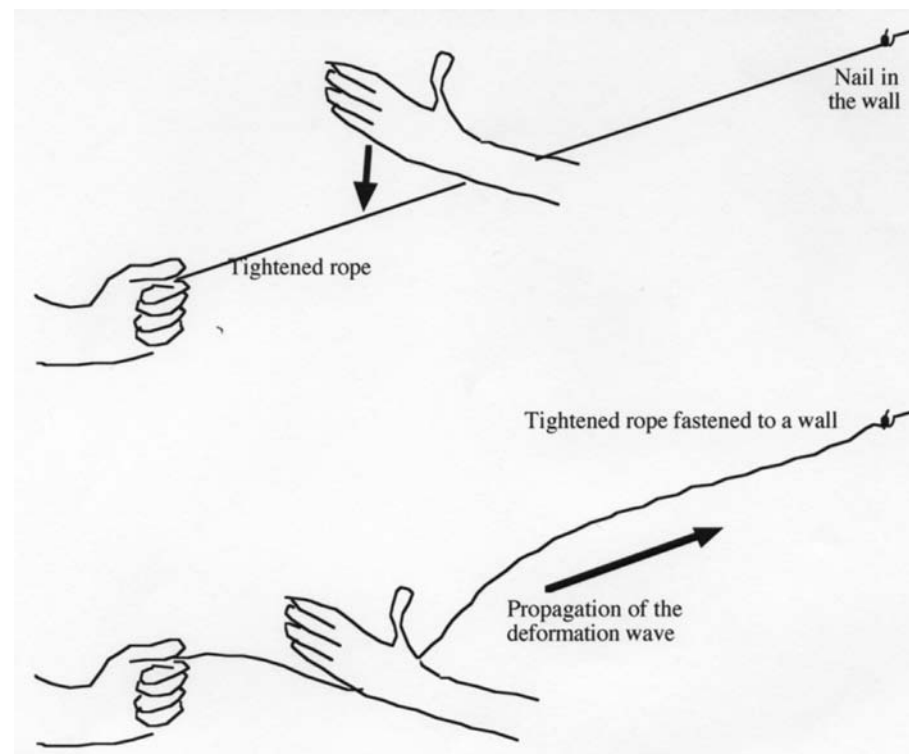
### 18. Optical activity

This demonstration requires special plastic films called polaroid or "Polarizing Films" which can be bought in A4 dimension at: <http://www.3Dlens.com>, at 7 € a piece.

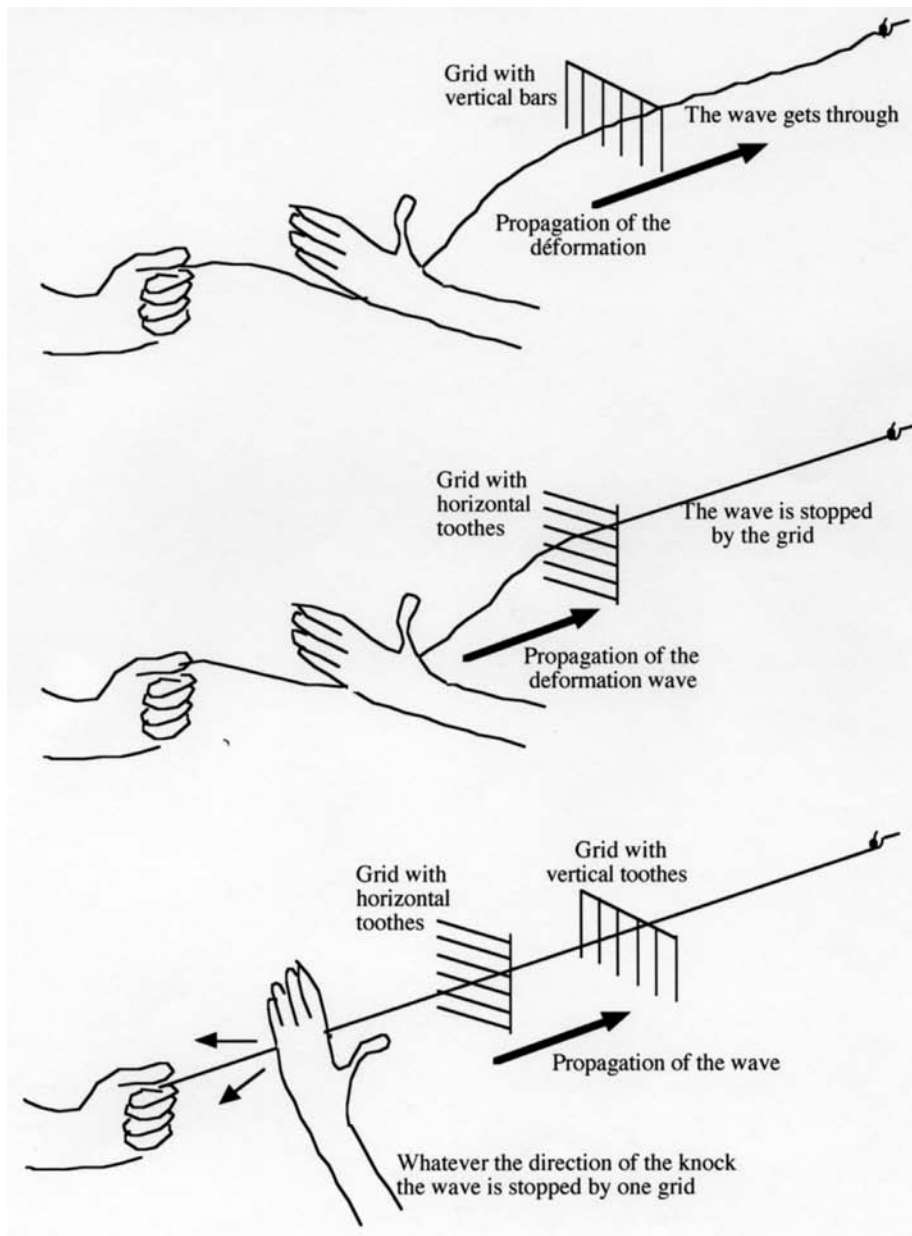
These films have the property of transforming ordinary light into polarized light. This can be shown by superimposing two of them. Light gets through if they are parallel. But the whole is opaque if they are crossed at right angle.



It is worth the trouble explaining this strange behaviour to the audience before going further. Light can be assimilated to a rope attached to a distant wall and hold in one hand. With the other hand give a sharp knock on the rope. It produces a wave which moves to the wall.



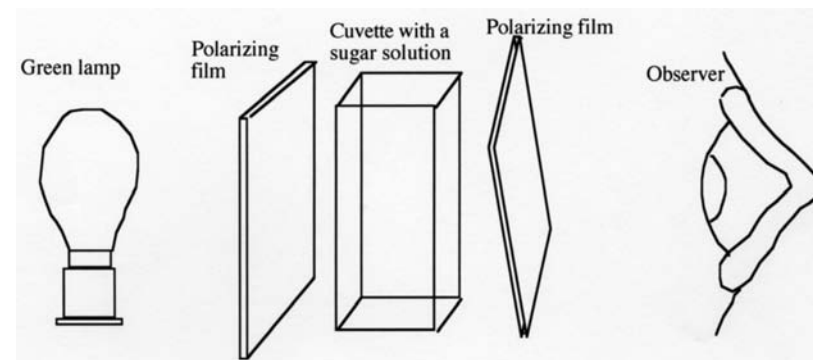
The polarizing film is like a grid or a comb astride on the rope. Only those waves which are parallel to the grid pass away and go on to the wall. With two such grids the wave will never pass through if they are perpendicular to one another.



© c+b 3/0

When looking at a lamp emitting only one colour through two crossed polarizing films no light goes through. The whole is dark. And this is still the case when water or a salty solution is inserted between the two foils. And yet if a sugar solution is used instead light comes through again. Extinction can be reobtained by rotating one of the films. See figure.

This simply shows that sugar (and all optically active substances) acts on the polarizing plane of the light, somewhat like a worker using a screwdriver.



### Comments

- **Shape of the cuvette**  
The sugar solution must be placed in a container with flat and parallel faces. Flask, bottles and other non prismatic containers will not be suitable. Extinction can be reobtained. The angle of rotation depends on the thickness of the solution.
- **Choosing the colour**  
Do not use white light emitting lamps. Sugar molecules do not rotate equally all components of light. Blue light is more rotated than red. So extinction will never be obtained with white light.  
The little coloured lamps used for Christmas trees suit perfectly. Green is better, as it corresponds to the maximum of the eye sensitivity.

© c+b 3/06

## 19. Spontaneous self ignition

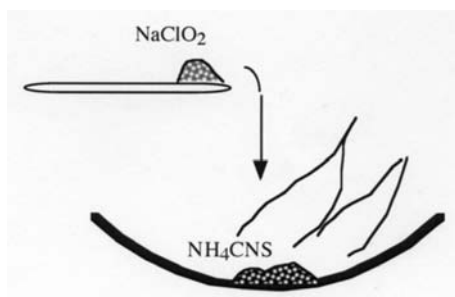
Put some ammonium thiocyanate  $\text{NH}_4\text{CNS}$  in a porcelain crucible. Throw then a tiny amount of sodium chlorite  $\text{NaClO}_2$ . A spontaneous flame jet is evolved when the chlorite touches the thiocyanate. If not add one drop water (not two !) When the first flame starts more chlorite can be added. Each time a new flame will happen that never lasts more than one second... The equation is :



The mixture gets hot and yellow because of the sulphur. But this sulphur reacts with more chlorite if in excess according to :



As a consequence  $\text{SO}_2$  is produced which has a punching odour ! Take care !



## Comments

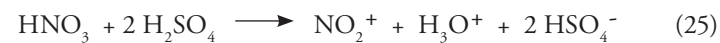
- **Sodium chlorite**  $\text{NaClO}_2$ 
  1. Sodium chlorite is not easy to find. It may be ordered by Acros, code number 223.235.000, and it costs 50 € for 500 grams. Furthermore this compound is sensitive to air oxidation, which transforms it into the inactive sodium chlorate.
  2. Do not confuse **Chlorite**, **Chloride** and **Chlorate**. Sodium chlorate is  $\text{NaClO}_3$ .
- **Thiocyanate**. Ammonium thiocyanate can be replaced by potassium thiocyanate.

## 20. Synthesis and explosion of nitroglycerine

Nitroglycerine  $\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3$  is synthesized from glycerol  $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$  according to:



But take care. It is not  $\text{HNO}_3$  that attacks glycerol (ou glycerine), but  $\text{NO}_2^+$  produced by :



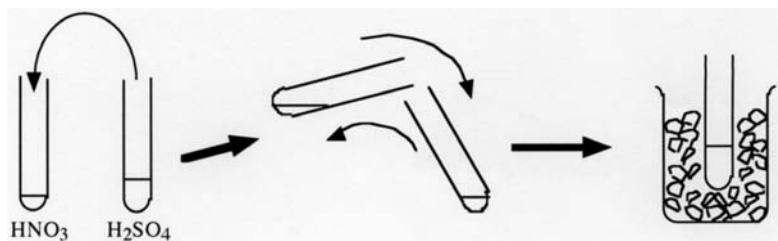
The following procedure has been by about 100 students each year in my high school lab for 25 years. There has never been any failure or accident.

## Procedure

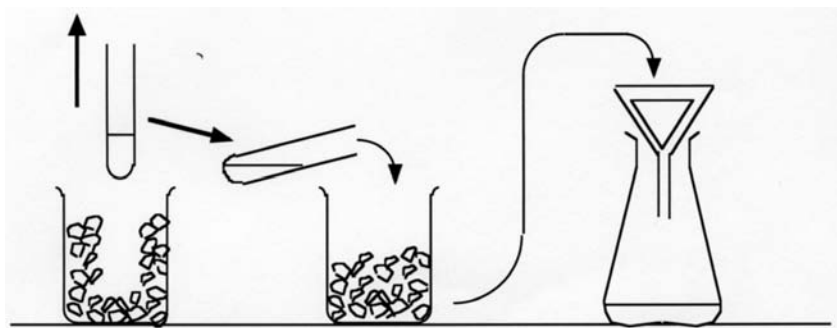
Pour 3 ml concentrated  $\text{HNO}_3$  (65%) in a dry test tube, then the double (6 ml) of concentrated  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (96%) in another tube. Pour  $\text{H}_2\text{SO}_4$  into  $\text{HNO}_3$ . Do mix up



thoroughly by pouring to-and fro- many times. This mixing warms up. Dip the tube into a 150 ml beaker filled with ice.



When the tube is colder than 10°C, add 10 drops glycerine with a 5 ml syringe into the liquid mixture. This produces a turbid mixture which remains near the surface. Pour the liquid with a to and fro motion for homogenizing the solution. As the nitration reaction is exothermic the liquid should stay in the ice for at least 5 minutes. The temperature should never exceed 10°C.



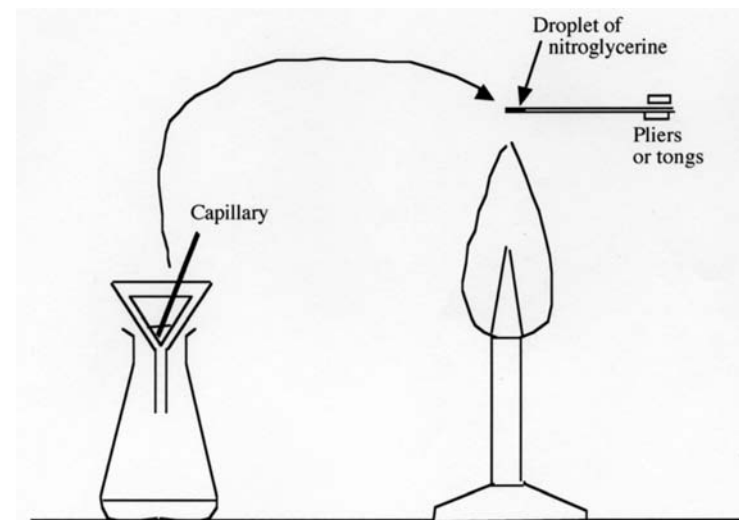
© c+b 3/06

At the end the turbid mixture should be dropped into the rest of ice. The ice melts and dissolves the excess of acids plus the remaining glycerine that has not been nitrated. Stir with the empty test tube. A large drop of oil will soon be observed on the bottom of the beaker : nitroglycerine.

Get rid of the ice, and of the greatest part of the liquid,. Pour the remaining liquid plus the oil into a filter paper and a funnel. The aqueous solution goes through the filter. At the end a large drop of oil remains in the filter.

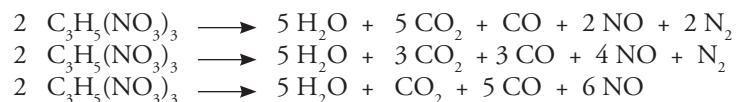
Take hold of a 10 microlitres capillary (Blaubrand 708709) and dip it into the oil drop in the filter. Don't punch the filter paper. A tiny droplet of oil stays in the tip of the capillary, about 1 microlitre. Hold the capillary with a pair of pliers or tongs horizontally at about 30 cm above the table. Place the droplet of nitroglycerine in the non gripped end. See figure.

Put quickly a burning Bunsen burner just under the droplet and get away quickly. Within a couple of seconds, the capillary explodes with a sharp noise.



© c+b 3/06

The explosion may happen according to equations like :



At the end the excess in nitroglycerine may be eliminated simply by opening the filter on a wire-mesh. The sharp end of a Bunsen burner flame is directed on the drop of oil. It burns smoothly like wax when the wet paper is dry enough.

**Maurice Cosandey, 2006**

President of the Swiss Association of Chemistry Olympiad  
Federal Institute of Technology  
Lausanne, Switzerland



Zentralkurs 2006  
Romanshorn



## Programm

Datum	Zeit	Anlass	Referenten
	16.00	Generalversammlung des VSN	
Di, 3.10.06	17.45	Begrüssung	Rektor/Stadtamman
	18.00	Der Mensch - chemisch betrachtet	Prof. Dr. Schunk
	19.30	Nachessen im Restaurant Schloss	
Mi, 4.10.06	8.30	Superabsorbierende Polymere	Dr. Köhler-Krützfeldt
	9.45	Demovortrag: Aluminium	Prof. Dr. Ducci/ Oetken
	10.45	Pause	
	11.15	Silikone in der Restauration	Dr. Miller
	12.30-14.00	Verpflegung in Mensa/individuell Ausstellung Lehrmittel	
	14.00-16.30	Div. Workshops	Diverse
	17.00-18.00	Besichtigung einer Mosterei / Käserei / eines inovativen Landwirtschaftsbetriebes	
	18.30	Führung oder individuelle Besichtigung des Schlosses Hagenwil,	
	ca. 19.30	anschliessend Nachessen im Schloss	
Do, 5.10.06	8.30-10.00	Div. Workshops	Diverse
	10.00-10.30	Pause	
	10.30-12.30	Div. Workshops	Diverse
	12.30-13.55	Verpflegung in Mensa	
	14.00	Mit Zug von Romanshorn nach Kreuzlingen	
	14.45	Schiff von Kreuzlingen nach Konstanz über Mainau, Meersburg, Hagenau	
	15.30	Besichtigung von Konstanz individuell oder Führung	
	18.00	Mit Zug/Bus zurück nach Romanshorn	
	19.30	Abendessen im Restaurant Seelust	
Fr, 6.10.05	8.00-9.00	Demovortrag zur Tribolumniszenz	Dr. Hall-Goule
	10.00-12.00	Verschiedene Firmenbesuche: Zuckerfabrik Frauenfeld, Model, Schane + Bioforce, Ceres + Milchpulverfabrik Sulgen, Metrom Herisau, Feuerwerksfabrik, Altana	



## Liste der Workshops

Bezeichnung	Thema / Inhalt	Anbieter
W1b	Untersuchungen von Chloroplasten/Mitochondrien	Dr. T.Uetz
W2	Simulationen im Chemieunterricht	Dr. P.Pützer
W3	Animationen/Simulationen im Chemieunterricht	Dr. Ehrensberger/ Kottonau
W4	Untersuchung von Blattgrün/Messung der Photosyntheserate bei <i>Elodea canadensis</i> (Wasserpest)	H. Galliker
W5b	So geht es auch: sichere Schulversuche	W. Proske
W6	Bodenanalytik	W. Proske
W7b	Bewährte Laborexperimente	Dr. M. Cosandey
W8	Exp. und Überlegungen zur Thermodynamik und Quantenchemie	Dr. K. Koch
W9	Equilibre	Dr. P. Boesch
W10	Analyse des oxides d'azotes	Dr. P.-D. Meyer
W11	Lebensmittelzusatzstoffe	P. Käser
W12	Chemie im 1. Schuljahr	Franz Steiger
W13	Diskussion über das neue Stoffprogramm der DCK	Dr. K. Koch
W14	Schnupper - Workshop Gen-Spirale	Dr. Gesche Standke
W15	Glaswaren (Material, Technik, Entwicklungen)	Herr Ermert
W16	Les nouveaux cours-labo à Genève	Nicolas Leuenberger

Workshops, die sich speziell eignen für Biologen sind mit einem kleinen „b“ gekennzeichnet.



**Anmeldung zur ganzen Woche  
oder auch zu einzelnen Tagen unter:**

**[www.ksr.ch/zentralkurs2006](http://www.ksr.ch/zentralkurs2006)**

Wer gerne einen eigenen Beitrag leisten möchte oder einen Kollegen dazu ermuntern kann, darf uns dies gerne unter folgender Adresse melden:

**[Zentralkurs2006@gmx.ch](mailto:Zentralkurs2006@gmx.ch)**

(oder an Stefan Bosshart, Brünnelihöhestr. 9, 8400 Winterthur)

## Révision partielle de la maturité

Suite au dépôt de notre pétition, le 27 juillet 2005, munie de 993 signatures, M. Pascal Couchepin nous a répondu le 10 octobre 2005 qu'il créait un groupe de travail chargé de proposer une révision partielle de l'ORM (MAR). Ce groupe de travail s'est réuni 6 fois de janvier 2006 à août 2006. Il a fait les propositions suivantes.

- 3 notes séparées pour la physique, la chimie et la biologie (maintenant 1 seule note)
- augmenter le rapport de maths et sciences naturelles à 25% - 35% (maintenant 20% - 30%)
- double poids pour les notes „première langue“, „mathématiques“ et O.S. (Schwerpunktfach).
- la note du travail de maturité compte pour la maturité
- l'informatique devient une O.C. (Ergänzungsfach)
- si possible un diplôme de master pour les enseignants

Après EVAMAR II, il y aura peut-être une révision totale (ceci était seulement une révision partielle) avec la possibilité d'améliorer encore plus la position des sciences naturelles.

Ce sont d'excellentes nouvelles, qui vont exactement dans le sens demandé par notre pétition.

Maurice Cosandey

## Die kleinsten unsichtbaren Dinge - zum Greifen nah!

Wir Chemielehrkräfte sind eigentlich in einer sehr ungemütlichen Situation. Wir unterrichten ein Fach, in dessen Zentrum ganz eindeutig der Stoff steht, also etwas Handfestes, Greifbares. Und trotzdem sprechen wir die meiste Zeit von kleinsten unsichtbaren Dingen, die nur in unseren Köpfen existieren. Wir lassen Elektronen von einem Atom zum anderen springen, wir übertragen Wasserstoffkationen von einem „Säureteilchen“ auf ein „Baseteilchen“ oder wir greifen mit einem nukleophilen an einem elektrophilen Atom an, ohne dass jemals ein Atom geschweige denn ein Elektron von irgendjemandem gesehen worden wäre. Erst die Vielzahl der Teilchen macht die Stoffe sichtbar und die Eigenschaften spürbar bzw. messbar.

Nun sind für uns in der Chemie drei Aufgaben besonders wichtig:

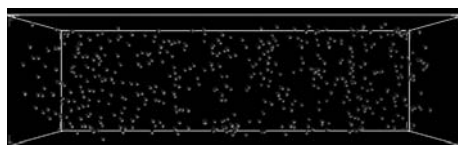
- wir müssen den Schülerinnen und Schülern eine Vorstellung von den kleinsten Dingen vermitteln (Modellvorstellung),
- wir müssen aufzeigen, dass die Modelle nur unseren Köpfen entsprungen sind (sie beruhen zwar auf Beobachtungen, aber sie können nie die Wirklichkeit darstellen) und
- wir müssen klar machen, dass Modelle gewisse Phänomene recht gut voraussagen oder nachvollziehen können, dass sie aber alle ihre Grenzen haben.

Im Physik- und im Chemieunterricht spielen die drei Aggregatzustände fest, flüssig und gasförmig eine ganz zentrale Rolle. Die Phänomene der Zustände selbst und der Phasenumwandlungen sind besonders wichtig und haben zu detaillierten Modellvorstellungen geführt. Als „Vehikel“ für den „Transport“ der Vorstellungen aus den Köpfen der Mittelschullehrkräfte in die Köpfe der Schülerinnen und Schüler wurde eine Vielzahl von Hilfsmitteln entwickelt (Zeichnungen, Trickfilme, simple Computeranimationen und mechanische Hilfen mit kleinen Metallkugeln). Ein Simulationsprogramm, das mehr als nur ein paar Atome in der Gasphase umherfliegen lässt, ist bis heute noch nicht aufgetaucht.

Im Ergänzungsfach Chemie haben sich deshalb im Jahre 2003 zwei Schüler der Kantonsschule Frauenfeld zum Ziel gesetzt, ein Programm zu schaffen, das echte Simulationen in allen drei Aggregatzuständen und allen vier Phasenübergängen darstellt. Mit einem enormen Einsatz und dank exzellenten Kenntnissen in Informatik, Mathematik, Physik und Chemie ist es den beiden jungen Männern gelungen, ein hervorragendes Werk zu schaffen (Auszeichnung mit dem ersten Preis im Wettbewerb „Schweizer Jugend forscht“, 2004).



Abb. 1 Diffusion:  
Ausschnitt aus dem Simulationsprogramm; oben: zwei unterschiedliche Gase in getrennten Räumen; unten: während des Diffusionsvorganges haben sich die Gase teilweise durchmischt.



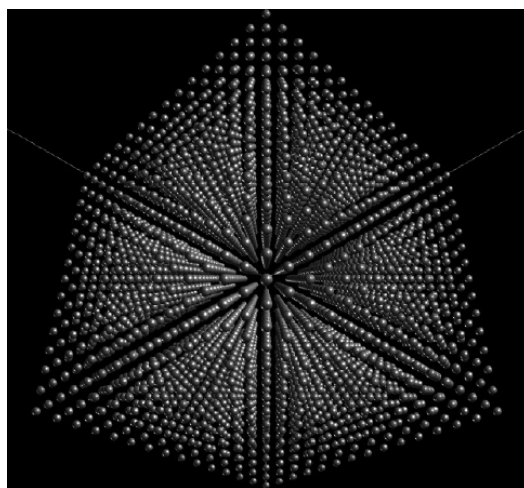
Das Programm „Atomarium“ bietet einmal einfach von sich aus ein ganz spezielles Erlebnis. Dank der 3-D-Technik wähnt man sich mitten im Gas drin; die Atome fliegen so „realistisch“ auf einen zu, dass man ihnen unwillkürlich auszuweichen versucht ist, oder man probiert eines der vielen hundert Teilchen zu erhaschen, wenn es, wie aus dem Nichts auftauchend, plötzlich vor der Nase vorbei schwebt. Das Programm ist aber auch zu einem wertvollen Hilfsmittel in unserem Unterricht geworden. Mit ihm lassen sich die Aggregatzustände fest, flüssig und gasförmig ausgesprochen realistisch simulieren. Die Phasenübergänge kann man im Detail untersuchen. Dabei manifestieren sich die zentralen Größen „kinetische“

und „potentielle Energie“ augenfällig; zusätzlich wird dieser Eindruck durch entsprechende Diagramme, die man leicht einblenden kann, verstärkt. Gasgesetze lassen sich leicht erfahren, weil die entsprechenden Parameter Druck, Temperatur, Volumen und Teilchenzahl bequem messbar bzw. einstellbar sind. Diffusions- und Osmosephänomene bei unterschiedlichen Temperaturen und in beliebig komplizierten Räumen können simuliert und damit analysiert werden. In

der Kristallographie dient das Programm zur Visualisierung von unterschiedlichen Gittertypen und deren Einheitszellen. Dabei wird sofort klar, welche Anordnung der Atome zu einem stabilen Gitter führt und welche Anordnung viel zu hohe potentielle Energie beinhaltet. Die Impulsübertragung ist in linearen, zwei- oder dreidimensionalen Darstellungen speziell eindrucklich darstellbar.

Als besonders bequem für uns Lehrkräfte erweist sich die Tatsache, dass wir auf vorgegebene Abläufe, sog. Skripts, zurückgreifen können, dass wir aber auch sehr einfach unsere eigenen Skripts an Hand eines ausgeklügelten Codes zusammenstellen können. Das Programm ist zudem ausgesprochen interaktiv, d. h. es lassen sich jederzeit Teilchenzahl (übrigens bis zu zehntausend und mehr Atome) und Ort, Geschwindigkeit, Grösse, Farbe der Partikel sowie Zahl und Grösse der Räume verändern. Es ist also auch besonders geeignet, Veränderungen und deren Auswirkungen zu verfolgen.

Abb. 2 Kristallstruktur:  
Ausschnitt aus dem Simulationsprogramm



Die beiden Autoren haben die Möglichkeiten eines modernen Computers voll ausgenutzt. Sie lassen bis zu einhundertmal pro Sekunde ausrechnen, welche Kräfte jedes Teilchen von allen anderen Teilchen erfährt. Daraus bestimmen Sie die Beschleunigung, welche auf das Atom wirkt, und damit dessen Bahn. Trotz des hohen Rechenaufwandes empfindet man die Bewegungen als flüssig, was nur dank optimaler Programmierung möglich ist.

Alltägliche Phänomene erkennen und beschreiben lassen, ist für uns eine wichtige Aufgabe; sie zu erklären und sie mit Hilfe von Modellvorstellungen verstehbar und begreifbar zu machen, ist für uns das zweite ebenso wichtige wie reizvolle Ziel. Um dies zu erreichen, steht uns nun ein eindrückliches und zugleich ausgesprochen ästhetisches Hilfsmittel zur Verfügung.

Wenn wir dabei nicht vergessen, dass es nur ein Modell ist und nicht die Wirklichkeit selbst abbildet, dann wird es einen wichtigen Beitrag zum Verständnis unserer Umwelt beitragen.

Hans Ueli Ehrensperger,  
Kantonsschule Frauenfeld

Das Programm „Atomarium“ wird am Zentralkurs in Romanshorn vorgestellt. In einem Workshop kann man sich von dessen Möglichkeiten und von dessen einfacher Handhabung leicht selbst überzeugen. Über technische Details und Bezugsquellen wird im nächsten c+b informiert.

# «Periodensystem der Elemente» in englischer und NEU in deutscher Ausführung

**MEYER MESSTECHNIK GMBH**  
LILIENWEG 8, 6010 KRIENS  
TEL.: 041 340 62 54 FAX: 041 340 62 55 meyer@tic.ch

## Impressum

*Redaktion, Layout & Grafik:*  
Paul Burkhalter, Gutenbergstrasse 50, 3011 Bern  
Tel.: 031 381 12 87; Natel: 079 350 66 39  
Deutsches Gymnasium Biel, Ländtstrasse 12,  
Postfach 1171, 2501 Biel  
e-mail c + b: c-und-b@bluewin.ch

*Suisse Romande:*  
Dr. Maurice Cosandey, Chemin des Etourneaux 1,  
1162 Saint-Prex

*Druck:* Aeschbacher AG, Worb  
www.aeschbacher.ch  
Offsetdruck, weiss chlorfrei gebleicht

Erscheint vierteljährlich / parait quatre fois par an.  
Redaktionschluss für die nächste Ausgabe / Délai  
pour le prochain numéro: **1.12.2006**  
(die übernächste Ausgabe: 1.3.2007)

VSN-Vorstandsmitglieder 2004/05  
Composition du comité 2004/05 de la SSPSN



Name, Vorname Nom, Prénom E-Mail	Adresse privat / privée Telefon/téléphone	Adresse der Schule / prof. Telefon d.S. /téléphone prof.
COSANDEY Maurice Präsident VSN/SSPSN maurice.cosandey@bluewin.ch	Etourneaux 1 1162 Saint-Prex Tel: 021 806 12 20	
BOESCH Philippe Präsident CRC pboesch@prolink.ch	Faiencerie 13 1227 Carouge Tel/Fax: 022 823 11 91/4	Collège de Stael St. Julien 25 1227 Carouge, Tel: 022 342 69 50
BURKHALTER Paul Redaktor c+b //VSN/SSPSN für c+b : c-und-b@bluewin.ch paulburkhalter@bluewin.ch	Gutenbergstr. 50 3011 Bern Tel: 031 381 12 87 Natel: 079 350 66 39	Deutsches Gymnasium Biel Ländtstrasse 12; Postfach 2501 Biel/Bienne Tel 032 328 19 19
KOCH Klemens Präsident DCK kochkle@sis.unibe.ch	Dorfstrasse 13 2572 Sutz Tel: 032 397 20 02	Deutsches Gymnasium Biel Ländtstrasse 12; Postfach 2501 Biel/Bienne Tel: 032 328 19 19
Präsident DBK	vakant	
DIGOUT Janine CRC/CRB janine.digout@bluewin.ch	18, chemin des Romains 1950 Sion Tel: 027 395 33 82	
FELIX Hans-Rudolf SCG-Delegierter hr.felix@bluwin.ch	Bündtenstr. 20 4419 Lupsingen Tel/Fax: 061 913 03 03/6	Gymnasium Bäumlhof BS Zu den Drei Linden 80 4058 Basel, Tel/Fax: 061 606 33 11
FERACIN GYGER Sibylle Kassierer VSN sfegy@hispeed.ch	Oberburg 44 8158 Regensberg Tel/Fax: 044 854 18 32	Kantonsschule Wettingen Klosterstrasse 11 5430 Wettingen Tel: 056 437 24 00
BLEICHENBACHER Michael m.bleichenbacher@ksoe.ch	Margrit-Rainer-Strasse 18 8050 Zürich Tel: 079 303 07 64	Kantonsschule Oerlikon Birchstrasse 107 8050 Zürich Tel: 044 317 23 45
KRAEHENBÜHL Olivier Präsident CRB olivier.kraehenbuehl@edu-vd.ch		Gymnase Cantonal de Nyon Rue de Divonne 8, CP 2214 1260 Nyon 2 Tel:
DEUBER Roger rdeuber@dplanet.ch	Winzerhalde 30 8049 Zürich Tel: 044 342 43 91	Kanti Baden (Fachschaft Chemie) Seminarstrasse 3 5600 Baden Tel: 056 200 04 71
AUBERT Line CRB line.aubert@gymalp.ch	Ralligweg 10 3012 Bern Tel: 031 381 45 32	Gymnase de la rue des Alpes rue des Alpes 50 2502 Biel/Bienne www.gymalp.ch

Verein Schweizerischer Naturwissenschaftslehrerinnen und -lehrer (VSN)  
Société Suisse des Professeurs de Sciences Naturelles (SSPSN)  
Società Svizzera degli Insegnanti di Scienze Naturali (SSISN)

## Mitgliedschaft im Fachverband Biologie / Chemie (VSN/SSPSN/SSISN)

Liebe Kollegin, lieber Kollege

Ich möchte Sie über die beiden Möglichkeiten einer VSN-Mitgliedschaft informieren.

- Als A-Mitglied:** Sie treten dem Verein Schweiz. Gymnasiallehrerinnen und Gymnasiallehrer (VSG) und zugleich dem Fachverband N (VSN/SSPSN/SSISN) bei. Damit erhalten Sie das Gymnasium Helveticum (GH) und das Kursprogramm der Weiterbildungszentrale Luzern (wbz), sowie das Bulletin „c+b“ unseres Fachverbandes.
- Vorteil:** Sie können alle Weiterbildungskurse belegen; d.h. wbz-Kurse und Kurse des Fachverbandes N
- Jahresbeitrag:** Fr. 125.— (VSG Fr. 95.— u. VSN Fr. 30.—)
- Anmeldung:** Für VSG u. VSN: Sekretariat VSG, Tel: 031 311 07 79  
Waisenhausplatz 14  
Postfach  
3001 Bern
- Rechnungsstellung:** Durch den (VSG) nach der Anmeldung
- Als B-Mitglied:** Sie treten nur dem Verein Schweizerischer Naturwissenschaftslehrerinnen und -lehrer (VSN), also nur dem Fachverband N bei. Damit erhalten Sie nur das Bulletin c+b des Fachverbandes N.
- Nachteil:** Sie können nur an Weiterbildungskursen vom Fachverband N teilnehmen, sofern noch Plätze frei sind. (An den wbz-Kursen können Sie ohne Einschränkung teilnehmen.)
- Jahresbeitrag:** Fr. 35.—
- Anmeldung:** Beim Adressverwalter (Adresse siehe unten)
- Rechnungsstellung:** Nach Anmeldung direkt durch den VSN/SSPSN

Die VSN-Statuten finden Sie im Internet unter der Adresse: <http://www.swisseduc.ch/chemie> (Info VSN)

Es würde mich freuen, Sie als A- oder B-Mitglied im VSN gegrüsst zu dürfen und hoffe auf eine aktive Mitarbeit im Fachverband N.

Mit freundlichen Grüssen

Président VSN/SSPSN  
Maurice Cosandey

*Anmeldung bitte an den Adressverwalter:*  
Dr. Paul Burkhalter, Redaktor c+b VSN / SSPSN / SSISN  
Gutenbergstrasse 50, CH-3011 Bern  
Tel./Fax: 031 381 12 87 (P) / 031 381 12 87 (Fax)  
E-Mail: c-und-b@bluewin.ch

### Anmeldetalon:

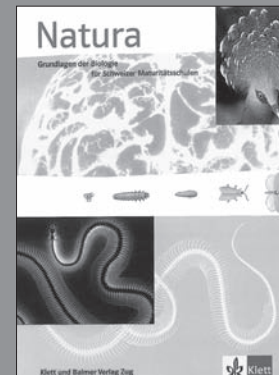
Talon per Post oder E-Mail an obige Adresse senden

Name: ..... Vorname: ..... Titel: ..... Mitgl.  A oder  B ?

Strasse: ..... PLZ / Wohnort: .....

Tel/E-Mail: ..... Schule: ..... Fächer: .....

# Fesselnder Biologie-Unterricht: Der neue «Natura»-Band, Ausgabe Schweiz



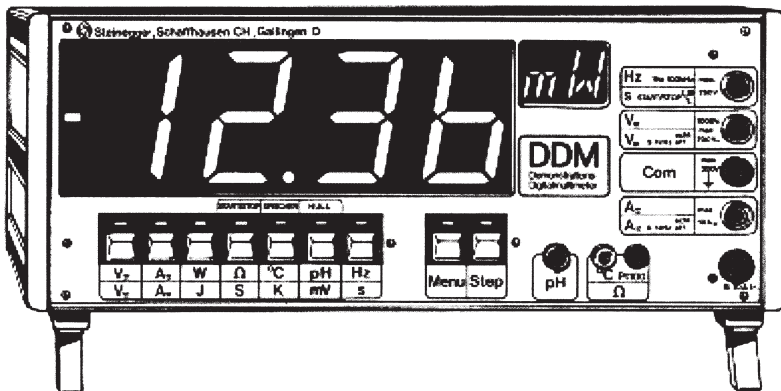
**Natura**  
Grundlagen der Biologie  
für Schweizer Maturitätsschulen  
Schulbuch | 512 Seiten  
ISBN 3-264-83646-7 | Fr. 59.00

- Ausgerichtet auf Stundenzahl und Lehrplan in der Schweiz
- Übersichtliche, attraktive Gestaltung
- Klarer, systematischer Aufbau
- Vielseitiges Lehr- und Nachschlagewerk

Klett und Balmer AG, Verlag, Baarerstrasse 95, 6302 Zug  
Telefon 041 726 28 50, Fax 041 726 28 51, [info@klett.ch](mailto:info@klett.ch)  
[www.klett.ch](http://www.klett.ch)



# Demonstrations-Digitalmultimeter (DDM)



- Spannung : 0.1 mV bis 1000 V AC/DC
- Strom : 1 µA bis 10 A AC/DC
- Wirkleistung : 1 µW bis 10 kW
- Energie : 1 mJ bis 100 MJ
- Widerstand : 0.1 Ω bis 100 MΩ
- Leitwert : 10 pS bis 100 mS (met. Leiter)
- Temperatur : -50.0°C bis +250.0°C  
223.2 K bis 523.2 K
- pH-Wert : 0 bis 14.00 mit automatischer  
Temperaturkompensation
- Frequenz : 1 Hz bis 100 kHz
- Zeitintervall : 1 ms bis 9'999 s
- 56 mm hohe LED-Ziffern und 9999 Messpunkte
- Bereichsumschaltung automatisch/manuell
- Direkt an PC und Mac anschliessbar  
(RS232C- und RS422-Schnittstelle)
- Multitasking (gleichzeitiges Erfassen von  
6 Messgrößen)
- **Preis DDM (inkl. MWSt.) 2'320.-  
(Art.Nr. 26)**

## Preisliste der Zusatzgeräte für den Chemieunterricht:

Nr.:	Gerät:	inkl. MWSt:
99	Demonstrations-Digitalmultimeter DDM mit eingebauter Zusatzanzeige für den Lehrer	2480.-
38	PH-Elektrode 0.00 bis 14.00 (ohne Verbindungskabel Nr. 49)	109.-
49	Verbindungskabel Elektrode Nr. 38 - DDM	40.-
88	Universelle Messwerterfassung für PC(95/98/NT/2000/XP) und Power Mac CD-ROM	120.-
79	Temperatursonde Pt100 -120°C bis +250°C	198.-
55	Temperatursonde Pt100 -120°C bis +250°C mit vergoldetem Fühler	322.-
64	Thermoelementadapter mit Sonde -40°C bis +260°C	172.-
130	Tauchsonde für höchste Temperaturen -200° bis +1150°C (zu Nr.64) Fühler:150x1,5mm	124.-
68	Verbindungskabel zum Anschluss des neuen DDMs an einen PC (25-polig/9-polig)	87.-
116	Verbindungskabel zum Anschluss des DDMs an den Mac (RS422)	20.-
104	Verbindungskabel zum Anschluss des DDMs an College-Mettlerwaagen	87.-
B303	College-Line-Waage Mettler Toledo B303-S 0 – 310.000g (ohne Schnittstelle)	2873.-
B2002	College-Line-Waage Mettler Toledo B2002-S 0 – 2100.00g (ohne Schnittstelle)	2808.-
RS232C	RS232C-Schnittstelle für College-Line-Waage zum Anschluss ans DDM	72.-

Gerne senden wir Ihnen kostenlos die Informationsschrift: "Kurzfassung der Bedienungsanleitung zum DDM" (20-seitig) sowie auch Unterlagen über Zusatzgeräte.

**Steinegger & Co.**  
**Rosenbergstrasse 23**  
**8200 Schaffhausen**



☎ : 052-625 58 90

Fax: 052-625 58 60

Internet: [www.steinegger.de](http://www.steinegger.de)