دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	تدريس الكيمياء التحديات والحلول
المصدر:	رسالة التربية
الناشر:	وزارة التربية والتعليم
المؤلف الرئيسي:	العمورية، فاطمة
المجلد/العدد:	ع 31
محكمة:	نعم
التاريخ الميلادي:	2011
الشهر:	يناير - محرم
الصفحات:	112 - 119
رقم MD:	98836
نوع المحتوى:	بحوث ومقالات
قواعد المعلومات:	EduSearch
مواضيع:	التقييم التربوي ، تدريس الكيمياء ، المناهج الدراسية ، الأهداف التعليمية ، صعوبات التعلم ، معلمو الكيمياء ، التعليم الثانوي ، طلاب المدارس الثانوية ، طرق التدريس ، الوسائل التعليمية ، تكنولوجيا التعليم
رابط:	http://search.mandumah.com/Record/98836

© 2021 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

تدريس الكيمياء

التحديات والحلول

غالباً ما يعتبر الطلاب مادة الكيمياء من المقررات الصعبة والمعقدة، مما يدفع الكثيرين منهم إلى العزوف عن دراسة المادة، وقد تناولت العديد من المؤتمرات والدراسات قضية الصعوبات التي تواجه تعليم الكيمياء، ففي المؤتمر الدولي العشرين لتعليم الكيمياء والمنعقد بجمهورية موريشيوس (Mauritius Conference on Chemistry 2008) طرحت العديد من أوراق العمل التي تناولت المعوقات التي تواجه تدريس مادة الكيمياء عالميا، والمؤشرات الدالة على ذلك مثل: عزوف الكثير من الطلاب عن دراسة مادة الكيمياء، وانخفاض دافعية وحماس المعلمين لتدريس المادة، ووجود خلط مفاهيمي لدى الطلاب حول العديد من مفاهيم الكيمياء، وانخفاض الاتجاه نحو القراءات العلمية المتخصصة، وقد أشارت العديد من الدراسات إلى أن انخفاض شعبية دراسة مادة الكيمياء في المرحلة الثانوية يعود إلى انخفاض ثقة معلمي العلوم في معلوماتهم العلمية وضعف قدراتهم في توضيح الحقائق والمفاهيم بصورة ملائمة للطلاب، بالإضافة إلى تدني قدرتهم في ربط الكيمياء بواقع حياة الطلاب بصورة ملموسة. وفي ضوء ذلك تأتي هذه الورقة لمناقشة أهم معوقات تدريس مادة الكيمياء التي أشار إليها الأدب التربوي، والحلول المقترحة.

إعداد: فاطمة العمورية

دائرة تطوير العلوم التطبيقية

المديرية العامة لتطوير المناهج

الصعوبات التي تحد من تعلم الكيمياء:

يُعنى علم الكيمياء بطبيعة المادة وتركيبها وما يرتبط بها من تغيرات، أي أنه علم يتمركز حول النظرية الجزيئية للمادة. لذا تعد عملية الاستيعاب المفهومي للتمثيلات الكيميائية من قبل المتعلمين من أهم أهداف تدريس علم الكيمياء، ويتمثل هذا الاستيعاب بقدرة المتعلمين على إدراك ثلاثة مستويات من التمثيل أو التفكير الكيميائي كما تتضح من خلال الشكل المقابل وهي: مستوى التفكير الملاحظ ويرتبط بالظواهر الفيزيائية الملاحظة كحالات تغير المادة، ومستوى التفكير الجزيئي غير الملاحظ، والذي يرتبط بطبيعة تركيب ونظام وحركة دقائق المادة، وعلاقة ذلك بتفسير الخواص الكيميائية والفيزيائية للمادة. أما مستوى التفكير الثالث فهو مستوى التفكير الرمزي، ويتناول التعبير عن المادة باستخدام الرموز والصيغ الكيميائية والمعادلات (Sirhan, 2007).

ويشير العديد من تربويي الكيمياء إلى أن المتعلمين غالبا ما يعانون من صعوبات عديدة في اكتساب واستيعاب مستويات التفكير الكيميائي بالصورة الصحيحة، وغالبا ما يفتقرون إلى القدرة للانتقال من مستوى تفكيري إلى آخر (Gabel, 1998). فعلى سبيل المثال: قد يلاحظ المتعلم عملية غليان الماء كمثال على المستوى التفكيري الملاحظ، ولكن قد لا يستطيع أن يفسر على مستوى التفكير الجزيئي غير الملاحظ كيفية حدوث هذه العملية. وترى المقبالية (2003) أن ما يقيد قدرة المتعلمين التخيلية فيما يتعلق بالذرات والجزيئات هو افتقادهم للأدوات اللازمة لنقلهم إلى ذلك العالم.

وتشير جابيل (Gabel, 1998) إلى أن الصعوبات التي تعترض تعلم المفاهيم الكيميائية، تنشأ من عدة أسباب كطبيعة المادة المجردة، والارتباط والتداخل بين المفاهيم الكيميائية مع بعضها، حيث إن تعلم أي مفهوم كيميائي جديد يتطلب من المتعلم أن يقوم بعملية ارتباطات ذهنية تكاملية مع العديد من المعارف العلمية السابقة. وهذا يستدعي من المعلم تهيئة مواقف تعليمية تعلمية غنية بالخبرات الحسية، تيسر على المتعلم أن يقوم بهذه الارتباطات بصورة دقيقة وسليمة.

ولقد ناقش سيالير (Seiler, 2004) في الدراسة التي أجراها أسباب انخفاض المستوى التحصيلي في مادة الكيمياء، وقد عزى هذا الانخفاض إلى عدد من الأسباب، ومنها: الفهم السطحي أو الجزئي للمفاهيم العلمية والذي غالبا ما ينشأ عن توظيف الأدوات والطرق غير الملائمة لتحصيل هذه المفاهيم. وعزى أيضا انخفاض المستوى التحصيلي إلى ضعف المهارات الرياضية لدى المتعلمين، وعدم قدرة المعلم على جذب انتباه المتعلمين للمحتوى العلمي الذي يطرحه، وعدم ملائمة الطرق والأساليب المستخدمة للأنماط التعلمية للمتعلم، وعدم قدرة المتعلمين على تطبيق المعرفة في مواقف جديدة.

وتشير المقبالية (2003) إلى أن قدرات التفكير المجردة التي يمتلكها المتعلمون في سن ما قبل الجامعة، غالبا ما تظل قاصرة أمام المستوى المرتفع من التجريد الذي تتصف به المفاهيم الكيميائية في المستوى الجزيئي، ولذا فإن على المصمم لبيئة التعلم المناسبة لتدريس هذه المفاهيم أن يأخذ بعين الاعتبار أن فرص المتعلمين للتعلم المجرد محدودة؛ لذا فمن الأهمية أن يصمم المعلم دروس الكيمياء على هيئة خبرات محسوسة أو شبه محسوسة تُقرب المفاهيم الجزيئية للمتعلمين.

وفي دراسة أجراها سرحان (Sirhan, 2007) لاستقصاء الأسباب الرئيسة التي تؤدي إلى جعل الكيمياء مادة صعبة، أجمل أهم هذه الأسباب في الآتي:

الإستراتيجيات التدريسية التقليدية التي يستخدمها المعلم لتوضيح المفاهيم العلمية في المادة، والتي قد لا تتلاءم والأنماط التعليمية التي توجد لدى الطلاب.

الطبيعة المجردة لمادة الكيمياء حيث أن الكيمياء تحتوي على الكثير من المفاهيم العلمية والرموز والمجردة.

يتطلب تدريس مادة الكيمياء مستوى عال في الكثير من المهارات، كالمهارات الرياضية والمخبرية، كما تتطلب دراسة الكيمياء من المتعلم أيضا القدرة على الدمج بين مستويات علم الكيمياء الثلاثة المتداخلة، وهي مستوى التفكير الملاحظ ومستوى التفكير الجزيئي ومستوى التفكير الرمزي. وتشير العديد من الدراسات إلى أن كثيراً من المتعلمين الذين يدرسون مادة الكيمياء يعانون من صعوبة في الربط بين هذه المستويات الثلاثة للعديد من المفاهيم مثل مفهوم الذرة وعدد المولات والروابط الكيميائية والنظرية الحركية الجزيئية والكيمياء الكهربائية..

محتوى منهاج الكيمياء: حيث تشير الدراسات أن منهج الكيمياء في المرحلة الثانوية غالبا ما يبنى بطريقة وصفية، مما يجعل قدرة التذكر فائقة الأهمية للإجابة عن الاختبارات الفصلية، وهذا أدى بدوره إلى خلط مفاهيمي لدى المتعلمين وضعف الربط بين مستويات الكيمياء الملموسة والمجردة.

تدني مستوى قدرة المتعلمين في تطبيق المفاهيم والحقائق العلمية التي يتعلمونها في المنهج بالواقع وربطها بالحياة، وضعف القدرة على توسيع معارفهم في ضوء التطبيقات الحياتية للمفاهيم وقوانين الكيمياء.

تجاوز قدرة الذاكرة العاملة لدى المتعلمين على استيعاب المعلومات: حيث أن للذاكرة العاملة لدى الإنسان سعة محدودة، وهذه السعة أو المساحة هي عبارة عن حلقة ربط بين ما يمكن أن يخزن في الذاكرة طويلة المدى من معلومات وبين العمليات اللازمة لمعالجة وفرز وحفظ هذه المعلومات في الذاكرة طويلة المدى، ولذا نجد المتعلم عندما يكون في الموقف التعليمي يواجه الكثير من المفاهيم والمعلومات التي ينبغي حشوها ومعالجتها في الذاكرة العاملة، وبالتالي يقع الدماغ في مشكلة فرز وتصنيف المعلومات وفقا لأهميتها، مما يؤدي إلى اضطراب عملية معالجة المعلومات وبتالي يؤثر بشكل مباشر على كفاءة وفاعلية عمليات المعالجة والتشفير والتخزين.

كيف يستطيع المعلم الحد من تأثير هذه الصعوبات؟

بناءً على ما تقدم من آراء حول الصعوبات والمعوقات التي تحد من التحصيل في مادة الكيمياء والعوامل التي قد تؤثر على مستوى تعلم وتعليم هذه المادة، يجد الكثير من الباحثين أن مع تقدم تربويات العقل البشري وفهم آلية حدوث عملية التعلم والتعليم، ومع التقدم التكنولوجي الهائل على صعيد الوسائط التعليمية، أن كثيراً من هذه المعوقات يمكن الحد منها وذلك من خلال مراعاة المعلم للجوانب الآتية:

أ- المداخل التدريسية الحديثة:

توظيف مجموعة متنوعة من طرائق وإستراتيجيات التعلم والوسائط التعلمية التعليمية المختلفة، والتي تتكامل مع إستراتيجيات التعلم البنائي وتهيئ البيئة الملائمة للتعلم النشط القائم على توظيف الأنشطة الحافزة للتعلم وجذب انتباه المتعلمين للمحتوى التعليمي، ورفع مستوى دافعيتهم للتعلم مما يمكنهم من الوصول إلى مستوى أعمق من الفهم (Kwen, 2002). حيث أن التدريس عبر المداخل التدريسية الحديثة التي تأخذ بعين الاعتبار التكامل بين الذكاءات المتعددة للطلاب وأنماط تعلمهم المختلفة تعد من التوجهات التربوية الحديثة في عالم طرق التدريس، حيث يشير سيلفر وآخرون (2006م) أن التدريس المتوافق مع أنماط التعلم والذكاءات المتعددة للطلاب يجعل من عملية التعلم ذات طابع شخصي مما يزيد من الدافعية للتعلم، كما أنه يجعل من عملية استكشاف المفاهيم واكتشاف الأفكار الجديدة وإقامة الارتباطات أنشطة مثيرة وباعثة السرور للدماغ البشري، كما أنه يتيح للطلاب فرصة التعبير عن أنفسهم واكتشاف قدراتهم وميولهم.

وتؤكد كوين (kwen, 2002) أيضاً على أن المتعلمين الذين لا يبدون تميزا في كل من الذكاء اللغوي والذكاء الرياضي المنطقي (وهي الذكاءات الأهم لتعلم مواد العلوم)، في حين لديهم قدرات متميزة على صعيد الذكاء الجسمي/ الحركي والذكاء الموسيقي، تكون قدرتهم على استيعاب المفاهيم الكيمائية محدودة، إذا ما اعتمد المعلم في طرحها فقط على الحوار الشفوي والتحليلات الرياضية والمنطقية، ولكن إذا استخدم المعلم طرقاً وإستراتيجيات متنوعة أخرى كلعب الأدوار أو التخيل العلمي أو التمثيل الراقص أو الصامت وغيرها من الإستراتيجيات الجذابة للتعلم؛ فإن المتعلمين سيكونون أكثر قدرة على استيعاب المفهوم وتذكره.

ويعتبر هابراكين (Habraken, 1996) أن نظرية الذكاءات المتعددة تزود معلمي الكيمياء بمداخل معرفية متعددة، تُمكن المتعلمين من اجتياز الكثير من عقبات التعلم، كمدخل الذكاء البصري/ الفراغي، ومدخل الذكاء الجسمي/ الحركي اللذين يجسدان لغات حية لتعليم وتعلم الكيمياء. وقد أكدت دراسة أجراها فرينش (French, 2003) قام من خلالها بتطوير أنشطة تعليمية في مادة الكيمياء تتلاءم مع ذكاءات الطلاب وأنماط تعلمهم، أن هذه الأنشطة كانت ذات أثر دال إحصائيا في تحصيل الطلاب وفي مستوى دافعيتهم للتعلم لصالح الأنشطة التجريبية.

كذلك يعد مدخل حل المشكلات من المداخل التدريسية الرائدة في تدريس مادة الكيمياء حيث يجعل من مادة الكيمياء مادة واقعية مرتبطة بالأحداث في الحياة الملموسة للمتعلم كمشكلات التلوث الكيميائي، والأدوية والصيدلة والتغذية.. الخ. وقد توصل بيلجن (Bilgin, 2006) في دراسة أجراها حول تطبيق مدخل حل المشكلات على تدريس بعض موضوعات الكيمياء إلى أن توظيف هذا المدخل في تدريس موضوعات الكيمياء جعل الطلاب أكثر قدرة على اكتساب المعرفة، كما أنه طور لديهم مهارات البحث العلمي، ومهارات التعامل مع المفاهيم العلمية. ويرى زيتون (2009م) أن هذه الطريقة تدفع المتعلم للبحث

عن الحلول المناسبة للمواقف أو المشكلة، واكتشاف المفاهيم والمبادئ العلمية بطريقة دقيقة بأنفسهم، كما أكد زيتون على أن هذه الطريقة كفيلة ببعث الحيوية والنشاط في تدريس المواد العلمية، مما يساعد المعلم على كسر حاجز الجمود والملل الذي قد يصحب تدريس بعض الموضوعات العلمية النظرية.

ب- توظيف التكنولوجيا التعليمية:

توظيف بيئة التعلم الإلكتروني لتعزيز عملية التعلم وتوفير خيارات متعددة تدعم استيعاب المفاهيم الكيميائية بشكل صحيح، فبرامج المحاكاة الإلكترونية التي أصبحت على مستوى عال من الدقة والتنوع تعد وسائط تعليمية رائدة تساعد المتعلم على الربط بين مستويات التعلم الثلاثة اللازمة لاكتساب المفاهيم العلمية بصورة صحيحة، فعندما يجري المتعلم تجربة في المختبر تؤدي إلى تفاعل ما، يسجل ملاحظته على المستوى الإدراكي الملاحظ في حين تعزز برامج المحاكاة الإلكترونية قدرته على الانتقال من مستوى الملاحظة المباشرة إلى معرفة ما يحدث على المستوى الدقائقي، وبذلك يتكون لديه مستوى أعمق من الفهم والإدراك لطبيعة وآلية التفاعل الكيميائي.

كما أن برامج المحاكاة الإلكترونية باتت تقدم خيارات متنوعة لتنفيذ التجارب، فمن خلالها يستطيع الطالب تنفيذ التجربة بقياسات أو أوزان أو معدلات مختلفة، كما تمكنه من تنظيم البيانات وتحويلها من شكل إلى آخر. وتؤكد جونز (1999) على أن توظيف الوسائط التعليمية الإلكترونية التي تتكامل مع محتوى منهج الكيمياء، تتيح للمتعلم أن يلعب دور المصمم لما يتعلمه، كما وأكدت من خلال دراستها أن توظيف برامج الوسائط الإلكترونية يعزز من استيعاب الطلاب للمفاهيم العلمية والتقنيات المخبرية، كما أن توظيف برامج النمذجة الجزيئية تساعد المتعلم على تجاوز مشكلة الطبيعة المجردة للمادة حيث تنتقل به من المستوى الإدراكي الملاحظ إلى المستوى الجزيئي مما يمكن المتعلمين من الوقوف على طبيعة الكيمياء، كما وترى جونز أيضا من خلال دراستها أن هذه البرامج أو بيئات التعلم الافتراضية توفر للطلاب فرصا حقيقية لتطوير مهارات البحث العلمي لديهم، كما أنها تساعد على تفسير الظواهر الكيميائية وتحليلها على المستوى الإدراكي الملاحظ وما يحدث على المستوى الجزيئي الدقائقي.

هذا وقد أشارت أوراق العمل التي طرحت في المؤتمر الافتراضي (Summer 2000, CONFCHEM, 2000) تحت عنوان: توظيف المحاكاة الحاسوبية في تعليم الكيمياء العامة إلى أن الثورة التكنولوجية الهائلة التي تجتاح عالمنا اليوم، أدت إلى خلق ثورة أخرى في مجال الوسائط التعليمية سهلت تغيير المعتقدات السلبية حول طبيعة مادة الكيمياء، فهذه الوسائط بما تتضمنه من برامج مثل الرسوم المتحركة والنمذجة والأنشطة الحاسوبية التفاعلية ومحاكاة الواقع الافتراضي، كلها تعتبر أدوات فائقة الأهمية في العملية التعليمية وغالبا ما تعطي فهما أعمق للمفاهيم وتصمم للتكامل مع المناهج الدراسية، كما ويمكن التعديل فيها

على ضوء ما يتناسب مع أهداف المقررات وموضوعاتها. وفي دراسة تجريبية أجراها جيبان وآخرون (Geban et al., 1992): لدراسة أثر استخدام مدخل المحاكاة الحاسوبية ومدخل حل المشكلات في تدريس موضوعات الكيمياء على التحصيل الدراسي لطلاب العينة التجريبية واتجاهاتهم نحو دراسة المادة، مقارنة بالمجموعة الضابطة التي تم تدريسها وفقا للأساليب التقليدية المتبعة في تدريس مادة الكيمياء، وجد الباحثون أن المجموعة التجريبية سجلت نتائج دالة إحصائيا على صعيد متغير التحصيل ومتغير الاتجاهات مقارنة بالمجموعة الضابطة.

ج- فهم سيكولوجية التعلم:

ينبغي أن يكون المعلم ملما بسيكولوجية العقل البشري وآلية الفهم والاستيعاب، ليكون قادرا على تطوير إستراتيجيات تساعد المتعلمين على استيعاب المفاهيم والرموز ومعالجتها وتنظيمها بصورة تساعد على حفظها ودمجها في البناء المفاهيمي لدى المتعلمين بصورة منطقية مبنية على أسس علمية سليمة، مما يقيهم إشكاليات الخلط المفهومي التي غالبا ما تحدث نظرا لافتقار المعلم لآليات تنظيم وتسلسل المفاهيم العلمية اللازم إكسابها للمتعلمين. وذلك من خلال تدريب المعلمين على كيفية مراعاة حدوث عملية التعلم وآلية عملية التعلم، بحيث يكون داعما للمتعلم ومساندا له للتغلب على هذه المشكلة، فيساعده على استقبال الكم الهائل من الرموز والمفاهيم الكيميائية المعقدة بصورة بنائية منظمة، وذلك من خلال مهارة تنظيم الذاكرة العاملة، وتطوير مهارة تنظيم المعلومات (Sirhan, 2007)، كأن يقوم بتوسيط أو ربط المعلومات الجديدة بالمعلومات القائمة والماثلة في الذاكرة وذلك من خلال:

- تجميع فقرات المعلومات في مجموعات بحيث يمكن أن يؤدي تذكر إحداها إلى استكمال تذكر المجموعات الأخرى في السلسة أو التصنيف.
- العنقدة أي تنظيم الفقرات في تصنيفات تحتويها.
- تقوية أو تنشيط الذاكرة من خلال زيادة الحساسية لتنظيم المادة المتعلمة.
- الترميز كتخيل الكلمات أو العبارات أو المفاهيم، واستخدام الترابطات السابق وجودها في الذاكرة لدمج المعلومات الجديدة فيها، واستخدام التلميحات عند الاسترجاع.
- إيجاد علاقات أو ارتباطات منطقية أو شكلية أو علاقات تضاد- تشابه، لدمج المعلومات الجديدة والمعلومات السابقة.

خلاصة ما سبق نجد أن التقدم العلمي المذهل والمتسارع في شتى مجالات العلوم البحتة والإنسانية أفرز العديد من الحلول لكثير من المشكلات المستعصية سابقا، ومن بينها مشكلة الطبيعة المجردة في مادة

الكيمياء، ففي ضوء الطفرة الهائلة في أبحاث الدماغ البشري التي سلطت الضوء على برمجة العقل البشري وآلية حدوث عملية التعلم وما ترتب عليها من دراسات وأبحاث تربوية كُرست لتحسين نوعية عملية التعليم والتعلم، وفي ظل الثورة التكنولوجية الهائلة أصبحت دراسة مادة الكيمياء بما تتضمنه من رموز وصيغ وقوانين أمر متاح وممكن للجميع.

قائمة المراجع العربية:

- زيتون، عايش محمود (2007). النظرية البنائية وإستراتيجيات تدريس العلوم. عمان، دار الشروق.
- المقبالي، فاطمة يوسف خميس (2003). فاعلية استخدام التمثيل الجزيئي في التفسير العلمي للظواهر الكيميائية وتعديل الأخطاء المفاهيمية لدى طلبة الصف الثاني الثانوي العلمي بسلطنة عمان، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة السلطان قابوس، سلطنة عُمان.
- سيلفر، هاربي؛ سترونج، ريتشارد؛ بريني، ماثيو، ترجمة: مدارس الطهران الأهلية (2005): حتى يتعلم الجميع، المملكة العربية السعودية، دار الكتاب التربوي.

المراجع باللغة الإنجليزية:

- Bilgin, Ibrahim(2006). The Effects of pair problem solving Technique incorporating polya>s problem solving strategy on undergraduate students> performance in chemistry. (ERIC Document reproduction service No. ED495502).
- conference on chemistry (2008). Retrieved November,10, 2009 from: http://www.highbeam.com/doc/lGll80970172-html.
- Geban, o; And others. (1992). Effects of computer simulations and problem-solving Approaches on High school students, journal of Educational Research. 86 (1): 510-
- Jones, Loretta L. (1999). Learning chemistry through Design and construction. Retrieved November,10, 2009 from:

  http//science.uniserve.edu.au/newsletter/vol14/jones.html

- French, p. (2003). The Effect of Learning style Adaptations on student Motivation and Achievement in the chemistry classroom, Retrieved 14. December 2004, from:

  http://www.montana.edu/msse/200320%capstone%20projects.html.

- Gabel, D. (1998). The complexity of chemistry and its implications for teaching, in B.J. Fraser & K. G. Tobin (Eds), International Hand book of science.

- Habraken, C. L. (1996). perceptions of chemistry: why is The common perception of chemistry, the Most visual of sciences- so Distorted?. (ERIC Document reproduction service no ed 534765).

- Kwen, B. H. (2002, october): Applications of Multiple intelligences Theory to chemistry Teaching and Learning, chemical Education international, 3, 1- 6, Retrieved April 16. 2004, from:

  http:// www.iupac.org/publications/cei/vol30301/x0an6.html

- Sirhan, ghassan. (2007). Learning Difficulties in chemistry: An overview. Retrieved November. 10, 2009 from:

  http://www.tused.org/internet/tufed/arsiv/v4/i2/metin/tusedv4i2sl.pdf

- Summer 2000 CONFCHEM (2000). The use of computer simulations in General chemistry Retrieved November. 10, 2009 from: http://www.ched-ccce.org/confchem/2000/b/index.html