

نشرة تصدرها جمعية مدرسي العلوم الفيزيائية بشراكة مع المركز الأكاديمي للتوثيق والتشيط والإنتاج التربوي بالأكاديمية الجهوية للتربية والتكوين لجهة تادلا - أزبال

4 - 5 ، شتنبر 2003

عدد مزدوج

ويقتضي الأمر موازاة لذلك، تأهيل مدرسي المادة، وفق أساليب تكوينية ملائمة تعباً في سبيلها كل الموارد البشرية والمادية المتوفرة من أجل دمج هذه الإضافات المحدثة مع معارفهم السابقة بما يضمن تكوين تصور يتوافق مع هذه التطورات. وبهذه المناسبة لا بد من تسطير المزايا الديدانكتيكية الهامة الكامنة وراء تمكين المدرسين من بنية المادة الدراسية لتخصصهم (مفاهيم، نماذج، طرائق ومنهجيات،....)، يعني المقاربة الإستمولوجية للمجال المفاهيمي الذي يعينهم.

إن التصور الكلاسيكي في مجال العلوم التجريبية، الموروث عن A.Compte والمستمذ من التوجه الإستمولوجي الوضعي، يعل إلى حد ما تقطيع العلوم الفيزيائية لعدة مجالات منفصلة : ميكانيك، بصريات، كهرباء، بنية الذرة ، كيمياء المحاليل، كيمياء عضوية وكيمياء معدنية.... غير أن ما توصلت إليه الأبحاث في الديدانكتيك أثبت عدم جدوى هذا التقطيع الكلاسيكي. ويدفع إلى تبني مقاربة لبنية المادة الدراسية على شكل شبكة من المفاهيم، أو مقاربة تعتمد تقاطع المواد الدراسية approche transdisciplinaire ، تأخذ بعين الاعتبار الكفايات المعرفية والمنهجية المستعرضة التي يمكن أن تكون مشتركة بين مواد دراسية مختلفة، أو اعتماد عملية نقل ديدانكتيكي تحول المعرفة العالمية إلى نصوص تعالج مواضيع سنوية thèmes annuels مرتبطة بالبعد العملي والتقني للفيزياء والكيمياء في الحياة اليومية دون أن يتنافى ذلك مع بناء المفاهيم بالكيفية المعهودة. كما يجب تجاوز المقاربة التبسيطية المتمثلة في وصف الظواهر واعتبار الفيزياء والكيمياء كعلم للنماذج. بحيث نسعى لتمكين التلميذ من نموذج علمي في مستوى معين ثم نعمل على تطويره وتعميقه أكثر فأكثر في المستويات اللاحقة. وهذا ما يطلق عليه المقاربة الحلزونية لبناء المفاهيم العلمية.

والله ولي التوفيق.

محتويات العدد

- 1 - كلمة العدد.....ص
- 2 - النقل الديدانكتيكي " تابع ".....ص
- 11 - ظاهرة فوق التوتر في التحليل الكهربائي.....ص
- 18 - تخزين المواد الكيميائية.....ص
- 20 - مساهمات التلاميذ.....ص
- 22 - من أنشطة الجمعية.....ص
- 25 - إخبار.....ص

كلمة العدد بسم الله الرحمن الرحيم

تنطوي عملية الإصلاح التي تشهدها المنظومة التربوية والتكوينية ببلادنا على محددات مقاربة تتوخى الشمولية، وقد طالت مختلف الأبعاد المكونة للظاهرة الإنسانية محط التغيير.

تستشف بعض أوجه هذا المطمح التجديدي في بنود مختلفة تضمنها الميثاق الوطني للتربية والتكوين. والتي تعلن صراحة عن ضرورة التنمية المتكافئة بين الأبعاد المختلفة للشخصية الإنسانية والموازنة ما بين المجالين النظري والعملي، وتأهيل الفرد موضوع التكوين بمواصفات بيداغوجية ومهاراتية تتيح له الاندماج الإيجابي في محيطه الاجتماعي والاقتصادي والتكنولوجي....

هذا، وقد تجسدت بعض المقترضات الإجرائية لمنطلقات ومرجعيات هذا الفعل التصحيحي والتطويري على مستوى المناهج التربوية في إقرار التدريس بالمجزوءات وبيداغوجيا الكفايات كبداية حديثة تجاري تطورات علوم التربية والديدانكتيك وتستجيب لمقومات عملية الإصلاح المنشودة.

ونظرا لما يزر به تدريس مادة العلوم الفيزيائية من مزايا وإمكانات تكوينية للفكر الإنساني ولما يتوق لتحقيقه من جودة راقية، وبناء على عدة عوائق وسلبيات تطبع الواقع الراهن لهذا التدريس، ومسيرة لعمق وفلسفة هذا المبتغى التحديتي، يجدر بنا كفاعلين جمعويين وكمهتمين بشأن تدريس هذه المادة أن ننكب على بعض القضايا البيداغوجية والديدانكتيكية والإستمولوجية ذات أهمية قصوى من وجهة نظرنا. نطرح منها هنا مسألة المعارف المدرسية وعلاقتها بالمعرفة العالمية.

إن المعرفة العالمية الأكاديمية يجسدها ما يبلوره المختصون من معطيات في مخابر البحث العلمي، وتعرف بها الأوساط العلمية في حقبة زمنية معينة، وهي متغيرة على الدوام كما يثبت ذلك تاريخ العلوم. هذه المعرفة العالمية تشكل في نفس الآن المركبة الرئيسية للمعرفة المهنية لمدرسي العلوم الفيزيائية ومرجعا أساسيا يتدخل إلى جانب الممارسات الاجتماعية المرجعية في تشكيل المعرفة المعدة للتدريس.

ففي خضم التطور الهائل الذي تعرفه مجالات العلوم الفيزيائية والكيمياء، واعتبارا لحاجة المجتمع في التكيف مع هذه التطورات وانعكاساتها التقنية في الحياة اليومية، من اللائق جدا استهداف المجالات المعرفية التي تخدم بفعالية سيرورة التكيف المنتظرة مع المحيط التكنولوجي والاقتصادي للفرد....

النقل اليداكتيكي (تابع)

من إنجاز ذ. محمد العلوي و ذ. محمد عليات
مفتشا التعليم الثانوي بأكاديمية جهة تادالا - أزيلال

II عقلة النقل اليداكتيكي:

يتغيا تعليم العلوم الفيزيائية، ككل مجال مفاهيمي، استيعاب وتملك مجموعة مركبة من المعطيات والمفاهيم ينتمي بعضها للمجال المجرد والبعض الآخر للمجال العملي. وترتبط فيما بينها بمجموعة من العلاقات الوثيقة، مشكلة بنية محددة لهذه المادة الدراسية.

تجسد طبيعة المادة الدراسية ومكوناتها إشكالية مطروحة بشكل جدي في الوقت الراهن، نظرا لعدة اعتبارات يتعلق أحدها بالتطور الهائل للمضامين المعرفية والذي يتضاعف أكثر مع الزمن، واعتبارا لذلك يمكن أن نتساءل وفق أية معايير وأي تصور للمجال المعرفي الذي يشهد تطورا مستمرا يتم انتقاء المحتويات المرصودة لأغراض تعليمية؟ ويفيد الآخر أن البحث اليداكتيكي انتهى إلى الإقرار بأن نشاط التعلم لا يحق اختزاله في تراكم تبسيطي لمعطيات المادة الدراسية. وبأن مسؤولية اليداكتيك تقتضي في ضوء التحليل التاريخي والإبستمولوجي للمادة بل وأيضا انطلاقا من ممارسات اجتماعية مرجعية، خلق الانسجام والتماسك اللازمين بين مكونات المجال المفاهيمي والنظريات المرجعية، وبالتالي تفادي بقلنة المعارف العلمية.

1 - مفهوم المادة الدراسية discipline scolaire :

1-1 - تطور الدلالة الإصطلاحية لكلمة discipline :

شهدت الدلالة الإصطلاحية لكلمة discipline تطورا تاريخيا، حيث كانت تفيد إلى حدود نهاية القرن 19 " تهذيب السلوكات المخالفة لنظام مؤسسة ما. وسميت مختلف أنظمة التدريس في هذا الصدد: أشياء وشعب وأجزاء ومواد التدريس" (1).

وأصبحت تفيد فيما بعد تربيض الفكر وإصدار الحكم وتنمية العقل وملكة التعبير والاختراع. ومع بداية القرن العشرين، أصبحت تعني " كيفية لتهديب الفكر ومدته بقواعد وطرائق لنتاول مختلف مجالات الفكر والمعرفة والفن". (2)

1-2 - مكونات المادة الدراسية:

" تعتبر بعض التوجهات السيكلوجية الحالية التعلم ك معالجة للمعلومات، وتميز في وصفها المعلوماتية informationnelle لمضمون إرسالية بين صنفين من المعارف: المعارف المعلنة والمعارف المنهجية" (3)

1-2-1 المعارف المعلنة : connaissances declaratives

المعارف المعلنة هي تلك المعارف التي يمكن التعبير عنها بلغة طبيعية أو بلغة أخرى رمزية (رياضية أو رموز اصطلاحية...)، وهي ذات طابع خطابي ومعرفي. يصنفها Yves.Chevallard (4) ضمن المعارف العلمية ويعتقد في قابليتها للتوضيح التام (تعريف، خصائص...) وللتقويم الواضح.

يميز M.Develay بين أربع فئات من المعارف المعلنة تختص بها كل مادة دراسية (5):

- التمييز ما بين المفهوم والحدث : من الوهلة الأولى ليس هناك تمييز بين الحدث والمفهوم . لأن كل حدث وكل مفهوم يطابق عملية غض الطرف أو تحاشي تؤدي إلى عزل حقيقة ما عن الحقائق الأخرى. ففي مستوى معين يمكن اعتبار مفهوم كتفسير لمجموعة من الأحداث. وفي مستوى آخر قد تعتبر هذه الأحداث كمفاهيم في سياق آخر. يستدعي المفهوم كي يتم استيعابه أن يتوطد ويترسخ في إطار مجموعة أحداث التي يعمل على تماسكها. فلا يمكن تدريس مفهوم في معزل واستقلالية عن الأحداث، والحدث لا يأخذ معناه إلا بالنسبة للمفهوم الذي يشملها.
 - المجال المفاهيمي : يتشكل من مجموع المفاهيم والمعطيات التي تشترك في إعطاء الدلالة لما نود تقديمه.
 - السجل المفاهيمي : نجد نفس المفاهيم والمضامين في مستويات دراسية مختلفة من التعليم الابتدائي إلى التعليم الجامعي. لكن وفق صياغات مختلفة تدمج أبعاد لغوية وسيكلوجية وإبستمولوجية.
- يسمح توضيح سجلات الصياغة للمفاهيم في نفس الآن بالوقوف على مقنضيات مقاربتها اليداكتيكية واحترام منطق التعلم لدى التلاميذ، كما تتيح إمكانية تناول أي موضوع لأي تلميذ وفق صيغة مقبولة.

• المفاهيم المدمجة : *Concepts intègrateurs*

توجد ترانئية معينة بين المفاهيم في إطار كل مادة دراسية، بحيث يشغل بعضها مواضيع أكثر شمولية من الأخرى. من الممكن في إطار مستوى دراسي معين تمييز المفاهيم ذات القدرة التفسيرية الأكثر شمولية، يعني المفاهيم المدمجة. و يسمح تحديد هذه الأخيرة بالكشف عن بنية المادة الدراسية في مستوى معين.

تنظم المفاهيم المدمجة وفق بنية متماسكة مجموع الأحداث والمفاهيم المقدمة في مستوى دراسي معين. وهي بمثابة المبادئ المنظمة للمادة الدراسية على المستوى المفاهيمي. كما أنها تخلق نوعا من التماسك للمعارف المدرسية حول ما يسمى أحيانا النواة الصلبة للمادة .

1-2-2 - المعارف المنهجية : *Connaissances procédurales*

" توظف كل مادة دراسية معارف تنتمي لمجال الفعل والمهارات، تتكون من آليات وأدوات لازمة للتنفيذ. وهي معارف إجرائية وعملية مشكلة من متتالية منظمة من الأفعال، تمكن من تحقيق الأهداف المسطرة. توظف المعارف المنهجية في مختلف الأنشطة، سواء تعلق الأمر بحل تمرين أو عملية تحويل أو وضعية البحث، وتشمل الطرائق والتقنيات والإجراءات والإستراتيجيات ". (6)

تثبت عدة أمثلة ملموسة في مجالات الفيزياء والطب واللغة أن بعض الطرائق كانت منطلقا لبلورة محتويات علمية، وأن التقنية وحدها تقضي أحيانا إلى تشكيل ناتج معرفي.

يتكون كل مجال معرفي من معارف معلنة ومعارف منهجية. إلا أن التعليم التقليدي لا يخصص إلا وقتا ضيقا لتعلم المعارف المنهجية، ويتعلق الأمر بحصص الأشغال التطبيقية أو التمارين. ويدعى التلميذ بعد ذلك، للتوظيف المتزامن لهذين الصنفين من المعارف في غياب تعليم محدد للعلاقة القوية الرابطة بينهما.

هذا الإشكال الأخير يتوافق مع تصور Yves Chevallard (7) بخصوص صنفين من المعارف يثيرها في هذا المجال. فهو يسطر بأن طبقة من المعارف الموازية *parascientifiques* (برهنة، وسائل...) لا تشكل مواضيع صريحة للتعليم، ولا تخضع إلا نادرا لعملية النقل الديدكتيكي. لكن الفاعل التربوي يحددها بوضوح ويرجع بعض العوائق التعليمية إلى عدم التمكن منها . بينما طبقة أخرى من المعارف التي يتم نعتها بالأولية *protoscientifiques* (كالتعرف على بعض المناسبات لتوظيف معطيات خاصة...) تعتبر خفية أكثر من السابقة وتنتمي للمجال الضمني في الاشتغال الديدكتيكي.

يمكن على حد اعتقاد M.Develay (8) مقارنة وتحليل المعارف المنهجية كقدرات. هذه الأخيرة توافق عمليات فكرية عامة لا تخضع لفعل الملاحظة المباشرة؛ يعني أنها قائمة على الافتراض. ويعبر عنها بفضل التصرفات والسلوكات التي نتخذها كمواضيع للملاحظة. والقدرات التي يعبر عنها من خلال التصرفات المنهجية هي من قبيل تطبيق، تصنيف، اللاتمرکز، تلائم ، استنتاج، مماثلة، استقرار، مجادلة، طرح فرضية، تخطيط، ضبط خطر، ... فضلا عن ذلك ، من الأجدى تناول المعارف المنهجية حسب المستوى الدراسي، يعني وفق سجل صياغة كما هو الشأن بالنسبة للمعارف المعلنة، على اعتبار أن القدرة على تلخيص نص أو كتابة تقرير أو إنجاز عمل تجريبي أو رسم جهاز تختلف من مستوى دراسي لآخر.

1-2-3 - المبدأ المنظم للمادة الدراسية : *Matrice disciplinaire*

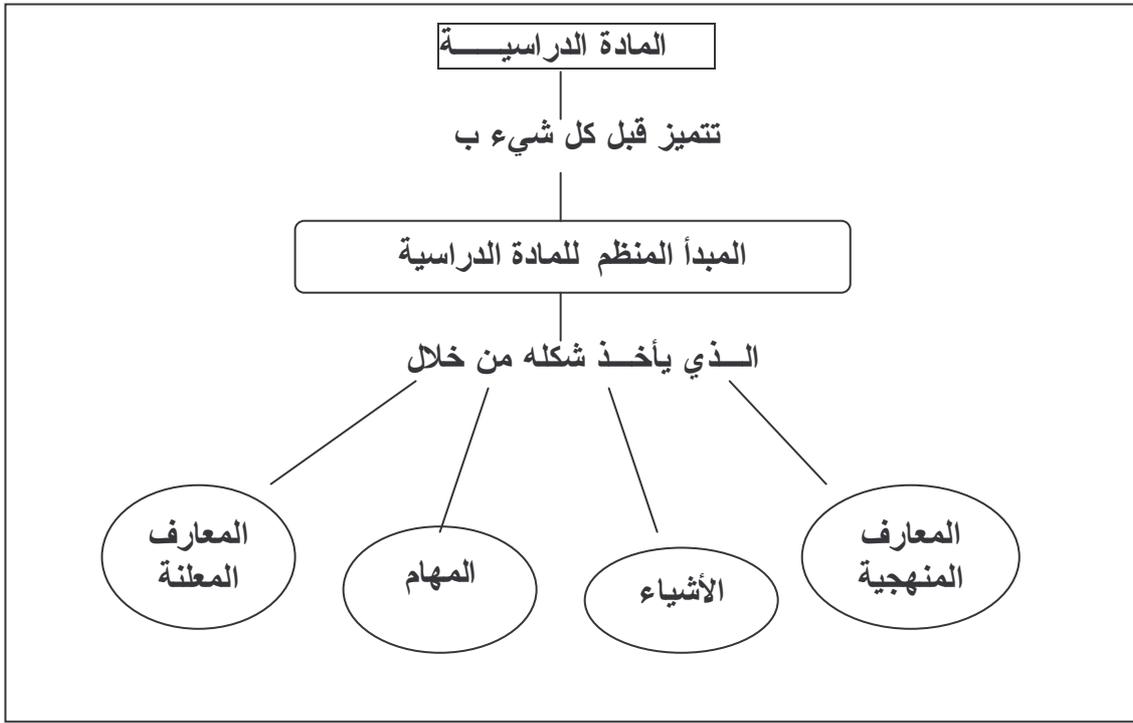
فضلا عن المعارف النظرية والمعارف المنهجية يضيف M.Develay (9) لمكونات المادة الدراسية الأشياء الخاصة والمهام والمبدأ المنظم للمادة الدراسية.

تجسد الأشياء الخاصة طبيعة المادة الدراسية كما تبدو للوهلة الأولى. وهي من قبيل الكتب المدرسية والخرائط والأشياء المستعارة من الوسط (أشرطة، صور، ...) والأشياء النوعية (منضدة هوائية، آلة أتود، ...). وتشكل المهام الأنشطة التي نسعى إلى أن يحققها التلاميذ وفق شروط محددة تميز المادة. ويشكل كل من تصور التجربة وإنجاز التركيب وتفسير النتائج وكتابة تقرير وحل مسألة... أمثلة لمهام في مستويات دراسية مختلفة في مجال العلوم الفيزيائية.

يشكل المبدأ المنظم لمادة دراسية وحدة إستمولوجية تدمج المكونات الأربع السابقة وتضمن تماسكها ومبدأ معقوليتها، وهو ما يطلق عليه البعض إطارها المرجعي، كما أنه يشكل أساس المادة الدراسية وجوهرها. غير أن هذا المبدأ يغيب حاليا عن المضامين المدرسية، الشيء الذي يزكي طغيان الأمبريقية في مقارنة المضامين الدراسية.

وتجدر الإشارة إلى أن المبدأ المنظم للمادة ليس بالضرورة مماثلا في مختلف المستويات الدراسية. فالمبدأ المنظم للفيزياء في التعليم الإعدادي ليس هو نفسه في التعليم التأهيلي. وقد تنجم بعض صعوبات التدريس عن عدم توافق المدرسين مع تغيرات المبدأ المنظم للمادة الدراسية، وما يقتضيه ذلك من تحولات في الممارسة التدريسية.

توضح الخطاطة الموالية (10) العناصر المكونة للمبدأ المنظم للمادة الدراسية:



2- الشبكة المفاهيمية: *trame conceptuelle*

1-2- مستوى الصياغة : niveau de formulation (11)

" تتميز المفاهيم الفيزيائية كالطاقة والضوء والمجال المغناطيسي... بكونها تشير لعلاقة يمكن أن توجد في وضعيات مختلفة. لذلك فهي تفسيرية وتنبئية في نفس الوقت وتخضع لمجموعة قواعد وإكراهات تجعلها متطابقة مع الأشياء الحقيقية. كما أن مجالها التفسيري محدود، وتوسيع مجال الصلاحية هذا يقتصر بتقليص في الخصائص. لذلك نتحدث عن مستوى صياغة المفهوم؛ أي أن المفهوم الفيزيائي يقبل عدة تعاريف. وكمثال على ذلك نورد فيما يلي بعض مستويات الصياغة لمفهوم التيار الكهربائي:

- ينشأ التيار الكهربائي في دائرة مغلقة.
 - يحدث مرور التيار الكهربائي في الموصلات مفعولا حراريا.
 - يحدث مرور التيار الكهربائي في الإلكتروليتات تفاعلات كيميائية على مستوى الإلكترودين.
 - التيار الكهربائي هو انتقال الإلكترونات الحرة في الفلزات و انتقال مزدوج للأيونات في الإلكتروليتات.
- وتختلف مستويات صياغة المفهوم بحسب تعقد الكلمات التي تتضمنها ومن حيث المعنى. ويمكن ترتيبها وفق العمليات الفكرية التي يقتضيها استيعابها (طبيعة الاستدلال، طبيعة السببية، نمذجة، تصنيف....) وتتميز عن بعضها كذلك على المستوى الإيستمولوجي بكون كل صياغة تشكل الحل المناسب لمشكل علمي.

2-2 مفهوم الشبكة المفاهيمية :

ترتبط فكرة الشبكة المفاهيمية بمستويات الصياغة المتعددة والمتطورة لنفس المفهوم العلمي. هذه الصياغات ليست دائما مندمجة ومتضمنة في بعضها البعض. يعني أنها غير مرتبة حسب متتالية خطية، لكنها تنتظم وتتوزع على شكل شبكة أو نسيج.

1-2-2- بناء الشبكة المفاهيمية:

تقتضي عملية إنشاء شبكة مفاهيمية، قد يطال مضمونها مستوى دراسي واحد أو عدة أسلاك تعليمية، تنفيذ الخطوات العملية التالية(12):

- دراسة تحليلية للمادة العلمية والتعبير عن كل صياغة للمفهوم بجملة مفيدة،
- البحث عن الصياغات المتتالية المندمجة في بعضها البعض،
- إنشاء خطاطة مناسبة للشبكة تروم وضوح قراءتها.

2-2-2- وصف الشبكة المفاهيمية :

تتشكل الشبكة المفاهيمية بالكيفية التالية (13) :

- تتخذ الشبكة شكل مخروط موجه في أحد أقطابه بصياغات دقيقة وفي الآخر بعدد قليل من المفاهيم المدمجة للمادة الدراسية.

- يوجد مستوى الصياغة الواحد للمفهوم في تقاطع المخروط مع مستوى أفقي معين.
- كل انتقال لمستوى صياغة أعلى يؤدي لتقليص المضمون المعلوماتي للصياغة ولتوسيع مجال صلاحية المفهوم.
- يمكن الحصول على صياغة للمفهوم من مستوى أعلى بتركيب الصياغتين السابقتين.
- يحصل التعميم ويزداد التعقيد في اتجاه رأس المخروط، ويتناقص عدد الصياغات في هذا الاتجاه لينتهي عند الصياغة الرئيسية للمفهوم.

3-2-2-وظيفة الشبكة المفاهيمية (14):

لا تحدد الشبكة المفاهيمية استراتيجيات ديداكتيكية متميزة لتمكين التلاميذ من استيعاب محتوى مفاهيمي معين. لكن وظيفتها تكمن في توضيح الروابط بين المعطيات المشكلة للمفهوم فيما بينها (العلاقات الداخلية) والروابط بين المفهوم المدروس والمفاهيم القريبة منه (العلاقات الخارجية). فهي تعطي نظرة شمولية عن تطور المفهوم وتحدد علاقاته مع المفاهيم والمعطيات الأخرى.

تتوفر الشبكة المفاهيمية على مداخل متعددة وتسمح بمسارات ديداكتيكية مختلفة. وتعتبر لذلك أداة مرجعية لموضوعة تصورات التلاميذ وإنجازاتهم في حصة تعليمية و لتوجيه نشاط التعلم بفعالية أكبر. كما أنها تجسد إطارا مرجعيا مؤسسا لتخطيط وتشكيل المحتويات وفق بنية متماسكة للمادة الدراسية.

في إطار فرضية التدرج الحلزوني progression spiralaire، الذي يقضي تناول نفس المعرفة في مستويات دراسية مختلفة وحسب أشكال أكثر تطورا، تسمح الشبكة المفاهيمية باحترام كيفية التعلم لدى التلميذ وبلورة أنشطة التعلم في صيغة تحترم منطقها وتجعلها أكثر إثارة ومحفزة لرغبته. إن مفهوم سجل الصياغة والشبكة المفاهيمية لدى M.Develay يفعالن باللموس مقتضيات هذا التصور الديداكتيكي.

من جهة أخرى، وفي نفس الصدد، يعتقد F.Halbwachs في إمكانية التقريب بين الزمن الديداكتيكي (أو التعليمي) المحدد وزمن التعلم (وتيرة الاستيعاب لدى التلميذ) باعتماد المقاربة الحلزونية للمقررات الدراسية. يجدر تسجيل أن هذا الإشكال الأخير، يترتب عن كون تحويل المعرفة العالمية لنصوص دراسية يقترن ببرمجة سيرورة استيعابية خطية وتراكمية ولا عكسية. في حين أن المعارف لا تتراكم بعضها على بعض في سيرورة التعلم، بل تأتي بعض الترتيبات المنظمة لتثبيت المكتسبات الجديدة، ويتم التعلم وفق هذه البناءات والإدماجات المتتالية.

3- الممارسات الاجتماعية المرجعية:

" إن اعتبار عملية النقل الديداكتيكي مجرد إعادة كتابة للنصوص المعرفية داخل المحيط الشاسع للمدرسة، يغفل أن النظام الديداكتيكي كما يحدده Yves Chevallard هو نظام منفتح، يدمج المحيط في إنشاء بعض المحددات والإكراهات ولو بشكل انتقائي". (15)

إن تحديد محتوى دراسي لا يمكن أن يتأسس فقط على ملائمة المعرفة العالمية مع وضعية التعلم ومركباتها (تلاميذ، أهداف،...). بل يجب خلافا لذلك بلورة المضامين الدراسية انطلاقا من الممارسات الاجتماعية والاقتصادية والتقنية والثقافية...السائدة، والتي هي وحدها كفيلة بأن تعطيها دلالة ومعقولة. حسب هذا المنظور، تضحى الممارسة الاجتماعية المرجعية كإكراه أو معيار قوي لعملية النقل الديداكتيكي. بحيث نبحت من خلالها عن المشاكل التي تطرح ونجعلها منطلقا لنشاط التعلم العلمي ثم نبحت عن الطرائق والمواقف والوسائل والمعارف المناسبة للحل. وذلك وفق الخطوات الديداكتيكية التالية: (16)

- أ- تحديد موضوع النشاط : ضمن أي مجال أمبريقي أو تجريبي يندرج التعليم العلمي المستهدف؟
- ب- تحديد المشكل العلمي : ما المشكل العلمي المناسب الذي نرصده لهذا الغرض التعليمي؟ ويفيد هذا التحديد في تلافى الصبغة الشرعية التي توهم بها النصوص المدرسية المجردة من سياقها التاريخي.
- ج - تحديد المواقف والأدوار الاجتماعية للعلم: من خلال التساؤل التالي: ما الصورة التي نريد أن يحملها التلاميذ عن العلم من خلال أنشطة التعلم المقترحة ؟
- د- تحديد الوسائل المادية والفكرية المناسبة.
- هـ - تحديد المضمون المعرفي الناتج : يشكل هذا المحتوى المعرفي، الذي يبيلور من خلال نشاط التعلم، جوهر الإجابة عن المشكل الذي حدد في البداية.

4- كيفية تصور مادة دراسية:

تتعدد وتتووع كفييات إعداد المواد الدراسية باعتبارها تتبلور في انسجام مع الأسس والمرجعيات المعتمدة في عملية المعالجة اليداكتيكية المعول عليها. سوف نقتصر منها على كفييتين للإعداد يكون إحداهما معمول بها في إطار المواد العلمية التجريبية والأخرى تتوافق مع المعطيات الحالية ليداكتيك العلوم وتعبر عن الطموحات والآفاق المستقبلية الواعدة للتعليم العلمي.

4-1 التسلسل المزدوج المتوازي double chaînage parallèle : (17)

يتم تصور المادة الدراسية في هذه الحالة كمجموعة معطيات ومفاهيم في علاقة خطية ومرتببة، ومجموعة طرائق غير قابلة للتنظيم. يحيل هذا التصور على زمنين تعليميين : حصص الدروس للمعارف النظرية وحصص الأشغال التطبيقية للطرائق. ويتجه المجهود التعليمي في هذه الحالة للربط ما أمكن ذلك بين هذين الزمنين. لا يحسم منطق المضامين وحده في تسلسل أنشطة التعلم، باعتبار استيعاب الطرائق لا يمكن أن يدرج وفق التسلسل الدقيق والصارم للتدرج الخطي والكرونولوجي لاستيعاب المفاهيم. ويمكن التعبير عن بنية المادة الدراسية وفق كيفية الإعداد هاته بالخطاطة التالية:

المادة الدراسية	
"	
مجموع معارف خطية + مجموع طرائق غير منظمة	ومرتبة
A	1
B	2
C	3
.	.
.	.
.	.
Z	N

4-2 شبكة مزدوجة معارف - منهجيات : Double réseau, notionnel et méthodologique (18)

تعتبر المادة الدراسية، وفق هذا التصور، كمجموعة معطيات ومفاهيم تقيم علاقات بينها ضمن شبكة. ولا تتشكل المعرفة من مضامين تقتضي التناول وفق نظام محدد ذي صلة ببنية المادة الدراسية. بل يجب اعتبار المعارف موضوعة في مراكز علاقات متعددة. لا تميز مسارا محددًا لمقاربتها، لكن تسمح بعدة مسارات بحسب المسائل المطروحة. تتضاف لهذه المعطيات معارف منهجية تنتمي للمادة الدراسية - وليست طرائق ذات طابع عام - تسمح بالتوصل للمضامين المعرفية من خلال إنجاز مهام دراسية محددة. وفيما يلي خطاطة تعبر عن بنية المادة الدراسية وفق هذا الصنف من البناء:

المادة الدراسية	
"	
مجموعة معارف نظرية + مجموعة كفايات منهجية	مرتبة ضمن شبكة
A	1
B	2
C	3
D	4
E	5
F	6
	7

يبرز وفق هذا التصور للمادة الدراسية مفهوم المهام المرتبطة بكل مادة والمطلوب إنجازها من طرف التلاميذ لاستيعاب المعارف النظرية والمنهجية. كما أن المدرس مدعو في هذا الصدد للاعتماد على المهام ذات الأولوية المرتبطة بالمادة.

5- استفسارات لتحليل أو تصور مادة دراسية:

يؤسس واضعو المقررات ومعدو المواد الدراسية فعلهم الديدانكتيكي على عناصر الإستمولولوجيا المدرسية التي يتم إقرارها. وقد حدد M.Develay بعض معالمها في إطار تصور حديث يجري تطورات الإستمولولوجيا والديدانكتيكي. وعملا على الأجرة الوظيفية لعناصر هذه المعالم المرجعية يوجه هؤلاء الفاعلون التربويون نشاطهم بفضل مجموعة استفسارات تطل مكونات المجال المفاهيمي موضوع النقل الديدانكتيكي (19).

- ما المواد الدراسية المهيكلة للمجال الدراسي المتناول وما طبيعة العلاقات بينها؟
- ما هي عناصر المبدأ المنظم الذي يهيكل المادة الدراسية في التعليم الابتدائي والإعدادي والتأهيلي؟
- هل يمكن تحديد بالنسبة لكل مستوى دراسي العناصر التالية؟ :
 - * المعارف المنهجية المميزة،
 - * المعارف النظرية الأساسية،
 - * الأشياء الممكنة.
- اعتمادا على هذه المرجعيات ، ما هي أساليب ومواضيع التقويم التكويني والإجمالي المناسبة ؟

6 - بعض نماذج النقل الديدانكتيكي .

✓ أمثلة من الكهرحركية : (20)

من خلال تتبع كيفية مقارنة بعض مفاهيم الكهرحركية كالجهد الكهربائي وشدة التيار والمقاومة الكهربائية يتبين أن هذه المفاهيم خضعت لمعالجات ديدانكتيكية مختلفة (نقل ديدانكتيكي). قبل أن نورد بعض النماذج لذلك ، لا بد من تحديد بعض المصطلحات.

— الشبكة الدلالية (réseau sémantique): هي وصف ممكن لمجال ما من المعرفة العالمية يبرز العلاقات التي تهيكل هذا المجال المعرفي .

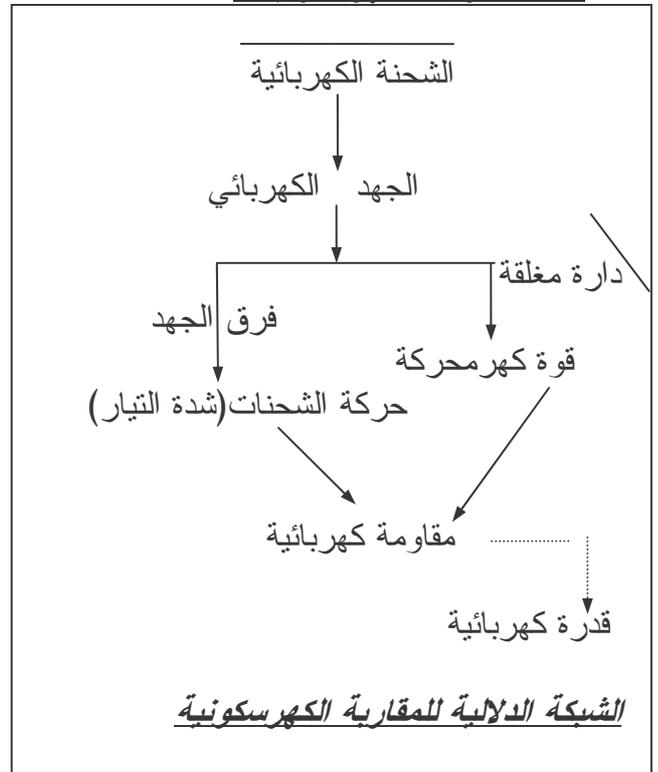
- مفهوم أولي (notion primaire): هو مفهوم فيزيائي يقدم وكأنه لا يرتبط بأي مفهوم فيزيائي آخر .
- مفهوم مرتبط (notion liée): مفهوم يتعلق بمفاهيم أولية وبمعطيات أخرى .
- مفهوم محدد (notion déterminée): هو مفهوم يتحدد من خلال المفاهيم الأولية والمفاهيم المرتبطة .

* المقارنة الكهرسكونية :

يقدم مفهوم الشحنة الكهربائية تجريبيا و يرتبط به مفهوم الجهد الكهربائي . هذا الأخير يمكن اعتباره فيما بعد كسبب لانتقال الشحنات .

أما المقاومة الكهربائية فهي مفهوم محدد يقدم بكيفية رياضية. مفهوم الدارة الكهربائية في هذا الإطار مفهوم أولي . العلاقة مع القدرة الكهربائية نادرة لكنها ممكنة بفضل قانون جول

الجهد الكهربائي مفهوم مرتبط : " الحالة الكهربائية لجسم"

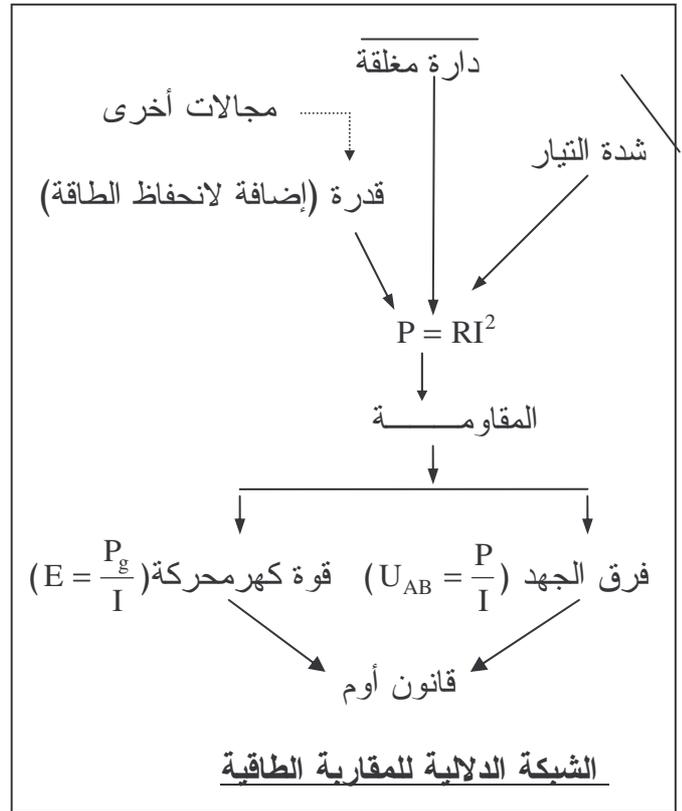


يتم حسب هذه المقاربة تغييب العلاقة مع مجال الكهرسكونييات .
يقدم التيار الكهربائي تجريبيا من خلال تأثيراته و يعتبر مفهوما
أوليا بالإضافة إلى مفهوم الدارة المغلقة .

يلعب مفهوم الطاقة و القدرة دورا مركزيا و يفترض ذلك
اعتماد مبدأ انحفاظ الطاقة كمرجعية .
يحدد مفهوم القدرة بواسطة قانون جول وهو بذلك مفهوم محدد

يحدد مفهوم فرق الجهد بعد ذلك رياضيا كمعامل للقدرة وهو
بذلك أيضا مقدار محدد .

$$U_{AB} = \frac{P}{I} \quad \text{الجهد الكهربائي مفهوم محدد : معامل قدرة}$$



✓ العنصر الكيميائي : (21)

يعتبر مفهوم العنصر الكيميائي بالنسبة لكيمياء القرن التاسع عشر (XIX) الأساس النظري لمجموع التساؤلات التي كانت تطرح آنذاك . أما بالنسبة للفيزياء الذرية في بداية القرن العشرين فإن مفهوم الذرة هو الذي يرتبط بمفهوم العنصر الكيميائي و ليس العكس (هناك نوع من الذرات يطابق كل عنصر كيميائي) .

إن كل مقرر يقدم دراسة التفاعلات الكيميائية البسيطة يفرض نظريا مفهوم العنصر الكيميائي من أجل تحليلها . هناك طريقتين لتقديم مفهوم العنصر الكيميائي :

* النمذجة البنوية للمادة (طريقة فيزيائية) وهي طريقة تعتمد على النموذج الذري معززا ببعض التجارب وقد كانت معتمدة في المقررات القديمة قبل تعريب المادة .

* الاعتماد على الفهم الإجرائي لبعض التفاعلات البسيطة (طريقة كيميائية) وهي الطريقة التي اقترحها J.L Martinand ، والتي تقتضي تقديم مفهوم التفاعل الكيميائي على المستوى الكيفي اعتمادا على بعض التفاعلات الكيميائية البسيطة دون اللجوء إلى النموذج الذري .

فبعد تحليل معمق للمادة المدرسة من أجل تحديد الأهداف الممكنة ابستمولوجيا ، استخلص J.L Martinand الفكرة الأساسية لعملية النقل هاته و المتمثلة في ضرورة بناء مقررات تتضمن دراسة تفاعلات كيميائية بسيطة يؤدي تفسيرها النظري إلى استخلاص مفهوم العنصر الكيميائي مع الإشارة إلى أن مفهوم التفاعل الكيميائي يبقى هنا كفيما .
تقتضي عقلنة عملية النقل الديدانكتيكي هذه الخطوات التالية :

- تحديد المجال الامبريقي : يهتم مفهوم العنصر الكيميائي مجال التفاعلات الكيميائية و هو مجال امبريقي لتحويلات المادة لا توافقه قوانين انحفاظ المادة التي تناسب التحويلات الفيزيائية .

- المشكل العلمي المدروس : يقتضي هذا المشكل العلمي إدراك ما هو قابل للتحويل و ما الذي ينحفظ أثناء تفاعل كيميائي و أن التفاعلات الكيميائية ليست كلها ممكنة (لا يمكن الحصول على شيء انطلاقا من أي شيء) و أن التحويل الكيميائي يتعارض مع الاستحالة (Transmutation) . إذ يجب أن توجد عند نهاية التفاعل عناصر كيميائية كانت كلها ضمن المتفاعلات .

- الأدوات المادية و الفكرية : تركز هذه الأدوات الفكرية على المماثلة النظرية للتفاعلات الكيميائية مع تحولات الحالة الفيزيائية و مع فكرة انحفاظ المادة خلال هذه التحويلات الأخيرة .

- المعرفة المبنية : تتمثل هذه المعرفة في صياغة لمفهوم العنصر الكيميائي لا تستجيب للتعريف الأصلية لهذا المفهوم و تناسب المستوى الدراسي المعني بها . و قد اقترح J.L Martinand التعريف التالي : " كل جسم بسيط يوافقه عنصر كيميائي ، يشكل هذا العنصر ما ينحفظ خلال التفاعل الكيميائي " .

من الناحية العملية يمكن اعتماد سلسلة من التفاعلات الكيميائية يدخل فيها نفس العنصر الكيميائي و تظهر وفق هيكل (Organigramme) كما تؤدي إلى إبراز الأحداث التالية :

- إظهار أجسام بسيطة و أخرى مركبة بفضل تفاعلات محددة .
- التحليل الكيميائي للأجسام المركبة يؤدي إلى الكشف عن الأجسام البسيطة .
- تشكيل حلقة بواسطة سلسلة من التفاعلات .
- تتبع بعض المراحل الوسيطة باستعمال روائز الكشف .

تلعب المناولة هنا دورا أساسيا يتمثل في إبراز ضرورة اللجوء إلى المفهوم لإبراز عدم قدرة التلاميذ عن تنظيم و تفسير الملاحظات التجريبية دون تناقض . ثم إثارة اضطراب فكري لدى التلاميذ و الحاجة إلى معرفة علمية . فالدراسة التجريبية يجب أن تقضي إلى تساؤلات سيجيب عنها مفهوم العنصر الكيميائي .

يتميز التعبير الرمزي (أي أنشطة إقامة تطابقات باعتماد رموز أو تمثيلات مبيانية) بأهمية قصوى في تحرير المدلول (Le signifié هنا العنصر الكيميائي) من المرجع الامبريقي (أجسام و تفاعلات) و من الدال (Le signifiant نظام التسمية) .

إن التوظيف النسقي (systémique) لأنشطة التعبير الرمزي انطلاقا من المناولة وفي علاقة معها هو الذي يمكن من استخلاص معنى المفهوم .

يمكن القول في الأخير انه بفضل تعزيز نشاط المفهمة (بناء المفهوم) بأنشطة حول نظام التسمية أو التعبير الرمزي أو المبياني نكون قد أنشأنا نظرية كيفية حقيقية لمفهوم العنصر الكيميائي .

إن العنصر الكيميائي مفهوم ذو طبيعة نظرية أكثر تجريدا من مفهومي الجسم البسيط والجسم المركب، فهو يشكل نبض المجال العلمي السابق و يضمن اشتغاله . فالمقاربة السابقة هي التي تؤدي إلى إدراك ما يحدث أثناء تفاعل كيميائي و تعطي لمفهوم العنصر الكيميائي معناه التام .

الشبكة المفاهيمية لمفهوم التفاعل الكيميائي في التعليم الثانوي الإعدادي والتأهيلي (أنظر

الصفحة الموالية)

الإحالات المرجعية:

(1) M.Develay, de l'apprentissage à l'enseignement, 1992, ESF, Paris, p: 31

(2) Ibid, p: 31

(3) J.Toussaint et al, didactique appliquée de la physique chimie, 1996, Nathan, p:39

(4) Yves. Chevillard cité par S.Johsua et J.J.Dupin in introduction à la didactique des sciences et des mathématiques, 1993, PUF, Paris, p: 198

(5) M.Devaly, op. cité, p.p: 37-40

(6) Ibid, p: 41

(7) S. Johsua et J.J Dupin, op.cite, p: 199

(8) M.Develay, op. cité, p.p : 42-43

(9) Ibid, p.p : 43-50

(10) Ibid, p: 60

(11) J.P Astolfi et M.Develay, la didactique des sciences, 1989, que sais-je? Paris, p.p : 47-49

(12) S.Johsua et J.J.Dupin, op.cité, p: 234

(13) J.P Astolfi et M.Develay, op.cité, p-p : 55-56

(14) S.Johsua et J.J.Dupin, op.cité, p: 237

(15)L.Cornu et A.Vergnioux, la didactique en question, 1992, Hachette, Paris, p: 63

(16) J.P. Astolfi et M.Develay, op.cité, p:

(17)M.Develay, op.cite, p.p: 53-54

(18) Ibid , p.p: 55-56

(19) Ibid, p:61

(20) S.Johsua, contribution à la délimitation du contraint et du possible dans l'enseignement de la physique, thèse de doctorat es sciences , Marseille, Paris, 1996.

(21) S.Johsua et J.J.Dupin, op.cité, p-p: 237-240.

(22) الفريق التربوي لمادة العلوم الفيزيائية ، قراءة لمفهوم التفاعل الكيميائي عبر مقررات العلوم الفيزيائية ، السنة الدراسية 1999 / 2000 ، أكاديمية جهة تادالا — أزيلال.

ظاهرة فوق التوتر في التحليل الكهربائي

من إعداد: د. موحى هلال مفتش العلوم الفيزيائية بنياية أزيلال، " بتصرف "

تقديم:

لقد تقرر منذ مدة في إطار عملية تحديث البرامج الدراسية لمادة العلوم الفيزيائية ، إدراج التحليل الكهربائي كتطبيق لتفاعلات الأكسدة والاختزال ضمن مقرر الكيمياء للسنة الأولى من سلك البكالوريا، نظرا لأهمية هذا المجال في الميدان الصناعي بالخصوص.

ومن بين الصعوبات التي أفرزها التعامل مع هذا الجزء من البرنامج ، تلك المتعلقة بمفهوم فوق التوتر. ذلك لأن هذه الظاهرة عندما تتحقق تجعل قواعد التنبؤ بالتفاعلات الكيميائية بجوار الإلكترودين غير مجدية. أي أنها تحد من صلاحية النموذج العلمي المعتمد، ويقتضي الأمر الرجوع إلى ما تعطيه التجربة بجوار الإلكترودين. لم يتوان الأساتذة بالجهر بهذا المشكل و بالإقرار بصعوبة التعامل معه وكون إدراكهم للظاهرة لا يتعدى ما يقدمه الكتاب المدرسي في هذا الصدد.

يتغيا هذا الموضوع تدليل بعض هذه الصعوبات بتسليط الضوء على ظاهرة فوق التوتر من خلال التذكير ببعض المفاهيم الخاصة بكيمياء المحاليل المائية وتحديد بعض العوامل المؤدية لنشوء ظاهرة فوق التوتر ومقاربتها من وجهة نظر علم الحرارة والتحريك ثم دراسة حالة تطبيقية.

1 - تذكير ببعض المفاهيم الخاصة بكيمياء المحاليل المائية :

1-1 تعريف التحليل الكهربائي : التحليل الكهربائي عبارة عن تفكك كيميائي ناتج عن مرور التيار الكهربائي في بعض المواد المنصهرة أو المحاليل المائية، والذي يتسبب في حدوث تفاعلات كيميائية بجوار الإلكترودين (الأنود والكاثود).

2-1 الجهد الكيميائي : Le potentiel chimique

يعرف الجهد الكيميائي μ_i بالعلاقة: $\mu_i = \left(\frac{\partial U}{\partial n_i} \right)_{V,S,n_{j \neq i}} = \left(\frac{\partial G}{\partial n_i} \right)_{P,T,n_{j \neq i}}$ ، حيث يمثل المقداران U و G على التوالي

الطاقة الداخلية و الأنطاليا الحرة l'enthalpie libre للمجموعة، و n_1, n_2, \dots, n_j هي كميات المادة للأنواع 1, 2, ..., j. يتعلق الجهد الكيميائي بقيمة الضغط P ودرجة الحرارة T وبتكوين المجموعة. ويعبر عنه بالعلاقة: $\mu_i(P,T,comp) = \mu_i^0(T) + RT \ln a_i$ ، حيث a_i هو النشاط الكيميائي للنوع i و μ_i^0 الجهد الكيميائي المعياري standard. يتعلق النشاط الكيميائي من الوهلة الأولى، بمجموع المتغيرات المميزة لحالة المجموعة. ويأخذ القيمة $a_i = 1$ عند الضغط النظامي $P = P^0$ وبالنسبة لتكوين خاص للمجموعة يوافق ما نسميه الحالة المرجعية. في الحقيقة ليس هناك تأثير كبير للضغط على الأجسام المذابة ، لدى لن ندرس فيما يلي تغيرات الجهد الكيميائي مع الضغط. يلاحظ مما سبق أن النشاط الكيميائي لا يتم تحديده إلا بالنسبة لحالة مرجعية لا تحدد فيها درجة الحرارة. ملحوظة : إن مسألة اعتبار التركيز يساوي النشاط الكيميائي لا تكون مشروعة إلا بالنسبة للمحاليل المخففة.

3-1 علاقة نيرست Relation de Nernst

نعتبر نصف معادلة الأكسدة والاختزال التالية: $aOx \dots + ne^- \rightleftharpoons bRed$.
يعبر عن الأنطاليا الحرة l'enthalpie libre بالعلاقة: $G = H - TS$.
ويكون تغيرها الجزئي: $dG = -SdT + VdP + \sum \mu_i dn_i$. وبما أن P و T مقدارين ثابتين فإن $dG = \sum \mu_i dn_i$.
وفي حالة نصف المعادلة السابقة نحصل على: $\Delta G = b\mu_{red}^0 - a\mu_{ox}^0 + RT \ln \left(\frac{a_{red}^b}{a_{ox}^a} \right) = -nF\Delta E$ حيث n عدد الإلكترونات المتبادلة و F الفاراد Farad قيمته $1F = 96500C$ و E جهد الأكسدة والاختزال. وبملاحظة أن $\Delta G^0 = b\mu_{red}^0 - a\mu_{ox}^0 = -nF\Delta E^0$ ، فإن المعادلة السابقة تصبح:

والتالي: ، $-nF\Delta E = -nF\Delta E^0 + RT \ln \left(\frac{a_{red}^b}{a_{ox}^a} \right)$. $E = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln \left(\frac{a_{ox}^b}{a_{red}^a} \right)$. المقداران a_{red} و a_{ox} هما على التوالي النشاط الكيميائي للمؤكسد والنشاط الكيميائي للمختزل.

ملحوظة : بالنسبة للمحاليل المخففة يمكن اعتبار أن قيمة النشاط الكيميائي تساوي قيمة التركيز، ونحصل بذلك على علاقة Nernst الاعتيادية : $E = E_0 + \frac{0,06}{n} \log \frac{[Ox]^a}{[Red]^b}$.

1-4 دور الحركة الكيميائية في التحليل الكهربائي :

تلعب الحركة دورا مهما في التفاعلات التي تحدث أثناء التحليل الكهربائي، وخصوصا بالنسبة لكثير من التفاعلات التي تتم بسرعة جد بطيئة.

1-4-1 سرعة تفاعل كهركيميائي :

التفاعلات الكهركيميائية هي تفاعلات أكسدة واختزال ناتجة عن تبادل الإلكترونات بين أنواع كيميائية موجودة في المحلول الألكتروليتي وإلكترود.

- يحدث اختزال عند الكاثود : $Ox + me^- \rightarrow Red$

- تحدث أكسدة عند الأنود : $Red \rightarrow Ox + me^-$

- نعرف سرعة الأكسدة ب : $V_{ox} = \frac{dn_{ox}}{dt}$ ، مع : $n_{ox} = \frac{n(e^-)}{m}$.

لتكن dq كمية الكهرباء المتبادلة في المدة dt ، العلاقة بين dq و $dn(e^-)$ هي $dq = e.N.dn(e^-)$.

وبالتالي: $i_{ox} = \frac{dq}{dt} = m.e.N.V_{ox}$ ، بحيث N عدد أفوكادرو و e الشحنة للابتدائية.

i_{ox} : شدة تيار الأكسدة التي تتناسب مع سرعة الأكسدة V_{ox} . وهكذا لقياس سرعة الأكسدة نقيس فقط i_{ox}

ملحوظة: نفس الشيء بالنسبة للاختزال مع : $i_{red} = -m.e.N.V_{red}$.

نلاحظ أن $i_{ox} > 0$ و $i_{red} < 0$ وبالتالي شدة التيار الإجمالي هي : $i = i_{red} + i_{ox}$.

1-4-2 التركيب التجريبي لقياس سرعة التفاعل :

نعتبر التركيب التالي :

A : إلكترود العمل جهدها E_A

B : الإلكترود المساعد " " E_A

Réf الإلكترود المرجعي " " $E_{réf}$

1-4-3 منحنيات الاستقطاب (شدة التيار، الجهد) Courbes de polarisation (intensité-potentiel)

للحصول على منحنيات الاستقطاب نغير شدة التيار المار في خلية التحليل الكهربائي، ثم نقيس إما :

— الفرق $(E_A - E_{réf})$ بالنسبة للأكسدة و $(E_B - E_{réf})$ بالنسبة للاختزال.

— أو $E_A / E_{réf}$ بالنسبة للأكسدة و $E_B / E_{réf}$ بالنسبة للاختزال.

وبالتالي، فإن منحنيات الاستقطاب هي المنحنيات $i = f(E / E_{réf})$ أو $i = f(E - E_{réf})$

يمكن من خلال هذه المنحنيات التنبؤ بسرعة التفاعل الكهركيميائي :

أ- تمثيل المنحنيات شدة التيار - الجهد: نستعمل الاصطلاح التالي لتمثيل هذه المنحنيات :

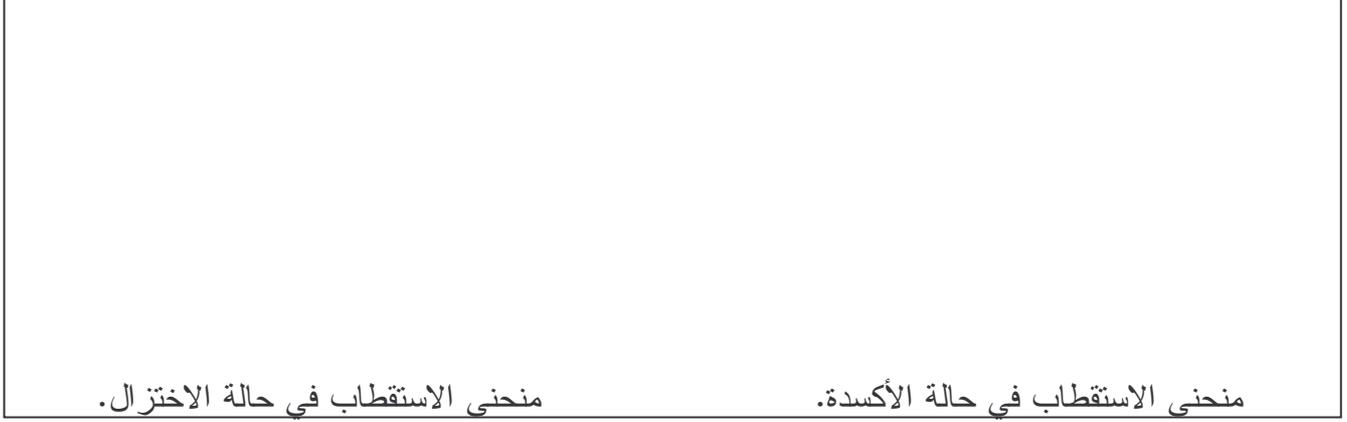
— بالنسبة للأكسدة : $i_{ox} > 0$ ،

— بالنسبة للاختزال $i_{red} < 0$ ،

— الشدة الإجمالية : $i = i_{red} + i_{ox}$

في المقصورة (1) يوجد محلول يحتوي فقط على مؤكسد Ox_1 (أو المختزل الموافق له Red_1) في المقصورة (2) يوجد محلول مساعد.

تجريبيا نحصل على منحنيات على الشكل التالي :



ب — منحنى الاستقطاب للمجموعة السريعة :

بالنسبة لجهد معين E ، تحدث أكسدة بسرعة V_{ox} عندما تكون

شدة التيار i_1 واختزال بسرعة V_{red} عندما تكون شدة التيار i_2 ،

و بالتالي تكون شدة التيار المار في الدارة هي $i = i_1 + i_2$

• إذا كان الجهد المطبق E أقل من E_A ، يحدث اختزال للمؤكسد فقط.

• إذا كان الجهد المطبق E أكثر من E_B تحدث أكسدة المختزل فقط.

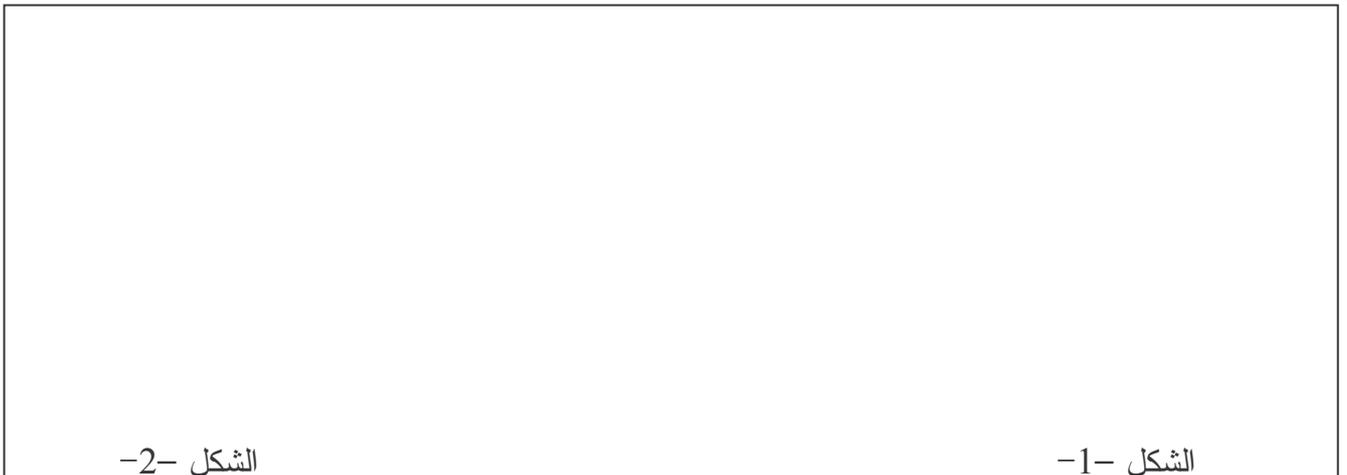
لأكسدة المختزل يجب أن يكون الجهد المطبق أكبر بقليل من E_{eq}

لاختزال المؤكسد يجب أن يكون الجهد المطبق أقل بقليل من E_{eq}

ملحوظة : في حالة المجموعة السريعة جدا، يكون منحنى الاستقطاب

عبارة عن مستقيم عمودي موازي لمحور التيار.

ج — منحنى الاستقطاب للمجموعة البطيئة :



- انطلاقا من الشكل 1، لإحداث الأكسدة الأنودية يجب تطبيق جهد $E_{eq} > E_A$ على الأنود شريطة $E_{eq} > E_A$
 - انطلاقا من الشكل 2، لإحداث الاختزال الكاثودي يجب تطبيق جهد $E_{eq} < E_B$ على الكاثود بحيث $E_{eq} < E_B$
- ملحوظة هامة : المجموعة البطيئة تبرز دائما فوق التوتر، حيث أن :
- $(E_A - E_{eq})$ تسمى فوق التوتر الأنودي .
 - $(E_{eq} - E_B)$ تسمى فوق التوتر الكاثودي .

2 - مفهوم فوق التوتر :

1 - 2 تقديم :

نسمي الإلكترود مجموعة تتكون على الأقل من موصل من النوع الأول (الفلزات مثلا) وموصل من النوع الثاني (الإلكتروليتات). و لكي يحدث تفاعل كيميائي بجوار الإلكترود لابد من وجود إلكترود مرجعي (انظر التركيب التجريبي السابق).

أثناء التفاعلات الكهركيميائية التي تحدث بجوار إلكترود العمل تنتقل الشحنات الكهربائية الناتجة مسببة بذلك ظهور تيار كهربائي، كما أن هذه الشحنات تحدث مجالا كهربائيا، وبالتالي توترا كهربائيا.

عند التوازن الكيميائي يكون التوتر الكهربائي U مساويا لجهد الأكسدة والاختزال E الناتج عن الألفة الكيميائية $\text{Affinité chimique } (\Delta G = 0)$. ولزحزحة هذا التوازن يمكن أن نغير التوتر الكهربائي وذلك بغلق الدارة الخارجية بواسطة ريزيستور مقاومته صغيرة جدا. يحدث بجوار الإلكترود تفاعل تلقائي ويكون في هذه الحالة جهد الأكسدة والاختزال أكبر من التوتر الكهربائي $E > U$.

وفي حالة وجود مولد كهربائي في الدارة الخارجية وخاصة عندما يكون التوتر الكهربائي أكبر من التوتر الكيميائي $E < U$ ، فإن التوازن ينتقل في المنحى المعاكس لمنحى التفاعل التلقائي وذلك بفضل الطاقة الممنوحة من طرف المولد وهذا ما نجده خلال التحليل الكهربائي.

لكي يمر تيار كهربائي في الإلكترود يجب تأمين توتر كهربائي U ذي قيمة مخالفة لقيمه عند التوازن (U_{rev}) بحيث $U_{rev} = -E$.

و نسمي الفرق $U - U_{rev}$: فوق التوتر الذي يعبر عن تأخر السيرورة الكهركيميائية الذي يرتبط بوجود تفاعلات كيميائية مختلفة تحدث عند الإلكترود بسرعات مختلفة. كما أن فوق التوتر يجعل التفاعلات عكوسة، و يمكن تقسيم فوق التوتر إلى :

- فوق توتر الانتقال $\text{surtension de transfert}$ ،
- فوق توتر الانتشار $\text{surtension de diffusion}$ ،
- فوق توتر التفاعل $\text{surtension de réaction}$ ،
- فوق توتر المقاومة $\text{surtension de résistance}$.

2-2 فوق توتر الانتقال :

تحدث بجوار الإلكترود تفاعلات كيميائية عادة ما تكون عكوسة، مما يسمح بحدوث تفاعلين في منحنيين متعاكسين، حيث لكل تفاعل طاقة تنشيط (énergie d'activation) خاصة وثابتة سرعة معينة. كما تكون هذه التفاعلات مصحوبة بانتقال شحنات كهربائية، الشيء الذي يمكن من تمييز تيارين: التيار الأنودي i_{ox} و التيار الكاثودي i_{red} ، و يكون التيار الإجمالي الذي يمر في الدارة $I = i_{ox} + i_{red}$.

يعبر عن فوق توتر الانتقال بالعلاقة : $U_t = a + b \log|I|$ ، حيث a و b ثابتان. و تسمى هذه المعادلة : معادلة تافيل équation de Tafel .

3-2 فوق توتر الانتشار :

تخفي الأنواع الكيميائية النشيطة الموجودة بجوار الإلكترود بفعل التفاعل الكيميائي، الشيء الذي يؤدي إلى تناقص في تركيزها. ولكي يؤول هذا التركيز إلى قيمته السابقة تضطر الأيونات إلى الهجرة تحت تأثير المجال الكهربائي أو بفعل تيارات الحمل في اتجاه الإلكترود. ويعبر عن فوق توتر الانتشار بالعلاقة : $U_d = \frac{RT}{nF} \log \frac{C_e}{C_0}$. بحيث :

C_0 : تركيز النوع الكيميائي في المحلول، C_e : تركيز النوع الكيميائي بجوار الإلكترود ، n : عدد الالكترونات المتبادلة .

4-2 فوق توتر التفاعل :

يشبه في طريقة حدوثه فوق توتر الانتشار مع ظهور تفاعلات ثانوية تتسبب في اختفاء أو ظهور الأنواع الكيميائية

النشيطة. مثال : لنعتبر التفاعل التالي الذي يحدث بجوار أحد الإلكترودين $B + C \rightarrow A$ (1) . وهو تفاعل ثانوي يصحب التفاعل الكهروكيميائي (أي الرئيسي) للنوع B : $B + ne^- \rightarrow D$.
 بجوار الإلكترود يختفي النوع B ويتم تعويض هذا النقص في التركيز بفعل التفاعل (1) . ويكون فوق توتر التفاعل:

$$U_r = \frac{RT}{nF} \log \frac{(C_B)_e}{(C_B)_o}$$
 بحيث : $(C_B)_o$: تركيز النوع الكيميائي في المحلول، $(C_B)_e$: تركيز النوع الكيميائي بجوار الإلكترود.

2-5 فوق توتر المقاومة :

يؤدي وجود الأيونات جنبا إلى جنب مع الإلكترودين إلى تغير طبيعة هذين الأخيرين، وذلك إما بتكون طبقة رقيقة من الأوكسيدات أو مواد غير قابلة للذوبان وإما بانطلاق غاز. الشيء الذي ينتج عنه تغير جهد الإلكترود ويمنع جزئيا مرور التيار الكهربائي وبالتالي ترتفع المقاومة. وهذا ما يسمى بفوق توتر المقاومة U'_r ، ويعبر عنه بالعلاقة: $U'_r = RI$.
 أما فوق التوتر الإجمالي فيكون هو مجموع هذه الأنواع لفوق التوتر : $U = U_t + U_d + U_r + U'_r$.

3 – العمود والتحليل الكهربائي:

3-1 تعريف العمود:

نعتبر مزدوجتين مؤكسد – مختزل Ox_1/Red_1 و Ox_2/Red_2 ، ذات جهدي الأكسدة والاختزال النظاميين على التوالي E_1^0 و E_2^0 ، وجهدي الأكسدة والاختزال حسب تعريف Nernst على التوالي E_{r1} و E_{r2} . نفترض أن $E_{r2} > E_{r1}$ هناك إمكانيتان أساسيتان لاستعمال هاتين المزدوجتين.

عمود	تحليل كهربائي
------	---------------

تكتب معادلة التفاعل الكيميائي كما يلي : $Ox_2 + Red_1 \rightleftharpoons Red_2 + Ox_1$.

✓ بالنسبة للافتراض $E_{r2} > E_{r1}$ ، فإن $\Delta G < 0$ والتفاعل الكيميائي يتطور طبيعيا في المنحى الموجب (+) من اليسار إلى اليمين بالنسبة للمعادلة . وهذا هو مبدأ اشتغال العمود .

✓ من الممكن كذلك بتطبيق توتر كهربائي، يعاكس ويفوق القيمة $E_{r2} - E_{r1}$ بين مربطي العمود، تحقيق التفاعل الكيميائي في المنحى السالب (-) المعاكس للتفاعل السابق. في حين تثبت النتائج التجريبية أن:

$E_{pile} < E_{r2} - E_{r1}$ و $E_{electr} > E_{r2} - E_{r1}$. ويمكن تعليل ذلك بفضل المنحنيات تيار – جهد التالية:

لتكن i شدة التيار المار في الدارة.

باعتبار كون الشحنات الكهربائية لا تتراكم في أي نقطة من الدارة، فإن شدتي التيار الأنودي والتيار الكاثودي متساويتا القيمة المطلقة.

بالنسبة لقيمة محددة لشدة التيار i ، نحدد على المنحني القيمة الحقيقية للقوة الكهرومحرركة

للعنود: $E_{pile} = E_{r2} - E_{r1}$. بالنسبة لنفس الشدة، فإن قيمة القوة الكهرومحرركة اللازمة للتحليل الكهربائي تحدد على المنحني :

$E_{electr} = E_{r2} - E_{r1}$. مما يؤدي من جديد إلى المتراجعة التي حصلنا عليها تجريبيا:

$E_{r2} - E_{r1} < E_{r2} - E_{r1} < E_{r2} - E_{r1}$.

هذه المتراجحة ناجمة عن لا عكوسية الظواهر Irréversibilité des phénomènes . وهي بالتالي مرتبطة بنشوء الأنثروبيا Entropie . أي تزايد اللانظام (désordre) في المجموعة.

2-3 دراسة من وجهة نظر علم الحرارة و التحريك : Etude thermodynamique

عندما تشتغل المجموعة بكيفية شبه عكوسة (quasi-réversible)، نعتبر أن شدة التيار عمليا منعدمة. سوف نعتمد في هذه الدراسة مجموعة حقيقية تشتغل بكيفية لا عكوسة. بالإضافة إلى ذلك فإن الإلكترود الموجود على اليسار ليس بالضرورة هو إلكترود الهيدروجين المعياري (ESH) . تكتب إذن القوة الكهرومحركة الاصطلاحية كما يلي:

$$e = E_{i2} - E_{i1}$$

اعتبارا لكون الطاقة الداخلية U دالة لحالة المجموعة، فإن تغيرها الجزئي يكتب كما يلي:

$$(1) \quad dU = -PdV + TdS + \sum \mu_i dn_i$$

حسب المبدأ الثاني لعلم الحرارة والتحريك، فإن: $dS = \frac{\delta Q}{T} + dS_i$ ، بحيث $dS_i > 0$ ، لأن المجموعة تتطور بكيفية

لا عكوسة . وبالتالي: $\delta Q = TdS - TdS_i - PdV - nFed\xi$ (2) و $dU = \delta W + \delta Q = TdS - TdS_i - PdV - nFed\xi$

يسمى المتغير ξ تطور التفاعل الكيميائي Avancement de la réaction، ويمكن تعريفه كالتالي :
نعتبر الفاعل:



الحالة (1) : $n_a \quad n_b \quad n_c \quad n_d$

الحالة (2) : $n_a + dn_a \quad n_b + dn_b \quad n_c + dn_c \quad n_d + dn_d$

$$d\xi = \frac{dn_c}{c} = \frac{dn_d}{d} = \frac{-dn_a}{a} = \frac{-dn_b}{b}$$

نستنتج من خلال العلاقتين (1) و (2) السابقتين أن : $\sum \mu_i \nu_i d\xi = -nFed\xi - TdS_i$ ، حيث $(\nu_i = a, b, c, d)$

$$\Delta G = \sum \mu_i \nu_i = -nFe - T \frac{dS_i}{d\xi} \quad \text{أو}$$

في حالة تفاعل عكوس، تبقى العلاقة $\Delta G = -nF(E_{r2} - E_{r1})$ صالحة، ومن ثمة: $E_{r2} - E_{r1} = E_{i2} - E_{i1} + \frac{T}{nF} \frac{dS_i}{d\xi}$

• نعتبر على سبيل المثال $\Delta G < 0$ و $E_{r2} - E_{r1} > 0$:

– في حالة العمود ، تشتغل المجموعة تلقائيا في المنحى الموجب (+) من يمين المعادلة إلى يسارها و يكون

$$d\xi > 0 \quad \text{، إذن : } f.e.m.réelle = E_{i2} - E_{i1} < E_{r2} - E_{r1} = f.e.m.Nernst$$

– في حالة التحليل الكهربائي، فإن المولد الكهربائي الخارجي يفرض على المجموعة التطور العكسي و بالتالي

$$d\xi < 0 \quad \text{، إذن : } f.e.m.réelle = E'_{i2} - E'_{i1} > E_{r2} - E_{r1} = f.e.m.nernst$$

• عكس ذلك إذا كانت $\Delta G > 0$ ، يعني $E_{r2} - E_{r1} < 0$ ، فإن القوة الكهرومحركة المحددة بكيفية حقيقية تجريبيا

تكون موجبة ويجب اعتبارها كمقابل للقوة الكهرومحركة الاصطلاحية، إذن : $f.e.m.nernst = E_{r1} - E_{r2}$

$f.e.m.réelle = E'_{i1} - E'_{i2}$. وتكون النتائج المحصل عليها في هذه الحالة مماثلة بالنسبة للعمود والتحليل الكهربائي.

تثبت هذه الدراسة أنه خلال شحن مرمك (التحليل الكهربائي)، يجب تطبيق توتر أعلى من التوتر القائم عند ما يشتغل المرمك . يعني ذلك أنه يظهر فوق توتر. و يعطى هذا الفارق بالطابع اللاعكوسي للظواهر المدروسة. وبالتالي نشوء الأنثروبيا في المجموعة.

خلاصة :

يمكن أن نستخلص مما سبق أن ظاهرة فوق التوتر في التحليل الكهربائي ناتجة عن فوق توتر الانتقال أو فوق توتر الانتشار أو فوق توتر التفاعل أو فوق توتر المقاومة.

كما يمكن تبرير وجود فوق التوتر إلى طبيعة المحاليل وسرعة التفاعلات الكيميائية عند الألكترودين. فيما يخص

النقطة الأولى (طبيعة المحاليل)، فمن اللازم تحضير محاليل مخففة وتراكيزها مضبوطة لكي تكون $a_i = c_i$ و $E_i = E_i^0$

أما النقطة الثانية فكلما كانت سرعة التفاعل ضعيفة كلما كانت قيمة فوق التوتر مهمة، وبالتالي فإن ما نحصل عليه

تجريبيا يمكن أن يتناقض مع ما نتص وتنبؤ به قاعدتا الأكسدة الأنودية والاختزال الكاثودي خلال التحليل الكهربائي.

زيادة على ذلك، فإن علم الحرارة و التحريك Thermodynamique يفسر ظاهرة فوق التوتر بكون الظواهر الكيميائية

غير عكوسة الشيء الذي يؤدي إلى نشوء الأنثروبيا (irréversible) dS_i .

تطبيق : التحليل الكهربائي لمحلول كلورور الصوديوم.

الأنواع الكيميائية الموجودة في المحلول هي : OH^- , H_3O^+ , Na^+ , Cl^- , H_2O :
المحلول محايد، إذن $\text{pH} = 7$ ، وعند هذه القيمة لدينا :

$$E^\circ_{\text{Cl}_2/\text{Cl}^-} = 1,36\text{V} ; E^\circ_{\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}} = 0,81\text{V} ; E^\circ_{\text{Na}^+/\text{Na}} = -2,71\text{V} ; E^\circ_{\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2} = -0,42\text{V}$$

• **عند الأنود :** تتنافس أيونات Cl^- وجزئيات الماء (H_2O) لتتأكسد. وحسب قاعدة التنبؤات فإن المختزل الأقوى، أي الذي يوافق المزدوجة ذات الجهد الأدنى، هو الأول الذي تطراً عليه الأكسدة الأنودية.

وبالتالي يتأكسد H_2O حسب نصف المعادلة :



• **عند الكاثود :** تتنافس الأيونات Na^+ وجزئيات الماء (H_2O) لتختزل. وحسب قاعدة التنبؤات فإن المؤكسد الأقوى، أي الذي يوافق المزدوجة ذات الجهد الأعلى، هو الأول الذي يطراً عليه الاختزال الكاثودي.

وبالتالي تختزل H_2O حسب نصف المعادلة التالية:



• **خلاصة :**

حسب تنبؤات هذه القاعدة، فإننا سوف نلاحظ تصاعد غاز الهيدروجين عند الكاثود وتصاعد غاز الأوكسجين عند الأنود : التوتر الأدنى للحصول على هذا التحليل الكهربائي هو : $U_0 = E^\circ_{\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}} - E^\circ_{\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2} = 1,23\text{V}$

المعادلة الإجمالية : $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2$. وهذا مخالف لنتائج التجربة. باعتماد منحنيات الاستقطاب، نلاحظ أنه :

* **عند الأنود :** تتأكسد أيونات Cl^- قبل جزئيات الماء، حسب نصف المعادلة : $2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$ (لأن سرعة تفاعل أكسدة الماء جد ضعيفة، وينتج عن هذا ظاهرة فوق التوتر).

* **عند الكاثود :** تختزل جزئيات الماء قبل الأيونات Na^+ ، حسب نصف المعادلة :



* **خلاصة :** حسب هذه التنبؤات، فإنه يتصاعد غاز الكلور عند الأنود وغاز الهيدروجين عند الكاثود، وهذا يتوافق مع التجربة، أما التوتر الأدنى فهو : $U'_0 = E^\circ_{(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-)} - E^\circ_{(\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2)} = (1,36 - (-0,42))\text{V} = 1,78\text{V}$

وللحصول على تصاعد غاز الأوكسجين عند الأنود يجب أن يكون الجهد المعياري للمزدوجة $\text{H}_2\text{O}/\text{O}_2$ يساوي على الأقل : $1,85\text{V}$. أما قيمة التوتر بين الالكترودين فهي : $U = 1,85\text{V} - (-0,42\text{V})$ أي $U = 2,27\text{V}$.

وبالتالي فإن فوق التوتر الذي يجب تطبيقه هو : $e = U - U_0 = 1,04\text{V}$

لائحة المراجع

• مفهوم فوق التوتر من إعداد الاستاذ : مصطفى حداوي تحت إشراف المؤطر التربوي: ذ.محمد رابحي ، نيابة قلعة السراغنة.

• الكيمياء، السنة الثانية علمي، وزارة التربية الوطنية.

• Exercices et problèmes de chimie générale, la réaction chimique, collection U. Ginette Watelle, 1968.

• Chimie Générale - Lavoisier.

• Travaux dirigés de chimie -les solutions aqueuses et réaction chimique, Levan. Afrique Orient.1985.

• Précis de chimie. Cours, exercices résolus. Solutions aqueuses J. Mesplede. Bréal.1990.

• Réactions en solution aqueuses: les concepts. Jatzallier, J-L. Desrousseaux et E.Chauon. collection vuibert-1997.

كيف يجب تخزين المواد الكيميائية؟ "تابع"

ذ: محمد عليات عن مجلة BUP العدد 829 بتصريف

نتابع في هذا العدد التطرق إلى مسألة تدبير المواد الكيميائية في مختبر العلوم الفيزيائية والتي تندرج ضمن محور "الخطر الكيميائي" الذي يعالج بعض الأخطار التي يمكن أن تنتج عن التعامل مع المواد الكيميائية سواء أثناء الاستعمال أو التخزين أو التخلص من النفايات. وذلك بهدف التوعية وبلورة سبل الاحتياط والوقاية والسلامة.

3 - تلف المواد الكيميائية :

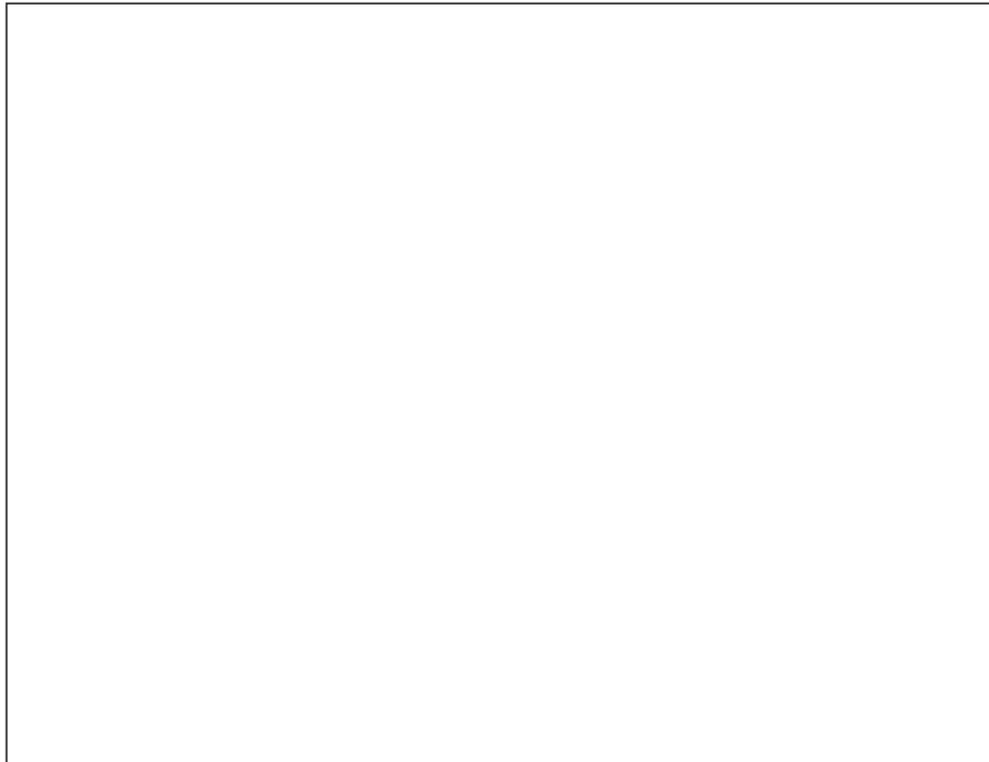
معظم المتفاعلات التي تشكل المواد الكيميائية الموجودة بالثانويات الإعدادية والتأهيلية تكون مستقرة. لهذا السبب لا نجد على قسيمة هذه المواد الاعتيادية تاريخ انتهاء الصلاحية. يمكن مع ذلك لبعض المواد أن تفسد مع الوقت نتيجة لبعض العوامل. لذا يستحسن تسجيل تاريخ الاستعمال الأول على قسيمة كل مادة.

• بعض أنواع التلف الممكنة :

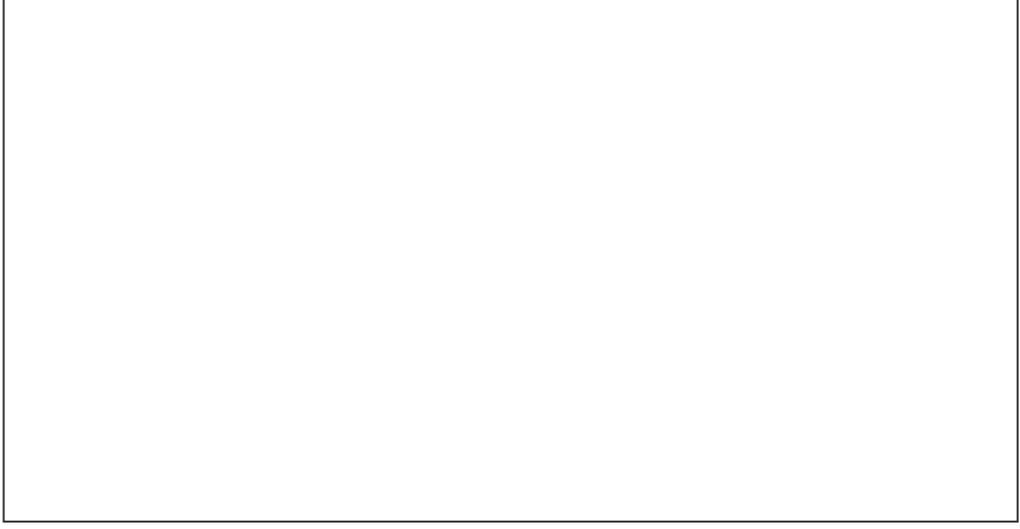
- إمكانية التأكسد (بنز ألدهيدات، الأنلين ومشتقاتها...)
- إمكانية التمييه (أيونات الكحولات RO^- ...)
- التأثير بجو المختبر،
- إمكانية البلمرة (الميثانال في محلول مائي...)
- التأثير بالحرارة (بنتان، حمض الميثانويك...)
- التأثير بالرطوبة (المجفف $CaCl_2$)

• معلومات عن فساد المواد الكيميائية :

بدأ هذا النوع من المعلومات يظهر على قسيمة المواد الكيميائية على شكل رمز يضم الحرف اللاتيني F ورقما. يبين الجدول أسفله مختلف الرموز المستعملة ودلالة كل واحد منها:

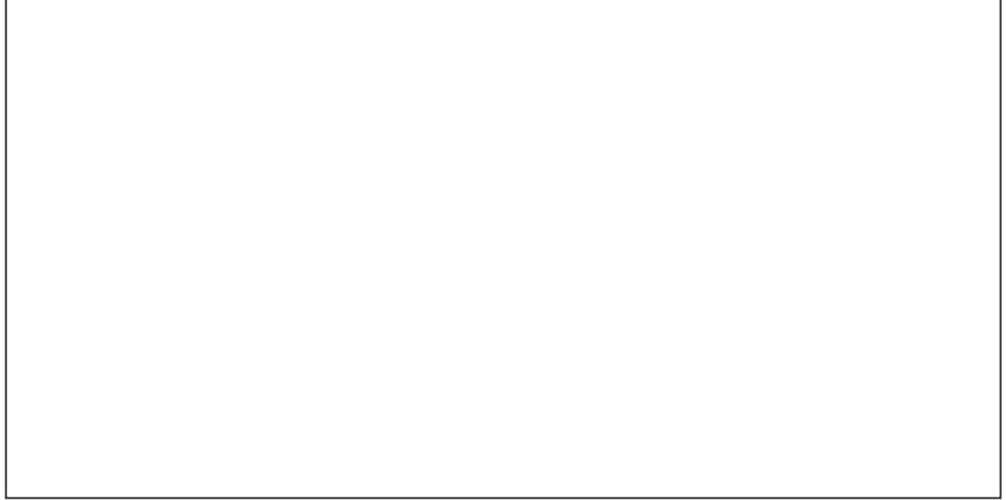


- المواد غير المستقرة :
يمكن أن ينتج عن التخزين الطويل الأمد، انحلال بعض المواد الكيميائية غير المستقرة وذلك تحت تأثير صدمة أو تسخين أو أشعة ضوئية. وتضم قسيمة هذه المواد بالضرورة الرمز E (Explosif) ، للدلالة على أنها قابلة للانفجار. يعطي الجدول أسفله بعض الوظائف الكيميائية غير المستقرة:



4-المواد الكيميائية غير المتلائمة :

- يمكن لبعض المواد الكيميائية أن تتفاعل فيما بينها بشدة. لذا لا يجب الجمع بين هذه المواد أثناء التخزين. يمكن بالفعل لوسيلة تليف هذه المواد أو تعبئتها أن تتلف نتيجة تسرب هذه المواد مثلا أو في حالة حريق. وبذلك يمكن لهذه المواد أن تختلط فيما بينها و تسبب في تفاعلات خطيرة. يعطي الجدول أسفله أمثلة لبعض المواد غير المتلائمة:



- نتيجة لذلك وحسب المواد الكيميائية التي يتم التعامل معها سواء كانت مواد متفاعلة أو نفايات يمكن إنجاز تصميم للتخزين انطلاقا من الشرطين التاليين :
- الفصل بين المواد العضوية والمواد غير العضوية.
 - الفصل بين المواد غير المتلائمة : أحماض قوية وقواعد قوية، مؤكسدات ومختزلات، مواد قابلة للاحتراق وأخرى تغدي الاحتراق.

5- جمع النفايات بالمختبر :

- إن عمليات جمع وتكييف وتدبير النفايات بالمختبر يجب أن تتم في احترام لبعض القواعد البسيطة للسلامة، من قبيل الحرص على أن تكون الأوعية المستعملة لهذه العمليات ذات مقاومة ميكانيكية كافية يمكن أن تتحمل هذه

المواد وتحول دون التفاعل معها. كما أن التخلص من هذه النفايات يجب أن يتم من طرف الجهات المختصة المرخص لها بذلك.

التلميذان : رشيد الصولاحي و منير لودادي، الثانوية التأهيلية ابن سينا بني ملال.

مساهمات التلاميذ

كيف تشتغل الثلاجة ؟

تقديم :

لما كانت الثلاجة من الأجهزة التي تعمل بالطاقة الكهربائية فقد يتبادر إلى الذهن أن البرودة التي تحدثها ناتجة عن تلك الطاقة. إلا أن الواقع خلاف ذلك، لأن تلك الطاقة تولد الحرارة، والتيار الكهربائي هنا لا عمل له سوى تشغيل الضاغط (compresseur). لذا نطرح السؤال التالي: كيف نحصل على البرودة داخل الثلاجة ؟ يجدر بنا هنا أن نتذكر أولاً قانوننا من أهم قوانين الفيزياء وهو " إن الجسم لكي يتحول من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية لابد أن يمتص كمية من الحرارة " . وهذا هو السبب في أننا نشعر ببرودة في نفس اللحظة التي نجفف فيها عرقنا في حر الصيف . ذلك لأن العرق سائل عندما يتبخر يأخذ كمية من الحرارة من الجسم (الجلد) فيبرده . إن عمل الثلاجة يتم على أساس نفس المبدأ . والذي يحدث في الثلاجة هو أن سائلاً متحركاً داخل أنابيب يمر من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية وأثناء هذا التحول يأخذ ما يلزمه من حرارة الوسط المحيط به فيبرده.

كيف تعمل الثلاجة ؟

تنقسم الثلاجة إلى أربعة أجزاء . الضاغط ، المكثف ، صمام التمدد والمبخر . يشغل محرك كهربائي الضاغط الذي يكبس الغاز ويدفعه نحو المكثف الموجود خارج الثلاجة. يكتسب الغاز درجة حرارة الوسط الذي يوجد فيه أي يبرد ثم يتكاثف فيصبح سائلاً . وعندما يصل إلى صمام التمدد يمر من خلال ثقب ضيق وينسكب داخل المبخر على شكل قطرات صغيرة. وفي هذه الحالة يزول الضغط عن السائل فيتحول إلى غاز، وذلك بامتصاصه لحرارة المحيط الموجود بالمبخر ومنه تنخفض درجة حرارة المبخر (réfrigérateur) . ومن هنا يعود السائل إلى الضاغط وتكرر الدورة بحيث يكون تغير الطاقة الداخلية للمجموعة منعدماً خلال هذه التحولات

$$(\Delta u = 0)$$

تبيانة الثلاجة : (أنظر الصفحة الموالية).

المرجع : موسوعة النعرفة.

تبيانة الشلابة :

من أنشطة الجمعية

1 - وقائع الجمع العام العادي للجمعية:

1-1 التقرير الأدبي:

أيها الحضور الكريم:

يتشرف مكتب جمعية مدرسي العلوم الفيزيائية لجهة تادلا - أزيلال باللقاء بكم في هذه المناسبة والتي هي الجمع العام العادي لجمعيتكم. فبعد محطة التأسيس ها هو المكتب الذي اخترتموه بشكل ديموقراطي يطرح أمامكم حصيلة عمله طيلة سنتين من عمر جمعيتنا بإيجابياتها وسلبياتها.

أيها الإخوة: لقد تأسست جمعية مدرسي العلوم الفيزيائية لجهة تادلا - أزيلال يوم 26 - 11 - 2000 بالقاعة التابعة لمقر جمعية العمال الاجتماعية لوزارة التربية الوطنية ببني ملال. فبعد مناقشة القانون الأساسي للجمعية تم انتخاب أعضاء المكتب المسير بالاقتراع السري. ثم وزع أعضاء المكتب المهام بينهم. واتفق على أن تكون الاجتماعات العادية للمكتب مرة في الشهر. وهكذا عقد المكتب 24 لقاء موزعة كالتالي:

لقاءان سنة 2000 وعشرة لقاءات سنة 2001 وإحدى عشرة لقاء سنة 2002 (من بينها لقاء خصص لتقويم الأيام التكوينية). علما أن اجتماعات المكتب تتوقف خلال شهري يوليوز و غشت بمناسبة العطلة الصيفية. فتح المكتب عدة أوراق عمل منها:

• **صياغة القانون الداخلي:** لضبط العلاقات بين أعضاء المكتب تكلفت لجنة بإعداد القانون الداخلي. فكان انطلاق العمل على هذا الملف يوم 03-12-2000 ، بحيث اجتمعت اللجنة عدة مرات وأعدت مشروعا بتاريخ 04-05-2001، عرضته على المكتب الذي صادق عليه يوم 23-09-2001 .

• **إعداد بطاقة العضوية:** بدأت مناقشة شكل البطاقة يوم 03-12-2000 وقدمت عدة نماذج ليصادق المكتب على الشكل النهائي يوم 27-05-2001 .

• **تهيئ الملف القانوني:** كلفت لجنة لوضع ولمتابعة الملف لدى السلطات المحلية فتسلمت وصل الإيداع يوم 2001-02-16 ووصل الإشهاد لدى المحكمة يوم 26-02-2001 .

• **الإعلاميات:** أشير أن هذا الورش بالذات حظي بحصة الأسد أثناء اجتماعات المكتب لأهميته ولكونه ظاهرة جديدة.

شكل المكتب لجنة للإعلاميات بتاريخ 18-03-2001 طمعت ببعض الفعاليات من خارج المكتب . اجتمعت هذه اللجنة يوم 05-05-2001 حيث اقترحت على المكتب عقد يوم إعلامي حول توظيف الإعلاميات في تدريس العلوم الفيزيائية، ثم اجتمعت اللجنة بالمكتب بتاريخ 23-12-2001 واقترحت مرة ثانية ورشة عمل مقدمة أوراق عملها.

بتاريخ 03-03-2002 تقرر إنجاز نشاط خاص بالإعلاميات سمي ب " الحلقات التكوينية حول توظيف الإعلاميات والأنترنيت في تدريس مادة العلوم الفيزيائية ". وقدم طلب للسيد النائب للترخيص للجمعية بإنجاز النشاط بثانوية الحسن الثاني ببني ملال فتكونت لجنة للسهر على إنجاز هذه الأيام . وتم النشاط يومي 8-9 يونيو 2002 بتأطير الأساتذة: أحمد طويل ، بياض إبراهيم ، عبد الغاني وحيب ، الضيق محمد . وتم تقويمه يوم 12-06-2002.

• الندوات:

حرص المكتب على أن يفتح على الفعاليات التربوية وينظم لقاءات للحوار وتبادل الأفكار. فبرمج لقاءات تربوية وبهذه المناسبة يتقدم بالشكر للأخوة الذين أطروا هذه اللقاءات التي تمت على الشكل التالي:

* نظم نشاط تربوي يوم السبت 28 أبريل 2001 بمقر الأكاديمية ببني ملال في موضوع " تدريس العلوم الفيزيائية بين المنهجية الاستقرائية والمنهجية الفرضية الاستنباطية "، أطره الأستاذين محمد عليات مفتش التعليم الثانوي بأكاديمية بني ملال ومحمد العلوي مفتش التعليم الثانوي بولاية أزيلال.

* إعادة نفس النشاط من طرف المؤطرين بإعدادية أزود بأزيلال يوم 10 يونيو 2002.

* نظم نشاط تربوي يوم 29-11-2001 بمقر أكاديمية جهة تادلا- أزيلال في موضوع " اليد في العجين، مقارنة جديدة لتطوير تدريس العلوم والتكنولوجيا "، من تأطير الاستاذ مصطفى عزام مفتش التعليم الابتدائي بولاية شيشاوة.

وأخر نشاط تربوي قام به المكتب كان يوم الأربعاء 27-11-2002 بمقر الأكاديمية الجهوية للتربية والتكوين حول موضوع " النماذج البيداغوجية، أسسها وعقلنة توظيفها " من تأطير الأستاذ محمد العلوي مفتش التعليم الثانوي.

• الإعلام:

إيماننا منه بما للإعلام من أهمية قصوى في التوصل، عمل المكتب على تكوين لجنة للإعلام طعمت بفعاليات تربوية من خارج المكتب؛ نتقدم لها بالمناسبة بالشكر للمجهودات التي بذلتها.

كما بذلت مجهودات لإعداد نشرة سميت ب " **فيزيكا** " وقد توصلت لإصدار العدد 1- العدد 2 - وعددا خاص بتدريس العلوم الفيزيائية بين المنهجية الاستقرائية والمنهجية الفرضية الاستنباطية (مساهمة محمد عليات ومحمد العلوي). كما أصدرت العدد الخاص بأشغال الحلقات التكوينية حول توظيف الإعلاميات والانترنت في تدريس مادة العلوم الفيزيائية. وبهذه المناسبة نخب الحضور أن الجمعية توصلت بتتويبه من طرف وزير التربية الوطنية السابق عبد الله ساعف. من أجل تتبع المستجدات في عالم تدريس مادة العلوم الفيزيائية والانفتاح على الآخر ارتأى المكتب أن يشترك بمجلة (Bulletin de l'Union des Physiciens).

للاستفادة من خدمات شبكة الانترنت، تم الاتصال بالأستاذ احمد طويل بثانوية الكندي الفقيه بن صالح وكلف بفتح موقع الجمعية تحت إشرافه. وقد تم إنشاء موقع على العنوان: WWW11.brinkster.com/aesp.

لانفتاح الجمعية على محيطها فكر المكتب في عقد شراكة مع كلية العلوم والتقنيات ببني ملال . فتم الاتصال مرتين بالكلية في المرة في شخص العميد والثانية برئيس شعبة الفيزياء فتم الاتفاق على دراسة الملف من طرف المعنيين بالكلية والاتصال مجددا بالجمعية لكن لم نتوصل بأي رد.

و في الختام أيها الاخوة وضمانا لاستمرار جمعيتنا الفتية والراقي بأنشطتها، يتقدم المكتب بالتوصيات التالية:

- تكثيف الدورات التكوينية خلال السنة الدراسية،
 - تنويع مواضيع الحلقات التكوينية،
 - الانفتاح على جمعيات تربوية أخرى والتنسيق معها ،
 - تحسين مستوى التواصل لتفعيل البعد التحسيبي بدور الجمعية،
 - تنظيم رحلات وزيارات لمعاهد عليا بالوطن وخارجه.
- أيها الاخوة إيماننا من المكتب بان المسؤولية تكليف وليس تشريف يضع بين أيديكم حصيلة عمله وهو على كامل الاستعداد لتقبل انتقاداتكم شريطة أن تكون بناءة.

ملحوظة : من بين أعضاء المكتب الذين توقف نشاطهم خالد التاقي بعد نجاحه في مباراة ولوج مركز التخطيط والتوجيه التربوي ولنجاحه بالمركز خلال الموسم الدراسي 2001-2002 وكذلك حبيب عبد الغاني بعد نجاحه في مباراة التبريز للعلوم الفيزيائية والتحاقه بالمركز التبريز بالمدرسة العليا للأستاذة مراكش خلال الموسم الدراسي 2002-2003.

2-1 التقرير المالي لسنتي 2001 و 2002:

✓ **المداخيل :**

النوع	العدد	الصافي
واجب الانخراط	122 . 50DH	6100DH

✓ **المصاريف :**

النوع	المبلغ الإجمالي	ملاحظات
- إعداد الملف الإداري للجمعية	762,00DH	
- تغطية أنشطة الجمعية	991,50DH	
- تعويض جزئي لتنتقات السيد وحيب	450,00DH	تنفيذا لقرار المكتب
- واجب الانخراط قي مجلة BUP	1490,00DH	و 2002/2001
- مصاريف أخرى تهم التسيير	642,00DH	2003/2002
- مجموع المصاريف	4335,50DH	

✓ **رصيد الجمعية إلى غاية 2003/01/12 : 1764,50DH**

3-1 محضر الجمع العام:

انعقد بتاريخ 2003/03/16 جمع عادي لجمعية مدرسي العلوم الفيزيائية بجهة تادلة - أزيلال بمقر جمعية الأعمال الاجتماعية لوزارة التربية الوطنية والشباب على الساعة التاسعة صباحا حضره 30 منخرطا. وذلك لدراسة النقاط التالية التي وردت في جدول الأعمال:

- 1- مناقشة التقريرين الأدبي والمالي والمصادقة عليها،
- 2- تجديد أعضاء المكتب.

بعد الاستماع إلى التقريرين الأدبي والمالي ومناقشة مختلف التدخلات، تمت المصادقة على التقريرين بالإجماع. وانسحب على إثر ذلك أعضاء المكتب المسير، لتشكيل لجنة من 3 منخرطين سهرت على تسير الجمع العام إلى أن تم انتخاب أعضاء المكتب الجديد. وقد جاءت تشكيلة المكتب الجديد كما يلي.

المؤسسة	المهمة	الاسم الكامل
ثانوية الحسن الثاني بني ملال	الرئيس	اخليفة غريسي
أكاديمية بني ملال	نائب الرئيس	محمد عليات
ثانوية ابن سينا بني ملال	الكاتب	محمد أوبغداد
ثانوية مولاي إسماعيل قصبه تادلة	نائب الكاتب	المعطي موحميل
ثانوية الحسن الثاني بني ملال	أمين المال	احمد سيجحا
إعدادية القدس بني ملال	نائب أمين المال	احمد ونزال
ثانوية دمنات	مستشار	عبد المجيد حيبوط
ثانوية الكندي الفقيه بن صالح	مستشار	حميد أقدر
ثانوية طارق بن زياد القصبه	مستشار	عبد الرحمان بن حدو

2 - اللجن الوظيفية :

شكل مكتب جمعية مدرسية العلوم الفيزيائية بجهة تادالا- أزيلال لجننا وظيفية للعمل إلى جانبه ولمساعدته في إنجاز أنشطته و تتبعها من أجل فعالية أكبر. ويرحب المكتب بكل من يلمس في نفسه القدرة على تعزيز إحدى هذه اللجن. و يدعو الجميع إلى دعمها ومساعدتها من أجل إنجاز أعمالها لما فيه صالح جمعيتنا . و الله ولي التوفيق.

و قد جاءت هذه اللجن كالتالي :

الأعضاء	المنسق	اللجنة
حيبوط عبد المجيد، أحمد سيجحا، المعطي موحميل، محمد عليات	خليفة غريسي	لجنة التواصل
محمد العلوي، محمد بلدي، محمد أوبغداد.	محمد عليات	لجنة إعداد النشرة
حميد أقدر، محمد طويل، محمد حسان، محمد عليات	محمد سعيد	لجنة الإعلاميات
احمد سيجحا، أحمد ونزال، محمد أوبغداد	خليفة غريسي	لجنة تنظيم الأنشطة
عبد الرحمان بن حدو، المعطي موحميل، عبد المجيد حيبوط، محمد أوبغداد.	محمد العلوي	اللجنة التربوية
أحمد سيجحا، محمد زين، فتاح، محمد طويل، علي لموح، معيش.	أحمد بوسنتي	لجنة الإلكترونيك
أحمد سيجحا، عبد الرحمان بن حدو، محمد عليات	أحمد ونزال	لجنة التنشيط

3 – أنشطة أخرى:

- يجتمع مكتب الجمعية بكيفية دورية مرة في الشهر وكلما دعت الضرورة إلى ذلك لتدبير أنشطة الجمعية.
- توصل مكتب الجمعية برسالة شكر على التعزية من والد المرحوم محمد الضيف. وقد تأثر بها أعضاء المكتب وتقرر نشرها في نشراتنا. (أنظر الصفحة الموالية).
- نظم مكتب الجمعية لقاء تربويا حول موضوع النماذج البيداغوجية، أسسها وعقلنة توظيفها، من تنشيط الأستاذ محمد العلوي مفتش العلوم الفيزيائية بنيابة أزيلال وذلك يوم الأحد 04 مايو 2003 ابتداء من الساعة التاسعة والنصف بثانوية الكندي الفقيه بن صالح، حضره العديد من المنخرطين في الجمعية والفاعلين التربويين. وقد مثل المكتب في هذا اللقاء الرئيس خليفة غريسي ونائب الرئيس محمد عليلات. وكان اللقاء مناسبة لتجديد الاتصال بالزملاء هناك.

قضايا اجتماعية

- تلقى مكتب جمعية مدرسي العلوم الفيزيائية بجهة تادلا – أزيلال ببالغ الأسى نبأ وفاة زميلنا محمد الضيف أستاذ بثانوية الحسن الثاني ببني ملال. وبهذه المناسبة الأليمة يتقدم له المكتب بتعازيه الحارة راجيا من الله أن يسكن الفقيد فسيح جنانه وأن يلهم دويه الصبر والسلوان .
"وإننا لله وإننا إليه راجعون".

تصويب

- ورد خطأ في العدد 03 الصفحة 13 في الموضوع حول أينشتاين ما يلي : "... فإن الجسم الذي يزيد من سرعته يزداد حجمه وكتلته كذلك...." . وهي عبارة منقولة عن المرجع المعتمد. والصواب هو : فإن الجسم الذي يزيد من سرعته ينقص حجمه وكتلته كذلك...."
فمعذرة للقراء الكرام.

