

**ctb** iologie

**h  
e  
m  
i  
e**

**Silber  
spiegel**

3/04

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

48. Jahrgang, September

classroom kits • curricula • equipment • support

# Biotechnology 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. 061 717 95 60 oder  
per e-mail: [swiss@bio-rad.com](mailto:swiss@bio-rad.com)  
Internet: <http://explorer.bio-rad.com>

**BIO-RAD**

# Liebe Leserin, lieber Leser

Und schon ist wieder Herbst!

Nachdem der Sommer sich nur ab und an zu erkennen gegeben hat oder vielleicht gerade deshalb finden Sie wieder einmal ein recht gut befrachtetes c+b vor.

Deshalb auch nur ein sehr kurzes Vorwort und dafür eine sehr lange Inhalts-Übersicht. Nebst der Auswertung der Umfrage zum Chemie- und Biologieunterricht an Schweizer Gymnasien findet sich wieder einmal ein interessantes, einfach durch-



## Inhalt

Einladung zur Generalversammlung VSN / Assemblée générale SSPSN 2004	4
Protokoll der VSN/SSPSN-Vorstandssitzung	6
La chimie et la biologie au gymnase en 2004	9
Der $pK_s$ -Wert von $H_3O^+$	17
LeserInnenseite: Le $pK_s$ de $H_3O^+$	20
Experimentelles: Silberspiegel	22
Labor-Geräte-Angebot / Offre Appareils de laboratoire	30
Weiterbildung: Photochemie im gymnasialen Unterricht	34
Veranstaltungen	36
Mechanisms for the Maleic-Fumaric Isomerization	39
Actualités	52

Redaktionsschluss nächste Ausgabe:

**1. Dezember 2004**

Eine Liste der Vorstandsmitglieder und einen Anmeldetalon für Neumitglieder des VSN finden Sie auf den Seiten 58 und 59.

zuführendes Experiment mit wunderbaren versilberten Resultaten.

Zwei Mal taucht der Begriff des  $pK_s$  auf und das Angebot für Laborgeräte dürfte für alle Schulen von Interesse sein. Aber sehen Sie doch selber und wie immer:

Viel Spass beim Lesen  
wünscht Ihnen

Paul Burkhalter

Titelbild: Versilberte Flaschen



## Invitation pour l'AG

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

# Assemblée générale 2004 de la SSPSN

Chers membres de la SSPSN,

L'Assemblée générale de notre Société aura lieu le samedi 13. 11. 2004 à 1530 au Gymnase d'Olten (Kantonsschule Hardwald), Hardfeldstrasse 51, 4600 Olten. Ce gymnase est situé à 5 minutes à pied de la gare (quai 12), sur la colline qui domine les voies.

Tous les membres de la Société sont cordialement invités à y participer. L'ordre du jour inclut la suite à donner à l'enquête lancée en janvier 2004 dans C+B concernant l'enseignement de la chimie et de la biologie dans les divers gymnases de Suisse. Voir en page 9.

Les inscriptions sont attendues jusqu'au 30. 10. 2004.

L'ordre du jour détaillé et un plan pour atteindre le gymnase seront communiqués en temps voulu à ceux qui se seront annoncés dans les délais.

Un repas en commun suivra dès la fin de l'Assemblée vers 1800 près de la gare d'Olten.

Avec nos meilleures salutations,  
Maurice Cosandey, président

Bulletin d'inscription, à renvoyer avant le 30.10. 2004 à  
Maurice Cosandey, Etourneaux 1, 1162 St-Prex.  
E-mail: maurice.cosandey@bluwin.ch

---

### Bulletin d'inscription: Assemblée générale 2004 de la SSPSN

Je participerai  à l'Assemblée générale de la SSPSN du 13.11.2004 à Olten  
 au repas en commun qui suivra

Nom, prénom: .....

Adresse: .....

.....Tel. (priv.): .....

e-mail: .....

# Generalversammlung 2004 des VSN

Liebe VSN-Mitglieder,

Die General-Versammlung findet am Samstag, 13. 11. 2004 um 15:30 Uhr in der Kantonsschule Hardwald, Hardfeldstrasse 51, 4600 Olten, statt. Die Kantonsschule ist zu Fuss in fünf Minuten vom Bahnhof (Peron 12) aus zu erreichen, Sie liegt auf dem Hügel hinter den Geleisen.

Alle Mitglieder werden herzlich eingeladen, daran teilzunehmen.

Das Haupttraktandum beschäftigt sich mit dem weiteren Vorgehen in der Nachfolge der Fragebogen-Umfrage im c+b, die im Frühling 2004 zum Chemie-Unterricht an Schweizer Gymnasien durchgeführt wurde. Siehe Seite 9.

Darf ich Sie bitten, sich mit dem Talon für die GV bis am 30. 10. 2004 anzumelden.

Sie erhalten dann zu einem späteren Zeitpunkt die Traktenliste, weitere Informationen, einen Plan über die Lage der Kantonsschule.

Ein gemeinsames Nachtessen wird am Ende der GV um 18:00 Uhr in Olten stattfinden

Mit freundlichen Grüssen,  
Maurice Cosandey

Anmelde-Formular, spätestens bis am 30.10.2004 zu retournieren, an  
M. Cosandey, Etourneaux 1, 1162 St-Prex.

## Anmelde-Formular: Generalversammlung 2004 des VSN

Ich werde  an der Generalversammlung VSN am 13.11.2004 in Olten  
 am gemeinsamen Nachtessen teilnehmen

Name, Vorname: .....

Adresse: .....

.....Tel. (priv.): .....

E-mail: .....

# Protokoll der VSN/SSPSN- Vorstandssitzung

vom 28.8.2004 in Bern

## Traktanden

1. Änderung der Traktandenliste
2. Protokoll der Vorstandssitzung vom 24.1.2004
3. Kommissionen des VSN
4. Vernehmlassung des Bundes: Art. 62-67 der Verfassung
5. Fragebogen des VSN
7. Mitteilungen
6. Diverses

anwesend: M. Cosandey, H.R. Felix, S. Feracin Gyger, B. Weibel

abwesend: P. Boesch, J. Digout, D. Staudenmann, P. Burkhalter, A. Rouvinez

### 1. Änderung der Traktandenliste

Es werden keine Änderungen gewünscht.

### 2. Protokoll der Sitzung vom 24.1.2004

Das Protokoll wird einstimmig genehmigt.

### 3. VSN Interna

#### Kommissionen:

- Der neue Präsident der DCK (Deutschschweizer Chemie-Kommission) ist Klemens Koch.
- Die DBK (Deutschschweizer Biologie-Kommission) ist seit längerer Zeit inaktiv. Es werden Leute gesucht, die die Initiative ergreifen möchten. M. Cosandey wird einen Brief an alle Biologielehrer senden, die sich an unserer Umfrage beteiligt haben.

#### Vorstandsmitglieder:

In nächster Zeit ist mit Rücktritten zu rechnen. Deshalb geht der Aufruf an alle VSN-Mitglieder, sich ein Engagement zu überlegen. Die Teilnahme an den Sitzungen gibt Gelegenheit, Ideen auszutauschen, aber auch zu lachen ...

M. Cosandey ist wie bekannt pensioniert. Gerne würde er das Präsidium abgeben.

### Jahresrechnung:

Der Jahresabschluss liegt erst Ende August vor. Er wird sich im Rahmen des Budgets bewegen.

### Redaktion c+b:

keine Meldung

## 4. Vernehmlassung des Bundes:

### Art. 62-67 der Verfassung

Der Bund lud den VSN zu einer Stellungnahme zu geplanten Änderungen in der Verfassung ein. Aus unserer Sicht müssen wir keine Einwände erheben. Begrüsst wird, wenn der Bund Vorschriften erlässt, wenn die EDK sich nicht finden kann (z.B. zu Schuljahresbeginn, Dauer der Bildungsstufen, Übergänge und Anerkennung von Abschlüssen).

## 5. Fragebogen des VSN

Ein Fragebogen zum Grundlagenfach, Ergänzungsfach und Schwerpunktfach Biologie und resp. Biologie/Chemie wurde im c+b veröffentlicht. Mit 83 Antworten war der Rücklauf erfreulich. Die Resultate mit Erläuterungen werden im nächsten c+b veröffentlicht. Die Leser werden dann aufgefordert, ihre eigenen Interpretation zuzusenden.

Innerhalb des Vorstandes wurden die Resultate diskutiert. Unter anderem gab es folgende Meinungsäusserungen:

- Das Ergänzungsfach Chemie kann oft nicht angeboten werden, da es zu wenig Nachfrage gibt. Die Schüler ziehen „einfachere“ Fachgebiete vor.
- Mit dem Schwerpunktfach Biologie/Chemie erfassen wir bereits das Potential an Interessenten. Diese können ja dann nicht auch noch das Ergänzungsfach Biologie oder Chemie wählen.
- In einem Fall gab es 7 Interessenten für das Ergänzungsfach Chemie, erst ab 8 findet es statt. Dem betroffenen Lehrer gelang es dann aber, anstelle des EF einen Freikurs anzubieten.



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

- Das Ergänzungsfach muss attraktiv gestaltet sein. Im erwähnten Fall mit dem Freifach werden ausschliesslich Versuche für spezielle Gelegenheiten („Kabinettstücke“) durchgeführt, aber mit wissenschaftlichen Begründungen. Vielleicht spricht sich das herum und es melden sich dann mehr Schüler. Ein Versuch ist es wert.
- SP und EF werden nicht an allen Schulen angeboten, da es schlicht an den Finanzen fehlt. Tragisch ist es dann, wenn der gewünschte Kurs nicht bei einem benachbarten Gymnasium belegt werden kann, da es zu weit weg ist oder keine Koordination vorhanden ist.

## 6. Mitteilungen

- Olympiade: In Kiel gab es drei Bronzemedailen.
- Neu gibt es für die Schweiz ein zentrales Büro für Olympiaden; ein Leiter wird noch gesucht, die Finanzierung ist gesichert.
- M. Cosandey verfasste einen Artikel mit dem Titel „Elend der Naturwissenschaften“. Er wird nach der Korrektur im Gymnasium Helveticum und ev. in der Tagespresse veröffentlicht.
- Gemäss einem Brief der DCK ist das Ergänzungsfach Chemie im Bundesreglement für die eidgenössische Matur nicht befriedigend definiert. Es ist vorgesehen, eine Überarbeitung an die DCK zu delegieren.

## 6. Diverses

Die GV 2004 findet voraussichtlich am 13.11.04 in Olten statt. Die nächste Sitzung des VSN-Vorstandes ist ebenfalls an diesem Datum vorgesehen.

Lupsingen, 30. August 2004

Dr. Hansruedi Felix  
Protokollführer VSN / SSPSN / SSISN  
Bündtenstr. 20, 4419 Lupsingen  
Tel/Fax.: 061-913 03 09 (P)  
061-913 03 06 (Fax)  
e-mail: hr.felix@bluewin.ch



# La chimie et la biologie au gymnase en 2004

A l'Assemblée Générale du 21. 11. 2003, la SSPSN/VSN a décidé de lancer une vaste enquête en Suisse, pour savoir comment la chimie et la biologie sont enseignées dans nos gymnases.

Un questionnaire a été envoyé à tous les membres en février 2004, avec mission d'indiquer combien d'heures (ou de périodes) étaient données chaque semaine en biologie et en chimie, tant en D.F. (Grundlagenfach) qu'en O.S. (Schwerpunktfach) et en O.C. (Ergänzungsfach). Ce questionnaire contenait en outre quelques questions destinées à connaître l'opinion des maîtres sur la situation dans leurs cantons respectifs.

Le soussigné a reçu 83 réponses en provenance de 22 cantons et demi-cantons. Les seuls cantons manquant à l'appel sont les deux Appenzell, Uri et Tessin. Les résultats de cette enquête ont été regroupés dans deux tableaux. Le premier tableau rapporte l'ensemble des données horaires, et le second regroupe les opinions des maîtres.

Le tableau 1 attribue une ligne par établissement, en séparant la biologie et la chimie, et une colonne par année scolaire (Jahrgang), en séparant la DF, l'OS et l'OC. Chaque case contient la dotation horaire hebdomadaire moyenne. Par exemple, si la chimie est enseignée en 10ème année de DF à raison de 2 heures par semaine au 1er semestre, et 3 heures par semaine au 2ème semestre, on n'a reporté que la moyenne dans le tableau, donc 2.5 heures dans la case «DF 10.». Les heures de travaux pratiques ont été comptées comme des heures de cours.

A la fin de chaque bloc de colonnes (DF, OS ou OC), figure une colonne dite «Total» ; c'est la somme de toutes les heures hebdomadaires de la 9ème à la 13ème année du gymnase. Les établissements ont été reportés non par ordre alphabétique, mais par ordre décroissant dans le total des heures de DF.

L'analyse de ce tableau 1 montre d'énormes différences d'un gymnase à l'autre, puisque la dotation horaire totale est maximale à Immensee SZ (9 h de chimie et 8 h biologie) et minimale au Gymnase pour adultes de Berne (2.5 h biologie, 2 h chimie), avec une moyenne nationale de 5.4 heures. De manière générale, les cantons romands sont en queue de peloton, puisque leur dotation horaire totale en DF ne dépasse jamais 4 heures. Quant à la comparaison chimie – biologie, elle ne montre pas de différence significative entre ces deux branches.

Les mêmes considérations peuvent être faites en OS, si on prend soin de bien séparer la chimie de la biologie, malgré que cela ne soit pas toujours facile. Le total des heures atteint le maximum à Gambach-Fribourg (14 heures pour la biologie), et le minimum à Berne (2 heures pour la chimie au Collège pour adultes de Berne). La moyenne nationale s'établit à 6.7 heures, ce qui est à peine supérieur à la moyenne de DF. Mais ce qui est le plus curieux, c'est le grand nombre d'établissements (27 sur 83, ou 33%) qui ont tout simplement décidé de ne pas offrir l'OS biologie + chimie à ses étudiants. Les élèves qui veulent absolument choisir cette option doivent alors changer de gymnase ou de ville (exemple : Beromünster) et parfois de canton (NW, OW). On refuse donc au tiers des élèves suisses la possibilité de choisir l'OS biologie + chimie. C'est une anomalie !

Avec l'Option Complémentaire, il y a moins de disparités cantonales. Presque tous les établissements de Suisse offrent cette option. La moyenne nationale est de 4.2 heures au total, tant en biologie qu'en chimie. La formation en OC ne correspond donc qu'au 42/67 de ce qui est donné en OS, pour l'une quelconque de ces deux branches. Donc l'élève qui choisit une science naturelle en DF + OC est moins bien formé que celui qui suit la voie de l'OS biologie + chimie. C'est exactement le contraire de ce que promettaient les promoteurs de la nouvelle maturité, lors de son introduction en 1998 ! Il nous faut donc déchanter.

Le tableau 2 reprend pour mémoire les totaux DF-OS-OC indiqués dans le tableau 1, mais il donne aussi les réponses aux questions posées.

La colonne «Min OC» donne le nombre minimum d'élèves nécessaire pour que le gymnase accepte d'ouvrir une classe d'OC. Tous les gymnases n'ont pas répondu, mais on voit qu'il faut de 5 à 12 élèves pour qu'une classe d'OC soit ouverte. On ne connaît pas d'exemple où une classe d'OC ait été ouverte avec 1 ou 2 élèves seulement. Il faudrait refaire une enquête pour savoir ce qu'il advient des élèves qui se seraient trouvés dans ce cas. Il y a même un cas (BS) où un maître a accepté de donner un cours d'OC à mi-salaire, parce que le nombre d'élèves était trop faible.

La colonne «Quand OC» donne le pourcentage des années où un cours d'OC a été organisé dans le gymnase en question. 100% veut dire : chaque année.

Un tel cours d'OC a été organisé chaque année dans 27 des 64 gymnases qui ont répondu à cette question. Pour les 37 autres gymnases (58%), les cours d'OC ne sont pas organisés chaque année. Il y a beaucoup de cas particuliers. Les réponses désignées par (2) indiquent que les cours d'OC sont organisés en pool avec d'autres écoles. Les réponses désignées par (3) indiquent que les cours sont donnés tous les deux ans, en groupant les élèves de 11ème et de 12ème année dans la même classe : la moitié des élèves d'une même classe a fait une année de chimie de plus que l'autre.

Les trois colonnes suivantes sont intitulées «Satisfaits de la dotation horaire». Comme le montre le grand nombre des OK, il semble que la majorité des maîtres sont satisfaits en OS et OC, quoique en DF, 32 maîtres sur 71 aimeraient davantage d'heures d'enseignement.







**Tableau 2 - Résumé et réponses aux questions**

DF = Grundigenfach; OS = Schwerpunktfach; OC = Ergänzungsfach

Min. OC = Nombre minimum d'élèves pour ouvrir une classe en OC

Quand OC ? = Probabilité ou fréquence d'ouverture d'une classe en OC

B-C-P = Etes-vous satisfaits de l'équilibre entre la physique, la chimie et la biologie ?

2 br. = Est-ce obligatoire d'enseigner deux branches ?

Futur = Savez-vous si, dans le futur, les nouveaux maîtres devront enseigner deux branches ?

Satisfaits de la dotation horaire

	Total			Min. OC	Quand OC?	Satisfaits de la dotation horaire		Enseigner	Remarques individuelles
	DF	OS	OC			en DF	en OS		
AG Wohlen	Bio	6	4		Oui	Oui	Oui	Oui	
AG Aarau	Ch	5	6	8	20% (2)	Oui	Oui	Oui	
AG Baden	Ch	7	6		100% (1)	Oui	Oui	Oui	
BL Muttenz	Bio	3,5	1,1		100% (1)	Oui	Oui	Oui	
BL Oberwil	Bio	5	6,5	8	75%			Oui	
BS Bäumlhof	Ch	4	5	8	0	Oui (1)		Oui	
BS Bäumlhof	Bio	8	9			Oui	Oui	Oui	
BS Kirschgarten	Ch	6	7		75%	Oui	Oui	Oui	
BS Wirtschafthaus	Ch	3			-	(1)		Non	
BS Leonhard	Ch	4	6		75%	(1)		Oui	
BE Biel D.	Ch	6	7	5	40%	Oui	Oui	Oui	
BE Biemme F	Bio	2,5	5	4	100%	(1)	Oui	Oui	
BE Biemme F	Ch	4	5	6	60%	Oui (1)	(7)	Oui	
BE Burgdorf	Bio	6	7	5	100%	(1)	Oui	Oui	
BE Burgdorf	Ch	6	7	4,5	25%	(1)	Oui	Oui	
BE Interiaken	Ch	6	7	6	100%	Oui	Oui	Oui	
BE für Erwachs.	Ch	2	4	2	0%	Oui	Oui	Oui	
FR Gambach	Bio	4	7	4	75%	(1)	Oui	Oui	
FR St-Michel	Ch	4	7	4		Oui	Oui	Oui	
GE Tous	Ch	4	6	4				Oui	
GL Kantonssch.	Bio	6	7,5	5	83%	Oui	Oui	Oui	
GL Kantonssch.	Ch	5,5	5,5	5	20%	Oui	Oui	Oui	
GR Fran	Ch	6		x	(3)	Non		Non	
GR Fran	Bio	6	6	8	100%	(1)	Oui	Oui	
GR Kantonssch.	Bio	7	6	6				Non	
GR Alpinum	Bio	6,5	7		-	Oui	Oui	Non	
GR Alpinum	Ch	5	7	7	100%	Oui	Oui	Non	
JU Cantonal	Ch	4	6	5	100%	Oui (6)	Oui	Non	
LU Hochdorf	Ch	6	7	4	0%	(1)	Oui	Oui	
LU Albenquai	Ch	6	7	4	100%	Non	Oui	Oui	
LU Beromünster	Bio	5	4	6	100%	Oui	Oui	Oui	
LU Beromünster	Ch	5,5	4	4	100%	Oui	Oui	Oui	

Remarques individuelles

- (1) Trop peu d'heures
- (2) En pool avec d'autres écoles
- (3) 11ème et 12ème classes réunies
- (4) Réduction de salaire
- (5) Les amateurs doivent changer de gymnase
- (6) Superposition DF - OS
- (7) Double choix obligatoire
- (8) Ph-Ch devraient former une nouvelle OS
- (9) On demande l'égalisation des nombres d'heures
- (10) Trop d'heures de physique
- (11) On demande une OS Biologie pure
- (12) On regrette la fusion des 3 notes



Les trois dernières colonnes, intitulées «Enseigner», regroupent les réponses à trois questions concernant :

- 1 l'équilibre des trois branches physique – chimie – biologie, qui est jugé satisfaisant en général.
- 2 la nécessité d'enseigner aujourd'hui plusieurs branches au gymnase, qui n'est presque jamais une obligation en Suisse (95% des cas)
- 3 la nécessité d'enseigner plusieurs branches à l'avenir. Les réponses sont ici en général non, mais l'incertitude en la matière prédomine.

Parmi les suggestions éparses, notons celles de collègues qui voudraient 1) une OS physique + chimie, 2) une maturité purement biologique, 3) trois notes séparées pour les trois sciences naturelles.

Pour conclure, on peut tirer les enseignements suivants de cette enquête:

- l'OS Biologie + Chimie est déconsidérée dans 33% des gymnases.
- l'OC Biologie ou Chimie n'est donnée chaque année que dans 42% des gymnases.

Il serait utile de reprendre cette enquête pour savoir dans quels gymnases les élèves doivent présenter plus d'un choix d'OC, et doivent donc peut-être suivre une OC qu'ils n'ont pas choisi en priorité.

Le soussigné serait enchanté de recevoir des réactions de lecteurs, à la lecture du présent rapport.

Maurice Cosandey  
1162 St-Prex



Schon wieder:

# Der $pK_s$ -Wert von $H_3O^+$

Meine beiden Artikel (Falsche Tabellen und Falsche  $pK_s$ -Werte) haben ziemlich provoziert und Wellen geschlagen. Letztere haben auch die Hochschulen erreicht und seither stehe in Kontakt mit Dozenten der ETH und der Uni Basel. Trotz - oder besser gesagt - wegen einiger Ungenauigkeiten und Unklarheiten in meinen Beiträgen haben wir uns zusammengetan, um in der nächsten Nummer einen endlich «wasserdichten» Grundlagenartikel zu publizieren, welcher Klarheit schaffen soll und hoffentlich auch in unseren Schulbüchern Aufnahme finden wird.

Es geht immer noch um Gleichgewichtsreaktionen, insbesondere um die Beantwortung folgender Fragen:

- Wie gross sind die Säurekonstanten ( $K_s$ ) von  $H_2O$  und von  $H_3O^+$ ?
- Ist im Ionenprodukt von Wasser ( $K_w$ ) das Wasser gelöster Stoff oder Lösungsmittel?
- Welche Dimensionen (Einheiten) haben Säurekonstanten, Ionenprodukt und Löslichkeitsprodukt?
- Weshalb wird die Menge des Lösungsmittels ( $H_2O$ ) in  $K_s$  weggelassen?
- Weshalb fehlt in Löslichkeitsprodukten die Menge des Festkörpers?

Die chemische Thermodynamik liefert natürlich die Antworten. Aber, wie sag ich's meinem Kinde? Sollen wir morgen an der Mittelschule Aktivitäten, chemisches Potential und Standardzustände definieren oder können wir weiterhin mit dem von Guldberg und Waage 1867 gefundenen Massenwirkungsgesetz (MWG) und

den „wirksamen Massen“ sprich Konzentrationen arbeiten? Wenn Sie, liebe Leserin, lieber Leser, obige Fragen beantworten können, benützen Sie wahrscheinlich das Chemiebuch, welches ich für meinen Unterricht schon lange vergeblich suche! Für Hinweise bin ich dankbar.

Dazu für heute nur Folgendes:

Gibt man einen Fussball auf ein mit 22 Spielern besetztes Feld, wird er sofort von den Spielern im ganzen Feld herumgekickt, bis er in einem der beiden Tore landet. Auch wenn wir Zuschauer manchmal meinen, der Ball klebe an Zinedine Zidanes Fuss, handelt es sich um eine Täuschung. Höchstens während einem Bruchteil einer Sekunde existiert die Verbindung zwischen Zidanes Fuss und dem Ball. Würde Zidane sich den Ball wirklich an den Fuss kleben, wäre dies ein Verstoß gegen die Regeln und er würde mit einer roten Karte beglückt.

Gibt man eine Brönsted-Säure zu Wasser, dissoziiert diese und es entsteht ein Wasserstoff-Ion sowie die konjugierte Base. Schlüpft dieses aquatisierte Proton nun in die Hülle eines Wassermoleküls und bildet ein Hydroniumion ( $H_3O^+$ )? Oder „hüpft“ das Proton einfach von Wassermolekül zu Wassermolekül, wie der Ball auf dem Fussballplatz? Welche der beiden Varianten erzählen Sie Ihren Schülerinnen und Schülern? In unsern Chemiebüchern wird die erste Variante bevorzugt. Unserer Gymnasiasten stellen sich deshalb unter Hydroniumionen mehr oder weniger stabile Teilchen vor, welche im Wasser herumschwimmen.

Ich weiss, Vergleiche hinken. Aber grenzt es nicht an Willkür, dem aquatisierten Proton gerade ein Molekül Wasser zuzuordnen? Diese Annahme generiert die in meinen Artikeln angesprochenen Scheinprobleme (Säurekonstanten von  $H_2O$  und von  $H_3O^+$ ). Bezüglich Existenz von  $H_3O^+$  in Wasser handelt es sich somit um eine Definitionssache und es braucht eine höhere Instanz, welche Regeln aufstellt und allgemein gültige Definitionen beschliesst.

Beim Fussball gibt es bekanntlich solche Regeln. Jedes Kind kennt sie. Am 21. Mai dieses Jahres feierte die Fédération Internationale de Football Association (FIFA) ihr hundertjähriges Bestehen. Sie stellt die Spielregeln auf. Kein Provinzclub würde sich weigern, die FIFA-Regeln anzuwenden. Zum Beispiel gilt seit 1997 als neuer Zusatz zu Regel XII: „Wer unflätige und beleidigende Äußerungen macht, wird durch Zeigen der Roten Karte des Feldes verwiesen“. Oder zu Regel IV: „Werden Thermohosen getragen, müssen diese mit der Hauptfarbe der Hose übereinstimmen.“

Was für den Fussball die FIFA, ist für die Chemie die International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). Zwar ist sie fünfzehn Jahre jünger als die FIFA, aber doch auch schon eine ehrwürdige alte Dame. Welche Regeln gelten nun für unser aquatisiertes Proton? Dies verrate ich Ihnen heute noch nicht. Wenn Sie aber neugierig geworden sind, schlagen Sie doch selbst mal im Römpp unter „Hydronium“ nach!

An unsern Mittelschulen bilden wir die Schülerinnen und Schüler für die Hochschule aus. Da dürfen wir ihnen doch keine falschen Regeln beibringen. Spielen wir doch am Gymnasium, dem Zubringer zur Universität, sozusagen in der zweithöchsten Liga. Beim Fussball heisst diese bei uns neuerdings Challenge League. Challenge heisst auch Herausforderung ...

.... Eine Herausforderung auch an die eingangs erwähnten Dozenten, welche versuchen, Wege aufzuzeigen, wie Gleichgewichtsreaktionen an der Mittelschule formuliert und berechnet werden können. So dass es zu keinen Regelverletzungen (Fouls) mehr kommt und Transfers von Gymnasiasten und Gymnasiastinnen in die oberste Liga (Uni) problemlos möglich sind. Fortsetzung folgt.

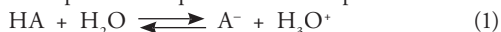
Robert Kummert  
<Kt@kbw.ch>

## Le $pK_s$ de $H_3O^+$ Réponse à l'article de R. Kummert zu "Falsche $pK_s$ -Werte"

Artikel im c+b 3/03

J'aimerais commenter l'article «Falsche  $pK_s$ -Werte» de c+b 2/04, pages 14 à 20, où Robert Kummert prétend que le  $pK_s$  de  $H_3O^+$  ( $pK_a$  en français) est égal à 0, et non à  $-1.74$ . Selon lui, la plupart des maîtres le disent en classe, mais ils se trompent. Je vais reprendre la même notation que lui et reprendre sa dialectique pas à pas. J'aimerais montrer que c'est R. K. qui se trompe, mais qu'il est excusable.

Les 4 premières équations données par R. K. sont :



$$K(1) = [A^-] \cdot [H_3O^+] \cdot [HA]^{-1} \cdot [H_2O]^{-1} \quad (2)$$

$$K_s(1) = K(1) \cdot [H_2O] = [A^-] \cdot [H_3O^+] \cdot [HA]^{-1} \quad (3)$$

$$pK_s = -\log K_s(1) \quad (4)$$

Jusqu'à (3), rien à dire. La première difficulté vient de l'équation (4), car  $K_s$  s'exprime en mol/L, et on ne peut pas prendre le log d'une grandeur ayant une dimension. On tourne cette difficulté en posant que :  $pK_s = \log (K_s \cdot L/mol)$

En réalité  $K_s$  est déjà sans dimension si on utilise les activités  $a$  à la place des concentrations  $c$  car, selon l'IUPAC, les activités sont sans dimension. Cependant on verra en annexe que cette définition constitue la clé du problème qui va être développé ci-après.

Le problème des équations (1) – (4) étant liquidé, j'aimerais aborder les 4 équations suivantes, qui se produisent dans le cas où on choisit  $HA = H_3O^+$ , et où  $A^- = H_2O$ . Ces équations apparaissent non numérotées dans le «Beispiel 2», en page 18 du même article. Je vais les numéroté de (1') à (4').



$$K(1') = [H_2O] \cdot [H_3O^+] \cdot [H_3O^+]^{-1} \cdot [H_2O]^{-1} \quad (2')$$

$$K_s(1') = K(1') \cdot [H_2O] = [H_2O] \cdot [H_3O^+] \cdot [H_3O^+]^{-1} \quad (3')$$

$$pK_s(H_3O^+) = -\log K_s(1') \quad (4')$$

Si on veut attribuer des valeurs numériques à  $K(1')$  et à  $K_s(1')$  tiré de (2') et (3'), il me semble qu'on peut difficilement leur donner une autre valeur que :

$$K(1') = 1 \quad \text{et} \quad K_s(1') = [H_2O] = 55.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

### Die LeserInnen-Seite

Diese Rubrik dient dazu, sowohl positive und negative Kritik als auch Kommentare zu bereits im c+b veröffentlichten Texten zu platzieren. Die hier dargestellten Meinungen werden von der Redaktion ebenso wenig abgeändert, wie alle anderen Texte.

Mais R. K. n'est pas de cet avis. Il annonce que  $K_s(1') = [\text{H}_2\text{O}]$  doit être posé égal à 1, parce que, selon lui, l'activité de l'eau vaut 1. Or moi, il me semble que l'activité de l'eau vaut 1 quand l'eau est prise comme solvant, par exemple quand on veut appliquer la loi de Raoult. Mais ici l'eau n'est pas un solvant, car elle intervient dans l'équation chimique (1').

R. K. indique que : «für flüssige Stoffe ist nach Konvention die Messgrösse ihr Molenbruch. Für gelöste Stoffe ist es ihre molale oder molare Konzentration».

Je répète : il me semble que la convention citée par R.K. ne s'applique pas au cas où  $\text{H}_2\text{O}$  intervient comme réactif.

J'aimerais bien avoir l'opinion des lecteurs là-dessus.

En haut de la page 16, en ligne 1, R. K. écrit : «Für reines Wasser ist der Molenbruch  $x(\text{H}_2\text{O}) = 1$  (bei allen Temperaturen)». C'est vrai lorsqu'on envisage des applications comme les lois de Raoult, de la cryoscopie et de l'ébullioscopie. Mais cela ne sert à rien dans le calcul des constantes d'équilibre où  $\text{H}_2\text{O}$  intervient comme réactif !

R. K. continue dans la phrase suivante : «Damit wird die Aktivität bei Standardbedingungen und  $25^\circ\text{C}$  :  $a(\text{H}_2\text{O}, l) = 1$ ». Je répète le même raisonnement : Ceci est vrai pour les lois de Raoult et autres. Mais ce n'est pas vrai pour les lois de l'équilibre, où les réactifs interviennent en fonction des concentrations (ou des activités) exprimées en mole par litre. Il n'y a pas de raison de faire un cas particulier pour l'eau, lorsque l'eau intervient comme réactif.

Dans le 3<sup>ème</sup> paragraphe de la page 16, R.K. écrit : «Falls für die Berechnung von  $K_s$  hingegen die Konzentration von Wasser  $[\text{H}_2\text{O}] = 55.5 \text{ mol l}^{-1}$  genommen wird, muss dies explizit erwähnt werden. Warum ? Weil die  $\text{p}K_s$ -Werte mit den freien Enthalpien korreliert sind !» Ce n'est pas une raison ! Qui sait si les tables de  $\Delta G^\circ$  n'ont pas été calculées par des gens qui sont partis de l'hypothèse que  $c(\text{H}_2\text{O}) = 1$ .

La même critique peut être faite pour le calcul fait au haut de la page 18, où R. K. étudie l'équilibre suivant, que je vais appeler (6') :



R. K. prétend que pour cet équilibre :  $\Delta_r G^\circ(6') = 0$ , et  $K(6') = 1$ . Il s'appuie sur les tables de R. E. Dickerson et H. B. Gray, que je n'ai pas lues. Mais cette valeur de  $\Delta_r G^\circ(6') = 0$  me paraît incompréhensible. On sait en effet que  $\Delta_r G^\circ = -RT \ln K$ . Si  $\Delta_r G^\circ(6')$  était égal à  $0 \text{ kJ mol}^{-1}$ , on devrait en déduire que  $K(6') = 1$ , donc que les deux espèces  $\text{H}^+$  et  $\text{H}_3\text{O}^+$  cohabitent dans une solution acide. Rien n'indique que ce soit le cas. Dans une solution acide, les protons sont hydratés à 100% dans l'eau. Qu'est-ce qui empêcherait les protons de rester à l'état non hydraté ?

Dans le «Beispiel 2» en page 18 et 19, R. K. veut calculer le  $pK_s$  de  $H_3O^+$ . Il arrive correctement en haut de page 19 au  $\Delta_r G^\circ(1')$ , puisqu'il trouve :  $\Delta_r G^\circ(1') = 0 \text{ kJ mol}^{-1}$ , et  $K(1') = 1$ . Mais, plus bas, il affirme à tort que «  $K_s(H_3O^+) = K(1') [H_2O] = 1$  ». R. K. commet la même erreur que ci-dessus. Il admet que la concentration de  $H_2O$  est égale à 1. En réalité on doit arriver à :

$$K_s(H_3O^+) = K(1') \cdot [H_2O] = 1 \cdot 55.5 = 55.5 \text{ mol/L.}$$

Dans le «Beispiel 3,  $pK_s$  von Wasser», en page 19 et 20, R. K. veut calculer le  $K_w$  de l'eau, qui est de  $10^{-14}$ . Mais il part des fameuses tables de Dickerson et Gray, au lieu de partir des mesures de  $[H_3O^+]$  et  $[OH^-]$ . Il doit alors introduire  $[H_2O] = 1$  pour trouver :  $K_s = 10^{-14}$ .

Pour conclure, la thèse que défend R. K. repose entièrement sur les valeurs numériques de  $\Delta G^\circ$  publiées par R. E. Dickerson et H. B. Gray. Ces tables reposent peut-être sur des conventions différentes des nôtres. Mais ce qui est sûr, c'est que, appliquées au calcul du  $K_s$  de  $H_3O^+$ , elles donnent un résultat erroné.

Annexe.

L'activité selon IUPAC.

Selon le Green Book de l'IUPAC, les activités peuvent être définies sur la base des concentrations  $c$  ou sur la base des fractions molaires  $x$ . C'est de là que vient tout le mal.

Pour les solvants sur lesquels on veut appliquer la loi de Raoult, l'activité  $a$  se définit par :

$a = f x$ , où  $f$  est le facteur d'activité (sans dimension). Et l'activité est égale à 1 dans le solvant pur

Pour les solutés, sur lesquels on veut appliquer la loi de Henry, l'activité  $a$  se définit en fonction de la concentration  $c$  par :  $a = \gamma c / (1 \text{ mol/L})$ , où  $\gamma$  est le facteur d'activité. Ce facteur est aussi sans dimension, et c'est pourquoi on divise  $c$  par 1 mol/L. L'activité  $a$  est égale à 1 non dans le liquide pur, mais dans une solution à peu près 1 M.

Mais l'IUPAC ne discute pas du cas où l'eau apparaît comme soluté, comme c'est le cas ici. En fin de compte, l'IUPAC semble avoir oublié ce problème !

R. Kummert est presque excusé !

Maurice Cosandey

Die Versilberung von Glasgefäßen ist ein viel beschriebener, attraktiver Laborversuch. Mit einer älteren Vorschrift von Marwin Kemp (Journal of Chemical Education, 1981, p. 655) gelingt es meinen Schülerinnen und Schülern mit einer hohen Erfolgsquote und wenig Aufwand verschiedenartigste Glasflächen zu versilbern.

Der Vorteil gegenüber anderen Vorschriften ist, dass von stabilen Lösungen ausgegangen wird, welche lange aufbewahrt, leicht dosiert und gemischt werden können. Auch bei kleinen Dosierungsungenauigkeiten entstehen ohne Erwärmen schöne und stabile Silberspiegel. Damit lassen sich auch leicht Flachspiegel herstellen.

# Silber- spiegel

## Reflektion, Transmission und Absorption von Licht

- Die glatten **Spiegeloberflächen reflektieren** Licht nach einfachen geometrischen Regeln: Einfallswinkel = Ausfallwinkel.
- **Durchsichtige** Materialien **lassen** das Licht **durch**.
- **Weisse** Materialien **reflektieren** Licht in beliebige Richtungen.
- **Schwarze** Materialien **verschlucken** Licht aller Farben.

Licht reflektieren, verschlucken oder durchlassen ist nie ausschliesslich. Alle Materialien tun alles, aber unterschiedlich ausgeprägt.

Erkenne dich selbst. Oder deine Wünsche.



H. Wildi, „Chemiker“. Tomus, München 1995

# Silberspiegel herstellen

## Sicherheit - Entsorgung

Silbersalzlösung gibt langlebige Silberflecken auf Haut, Kleidern und Mobiliar: Nichts verschütten! Mantel und Schutzbrille tragen. Silbersalze sind giftig für Fische und andere Lebewesen. Die Reaktionslösung nach Reaktionsende gleich in das bereit stehende Recyclinggefäss giessen, um die Bildung von explosivem Silberazid zu verhindern.



## 1. Vorbereitung

Ein Glasgefäss (bis max. 1 Liter, mit Stopfen oder Deckel) gründlich reinigen, dann mit Aceton und schliesslich mit Wasser spülen.

Glasscheiben werden in einer flachen Schale aus Glas oder Kunststoff analog versilbert. Dabei entsteht die Silberschicht auf der Oberseite des Glases.

Die Lösungen A-D werden weiter unten beschrieben.

- 2. 10 ml Lösung A** (Glucose) und dann eine Mischung von **5 ml Lösung B** (Silbernitrat) und **5 ml Lösung C** (Ammoniumnitrat) in Messzylindern abmessen und in das Gefäss (resp. in die Schale mit der Glasscheibe) füllen.
- 3. Dann schnell 10 ml Lösung D** (Natronlauge) einfüllen, das Gefäss mit dem Stopfen verschliessen und **mischen**. Innert Sekunden muss die ganze innere Oberfläche der Gefässes benetzt werden, damit die Versilberung regelmässig abläuft. Das Gefäss weiter drehen und kippen, um die Oberfläche immer neu zu benetzen. Die Silberschicht bildet sich etwa innert einer Minute. Die Lösung in das Recyclinggefäss entsorgen. Auch das erste Spülwasser so entsorgen.



Ein unbefriedigender Silberspiegel kann mit konzentrierter Salpetersäure  $\text{HNO}_3$  aufgelöst werden, dann mit Wasser spülen und neu versilbern.

#### 4. Schutzlack

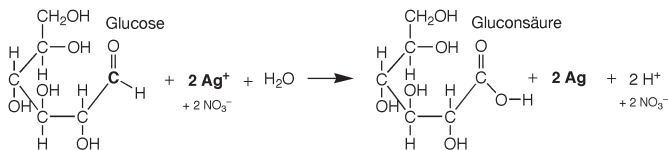
Zuerst mit wenig Ethanol, dann wenig Benzin und schliesslich wenig Toluol das Wasser ausspülen. Eine Pasteurpipette Lack in das Gefäss geben, verschliessen und durch Drehen überall benetzen. Überschüssigen Lack in Entsorgungsglas giessen.

Das Gefäss mit der Öffnung nach unten auf Zeitungen stellen, evtl. in einem Becherglas. Der Lack fliesst teilweise wieder aus, zu dicke Lack-schichten ziehen sich beim Trocknen zusammen und lösen die Silberschicht vom Glas!

#### Reaktionen vereinfacht

Alle beteiligten Stoffe sind in wässriger Lösung, ausser dem metallischen Silber.

1. Glucose (Traubenzucker) reduziert Silberkationen zu metallischem Silber



2. Salpetersäure  $\text{HNO}_3$  aq conc. oxidiert und löst metallisches Silber zu Silberkationen



### Benötigte Lösungen und Tipps zum Silberspiegel

Die Lösungen halten kühl und lichtgeschützt über Monate.

**Lösung A** 2.5 g D-Glucose  $C_6H_{12}O_6$  und 2.5 g D-Fructose  $C_6H_{12}O_6$  (oder 5 g Honig) in 50 ml Wasser lösen. 0.6 g Weinsäure  $C_4H_6O_6$  dazu, aufkochen und abkühlen. Mit 10 ml Ethanol  $C_2H_5OH$  stabilisieren und mit entmineralisiertem Wasser auf 100 ml verdünnen.

→ Diese Lösung reduziert die Silberkationen mit dem Reduktionsmittel Glucose.

**Lösung B** 4.0 g Silbernitrat  $AgNO_3$  in 50 ml entmineralisiertem Wasser vor Licht schützen.

→ Diese Lösung liefert die Silberkationen (Oxidationsmittel), welche mit Glucose reduziert werden.

**Lösung C** 6.0 g Ammoniumnitrat  $NH_4NO_3$  in 50 ml entmineralisiertem Wasser.

**Lösung D** 10.0 g Natriumhydroxid  $NaOH$  in 100 ml entmineralisiertem Wasser.

→ Die Lösung C liefert Ammoniumkationen, zusammen mit Lösung D Natronlauge entsteht auch Ammoniak. Der Ammonium/Ammoniakpuffer hält den pH-Wert einigermaßen konstant.

Der Diamminsilberkomplex  $[H_3N-Ag-NH_3]^+$  stabilisiert die Silberkationen  $Ag^+$  und setzt sie für die Reduktion frei.

Wenn nötig warmes Wasser über die Flasche laufen lassen, um die Reaktion zu beschleunigen. Das Glas wenn nötig durch Benetzen mit gesättigter Zinn(II)chloridlösung aktivieren und dann mit Wasser spülen. Der Lack muss mit Lösungsmittel (Toluol) genügend verflüssigt werden, um sich gut zu verteilen. Vor dem Lackieren kann als zusätzlicher Schutz durch Elektrolyse verkupfert werden.

**Aufgaben**

- 1) Suche in den Reaktionsgleichungen die Oxidationszahlen aller Atome.  
Welche Oxidationszahlen steigen (Oxidation), welche sinken (Reduktion)?
- 2) Welche Ionen enthalten die wässrigen Lösungen folgender Salze?
  - a)  $\text{AgNO}_3$
  - b)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$
  - c)  $\text{NaOH}$
- 3) Schreibe und ergänze die Reaktionsgleichungen für folgende Reaktionen:
  - a) Ammoniumnitrat reagiert in der wässrigen Lösung mit Natronlauge: Es gibt Ammoniak und ...?
  - b) Der Ammonium/Ammoniakpuffer reagiert mit Wasserstoffkationen  $\text{H}^+$  (oder vollständig formuliert mit Salpetersäure  $\text{HNO}_3 \text{aq} = \text{H}^+ \text{aq} + \text{NO}_3^- \text{aq}$ ) aus der Versilberungsreaktion.
  - c) Ammoniak reagiert mit Silberkationen und gibt einen Diamminsilberkomplex.



## Geschichte der Spiegelherstellung

Die **Metallspiegel der Antike** waren polierte Bronzeplatten, im alten Ägypten bereits um 2000 v. Chr., etruskische und chinesische Spiegel um 1000 v. Chr.

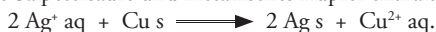
**Spiegel auf Glas** Für Glas wird etwa 60% Sand, 20% Soda und 20% Kalk in Öfen bei über 1400°C homogen verschmolzen. Langsam abgekühlt, entsteht spannungsfreies Glas. Die Struktur wird vor allem vom Siliciumdioxid aus dem Sand gebildet. Von Ägypten wanderte die Kunst des Glasmachens nach Rom und wurde ins Mittelalter übernommen. Im Libanon und in Syrien sollen die ersten kleinen Glasspiegel mit Zinnunterlage hergestellt worden sein. Spiegelglas wurde früher mit Quecksilber und Zinn amalgamiert. Diese Arbeit war sehr ungesund. Ende des 17. Jahrhunderts entstanden in Paris erstmals durch Walzen des gegossenen Glases grössere Spiegelflächen. König Ludwig XIV verwendete sie z. B. im Spiegelsaal des Schlosses von Versailles.



1856 entdeckte der deutsche Chemiker Justus von Liebig die chemische Versilberung mit Silber Salzen. Heute wird Glas auf einer Rollbahn gereinigt, poliert und nacheinander mit Zinnchloridlösung, Wasser und Silber Salzlösung besprüht. Das Silber Salz wird direkt auf dem Glas reduziert. Dann wird zum Schutz noch verkupfert und lackiert.

### Vorbereitung der Versuche

- Achtung auf Flecken, Tische mit Zeitungen abdecken.
- Die vier Lösungen wurden für eine Klasse in 5facher Rezeptmenge hergestellt und in je vier 100 ml Kunststoffflaschen abgefüllt. Um Chloridfällungen zu vermeiden, wurde für alle Lösungen bidest. (puriss.) Wasser verwendet. Die Kunststoffflaschen für die Silbernitratlösung wurden mit Kunstharzlack schwarz besprayt. Die Kunststoffflaschen erlauben ein dosiertes Ausgießen direkt in Messzylinder (Drei 10ml-Messzylinder für A, B+C und D).
- Das Versilbern sollte rechtzeitig abgebrochen werden, um die Bildung von zuviel Silberkörnern auf der Silberschicht zu verhindern.
- Die Versilberungslösungen und die erste Spülung werden in ein Silber-Recyclinggefäß ausgegossen. Dieses Recyclinggefäß muss immer stark verdünnte Salpetersäure und metallisches Kupfer enthalten:

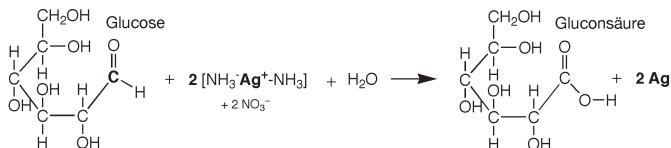


### Zur den ablaufenden Reaktionen (Aufgabe 3)

Silberkationen werden reduziert, Das C1-Kohlenstoffatom von Glucose wird oxidiert.

Aus Ammoniumsulfat entsteht durch Reaktion mit Natronlauge ein Ammonium/Ammoniak-Puffer.

Die Silberkationen bilden dann einen Diammin-Komplex, welcher schliesslich reagiert:



Zaponlack war ursprünglich eine Lösung von Nitrocellulose in Amylacetat, Ethylacetat, Ethanol, Aceton etc. (Zapon ist eine Phantasiebezeichnung). Zaponlacke bilden sehr dünne Überzüge und werden deshalb für Metallüberzüge verwendet, z. B. in Uhrengehäusen. Der Metallglanz bleibt erhalten.

Wir verwendeten einen zaponähnlichen Lack. Zum Verflüssigen wurde er mit Toluol etwa 1:1 verdünnt.

Anleitung elektronisch auf [www.educeth.ch/chemie](http://www.educeth.ch/chemie) oder von [kochkle@sis.unibe.ch](mailto:kochkle@sis.unibe.ch)

Dr. Klemens Koch  
Deutsches Gymnasium Biel  
Postfach, 2501 Biel

## Mehr Experimente im Unterricht!

Experimente in Praktikum  
oder Unterricht? Eine De-  
monstration? Projektunter-  
richt? Maturarbeit?

## Un enseignement avec plus d'expériences !

Vous rêvez de faire plus d'expériences de  
chimie dans vos cours, aux travaux prati-  
ques ou dans un travail de maturité.

Vous aimeriez réaliser un enseignement  
par projets avec des expériences

## Più esperimenti a scuola!

Esperimenti durante le attività  
pratiche o le lezioni? Esperimenti  
dimostrativi? Percorsi didattici  
sperimentali? Lavori di matu-  
rità?



syngenta

Ciba



Logos der Firmen in der KGF  
(Kontaktgruppe für Forschungs-  
fragen) die sich finanziell an  
Ihren Anfragen beteiligen

Oft fehlen Geräte! Und der Fachkredit reicht nicht aus!

## **Vielleicht kann geholfen werden:**

Die in der KGF (Kontaktgruppe für Forschungsfragen) vertretenen Chemiefirmen, Ciba Spezialitätenchemie, Novartis, Roche, Serono, Syngenta, möchten helfen.

In diesen Firmen fallen immer wieder (Klein-)Geräte aller Art an, welche aus verschiedenen Gründen (Anpassung an neue Standards, neue behördliche Auflagen, Anforderung an erhöhte Ansprüche der Forschung, Notwendigkeit einer besseren Integration, etc.) frühzeitig ausgemustert werden müssen. Diese Geräte sind aber im Allgemeinen voll funktionstüchtig.

Vielleicht ist unter diesen Geräten jenes, das Sie schon immer gerne haben wollten? Zum Beispiel verschiedenste Kleingeräte oder Glaswaren aus chemischen Labors wie Waagen, Vakuumsrotationsverdampfer, Reaktionsgefässe mit Zubehör, Destillationsgeräte, Refraktometer, Schmelzpunktsapparate, gelegentlich auch Chromatographen, Mikroskope, Spektrometer, Polarimeter.

Darüberhinaus sind die KGF-Mitgliedsfirmen bereit, besondere Unterrichtsprojekte mit Experimenten nach vorgängiger Prüfung und nach Möglichkeiten auch finanziell zu unterstützen.

Angesprochen sind die Fachgruppen Chemie, Biologie, und Physik der Sekundarschulen II in der Schweiz.

Fragen Sie nach oder verlangen Sie Unterlagen bei der Kontaktstelle „Mehr Experimente im Unterricht“:

**<http://www.app.mastrocola.ch>**

E-Mail: [app@mastrocola.ch](mailto:app@mastrocola.ch)

oder bei

Alfredo Mastrocola  
Zurlindenstrasse 4  
5000 Aarau

Et vous devez hélas renoncer faute de crédits.

## Il existe peut-être une solution !

Le KGF (Kontaktgruppe für Forschungsfragen) regroupe les grandes firmes suivantes de l'industrie chimique suisse : Ciba Spécialités chimiques, Novartis, Roche, Serono, Syngenta.

Ces firmes disposent de nombreux appareils en bon état, dont elles ont dû se départir prématurément pour des raisons diverses : adaptation à de nouveaux standards, problèmes de liaisons on line, etc.

Parmi tous ces appareils se trouve peut-être l'objet de vos rêves... du matériel en verre ou de (petits) appareils de laboratoire. Par exemple : des balances, des évaporateurs rotatifs sous vide, des cuves à réaction avec accessoires, des colonnes de distillation, des réfractomètres, des appareils pour la détermination du point de fusion, voire des chromatographes, des microscopes, des spectromètres et des polarimètres. Ces appareils sont tous en parfait état de marche, et s'entassent inutilement dans les caves de ces entreprises. Elles les céderont volontiers sur demande aux écoles.

De plus, les firmes membres de la KGF sont disposées à soutenir financièrement certains projets d'enseignement avec des expériences après examen préalable et selon les moyens à disposition.

Cette offre s'adresse aux sections de chimie, de biologie et de physique des écoles du secondaire II de Suisse.

Les maîtres intéressés consulteront avec intérêt le site :

**<http://www.app.mastrocola.ch>**

ou s'adresseront à l'adresse suivante :

E-Mail: [app@mastrocola.ch](mailto:app@mastrocola.ch)

Ou:

Alfredo Mastrocola  
Zurlindenstrasse 4  
5000 Aarau



Spesso mancano le apparecchiature e i fondi scolastici annuali sono subito esauriti!

### **Forse c'è una soluzione:**

le aziende chimiche del KGF (Gruppo di contatto per richieste inerenti alla ricerca) - Ciba Specialty chemicals, Novartis, Roche, Serono e Syn-genta - desiderano aiutarvi.

In queste aziende vi sono spesso delle piccole apparecchiature di laboratorio che per motivi vari (adattamento a nuovi standard, nuove disposizioni legali, richiesta di maggiori prestazioni d'alto livello di ricerca, necessità di sviluppare una migliore integrazione, ecc.) sono precocemente scartate, pur essendo generalmente in ottimo stato e perfettamente funzionanti.

Tra questi apparecchi potrebbe esserci quello che avete sempre desiderato, un apparecchio da laboratorio o degli articoli di vetro, ad esempio bilance, evaporatori rotanti sotto vuoto, contenitori di reazione con accessori, apparecchi di distillazione, rifrattometri, apparecchi per il punto di fusione o anche cromatografi, microscopi, spettrometri e polarimetri.

Inoltre le aziende del KGF sono disposte a sovvenzionare, secondo le possibilità e dopo opportune valutazioni, dei progetti scolastici particolarmente interessanti con esperimenti.

Beneficiari di tale iniziativa sono i gruppi di materia e i docenti di chimica, biologia e fisica dei licei svizzeri.

Per maggiori informazioni e per una documentazione più approfondita visitate il sito del centro contatti "Più esperimenti a scuola".

**<http://www.app.mastrocola.ch>**

E-mail: [app@mastrocola.ch](mailto:app@mastrocola.ch)

oppure contattate direttamente

Alfredo Mastrocola  
Zurlindenstrasse 4  
5000 Aarau

## Experimentalkurs Photochemie im gymnasialen Unterricht

Mit Prof. Dr. Michael Tausch  
und 3 MitarbeiterInnen, Universität Duisburg

Prof. Michael Tausch ist den Teilnehmer/innen des Zentralkurses 2003 in Biel bestens in Erinnerung. Sein Vortrag war im wahrsten Sinne des Wortes ein Feuerwerk aus tief sinnigen Ideen und schönen Experimenten. Der nun aus geschriebene Kurs bietet u.A. die Möglichkeit photochemische Experimente im Labor selbst auszuprobieren.

**Der Kurs findet am 10. und 11. März 2005  
an der Kantonsschule Chur statt.**

Die Teilnehmerzahl ist auf 20 – 25 beschränkt.  
Kosten: Es wird eine Einschreibgebühr von Fr. 180.- erhoben  
(im Kurs zu bezahlen).

**Jeder Teilnehmer/in erhält ein Script, eine CD-ROM  
mit allen Laborvorschriften und Folien zu den Vorträgen und  
einen Satz aller für die Versuche benötigten Chemikalien.**

Reise und Übernachtung gehen zu Lasten der Teilnehmer.  
Unterkunft: Bitte individuell reservieren.

**Anmeldungen** (werden in der Reihenfolge des Eingangs berücksichtigt):  
**bis 31. Januar 2005** an:

Dr. Juraj Lipscher, Minervastr. 55, 8032 Zürich Tel/Fax 01 252 89 81  
E-Mail: [juraj@lipscher.ch](mailto:juraj@lipscher.ch) oder direkt im Internet bei EducETH:  
[www.educeth.ch/chemie/vsn/veranst/tausch/index.html](http://www.educeth.ch/chemie/vsn/veranst/tausch/index.html)

Laufende Informationen, nützliche Links und Ergänzungen zum Kursprogramm  
finden Sie unter [www.educeth.ch/chemie/vsn/veranst/tausch/index.html](http://www.educeth.ch/chemie/vsn/veranst/tausch/index.html)



## Programm

(Bereinigtes Programm folgt mit der Anmeldebestätigung)

### 10. März

- 9.00 Begrüssung, Organisatorisches  
 9.30 Uhr Vortrag: „*All you need is light*“ Bedeutung der Photochemie  
 10.15 Uhr Kaffeepause  
 10.45 Uhr Vortrag: „*Tanz der Elektronen*“ Grundlagen der Photochemie  
 12.00 Uhr Hinweise zum Experimentalpraktikum  
 12.30 Uhr Mittagspause  
 14.00 Uhr Experimentalpraktikum  
 zwischendurch Kaffeepause  
 17.00 Uhr Vortrag: „*Drei mm Ozon – conditio sine qua non*“  
 18.00 Uhr Ende des ersten Arbeitstages  
 Abends geselliges Beisammensein, Erfahrungsaustausch

### 11. März

- 9.00 Uhr Experimentalpraktikum  
 zwischendurch Kaffeepause  
 12.30 Uhr Mittagspause  
 14.00 Uhr Auswertung des Experimentalpraktikums:  
 1. Berichte der Gruppe zu den Versuchen  
 2. Didaktische Hinweise und Diskussionen zum Einsatz der Versuche im Unterricht  
 3. Verteilung und Erläuterung der CD-ROM und der Substanzpakete.  
 zwischendurch Kaffeepause  
 17.00 Uhr Vortrag „*All you get is light*“: Springbrunnen, Draculatee, Frankenstein-Destille, Leuchtröhre, Siloxen-Regen, Kalte Fackel, Gärrohr  
 17.45 Uhr Meinungen zum Kurs  
 18.00 Uhr Kursende

---

### Anmeldung: Weiterbildungskurs „Photochemie mit M.Tausch“ in Chur

Name: .....

Adresse (priv.): .....

.....Tel. (priv.): .....

e-mail (bitte unbedingt angeben): .....

Schule: .....

Schulfach: .....

**ETH-Kolloquium**

Naturwissenschaften und Unterricht

für Lehrerinnen und Lehrer der Naturwissenschaften

**ETH**Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich**Programm Wintersemester 2004/05**

Das Studienjahr 2004/05 wird durch das Jubiläum **150 Jahre ETH Zürich** geprägt. Das vor zwei Jahren ins Leben gerufene ETH-Kolloquium Naturwissenschaften und Unterricht wird deshalb auf das Wintersemester beschränkt, während für das Sommersemester 2005 von der ETH eine Fülle von besonderen Veranstaltungen auch für die Mittelschulen geplant werden: [www.jubilaeum.ethz.ch](http://www.jubilaeum.ethz.ch)

Mit Beiträgen zu aktuellen Fragen der Wissenschaft und der Gesellschaft aus verschiedenen Forschungsbereichen der ETH Zürich möchten wir zur Weiterbildung der Naturwissenschaftslehrpersonen beitragen und den Gedanken der Interdisziplinarität fördern.

Mit der ersten Veranstaltung am 6. November 2004 weichen wir von unseren bisherigen Nachmittagsveranstaltungen ab. Sie sind eingeladen, einen ganzen Samstag an die ETH Zürich (Zentrum) zu kommen. Am Vormittag werden zwei wissenschaftliche Beiträge zum allgemeinen Thema „Imaging“ mit Diskussionsmöglichkeit geboten.

Der Nachmittag ist der Schnittstellenproblematik Gymnasium-ETH in den drei naturwissenschaftlichen Fächern gewidmet. Kenntnisse über die Erwartungen der Hochschuldozierenden an die neuen Studierenden und die Möglichkeiten des gymnasialen Unterrichts liegen im beiderseitigen Interesse. Die Professoren Markus Aebi (Biologie), Danilo Pescia (Physik) und Antonio Togni (Chemie) werden aus ihrer Sicht (und der ihrer ETH-Kollegen) darlegen, was in Zukunft von den künftigen Studierenden in den drei Fächern Biologie, Chemie und Physik an der ETH erwartet wird. Das dürfte Anlass zu spannenden Diskussionen über die Schnittstellenproblematik mit den anwesenden Lehrpersonen geben; wir werden dafür genug Zeit einräumen. Einige Studiengänge an der ETH haben die Umstellung auf das Bologna-Modell (Bachelor/Master) bereits vollzogen und in Mittelschulkreisen spricht man von der nächsten Maturitätsreform.

Wir freuen uns, wenn viele interessierte Lehrerinnen und Lehrer der Fächer Biologie, Chemie und Physik an die ETH nach Zürich kommen.

Aus organisatorischen Gründen benötigen wir für die ganztägige Veranstaltung am Samstag, 6. November, eine **Anmeldung** mit Angabe von Name, Adresse, Unterrichtsfach und Schule. Bitte bis spätestens am 20. Oktober an Robert Gsell richten [robert.gsell@hlm.unizh.ch](mailto:robert.gsell@hlm.unizh.ch) oder an die unten stehende Postadresse.

Der Besuch der wissenschaftlichen Beiträge ist auch für fortgeschrittene, naturwissenschaftlich interessierte Klassen möglich; bitte bei R. Gsell voranmelden.

Das Kolloquium wird von der ETH Zürich finanziert, so dass auf Beiträge der Teilnehmenden verzichtet werden kann.

Die Initianten des ETH-Kolloquiums:

Prof. Markus Aebi, Departement Biologie, ETH Zürich, aebi@micro.biol.ethz.ch

Prof. Danilo Pescia, Departement Physik, ETH Zürich, pescia@solid.phys.ethz.ch

Prof. Antonio Togni, Departement Chemie und Angewandte Biowissenschaften, ETH Zürich, togni@inorg.chem.ethz.ch

Christian Grüter, Fachdidaktiker Physik, KS Urdorf, gruetter@solid.phys.ethz.ch

Robert Gsell, Zürcher Hochschulinstitut für Schulpädagogik und Fachdidaktik, Beckenhofstr. 35, Postfach 2301, 8021 Zürich, robert.gsell@hlm.unizh.ch

Urs Wuthier, Fachdidaktiker Chemie, KS Zug, u.wuthier@tic.ch

A. Togni und R. Gsell geben gerne Auskunft über das ETH Kolloquium «Naturwissenschaften und Unterricht».

Informationen und Material zum Kolloquium: [www.educeth.ch/chemie](http://www.educeth.ch/chemie)

So erreichen Sie den Höggerberg: [http://www.ethz.ch/search/directions\\_de.asp](http://www.ethz.ch/search/directions_de.asp)

Samstag, 6. November 2004, 09.30 – ca.16.30 Uhr

ETH-Zentrum, Hauptgebäude, Hörsaal D1.1

Vormittag 09.30 – 12.15 Uhr

***Imaging: Sehen ist Erkennen***

Referenten:

Prof. Dr. Peter Bösiger, Institut für Biomedizinische Technik, ETH

Dr. Jörg Scheuermann, Institut für Pharmazeutische Wissenschaften, ETH

Mittagspause: Voraussichtlich im Dozentenfoyer der ETH

Nachmittag 13.30 – ca. 16.30 Uhr

Die Schnittstelle Maturitätsschule-ETH aus der Sicht von Biologie, Chemie und Physik

Referenten:

Prof. Markus Aebi, Departement Biologie, ETH

Prof. Danilo Pescia, Departement Physik, ETH

Prof. Antonio Togni, Departement Chemie und Angewandte Biowissenschaften, ETH

Diskussion

Mittwoch, 12. Januar 2005, 14.15 – 17.00 Uhr

ETH-Höggerberg, HCI Hörsaalgebäude, voraussichtlich Auditorium J3

***Einzelne Moleküle und Viren: Gesucht, gefunden, verfolgt***

Referenten:

Prof. Dr. Ari Helenius, Institut für Biochemie, ETH

Prof. Dr. Vahid Sandoghdar, Laboratorium für Physikalische Chemie, ETH

## Chemie-Kurse in Zürich

HS04.13: **Chemische Experimente im Unterricht**, mit Wolfram Uhlig, ETHZ am 1. März 2005: Der Kurs ist schon ausgebucht. Wegen des ETH-Jubiäums und weil der Kurs in die vorlesungsfreie Zeit fallen muss, kann er frühestens im September 2005 oder erst im März 2006 wiederholt werden.

HS04.22: **ICT im Chemie-Unterricht**, mit Michael Bleichenbacher und Hansruedi Dütsch am 10. November 2004: Der Kurs wird durchgeführt, es sind noch wenige Plätze frei.

Am Mittwoch, 14. September 2005, werden die Chemischen Institute der Universität Zürich einen Weiterbildungstag anbieten. Nähere Informationen erscheinen mit dem übernächsten Kursprogramm des HLM (Mai 2005) und im c+b 1/2005.

Robert Gsell, Höheres Lehramt Mittelschulen Zürich.  
robert.gsell@hlm.unizh.ch

### Impressum

*Redaktion, Layout & Grafik:*

Paul Burkhalter, Gutenbergstrasse 50, 3011 Bern  
Tel.: 031 381 12 87; Natel: 079 350 66 39  
Deutsches Gymnasium Biel, Ländtestrasse 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: **1.12.2004**  
(die übernächste Ausgabe: 1.3.2005)

Layout: Adobe InDesign 2.0  
Schrift: Adobe Garamond, Helvetica  
auf: Apple® Power Macintosh G5

# A theoretical Analysis of Mechanisms for the Maleic-Fumaric Isomerization

## Abstract

A theoretical study of the isomerization mechanisms for the maleic to fumaric acid interconversion is presented in this work. In earlier papers, that process has been proposed as an academic topic with an established pathway. One of those papers is about a student's experiment involving the acid catalyzed isomerization from maleic acid to fumaric acid. The experiment was designed to encourage student structural deductions based on traditional physical evidence (melting points, water solubility and acidity). A second paper described modern spectroscopic data for the two acids (IR,  $^1\text{H-NMR}$ ,  $^{13}\text{C-NMR}$  and Mass spectra). The present paper adds some basic theoretical aspects to this topic. Computations allow one to select the best mechanism from three possible ones. Transition states, reactant, product and possible intermediates have been characterized using Gaussian 98.

## 1. Introduction

In this article, we present a theoretical study of the maleic–fumaric isomerization to support experimental results given in earlier papers (see Figure 1). A comparison of the effectiveness of results obtained by the Gaussian 98 package [1] permits one to consider the importance of the chemist's criterion for proposed mechanisms.

Gaussian 98 has become a successful chemical computational software which allows one to study several kinds of chemical species. However, it is wise to keep relevant experimental results in mind when carrying out computational studies.

Perhaps undergraduate students think this software package will conveniently solve chemical problems. Such an expectation is unrealistic. The initial conditions should be carefully established by the Gaussian user.

A good approach to a mechanism problem, for undergraduate students, is running a Gaussian calculation to obtain results that can be compared with experimental results. When a discrepancy appears in output data, the student must be able to criticize that result by analyzing what was ignored when initial conditions were input.

Salgado *et al.* [2, 3] established an experiment designed to help develop scientific research abilities in undergraduates students. This experiment requires the determination of an hypothesis for explaining the maleic–fumaric isomerization by means of a plausible mechanism. It included spectroscopic data.

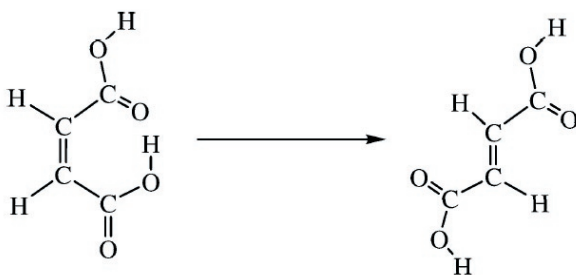


Figure 1:  
Maleic–Fumaric  
isomerization.

We now propose to extend an examination of this mechanism-based experiment to include Gaussian 98 calculations. Students examine three mechanisms and choose one.

Students should decide which is the plausible mechanism. Moreover they should assess the calculation process itself. Solvent effects are not considered in this theoretical study, which leads to high values in intrinsic activation barriers. Hence, the theoretical study describes a process carried out in gas phase and not in solution phase.

Finally, students should choose the correct mechanism by recognizing the mechanism with more elementary steps. The second mechanism has more elementary steps and its activation energies are smaller than the alternatives.



The key energetic quantities are labelled as follows:

**Mechanism 1:**

$V(R)$  is the reactant's potential energy.

$\Delta V(I_1)$  is the well depth for the first intermediate.

$\Delta V(TS_1)$  is the net activation barrier for the forward reaction.

$\Delta V^A$  is the intrinsic activation barrier for the forward reaction.

$\Delta V(I_2)$  is the well depth for the second intermediate.

$\Delta V^\circ$  is the forward reaction energy.

**Mechanism 2:**

$V(R)$  is the reactant's potential energy.

$\Delta V(TS_1)$  ( $= \Delta V^A_1$ ) is the net and intrinsic activation barrier involving the first transition state for the forward reaction.

$\Delta V(I_1)$  is the well depth for the first intermediate.

$\Delta V(TS_2)$  is the net activation barrier involving the second transition state for the forward reaction.

$\Delta V^A_2$  is the intrinsic activation barrier involving the second transition state.

$\Delta V(I_2)$  is the well depth for the second intermediate.

$\Delta V(TS_3)$  is the net activation barrier involving the third transition state for the forward reaction.

$\Delta V^A_3$  is the intrinsic activation barrier involving the third transition state.

$\Delta V(I_3)$  is the well depth for the third intermediate.

$\Delta V(TS_4)$  is the net activation barrier involving the fourth transition state for the forward reaction.

$\Delta V^A_4$  is the intrinsic activation barrier involving the fourth transition state.

$\Delta V(I_4)$  is the well depth for the fourth intermediate.

$\Delta V^\circ$  is the forward reaction energy.

**Mechanism 3:**

$V(R)$  is the reactant's potential energy.

$V(I_1)$  is the well depth for the first intermediate.

$\Delta V(TS_1)$  is the net activation barrier for the forward reaction.

$\Delta V^A$  is the intrinsic activation barrier for the forward reaction.

$\Delta V(I_2)$  is the well depth for the second intermediate.

$\Delta V^\circ$  is the forward reaction energy.

**Mechanism 1:**

$$\Delta V (I_1) = V (I_1) - V (R)$$

$$\Delta V (TS_1) = V (TS_1) - V (R)$$

$$\Delta V^{\ddagger} = V (TS_1) - V (I_1)$$

$$\Delta V (I_2) = V (I_2) - V (R)$$

$$\Delta V^{\circ} = V (P) - V (R)$$

**Mechanism 2:**

$$\Delta V (TS_1) = V (TS_1) - V (R) = \Delta V^{\ddagger}_1$$

$$\Delta V (I_1) = V (I_1) - V (R)$$

$$\Delta V (TS_2) = V (TS_2) - V (R)$$

$$\Delta V^{\ddagger}_2 = V (TS_2) - V (I_1)$$

$$\Delta V (I_2) = V (I_2) - V (R)$$

$$\Delta V (TS_3) = V (TS_3) - V (R)$$

$$\Delta V^{\ddagger}_3 = V (TS_3) - V (I_2)$$

$$\Delta V (I_3) = V (I_3) - V (R)$$

$$\Delta V (TS_4) = V (TS_4) - V (R)$$

$$\Delta V^{\ddagger}_4 = V (TS_4) - V (I_3)$$

$$\Delta V (I_4) = V (I_4) - V (R)$$

$$\Delta V^{\circ} = V (P) - V (R)$$

**Mechanism 3:**

$$\Delta V (I_1) = V (I_1) - V (R)$$

$$\Delta V (TS_1) = V (TS_1) - V (R)$$

$$\Delta V^{\ddagger} = V (TS_1) - V (I_1)$$

$$\Delta V (I_2) = V (I_2) - V (R)$$

$$\Delta V^{\circ} = V (P) - V (R)$$

**2. Theoretical Background**

An introduction to quantum chemistry is probably best reserved for students having a background equivalent to at least two or three semesters of physical chemistry. With help from the instructor, it should be straightforward to persuade the students that quantum chemistry methods can offer important support for proposing mechanisms. Examples for carrying out quantum chemical calculations like those presented here can be found in reference [4].

**3. Computational Details**

All calculations were carried out at the Restricted Hartree–Fock (RHF) level and the standard double–zeta 6–31G basis set was used through the Gaussian 98 package on an Athlon processor using the Windows 98 Second Edition operating system. Full geometry optimizations were calculated on all of the structures without symmetry restrictions.

Transition states were found using the QST3 algorithm by means of searching one and only one imaginary frequency. In order to rationalize the isomerization process the property considered in this work was the electronic potential energy,  $V$ . The energy values are given in atomic units called *hartrees*, so to obtain results in  $\text{kcal mol}^{-1}$ , energy values must be multiplied by 627.5095.

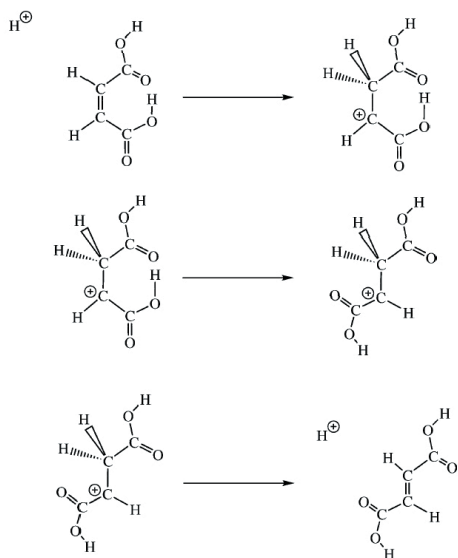
#### 4. Results and Discussions

In connection with earlier experiments, students should have analyzed experimental evidence to decide which is the plausible mechanistic alternative (see Figures 2, 3 and 4). Although RHF computations do not give exactly the same structures as those given by traditional physical evidence, the criterion for selecting the more superior mechanism takes into account the number of elementary steps and the activation barrier heights for each proposed mechanism.

In order to ensure, that the computational structures are intermediates, reactants, products or transition states, the student should carry out a frequency calculation on each structure. If all frequencies are positive then the structure is a reactant, product or intermediate, depending on the input data. But if one and only one frequency is negative and the remaining ones are positive, the structure corresponds to a transition state.

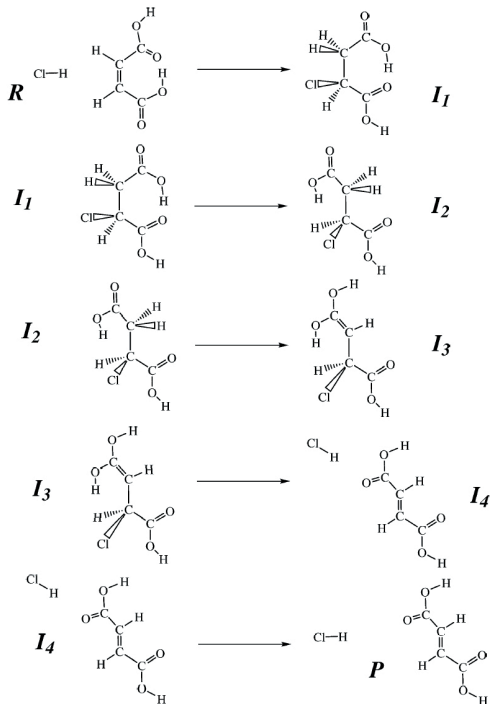
When looking for a transition state by the algorithm mentioned in section 3 (or another algorithm), a frequency calculation is mandatory.

Finally, once all structures have been found and their energy values have been converted to  $\text{kcal mol}^{-1}$ , the use of an energy v/s reaction coordinate qualitative profile will allow one to visualize the energetic aspects of each mechanism. That profile can be obtained by putting the energy points in an arbitrary, but sensible way into the qualitative profiles depicted later.


**Mechanism 1:**

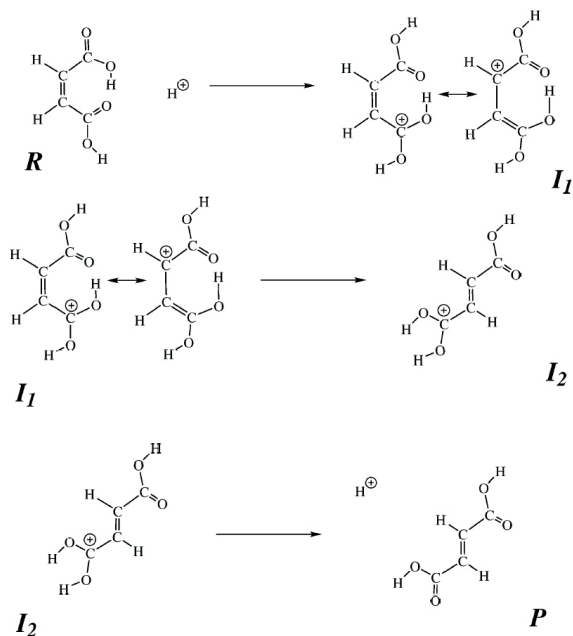
As Figure 2 shows, the proposed mechanism has two intermediates and only one transition state given by three elementary steps. Although the intrinsic activation barrier is relatively small ( $7.8 \text{ kcal mol}^{-1}$ ), as Table 1 indicates, the other energy values are higher than this barrier which implies that the structures are undergoing major changes because of the deep well depths

**Figure 2:**  
First mechanism proposed.



**Figure 3:**  
Second mechanism proposed.

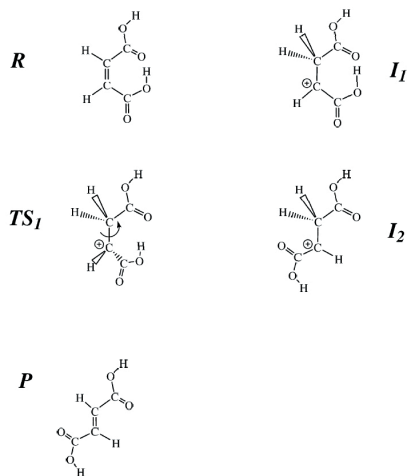
seen in Table 1. This mechanism has two elementary steps. Figure 5 shows all computed structures, including the only transition state. A qualitative profile is presented in Figure 8.



**Figure 4:**  
Third mechanism  
proposed.

### Mechanism 2:

As Figure 3 shows, the proposed mechanism has four intermediates and four transition states linked by five elementary steps. Unlike mechanism 1, mechanism 2 has two more elementary steps than mechanism 1. Furthermore, as Table 2 shows, mechanism 2 has intrinsic activation barriers, net activation barriers, and well depths, that are lower than those belonging to the first mechanism. This suggests that mechanism 2 is more sensible than mechanism 1. It is interesting to note that the forward reaction energy is the same for mechanism 1:  $1.4 \text{ kcal mol}^{-1}$ . Furthermore, it is interesting to note that loss of HCl from  $\text{I}_3$  is concerted. This change employs six electrons and so the transition state is aromatic. Figure 6 shows all structures together with the four transition states. A qualitative profile is given in Figure 9.



**Figure 5:**  
Reactant, intermediaries,  
product and transition  
state for mechanism 1.

### Mechanism 3:

As Figure 4 shows, this mechanism is very similar to the mechanism 1. So one could think that the intrinsic activation barrier will be similar too, but that is not true. A sensible explanation could be that a chemical species with resonance is produced in the first elementary step. Thus reordering its structure should involve a higher energy for the intrinsic activation barrier than that intrinsic activation barrier belonging to mechanism 1. This is shown in Table 3 where the intrinsic activation barrier value is  $69.1 \text{ kcal mol}^{-1}$  which is higher than that belonging to the one in mechanism 1. But the other energetic quantities are, as a rule, higher than those ones for mechanism 2. We note that the forward reaction energy is lower than the forward reaction energies given by mechanisms 1 and 2. That is due to the way the intermediate  $I_3$  has for eliminating the HCl molecule in the last two elementary steps (see Figure 4). The energy difference between the fumaric acid obtained in this mechanism compared to the fumaric acid obtained from mechanisms 1 and 2 is different because of the conformation presented by the lower COOH group in structure P (compare with the corresponding COOH group in structure P given in mechanisms 1 and 2).

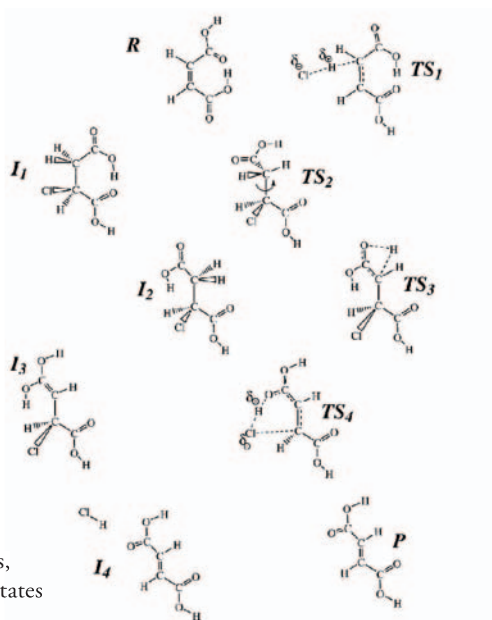


Figure 6:  
Reactant, intermediaries,  
product and transition states  
for mechanism 2.

Figure 7 shows all energy-minimized structures together with the four transition states. A qualitative profile is provided in Figure 10.

The qualitative profiles give us a basis for understanding the kinetic and thermodynamic aspects of each mechanism.

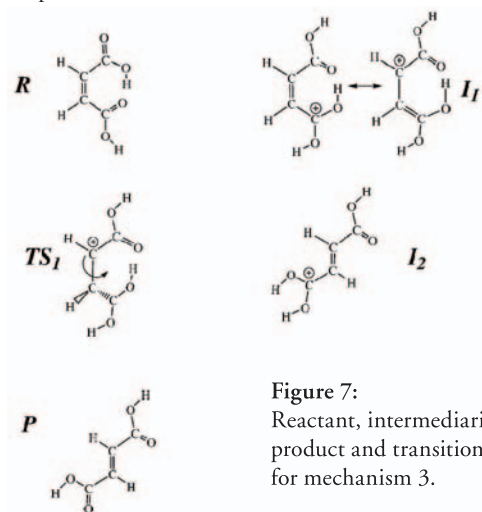


Figure 7:  
Reactant, intermediaries,  
product and transition state  
for mechanism 3.

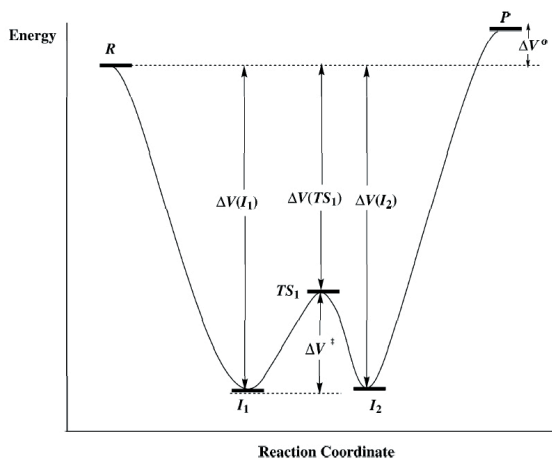


Figure 8:  
Qualitative profile  
for mechanism 1.

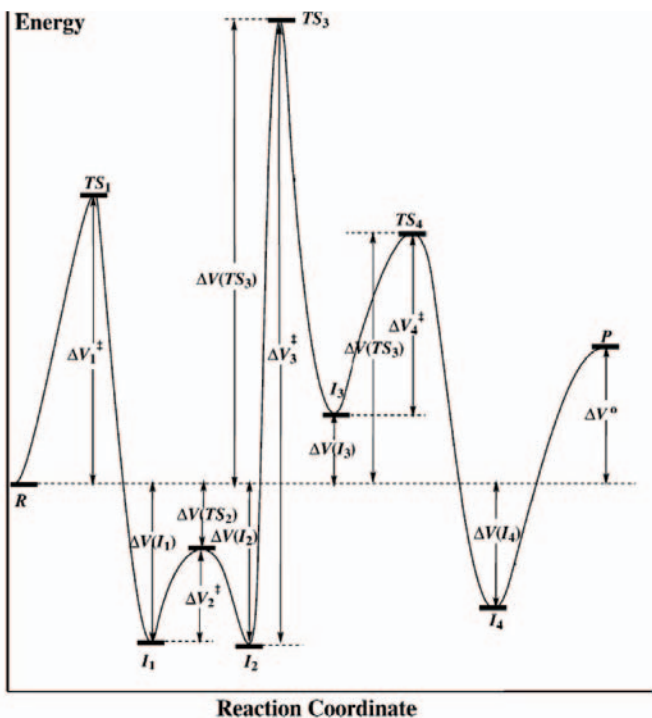


Figure 9:  
Qualitative profile  
for mechanism 2.



## 5. Conclusions

Of the three proposed mechanisms for explaining the maleic–fumaric acids isomerization, mechanism 2 is advanced as the plausible mechanism because the energy changes (intrinsic activation barriers, net activation barriers and well depths) are not very high. On the other hand, mechanism 2 proposed theoretically, is nearest to the mechanism proposed on an experimental basis. The other mechanisms (1 and 3) are not consistent with experimental evidence.

Every student must take into account that this procedure has been done by means of a quantum chemistry method in which solvent effects have been neglected. All the mechanisms analyzed in the present work would be similar to those in the gas phase. On the other hand, it is always important to keep the link with experimental data. Since quantum chemistry calculations might be misleading, the experimental results must be considered when employing quantum chemistry computations. Herein, the number of elementary steps and the intrinsic activation barrier heights have been used as bases for choosing the more reasonable reaction mechanism.

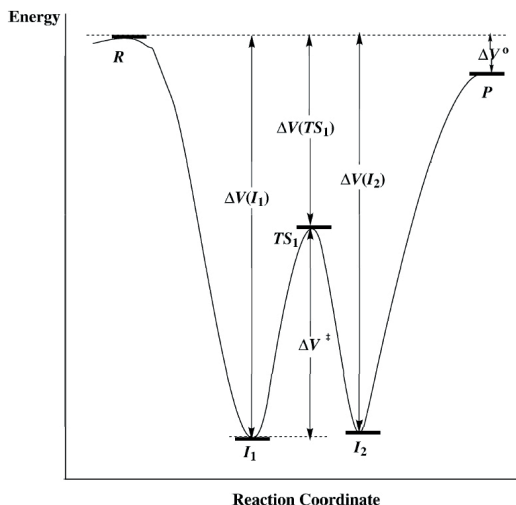


Figure 10:  
Qualitative profile  
for mechanism 3.

## TABLES

TABLE 1: Energy results in kcal mol<sup>-1</sup>

at RHF/6-31G level for mechanism 1

Energy	Value
$\Delta V(I_1)$	-147.2
$\Delta V(TS_1)$	-139.4
$\Delta V^\ddagger$	7.8
$\Delta V(I_2)$	-141.3
$\Delta V^\circ$	1.4

TABLE 2: Energy results in kcal mol<sup>-1</sup>

at RHF/6-31G level for mechanism 2

Energy	Value
$\Delta V_1^\ddagger = \Delta V(TS_1)$	57.8
$\Delta V(I_1)$	-12.4
$\Delta V(TS_2)$	-4.0
$\Delta V_2^\ddagger$	8.4
$\Delta V(I_2)$	-5.7
$\Delta V(TS_3)$	80.3
$\Delta V_3^\ddagger$	86.0
$\Delta V(I_3)$	7.3
$\Delta V(TS_4)$	15.3
$\Delta V_4^\ddagger$	8.0
$\Delta V(I_4)$	-5.9
$\Delta V^\circ$	1.4

TABLE 3: Energy results in kcal mol<sup>-1</sup>

at RHF/6-31G level for mechanism 3

Energy	Value
$\Delta V(I_1)$	-201.9
$\Delta V(TS_1)$	-132.8
$\Delta V^\ddagger$	69.1
$\Delta V(I_2)$	-196.0
$\Delta V^\circ$	-7.1

## References

- [1] M. J. Frisch, G. W. Trucks, H. B. Schlegel, G. E. Scuseria, M. A. Robb, J. R. Cheeseman, V. G. Zakrzewski, J. A. Montgomery, Jr., R. E. Stratmann, J. C. Burant, S. Dapprich, J. M. Millam, A. D. Daniels, K. N. Kudin, M. C. Strain, O. Farkas, J. Tomasi, V. Barone, M. Cossi, R. Cammi, B. Mennucci, C. Pomelli, C. Adamo, S. Clifford, J. Ochterski, G. A. Petersson, P. Y. Ayala, Q. Cui, K. Morokuma, D. K. Malick, A. D. Rabuck, K. Raghavachari, J. B. Foresman, J. Cioslowski, J. V. Ortiz, A. G. Baboul, B. B. Stefanov, G. Liu, A. Liashenko, P. Piskorz, I. Komaromi, R. Gomperts, R. L. Martin, D. J. Fox, T. Keith, M. A. Al-Laham, C. Y. Peng, A. Nanayakkara, M. Challacombe, P. M. W. Gill, B. Johnson, W. Chen, M. W. Wong, J. L. Andres, C. Gonzalez, M. Head-Gordon, E. S. Replogle, and J. A. Pople, *Gaussian 98*, Revision A.9, Gaussian, Inc., Pittsburgh PA, (1998).
- [2] Bustos, C., Salgado, G., Martínez, R. and Carriere, F; *Quim. Nova.* 23 (4) (2000) , 568-570.
- [3] Salgado, G., Caroli, M. and Langler, R., *Chemie - Biologie.* 44 (3) (2001), 10-15.
- [4] Foresman, J.B. and Frisch, A. *Exploring Chemistry with Electronic Structure Methods*, Gaussian, Inc.: Pittsburgh, (1996).

## Authors:

Jorge Martínez. QTC. Departamento de Química-Física. Facultad de Química. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Av. Vicuña Mackenna 4860. Santiago. Chile.<sup>1</sup>

Guillermo Salgado. Facultad de Educación. Universidad Finis Terrae.

Av. Pedro de Valdivia. 1646. Santiago. Chile.

José Navarrete. Departamento de Ciencias Básicas. Universidad Santo Tomás.

Av. Ejército. 146. Santiago. Chile.

Richard F. Langler. Department of Chemistry. Mount Allison University. Sackville, New Brunswick. Canada E4L 1G8.

te-mail : jmartiar@puc.cl

## Actualités

### Record de légèreté

Selon la NZZ du 7. 4. 2004, l'équipe d'Andrei Rode, de l'Université de Canberra, Australie, a réussi à synthétiser une mousse de carbone qui a une masse volumique de 0.002 g par cm<sup>3</sup>. Cette mousse est à peine un peu plus lourde que l'air, mais elle est plus légère que le gaz carbonique. Lâchée dans l'air, elle flotte doucement, et finit par tomber au sol.

Pour la fabriquer, on dirige un faisceau laser intense sur une cible de carbone spécialement purifié, le tout dans une atmosphère d'argon. Le carbone se fait pulvériser et projeter dans le gaz argon où il se condense. Il se forme alors des agglomérats (cluster) d'atomes C de 6 à 9 nm de diamètre, qui sont constitués de plaquettes de graphite déformées de façon à prendre la forme de selles réticulées. Voir : [www.arxiv.org/ftp/cond-mat/papers/0310/0310751.pdf](http://www.arxiv.org/ftp/cond-mat/papers/0310/0310751.pdf).

De plus la mousse ainsi formée est ferromagnétique, ce qui indique la présence d'électrons non appariés dans les atomes de carbone.

### Incroyable, mais vrai

Voici quelques réponses obtenues aux examens de maturité 2004:

Question 1: Que signifie l'indication  $\Delta H < 0$  dans une réaction chimique ?

Réponse: Cela signifie qu'on a utilisé moins d'Hydrogène que prévu.

Question 2: De quel type de réaction s'agit-il dans l'équation  $H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2 HCl$

Réponse: Il s'agit d'une réaction chimique.

de Maurice Cosandey

## Alcoo tests de longue durée

Alcoo-tests de longue durée.

Les tests actuellement utilisés pour déceler de l'alcool dans le sang ne permettent pas une identification sûre à longue durée. Au bout de quelques heures, l'alcool s'élimine spontanément de l'organisme, et on ne peut plus le détecter.

Par contre ses produits de dégradation subsistent plus longuement dans l'organisme, et permettent de détecter une absorption d'alcool relativement ancienne.

L'un d'eux, le stéarate d'éthyle, formé par une transestérification des lipides, apparaît dans le sang entre 12 et 18 heures après la consommation d'alcool, puis il est stocké dans les poils et les cheveux. Dans une recherche récente (*Alcohol and Alcoholism*, vol 39, p.33), une équipe de l'Université de Bâle, menée par Friederich Wurst, a suivi 40 consommateurs d'alcool, et montré que la teneur du poil en stéarate d'éthyle varie selon la quantité d'alcool consommée. La seule façon de supprimer cette indication est de procéder à un rasage total.

L'équipe de Wurst a trouvé encore deux autres produits de dégradation de l'alcool qui sont stockés dans l'organisme. Le premier est le glucuronate d'éthyle qui est sécrété dans l'urine jusqu'à 5 jours après la prise d'alcool. Le second est le phosphatidyl éthanol que l'on peut détecter dans le sang jusqu'à trois semaines après la prise d'alcool (*New Scientist* 2434, 14. 2. 2004, p. 14).

## La réhomologation des produits agrochimiques

En 1991, l'Union Européenne a édité une directive 91/414, aux termes de laquelle tous les produits chimiques utilisés dans l'agriculture (fongicides, insecticides, etc.) devraient avoir un dossier de sécurité. Au terme de cette directive, toutes les substances actives, qu'elles soient déjà homologuées ou non, devront réhomologuées avant 2008. A l'heure actuelle, on compte environ 800 de ces substances.

Toutes les substances actives pour lesquelles aucun dossier de sécurité n'est déposé devront disparaître du marché. Les critères de la nouvelle procédure exigent une absence de toxicité et une biodégradabilité rapide.

On estime que la moitié des substances cataloguées ne seront pas réhomologuées, et pour la plupart d'entre elles, c'est le critère économique qui en sera la cause. Cette procédure est en effet très coûteuse, et les produits d'importance mineure (comme ceux qui sont spécifiques de la culture du persil, par exemple) disparaîtront du marché, non parce qu'ils sont inefficaces, mais parce que la procédure d'homologation n'est pas rentable.

## Des reptiles à sept doigts

On a récemment découvert en Chine le fossile d'un reptile à sept doigts, qui est d'environ 100 millions d'années plus jeune que ses congénères. Les plus anciens quadrupèdes connus, l'*Ichtyostega* et l'*Acanthostega*, avaient sept ou huit doigts par patte, avec leurs doigts supplémentaires accrochés de l'autre côté du pouce. Mais ces doigts supplémentaires ont disparu il y a 350 millions d'années, en n'en laissant que cinq par patte.

Le nouveau fossile a été appelé *Nanchangosaurus*, et c'est un reptile aquatique qui vivait il y a 242 millions d'années en Chine. C'est le premier spécimen que l'on a trouvé avec des doigts intacts, montrant qu'il possède sept doigts complets à l'avant et six à l'arrière (*Nature* 426, p 516)

## Nouvelle source d'Hydrogène

Une équipe de scientifiques de l'Université du Minnesota a trouvé une nouvelle façon de produire de l'hydrogène gazeux, à partir d'éthanol et d'eau, selon Science 303, p. 993, du 13. 2. 2004. Il s'agit de la réaction :



Cette réaction inédite est due à un catalyseur formé d'un mélange de rhodium Rh et d'oxyde de cérium  $\text{Ce}_2\text{O}_3$ . La réaction atteint un taux de conversion de 95% en moins de 10 millisecondes à 700°C. Comme elle est légèrement endothermique, il faut sacrifier une partie du  $\text{H}_2$  produit pour maintenir la température du catalyseur.

## Recyclage du polystyrène

L'entreprise Toshiba Plant Kensetsu de Tokyo recycle les déchets de polystyrène de manière rentable, en les transformant en styrène,. On broye les objets en polystyrène, puis on les décompose sous vide par pyrolyse à 400 °C. Il se dégage du styrène gazeux que l'on condense avant de le transformer à nouveau en polystyrène. L'entreprise traite 750 tonnes de polystyrène par an, pour un prix de \$ 0.08 par kilogramme, selon Nikkei Net Interactive du 1. 12. 2003. Le rendement de récupération est d'environ 60%. Les résidus fournissent un gaz combustible qui alimente l'usine en énergie.

de Maurice Cosandey

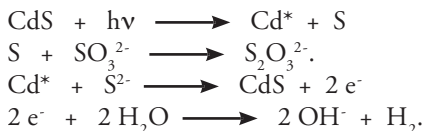
## Photolyse solaire de l'eau

A ce jour, personne n'est encore arrivé à produire de l'Hydrogène gazeux  $H_2$  en éclairant de l'eau à la lumière du soleil. Il semble qu'il faudra reviser ce jugement, à en croire Atif Koca (Journal of Chemical Education 80, 11, p.134, Nov. 2003).

Le succès de l'opération repose sur l'emploi d'un catalyseur mixte à base des sulfures ZnS et CdS. Si on mélange ZnS et CdS, ou si on utilise l'un seul de ces sulfures, la photolyse ne se produit pas. Mais si on ajoute une solution chaude de sulfure de sodium  $Na_2S$  à une autre solution chaude formée d'un mélange des acétates de zinc et de cadmium, alors on obtient un précipité mixte efficace. Le meilleur catalyseur contient 66% CdS et 33% ZnS en poids.

Pour réaliser la photolyse, on dépose une couche de catalyseur ZnS/CdS au fond d'un flacon de verre rempli d'une solution de  $Na_2S + Na_2SO_3$ . La lumière du soleil y produit un lent dégagement de bulles de gaz  $H_2$ .

Les réactions chimiques qui se produisent sont vraisemblablement les suivantes :



Globalement le CdS n'est pas consommé, et la réaction globale s'écrit alors :



Le rendement de l'opération est de l'ordre de 8 ml  $H_2$  à l'heure en plein soleil. Ce n'est pas vraiment encore une production industrielle. Mais il n'est pas interdit de rêver à une amélioration de ce processus à l'avenir.



## Un liquide rigide à base d'oxalate

Une équipe de l'Université de Hongkong a découvert un fluide qui normalement s'écoule comme un liquide, mais qui, sous l'influence d'un champ électrique, devient rigide et dur comme du métal (Peng Sheng, New Scientist, 2416, p.23, 11.10.2003)

Ce matériau inédit est une émulsion de particules solides et polaires, dispersées dans une huile de silicone particulièrement isolante. L'eau ne conviendrait pas. L'ensemble est peu visqueux. Mais si on lui applique un champ électrique, les particules se polarisent, les dipôles s'orientent, s'alignent pôle plus contre pôle moins, et forment de longues chaînes droites et parallèles, ce qui durcit le matériau.

Quant au matériau dispersé, il est constitué d'une poudre impalpable d'oxalate double de baryum et de titanyle, dont les grains, de diamètre 40 nm, sont recouverts d'une fine couche d'urée de quelques nanomètres d'épaisseur. Le respect de ces dimensions est un paramètre critique, si l'on veut obtenir le résultat désiré.

On espère pouvoir utiliser cette propriété pour fabriquer de nouveaux freins ou de meilleurs disques d'embrayage pour voitures.



<b>Name, Vorname Nom, Prénom E-Mail</b>	<b>Adresse privat / privée Telefon/téléphone</b>	<b>Adresse der Schule / prof. Telefon d.S. /téléphone prof.</b>
COSANDEY Maurice Président VSN/SSPSN  maurice.cosandey@bluewin.ch	Etourneaux 1 1162 Saint-Prex  Tel: 021 806 12 20	
BOESCH Philippe Président CRC  pboesch@iprolink.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 Ländtestrasse 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 Ländtestrasse 12; Postfach 2501 Blel/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	Lycée-Collège Cantonal de la Planta 1950 Sion Tel: 027 22 74 13
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 Kassierin VSN  sfegy@hispeed.ch	Oberburg 44 8158 Regensberg  Tel/Fax: 01 854 18 32	Kantonsschule Wettingen Klosterstrasse 11 5430 Wettingen Tel: 056 437 24 00
ROUVINEZ Alain   alain.rouvinez@dfj.vd.ch	1410 Correvon   Tel: 021 799 46 92	Gymnase de la Cité Mercerie 24 1003 Lausanne Tel: 021 316 35 64
STUDEMANN Denise Présidente CRB  denise.studemann@tiscalinet.ch	En Rosset 28 1733 Treyraux  Tel: 026 413 24 03	Collège du Sud Rue de la Léchère 40 1630 Bulle Tel: 026 919 26 00
WEIBEL Blenda   blenda.weibel@edu-vd.ch	Coutzet 14 1094 Paudex  Tel: 021 791 26 83	Gymnase de la Cité Mercerie 24 1003 Lausanne Tel: 021 316 35 64

## 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. 120.— (VSG Fr. 95.— u. VSN Fr. 30.—)

**Anmeldung:** Für VSG u. VSN: Sekretariat VSG, Tel: 031 311 07 79  
Waisenhausplatz 14  
Postfach  
3001 Bern

**Rechnungstellung:** 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)

**Rechnungstellung:** Nach Anmeldung direkt durch den VSN/SSPSN

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

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

Mit freundlichen Grüssen

Président VSN/SSPSN  
Maurice Cosandey

*Anmeldung bitte an den Adressenverwalter:*

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:

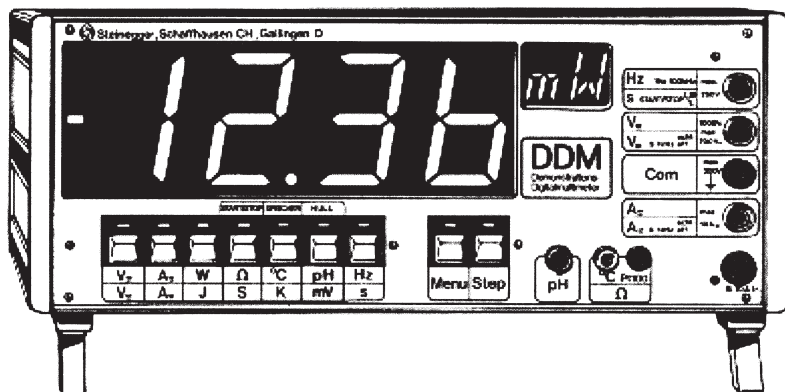
Talon per Post oder E-Mail an obige Adresse senden

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

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

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

# 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 100mS (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)