أطلس

التجارب الكيميائية المبسطة

إعداد

م. كمال حمود

مقدمة

تلعب الكيمياء التطبيقية دوراً مهماً في صناعة المواد المختلفة التي نستخدمها في حياتنا اليومية، وهذا مايحتم على المرء امتلاك الحد الأدنى في فهـــم هذا المجـــال العلمي التطبيقي وإدراكه ومعرفـــة الأسس والمبادىء التي يقوم عليها.

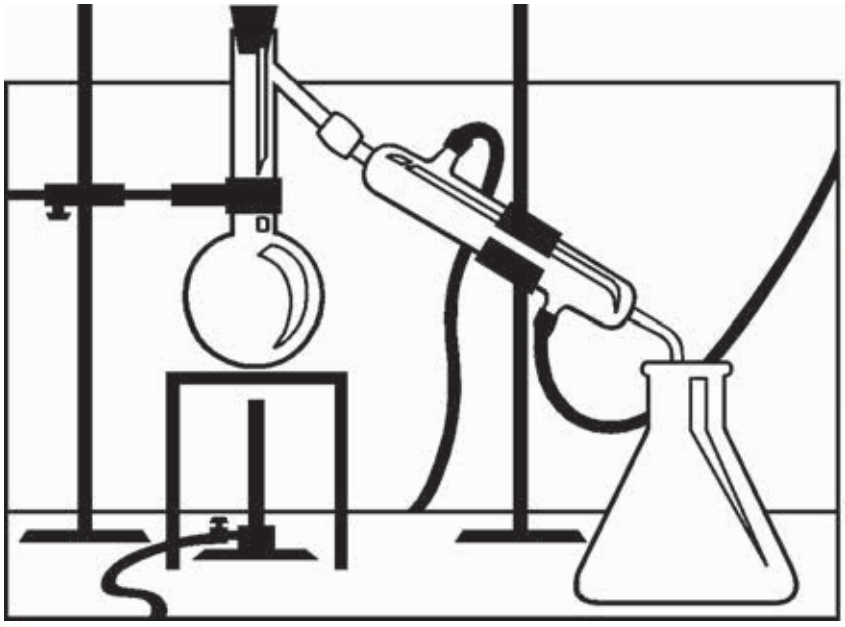
ربما تمثل هذه التجارب الكيميائيـــة المبسَّطة الواردة في هذا الأطلس خـــير طريق لتطوير المعـــارف الضرورية لكل طالب ومهتم.

يتضمن هذا الأطلس مجموعة من التجارب الكيميائيـــة في موضوعات واتجاهات متعـــددة، وهي سهلة التحضير والتنفيذ، ويمكن للطالب أو التلميذ القيام بها تحت إشراف الأهل مباشرة، ولاتخلو من المتـــعة والفائدة وترسيخ المفاهيم العلمية في هذا المجال.

وقد قدمنا هذه الموضوعات بطريقة علميـــة صحيحة ومبسّطة، بحيث تناسب في طريقة عرضها مستوى الأطفال، ولكنها في الوقت نفسه بعيـــدة من السطحية، وتدخل إلى لب الموضـــوع العلمي وتفاصيله مباشرة.

بعض التجارب الكيميائيـــة الواردة في الأطلس مخصصة لتنفذ في المخابر المدرسية، ويمكن للطلاب الطلب من مدرس مادة الكيمياء أو العلوم الطبيعية إجراء هذه التجارب المفيدة تحت إشرافه مباشرة.

وتضم هذه الموضوعات الكيميائية مجموعات متنوعة يمكن إدراجها تحت العناوين الرئيسة التالية:



- فنون كيميائية.
- صناعات كيميائية.
- كهرباء كيميائية.
- الكيمياء لخدمتك.
- غرائب الكيمياء.

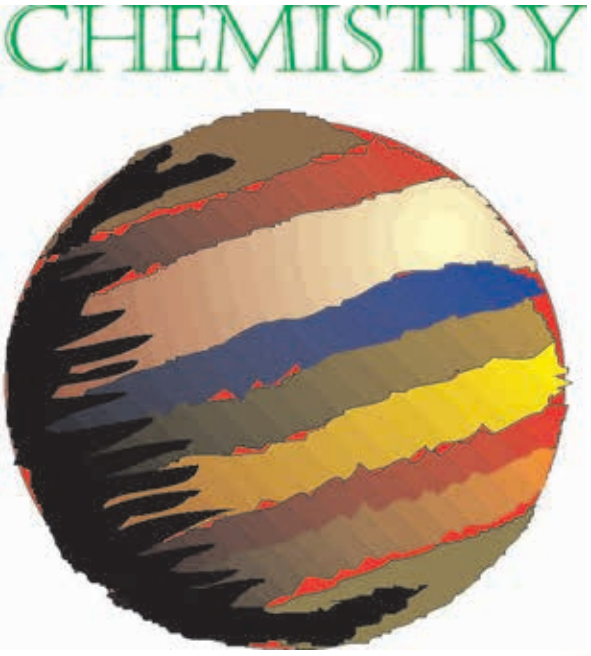
من ناحيـــة أخرى زُودت المواضيع بالصـــور والرسوم التوضيحية المناسبة التي تساعد على تمكين القارىء الصغير من الفهم الصحيح للمسائل الكيميائية، بحيث تسّهل عليه تحضير التجارب وتنفيذها.

يمكن لهذه التجارب الكيميائيـــة أن تفيد في النشاطات التعليمية المدرسية، وأن تُدْرَجَ في المخابر المدرسية لتعميق المفاهيم العلمية في مادة الكيمياء بأقسامها المختلفة.

ونرجو من الله تعالى أن نكون قد وفقنا في إعداد هذا الأطلس وتقديمه للأطفال والناشئة.

والله ولي التوفيق

م. كمال هاشم حمود



ما هي الكيمياء؟

تحيط بنا المادة من كل جانب، فالقلم والدفتر والماء والهواء والجبال والنجوم والفضاء كلها مكونة من مواد. وتتكون المادة من جسيمات دقيقة تدعى الذرات **Atoms**؛ وهي تتكون بدورها من جسيمات دون ذرية أصغر بكثير من الذرات. الكيمياء هي العلم الذي يدرس تركيب المادة. وكيفية ترابط الذرات بعضها مع بعض لتكون المواد المختلفة.

تاريخ الكيمياء

مارس الإنسان القديم الكيمياء، لكن طبعاً دون أن يعلم أنها كيمياء، عندما توصل لاكتشاف النار؛ فالنار هي نتيجة لتفاعل كيميائي بين ذرات الأكسجين في الهواء وذرات الكربون الموجودة في المادة القابلة للاحتراق. ومع اكتشاف النار بدأ يتعرف على المعادن كالحديد والنحاس والبرونز والذهب.. الخ. وهي التي نسميها نحن اليوم بالعناصر الكيميائية.

لقد فتن الناس بالذهب والفضة، فظهرت فئة من الكيميائيين القدماء الذي أطلق عليهم اسم (الخيميائيون) محاولين– لكن دون جدوى– الوصول إلى طريقة يحوّلون فيها المعادن الرخيصة (كالحديد والرصاص والزنك وغيرها) إلى الذهب والفضة. طريقة عمل هؤلاء لم تكن علمية؛ فظهرت فئة من العلماء الحقيقيين الذين درسوا الكيمياء بشكل صحيح وعلمي ورفضوا طريقة عمل الخيميائيين، وهنا لا بد أن نذكر العالم العربي جابر بن حيان الذي يعدّ بحق أول عالم أسس للكيمياء الحديثة.

العناصر الكيميائية

تسمى المواد المكوّنة من نوع واحد فقط من الذرات بالعنصر **Element**، فسبيكة الذهب النقي هي سبيكة لنوع واحد من الذرات. أما سبيكة الفولاذ فهي مكونة من نوعين من العناصر (الذرات) هما الحديد والكربون لذلك نسميها بالمركب **Compund**. تصنف العناصر الموجودة في الطبيعة بجدول يسمى الجدول الدوري للعناصر.

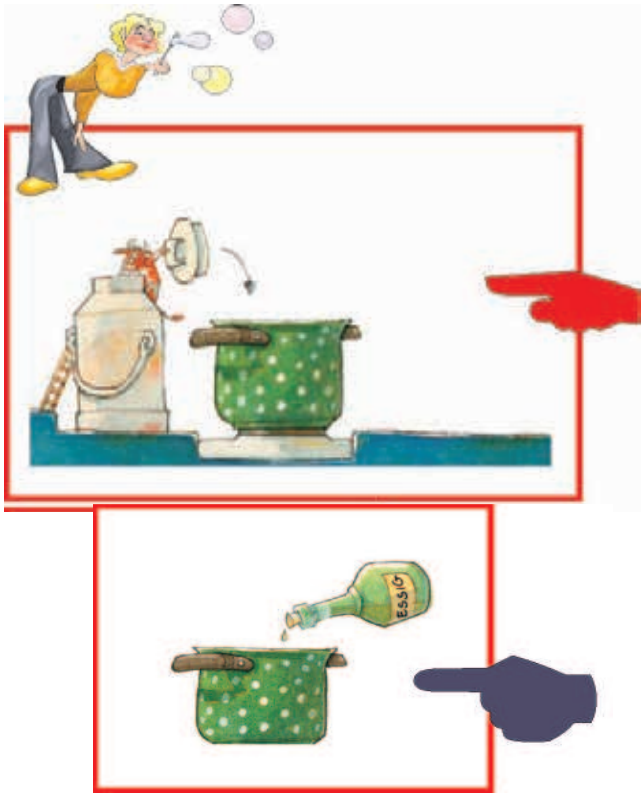
اللاصق العجيب

اللاصق العجيب من الحليب

تحتاج في صناعة هذا اللاصق العجيب إلى مايلي:

- ربع ليتر من الحليب قليل الدسم (1,5% دسم).
- خل.
- ماء.
- خميرة الخبز.
- وعاء أو صحن عدد (2).
- طنجرة طبخ (قِدْرُ طعام).
- مصفاة (كالتي تستخدم في المطبخ).
- ملعقة طعام.
- ملعقة شاي صغيرة.
- ورق.

الآن .. هيّا بنا لتنفيذ التجربة ..!!



املأ مقدار كأس أو وعاء واحد من الحليب في طنجرة الطبخ، وسخّن الحليب على الغاز مع التحريك المستمر، حتى يبدأ بخار الماء بالتصاعد (انتبه كيلا يحترق الحليب ..!).

ارفع الطنجرة عن الموقد، ثم أضف ثلاث ملاعـــق طعام من الخل، وحرّك المزيج جيداً.

يبدأ الحليب بالتخمر، وتتشكل بقع بيضـــاء صغـــيرة على السطح. ويصبح المزيج أصفر اللون.

احرص على العمل بهدوء، واطلب المساعدة من الكبار ..!

اللاصق العجيب

صب المزيج في المصفاة، وسترى أن البقع البيضاء ستبقى في المصفاة. والآن لم نعد بحاجة إلى المزيج. اغسل تلك الرواسب المتبقية في المصفاة بالماء البارد، ثم ضعها في وعاء نظيف.ضع الآن ملعقة شاي واحدة من الماء، وملعقـــة شاي أخرى من الخميرة فوق تلك الرواسب، وحرّكها جيداً حتى لايظهر المزيد من الفُقَّاعات في النهاية. هذه المادة التي صنعتها هي اللاصق العجيب (وتدعى مادة الكازين، وهي مـــادة لاصقة عرفها الإنسان منذ القديم).

وللتأكد من جودة اللاصق، يمكنك طلي بعض الأوراق بهذا اللاصق، ثم ألصقها ببعضها، واتركها لتجف.والنتيجة .... التصاق جيد .. احفظ اللاصق في قارورة أو علبة صغيرة، ثم ضعه في البراد.

الذبتة السحرية

يد الشبح تظهر من أصيص الذبتة:

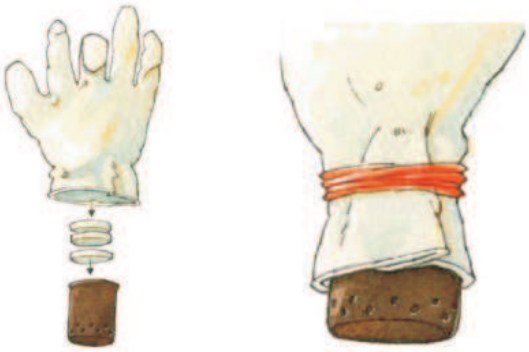
تحتاج إلى المواد التالية:

- كالسيوم أو حبوب فيتامينات الكالسيوم (من الصيدلية).
- أصيص صغير للنبتة على أن يكون غير مثقوب من الأسفل، ارتفاع 10 سم، قطر 10 سم.
- قفازات رقيقة من النايلون (تباع في الصيدليات).
- تراب خاص بنباتات الزينة.
- علبة صغيرة بغير غطاء (علبة فيلم كاميرا مثلاً).
- ملعقة طعام كبيرة.
- بعض حلقات المطاط (للتثبيت).
- مسمار، كماشة (بانسة)، شمعة، ولاعة (قداحة).

الذبتة السحرية

الرجاء دع أحد الكبار يساعدك هنا: تمسك المسمار بالكماشة وتسخنه على لهب الشمعة، ثم تُحدث حوالي 20 ثقباً في القسم السفلي من العلبة (علبة فيلم الكاميرا).

ضع حبتين أو ثلاثاً من حبوب الكالسيوم في العلبة، ثم ضع القُفَّاز واسحبه فوق فتحة العلبة (كما في الشكل).اسحب القفاز أكثر إلى الأسفل، بحيث يثبت تماماً على العلبة، ثم ثبته جيداً بوساطة حلقات المطاط.



والآن اضغط القفاز بإصبعك وأدخله كله في العلبة،ثم ضع العلبة في أصيص الزرع، وضع حولها التراب (كما في الشكل ... أسفل).

الآن.. هيّا بنا لتنفيذ التجربة..!!

املأ الأصيص بالتراب بوساطة ملعقة الطعام، حتى تختفي العلبة مع القفاز، ولاتعود ظاهرة للعيان. الطبقة العلوية للتراب فوق العلبة يجب ألا تتجاوز سماكتها 1 سم. والآن عليك أن تسقي النبتة السحرية بالماء (ليس أكثر من كأس ماء).

والآن بعد ثوانٍ ستنمو النبتة السحرية سريعاً جداً، وستخرج من الأصيص منتصبة شامخة. (ويمكن أن تسمع أصواتاً تزمجر داخل الأصيص).

هل عرفت كيف تم ذلك؟؟

فكر قليلاً .. ماذا يحصل للكالسيوم عندما يتفاعل مع الماء؟

نعم .. ينطلق غاز .

إشتعال السكّر دون نار

المعـــروف أن السكر لايشتعل، ولكـــن بعض الأشخاص الذين يقومون بالألعـــاب السحرية يشعلون السكر؛ بل يشعلونه من دون نار، وهذه العملية بسيطة جداً عند الكيميائيين، فالذي يقـــوم بهذه اللعبة السحرية يقوم بإحضار صحن نصفه يحوي 25 غراماً سكّراً، ونصفه الآخر يحوي 50 غراماً بِلّورات كلورات البوتاسيوم، ويخدع المتفرجين بأن يثبت لهم أن الصحن يحوي سكراً؛ وذلك بأن يقدم لهـــم نصف الصحن الأول ليتذوقوه، وبعد ذلك يحرك عصاه المبللة مسبقاً بحمض الكبريت المركز ويقربها من بلورات كلورات البوتاسيوم ، فيشتعل السكر من دون نار.

ملاحظة مهمة

هذه التجربة خطرة بعض الشيء، حتى تقوم بها عليك بالذهاب إلى ساحة كبيرة، ولا تقـــم بتجربتها داخل المختبر أو المنـــزل.

هيّا بنا ننفذ التجربة!

يمكن أن نختار يوماً مشمساً، ونطلب من الأصدقـــاء الحضـــور إلى ساحة خارجية.

ونعرض عليهـــم الطبق الذي يحوي على السكر ليتذوقوه.

نقوم بعد ذلك ببعض الحركات البهلوانية، ثم نقرّب العصا المبللة بحمض الكبريت. التفاعل الناتج بين بلورات كلورات البوتاسيوم والحمض سوف يشعل النار، وهو مايجعل الدهشة ترتسم على وجوه الحاضرين.

الكلمة الناريّة

هل تعلم أنك تستطيع كتابة كـــلمة عـــلى لوح من الورق الأبيض غيرالمصقول بمحلول مركّز من نترات البوتاسيوم؟

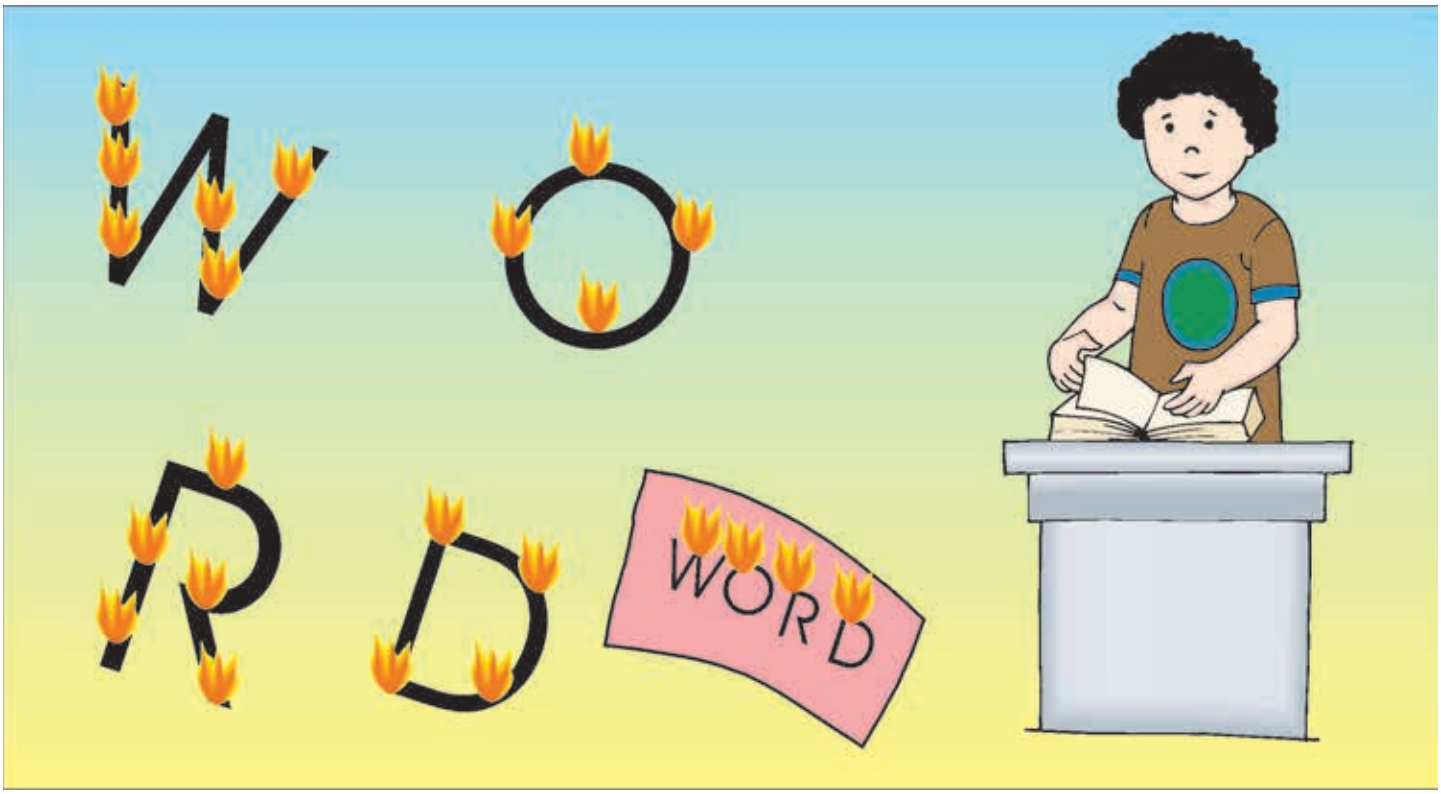
ولكن ما فائدة هذه الكلمة ؟

إنَّ الكلمة التي تكتبها بهذه الطريقة تكون غير مرئية، ولكن إذا جعلت سلكاً مسخناً إلى درجـــة الاحمرار يلمس أول حرف من هذه الكلمة، فإنَّ النار سوف تشتعل لتشكل كلمة من نار.

الآن .. هيّا بنا لتنفيذ التجربة ..!!

اطلب من والدك أن يساعدك في تأمين نترات البوتاسيوم، وأيضاً في تحضير المحلول من هذه المادة.كما يمكن أن تعرض مهاراتك هذه على الأهل والأصدقاء.

يجب استعمال ورق خشن الملمس (غير مصقول)، حتى يتشرب الورق أكبر كمية ممكنة من المحلول. كما يجب عليك تسخين السلك المعدني جيـــداً (حتى درجة الاحمرار)، وإلا لن يشتعل محلـــول نترات البوتاسيوم الذي يشكل الكلمة.



صحيفة لا تحترق بالنار

كلنا يعرف أن الصحيفة مصنوعة من الورق، وأن الورق يحتـــرق إذا أضرمت النار فيه، ولكن طريقتنا الكيميائية هذه تجعل الصحيفة لا تحترق.

نحتاج فقط إلى محلول «الشب» (حجر الشب) للقيام بهذه التجربة المسلية. في البداية قم بإحضـــار محلول «الشب» المُشْبَع، ثم اغمس الصحيفة في هذا المحلول عدة مرات، ثم قم بتجفيفها وتنشيفها إلى أن تعود إلى حالتها المعتادة.

والآن حصلنا على صحيفتنا العجيبة.

وإذا كنت تشك في مفعول هذه التجربة فعليك تجربتها والتأكد من النتيجة.

الاسم العلمي لحجر أو بلورات الشب هو Alum ، هو كبريتات البوتاسيوم والألمنيوم يستخدم في تنقية المياه، وفي صناعة الورق والصباغة ومانعات اشتعال الملابس وغيرها.

بيضة تطير دون أجنحة

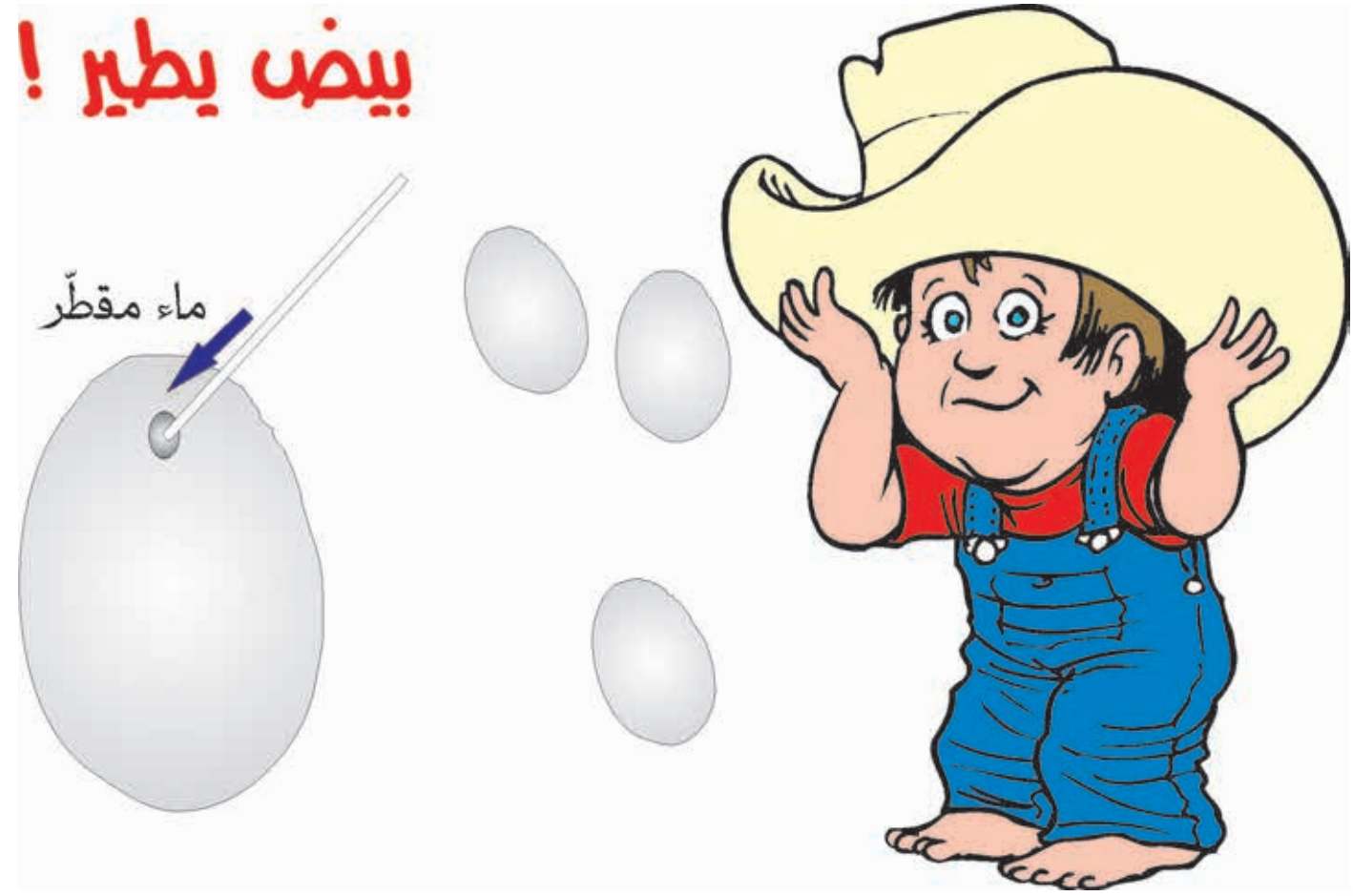
هذه التجربة مع بساطتها إلاَّ أنَّها ممتعة، نحن نحتاج في هذه التجربة إلى ماء مقطر وبيضة فقط، الآن عليك إحضار البيضة وعمل ثقب صغـــير جداً بها، ثم فرغ البيضـــة من محتوياتهـــا عن طريق هذا الثقب، ثم املأ البيضة بالماء المقطر عن طريق هذا الثقب. والآن عليك سد هذا الثقب وتلوينه بلون يشبه لون البيضـــة وذلك لإخفاء الثقب عن الآخرين، والآن عرِّض البيضة لأشعة الشمس الساطعة ، وما هي إلاَّ لحظات حتى ترتفع البيضة في الجو وتطير.

السر الصنيع

كمية الماء القليلة داخل البيضة سوف تتبخر بتأثير أشعة الشمس. ولأن البخار أخف وزناً من الهواء، فإن البيضة سوف ترتفع في السماء (قشرة البيضة خفيفة الوزن).

اختيار الماء المقطّر:

الماء المقطر لا يحوي شوائب أو كلساً أو أملاحاً، وهذه المواد لو وجدت في الماء، سوف تزيد من الوزن، مما يؤدي إلى عدم طيران البيضة.



تنظيف الحديد من الصدأ

إنَّ صدأ الحديد مزعج، وعمليـــة إزالته مهمة جداً، وهنا وضعنـــا طريقة بسيطة لإزالة هذا الصدأ.

أولاً أحضر حمـــض الكبريت المخفف بالماء بنسبة 10 :1 ، أي كل جزء من حمض الكبريت يقابله عشرة أجـــزاء من الماء، ثم البس قفازات واقية على يديك، والآن امسح السطح الصدىء من الحـــديد بحمض الكبريت المخفف عدة مرات تر أن الصدأ قد اختفى.

السر الصنيع

تقوم الحموض (ومن بينها حمض الكبريت) بالتفاعل مع أكاسيد المعـــادن (صدأ الحديد)، وهذا ما يجعلها تنحل وتذوب.

غاز الأمونيا من الفاصولياء

المواد والأدوات

دورق مخروطي سعة 400 سم مكعب، سدادات قطنية، حبوب فاصولياء، أوراق عباد الشمس الحمراء.

خطوات التجربة :

- ضع البذور في الدورق.
- أضف إليها كمية من ماء الصنبور المغلي «ثم المبرَّد» بحيث يكون كافياً لتغطية البذور.
- انقع البذور لمدة « 24» ساعة، وبعد ذلك تخلص من جميع الماء الزائد.
- اعملْ سُدَادة من القطن و أغلق بها عنق الدورق المخروطي.
- ضع الدورق وما يحويه في منطقة دافئة واتركه أسبوعين. (لاحظ ماذا يحصل للبذور خلال تلك الفترة سجل الملاحظات).
- افتح الدورق بعد أسبوعين وشم الرائحة المتكونة بالداخل.

يمكن بسهولة التعرف إلى رائحة الأمونيا النفاذة .. وللتأكد أكثر من وجود الأمونيا ضع شريطا مبللاً من أوراق عباد الشمس الحمراء أو ورقة مبللة بنترات الزئبـــق في الدورق، ستجد أن الأولى تحولت إلى اللون الأزرق والثانية تحولت إلى اللون الأسود بنتيجة انطلاق غاز النشادر أو الأمونيا القاعدية.

الاستنتاج

تتعفن الخضروات والفواكه وتتحلل طبيعياً معطية كمية كبيرة من غاز نافع جداً يسمى الأمونيا.

أثر الشاي في مركبات الحديد

إن وجود مركبات الحديد في الطعام على شكل محلول يجعل امتصاصها من قبل الجسم سهلاً ... ولكن عند شرب الشاي بعد تناول الطعام الحاوي على مركبات الحديد يتشكل معقّد للحديد على هيئة راسب يخرج مع فضلات الجسم، وبذلك تقل استفادة الجسم من الحديد الذي في الطعام في هذه الحالة.

لكن اكتُشف أنه بإضافة عدة نقط من عصير الليمون أو محلـــول (فيتامين ج) إلى كأس الشاي قبل شربه فإن ذلك يساعد على منع تشكل ذلك المعقد، وبالتالي فإن استفادة الجسم من الحديد في الطعام تصبح أكبر.

المواد و الأدوات

ملح كبريتات الحديد الثلاثي، عصير ليمون أو محلول (فيتامين ج)، شاي ساخن أو بارد، أنابيب اختبار مع الحامل، قارورتان زجاجيتان شفافتا اللون سعة 100مللتر، ماء مقطر.

طريقة العمل

تذاب كمية كافية في حدود 3 غرامات من كبريتات الحديد الثلاثي في 50مل من الماء المقطر، ثم يؤخذ الرائق من المحلول ويوضع في زجاجة. وتذاب كمية قليلة من (فيتامين ج) في الماء المقطر وتوضع في زجاجـــة أخرى. وتصب كمية قليلة من مشروب الشاي في أنبوبة الاختبار، كما تصب فوقه كمية قليلة من محلول كبريتات الحديد الثلاثي. وبعد إجراءها يتكون ناتج على هيئة راسب أسود. وهذا الراسب هو معقّد الحديد مع الشاي. ويضاف الآن بضع نقط من عصير الليمـــون أو محلـــول (فيتامين ج)، فيزول الراسب ويعود لون المزيج إلى الأحمر الفاتح.

نافورة الأمونيا

ملاحظة:

ارتد نظارات الأمان، وأحط الأجهزة بستار أمـــان مع وجود شخص راشد يساعدك.

1- انصب الجهاز كما يظهر في الشكل (في الأسفل) . ولاحظ أن الأنبوب الذي في الدورق له رأس دقيق . يجب أن يكون الدورق جافاً.

2- املأ ثلاثة أرباع الكأس المخبرية بالماء وأضف بضع قطرات من دليل الفينولفثالين .

3- املأ القطارة بالماء .

4- املأ الدورق بالأمونيا بالطريقة التالية :

أ) ضع حوالي ملعقة (7-8 غرامات) من كلوريد الأمونيوم وملعقة من هيدروكسيد الصوديوم في أنبوب اختبار كبير وجاف. واستعمل القفازات.

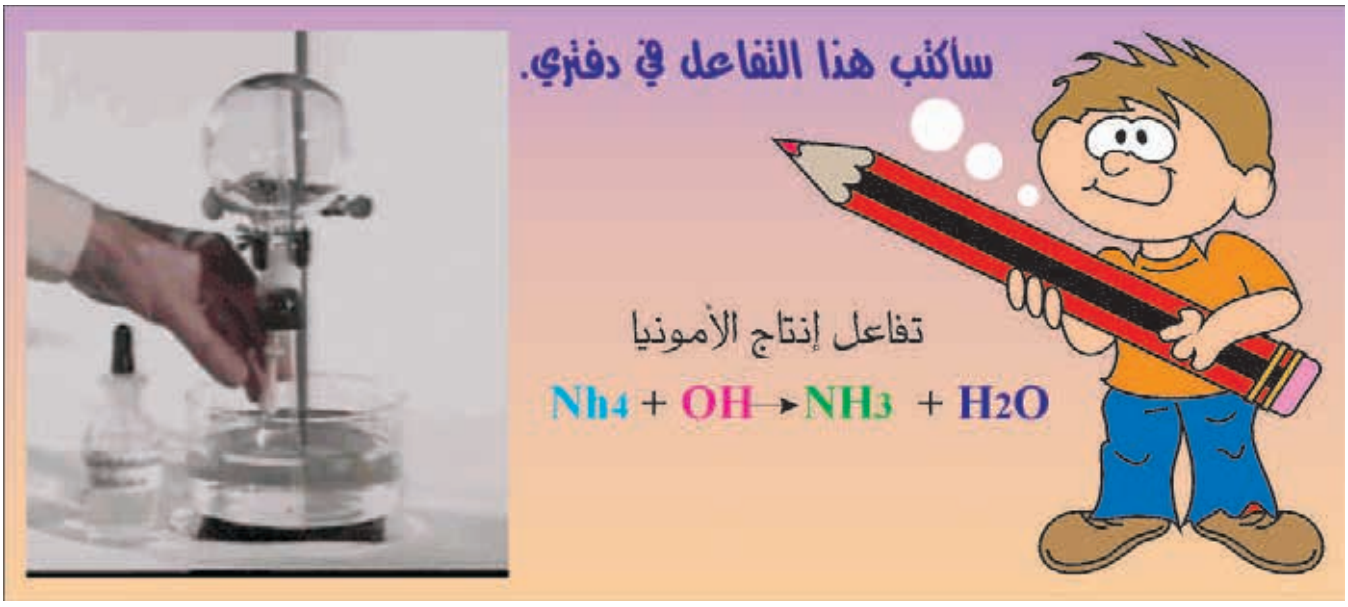
ب) سخن الأنبوب بلطف داخل ساحبة الغازات ووجّه الأمونيا الناتجة إلى داخل الدورق الجاف . واطرد كل الهواء من الدورق واحصل على دورق مملوء بغاز الأمونيا .

5- اشبك ملقطاً بالأنبوب المطاطي وأدخله في السُّدَادة وسُدَّ الدورق .

6- ضع الدورق رأساً على عقب في الحلقة على الحامل المعدني .

7- ضع الأنبوب الممتد من الدورق إلى الكأس المخبرية. ويجب أن تكون نهاية الأنبوب أعلى من قاعدة الكأس المخبرية بقليل.

ستنتج النافورة حينما يصل رذاذ من الكأس المخبرية الى الدورق .



ورق لا يشتعل بالنار

المواد المطلوبة

1 ــ الغول الآيزوبروبيلي: $CHOH3CHOH3$.

2 ــ ماء .

طريقة العمل

1 ــ يمزج الماء مع الغول بكمية متساوية وبنسبة 1:1 في كأس .

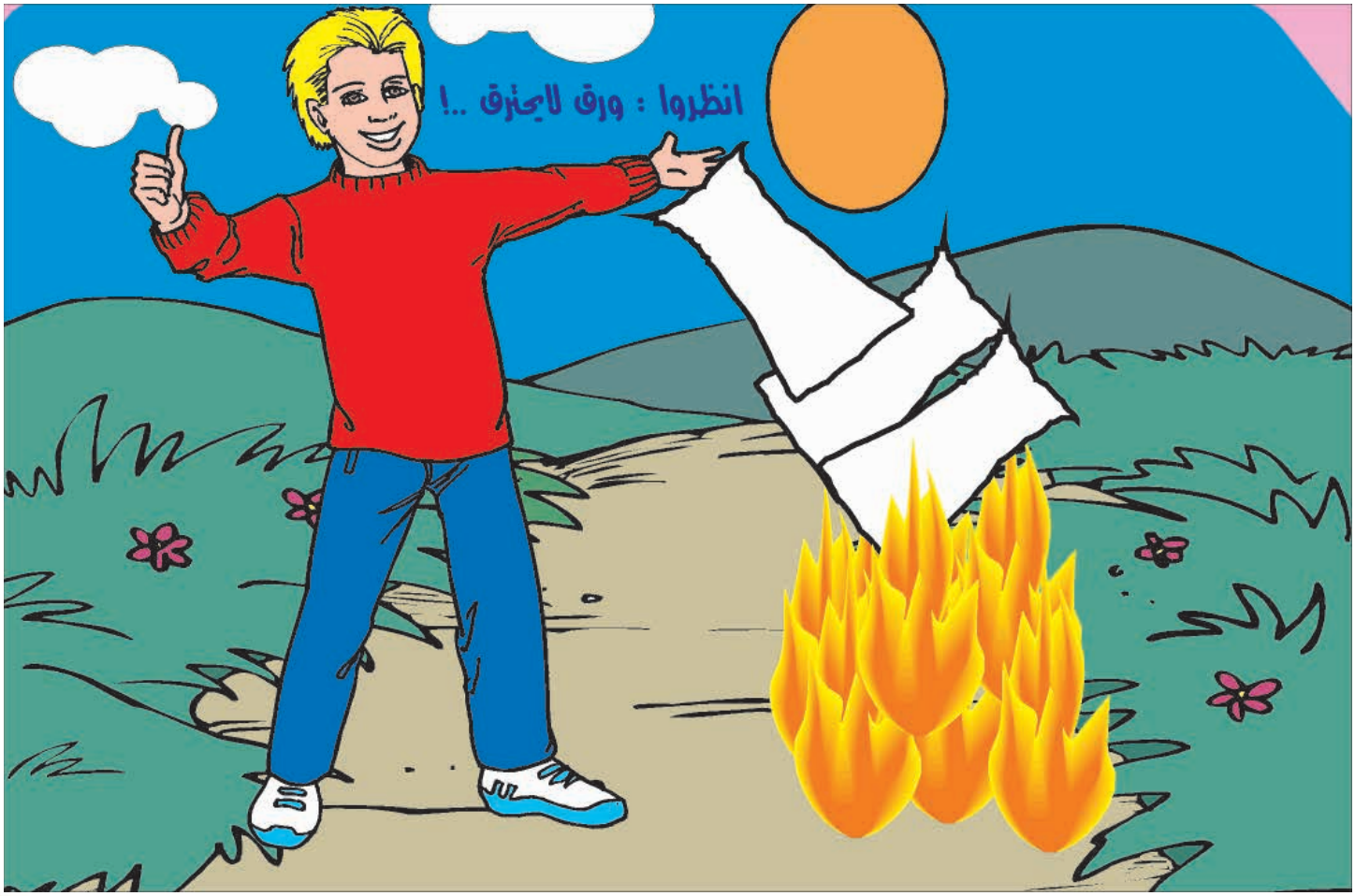
2 ــ توضع الورقة في الكأس حتى تتشبع تماماً .

3 ــ يتم إخراج الورقة من الكأس ثم يتم إشعالها .

المشاهدة

تشتعل الورقة كلها بالنار ، ولكنها لاتتأثر.

ملاحظة : يمكن استبدال الورقة بعملة ورقية ، فلا تتأثر أيضاً.



صناعة الصابون

طريقة صنع الصابون سهلة جداً، ويمكن ذلك بوساطة إضافة 100مللتر من زيت الزيتون إلى 40 مللتراً من هيدروكسيد الصوديوم، ثم تحريك المزيج إلى أن يصبح لزجاً.

- بعد ذلك يوضع في قالب إلى أن يجمُد.
- تستطيع الحصول على هيدروكسيد الصوديوم من أي مكان لبيع الأدوات والمواد المخبرية.
- يجب أن يكون الزيت نقياً وخالياً من الشوائب حتى تحصل على صابون جيد. ويمكنك أن تضيف بعض الروائح العطرة إلى المزيج، فتحصل على صابون معطّر.

يمكن استخدام الزيوت الأخرى مثل زيت دوار الشمس أو الذرة أو غيرها من الزيوت النباتيـــة، ولكن أفضلها على الإطلاق هو زيت الزيتون.

كما يمكن إضافة عطر الغار لتحصل على صابون الغار ذائع الصيت.

تحضير الأوكسجين في المنزل

الأدوات المطلوبة

بطارية قديمة (1,5فولت)، كوب زجاجي، ملعقة، مطرقة ومفك، قفاز، نظارة واقية، ماء أكسجين (موفور في التجهيزات الطبية والصيدليات)، عود ثقاب.

طريقة العمل

1 ــ اكسر البطارية القد يمة بوساطة المطرقة والمفك.

2 ــ استخرج حوالي ملعقة من الخليط الأسود الذي في داخل البطارية.

3 ــ ضع كمية من ماء الأكسجين في كوب زجاجي.

4 ــ أضف الخليط الأسود إلى الكوب الزجاجي الحاوي لماء الأكسجين.

المشاهدة:

من خلال التجربة تشاهد مايلي :

1 ــ يتكون ويتصاعد غاز كثيف وفقاعات كبيرة وكثيرة.

2 ــ عند تقريب عود ثقاب مشتعل إلى الغاز يزداد اللهب سُطوعاً.

التفسير

1 ــ الخليط الأسود يحتوي على أكسيد المغنيسيوم؛ وعندما يتحد مع ماء الأكسجين يتكون هيدروكسيد المغنيسيوم ويتصاعد غاز الأكسجين.

2 ــ للكشف عن الأكسجين نقرب عود ثقاب مشتعلاً إليه فيزداد اللهب سطوعاً؛ لأن غاز الأكسجين يساعد على الاشتعال.

تحضير ملح الطعام

الأدوات والمواد المطلوبة

مَرْطبان، ورقة عباد الشمس، حمض الكلور المخفف، محلول هيدروكسيد الصوديوم، موقد.

طريقة العمل

ـــ ضع كمية صغيرة من حمض الكلور المخفف في مرطبان.

ـــ ضع في المرطبان ورقة عباد الشمس. سوف نلحظ احمرار الورقة .

ـــ أضف بعد ذلك كمية من محلول هيدروكسيد الصوديوم حتى يتحول لون ورقة عباد الشمس إلى اللون الأزرق.

ـــ أضف كمية أخرى من الحمض (نقطة .. نقطة) حتى يتحول لون الورقة إلى اللون الأرجواني (نقطة التعادل).

ـــ عند هذه النقطة اغل المحلول حتى يتبخر كل السائل .

المشاهدة

نلاحظ تكون بلورات بيضاء من ملح كلوريد الصوديوم (ملح الطعام).

فكرة التجربة

من المعلوم أن إضافة مادة حمضية إلى مادة قلوية يعطي ملحاً وماء، فمن خلال هذه القاعدة نستطيع تحضير ملح الطعام.

تحضير النايلون

الأدوات

يتم تحضّر طبقتان:

الطبقة السفلى: عبارة عن هيدروكسيد الصوديوم في الماء ، ثم يُضاف إليه محلـــول سداسي ميثيلين ثنائي أميد.

الطبقة العليا: عبارة عن حمض الأديبيك.

المشاهدة

لا تمتزج الطبقتان، ويتم سحب النايلون من بين طبقتي السائلين.

التفسير

الناتج من عملية بلمرة التكاثف هو بولي أميد .. وأول ما يتكون النايلون يتم فصله من المحلول، وتعود الطبقتان مرة آخرى لتكوين نايلون آخر...

تحويل الحليب إلى بلاستيك

تصنع معظـــم المواد البلاستيكية من النفط .. ولكن يمكن أن نشكل بلاستيكاً مشابهاً في عدة دقـــائق باستخدام الحليب مع المادة العضوية الأخرى ..

أولاً : نسخن الحليب في وعاء، وعندما يبدأ بالغليان نضع فيه ببطء عدة ملاعق من الخل ونحركه .

ثانيا ً : نستمر بالتحريك حتى يصير المزيج مطاطيا ً (هنا تتفاعل المواد الحمضية في الخل مع مواد الحليب العضوية).

ثالثاً: نترك الخليط ليبرد ثم نغسله تحت ماء الصنبور.

يصبح الآن لدينا البلاستيك الخاص الذي يمكن أن تكوّنه أشكالاً مختلفة كما تريد.

صناعة الزجاج

أنت أيضاً تستطيع صناعة الزجاج. صب قليلاً من الحجر الجيري الذي يسمى أيضاً الجِبْسَ، وكمية أكبر من الصودا (موفورة في المحلات التجارية بكثرة)، وكمية أكبر من الرمل الذي يعد المكون الأساسي للزجاج، ثم يسخن المزيج بدرجة حرارة تصل إلى 850درجة مئوية حيث يمكن استقبال المزيج بماسورة من الحديد والنفخ عند رأسها للحصول على الانتفاخ الزجاجي، أو استقبـــاله بقالب جاهز والنفـــخ فيه لإخراج الهواء.

معلومات مهمة

أولاً : الرمل هو المادة الأساسية لأنه يحوي مادة السيلكا التي هي الزجاج.

ثانياً : درجـــة حرارة تبلّر (تبلور) السليكا 1700درجة مئوية؛ وهي درجة حرارة عاليـــة جداً. لذلك يضاف 10% من الحجر الجيري و 15% من الصودا لتقليل درجة الحرارة اللازمة لتبلر السليكا إلى 850 درجة مئوية.

ثالثاً : بالنسبة إلى الزجاج الملون فهو بنتيجة إضافة بعض المواد الكيميائية في أثناء الصهر؛ فللحصول على زجاج أخضر يضاف الكروم، وللحصول على زجاج أزرق يضاف الكوبالت وهكذا.

مطفأة حريق يدوية

في البداية يجب أن نتعرف إلى عمل المطفأة الكيمائية: مطفأة الحريق الكيمائية تحوي محلولاً قلوياً من بيكربونات الصـــودا وحمض الكبريت. فعنـــدما تشغل المطفأة يتحد المحلـــولان وينتجان غاز ثنائي أكسيد الكربون. يعمل ضغط الغاز المتزايد على دفع نافورة قوية من الماء أو الرغوة لإطفاء الحريق.

الآن لنبدأ بعمل المطفأة: نحتاج إلى أنبوبة قطارة زجاجية، فلينة، كيس صغير يحوي بيكربونات الصوديوم، قنينة تحوي مزيجاً من الخل والماء.

الطريقة:

أدخل أنبـــوب القطارة الزجاجية في الفليـــنة، واربط الكيس الذي يحوي بيكربونات الصوديوم إلى الطرف السفلي منه. وأدخل الفلينة في القِنّينة التي تحوي الماء الممزوج بالخل، وشدها جيداً مراعياً بقاء الكيس فوق مستوى السائل في القنينة.

ولكي تبدأ العملية أمسك الفلينة بأصابعك واقلبها رأساً على عقب، فيرشح محلول الخل الحمضي عبر الورقة ويتفاعل مع البيكربونات القلوية، فيتولد غاز ثنائي أكسيد الكربون، ويعمل الضغـــط المتزايد في القنينة على دفق السائل إلى خارج الأنبوب.

جرب هذه العملية لإطفاء ورقة مشتعلة خارج المنـــزل واضغط على الفلينة لكيلا تُفْلِت.

الحصول على غاز الكلورين

ملاحظة: هذه التجربة فيها بعض الخطورة، فيجب أن تكون برفقة شخص راشد.

هل سألت نفسك : لماذا نجد على زجاجات النشادر تحذيراً من خلطه بمبيضات الكلور ؟!!

سبب ذلك أن ناتج تفاعلها هو غاز الكلورين . أحضر إناء كبيراً و ضع به كلور تبييض، ثم أضف إليه قطرات من النشادر، فينتج الكلور و لا يخرج من الإناء لأنه أثقل من الهواء الجوي (لو وضعت الكثير من النشادر فإنه سيخرج إلى جو الغرفة، فرجاء لا تفعل ذلك).

غاز الكلور هو أحد الغازات المهمة الذي يدخـــل في كثير من التراكيب الكيمـــائية (التي نراها بكثرة حولنا). ولعلَّ أهم تراكيب الكلور هو ملح الطعام (كلور الصوديوم)، وحمض كلور الماء.

لون الدم

المواد المطلوبة

كُرْكُم أصفر مطحون، صابون تايد، ماء.

طريقة العمل

سهلة جداً، ضع نصف ملعقـــة شاي تقريباً من الكركم في كأس أو صحن صغير، وضع عليهـــا قليلاً من الماء حتى يتكون مستحلب (يعني مثل قوام الحليب).

ضع القليل من صابون التايد على المحلول الأصفر وانظر كيف يتغير اللون إلى اللون الأحمر الدموي.

ماذا حصل؟

إنه تفاعل كيمـــاوي بسيط حصل بين الكركم والصابون (يعدّ الصـــابون مادة قلوية شديدة التأثير، ويمكنها التفاعل مع الكثير من المواد الأخرى).

ناتج التفاعل هو إحدى المواد الكيمـــائية الصباغيـــة التي تأخذ اللون الأحمر الوردي. يمكنك استخدام الصباغ الناتج لتلوين قطع القماش، أو بعض اللوحات الخشبية.

تحضير الأسبرين

تجربتنا تخص عَقّاراً ضرورياً جداً لايكاد يخلو منـــزل أو أي مكان منه. العقـــار هو الأسبرين المستعمل لعلاج الصداع، بالإضافة إلى الاستعمالات الأخرى.

من المعلوم أنه يمكن الحصول على العقار صناعياً

ولكن هل بالإمكان تحضير الأسبرين مخبرياً.....وكيف؟

للإجابة على ذلك نجري التجربة التالية:

المواد والأدوات المطلوبة :

دورق مخروطي، قمع، حمض السليساليك، بلا ماء حمض الخل، حمض الكبريت المركز، ماء مثلج.

خطوات العمل :

ضع 3 غ من حمض السليساليك (Salicylic acid) في دورق مخروطي. أضف 7 ملليترات من بلا ماء حمض الخل (Acatic anhydride) في الدورق نفسه.

أضف 1,5 مللتر من حمض الكبريت المركز. يتم تحريك الدورق أو رجّه 15دقيقة. أضف 20 مللتراً من الماء المثلج.

رج الدورق 5 دقائق حتى يتكون راسب أبيض. رشّح الراسب باستخدام قِمَع.

اغسل الراسب عـــدة مرات بالماء البـــارد. اترك الراسب الأبيض (الأسبرين) من يوم إلى أسبوع لكي يجف. بذلك نكون قد حصلنا على الأسبرين.

تحضير الحبر

هذا الحبر جيد وسهل الصنع، ولا يتطلب إلا المواد التالية :

100مل زيت القرفة، 20–15غرام فوسفور أبيض (مع الانتباه إلى خطورة اشتعـــاله وسُمّيته)، عَبْوة بغطاء، وحَمّام مائي.

توضع المواد بعضها مع بعض في العبوة وتغلق وترج، ثم توضع في الحمّام المائي حتى تمتزج المواد تماماً.

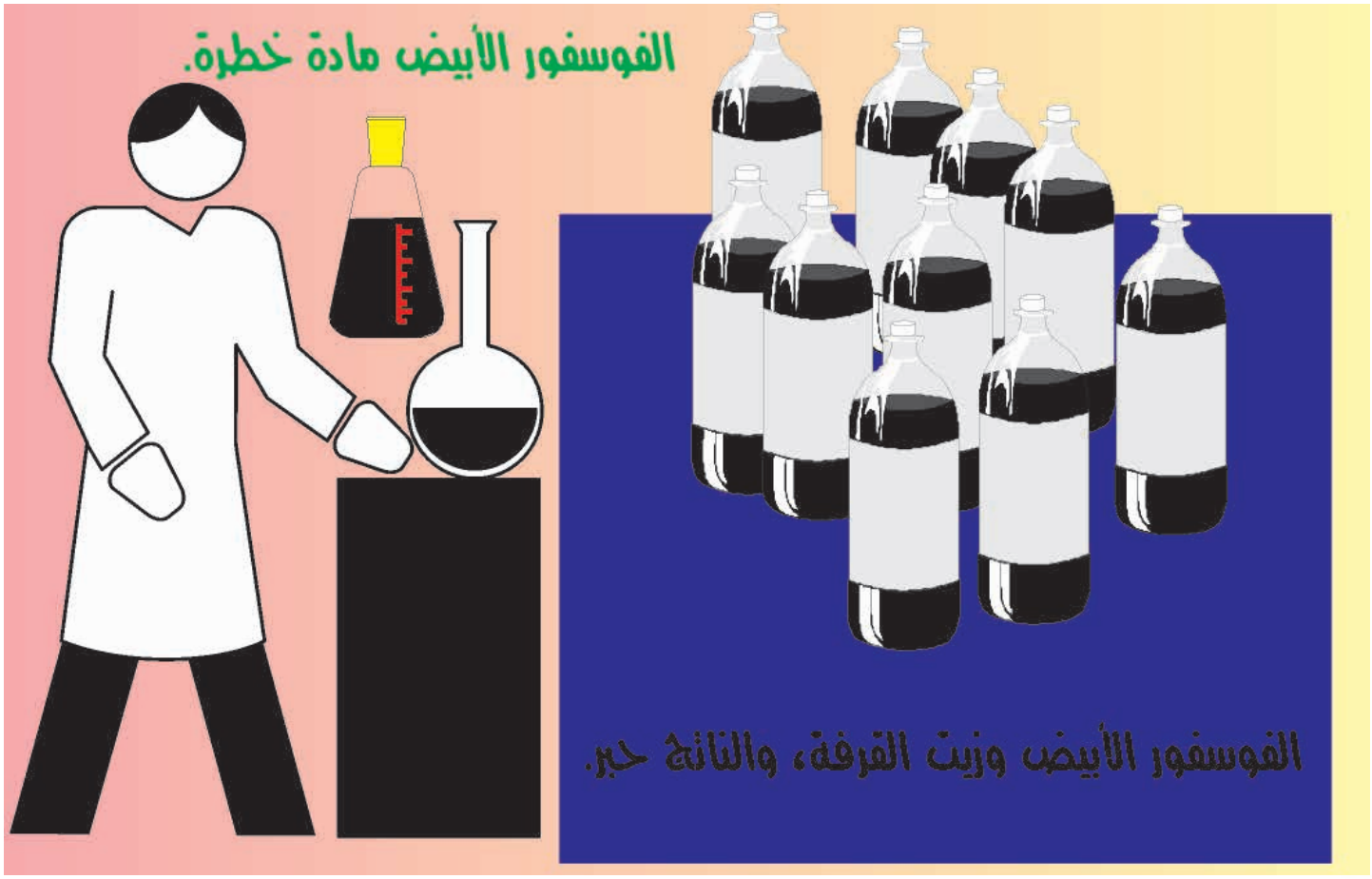
ملاحظة

علينا الانتباه والحذر عند التعامل مع الفوسفور الأبيض، أما زيت القرفة فلا يؤذي ولو ابتُلع.

ماذا حصل؟

الفوسفور الأبيض مادة شرهة للتفاعل (قابلة للانفجار السريع). يتفاعـــل الفوسفور الأبيض مع زيت القرفة القَلَوي، فنحصل على هذه المادة الصِّبَاغية (الحبر).

يمكنك أن تجرّب الحبر وتختبر جودته بالكتابة به على الورق أو الكرتون.



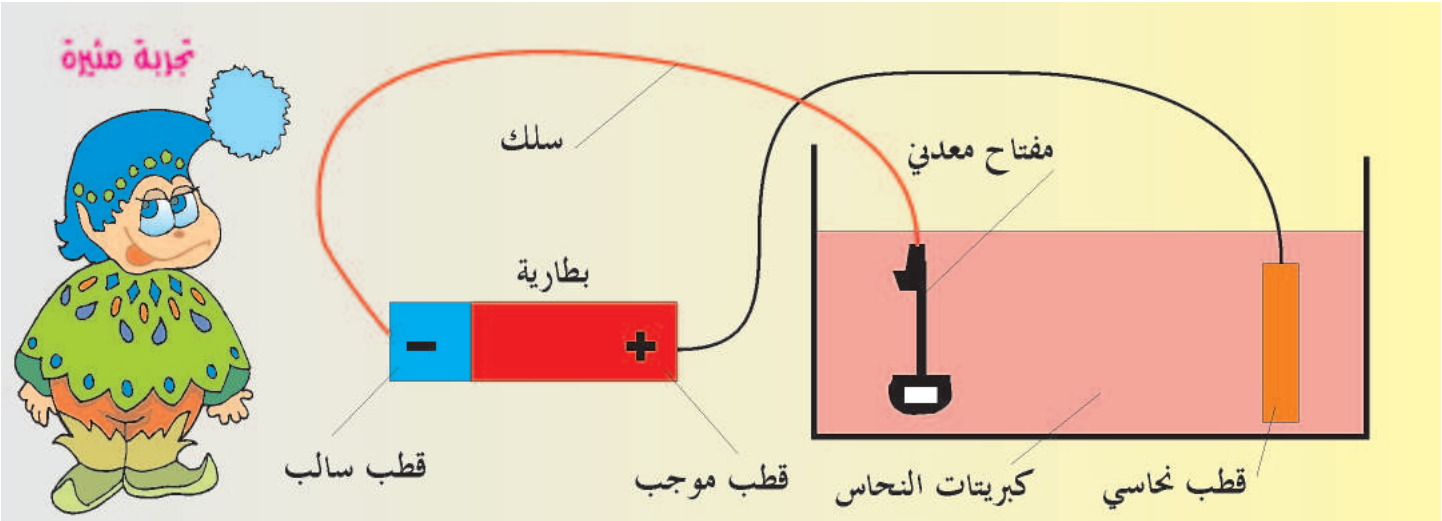
تجربة طلاء مفتاح بالنحاس

يسمى هذا النوع من التجارب بالطـــلاء الفِلِزِّيِّ أو الطلاء بالكهـــرباء، ولعمل هذه التجربة نحتاج الى الأدوات والمواد التالية:

كأس زجـــاجية، سلكين، بطارية (8–10 فولت)، كبريتات النحـــاس الثنائي– ويفضل سيانيد النحاس الثنائي (يجب الحذر فهو سامّ)– قطب نحاس، حمض الكلور المركز، هيدروكسيد الصوديوم، ماء مقطر، ليفة أسلاك ناعمة، مفتاح أو أي مادة معدنية كالمسمار أو عملة معدنية لطلائها.

يمكن تلخيص خطوات التجربة كما يلي: يوضع المفتاح المراد طلاؤه في الماء الساخن ثم في حمض الكلور المسخن إلى درجة 50، ثم بعد ذلك ينظـــف بليفة أسلاك ناعمـــة. ويوضع المفـــتاح بعد ذلك في محلـــول هيدروكسيد الصوديوم ثم في ماء مقطر ثم يجفف. تملأ كأس بمحلول كبريتات النحاس الثنائي، ويفضل سيانيد النحـــاس الثنائي. يوضع قطب النحـــاس في الكأس ويوصل طرفه بسلك، وأما الطرف الآخر للسلك فيوصل بقطب البطارية الموجب. يوضع المفتاح المراد طلاؤه في الكأس نفسها ويوصـــل طرفه بسلك، وأما الطـــرف الآخر للسلك فيوصل بقطب البطارية السالب. وبعد خمس دقائق تقريبـــاً سوف يلبس المفتاح ثوباً من النحاس؛ أي تم طلاؤه بفلزّ النحاس.

فكرة التجربة تعتمد على مبدأ الخلايا التحليـــلية؛ أي تحويل الطاقة الكهربائـــية إلى طاقة كيمـــيائية (تفاعلات أكسدة واختزال)، وتستخدم التجربة على نطاق واسع في حماية المعادن من التآكل، وتستخدم أيضاً في تجميل مظهر المعادن بالفِلِزَّات المتنوعة كالنحاسي والذهبي والفضي .... الخ ، وهـــذا مانشاهده في الأواني المنـــزلية كالأباريق.



الكتابة بالكهرباء

1ــ بلل ورقة ترشيح بمحلول من ملح الطعام مضافاً إليه قليل من الفينولنفثالين.

2 ــ ضع الورقة المبللة على لوح معدني واكتب بالقطب السالب لبطارية جافة.

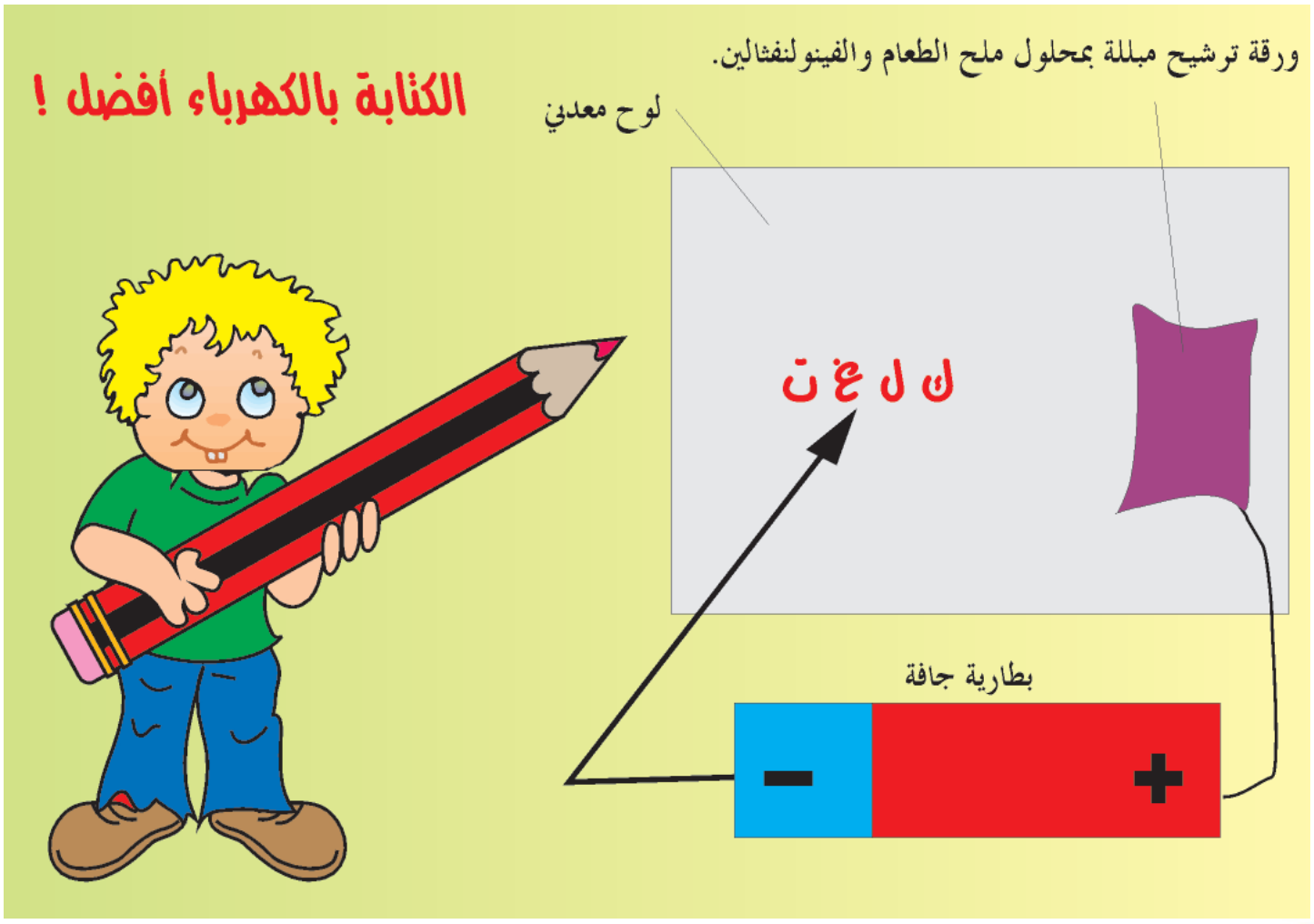
حبر يكتب به على البلاط

تجربة الحبر الذي يكتب به على البلاط تتكون من:

أذب قليلاً من نترات الفضة في الماء المقطر، واكتب به على البلاط، ثم اتركه يجف في الشمس فيعطي لوناً بنفسجياً، ولا يمحى هذا الحبر.

ماذا حصل؟

بسبب التحليل الكهربائي تترسب طبقات من المادة على اللوح المعدني، وعند ملامسة السلك للوح المعدني تكتمل الدارة الكهربائية وتترسب المادة على شكل خط على اللوح.



بطارية من البطاطا

التجربة

اغرز قطعة من سلك نحاس و قطعة من الزّنك في حبة بطـــاط عادية نيئة، والآن لو أخذت سماعة تلفون عادي وجعلت طرفي السلك الذي فيها يلامسان قطعـــتي السلك المغروزتين في البطاط لسمعت صوت طقة واضحة عند إجراء التلامس.

التفسير

هذا الصوت ناجم عن وجود تيار كهربائي حاصل في حبة البطاط تماماً كما يحدث في البطـــارية الصغيرة عند ضعفها خصوصاً، ونعلل ذلك كيميائياً بتأثير عصير أو سائل حبة البطاط في كل من قطعـــتي السلكين المعدنيين مما يسبب حصول طاقة كهربائية؛ و تسمى هذه العملية بعملية غَلْفَنَةٍ أو طلي العناصر كهربائياً.

قوة ليمونة

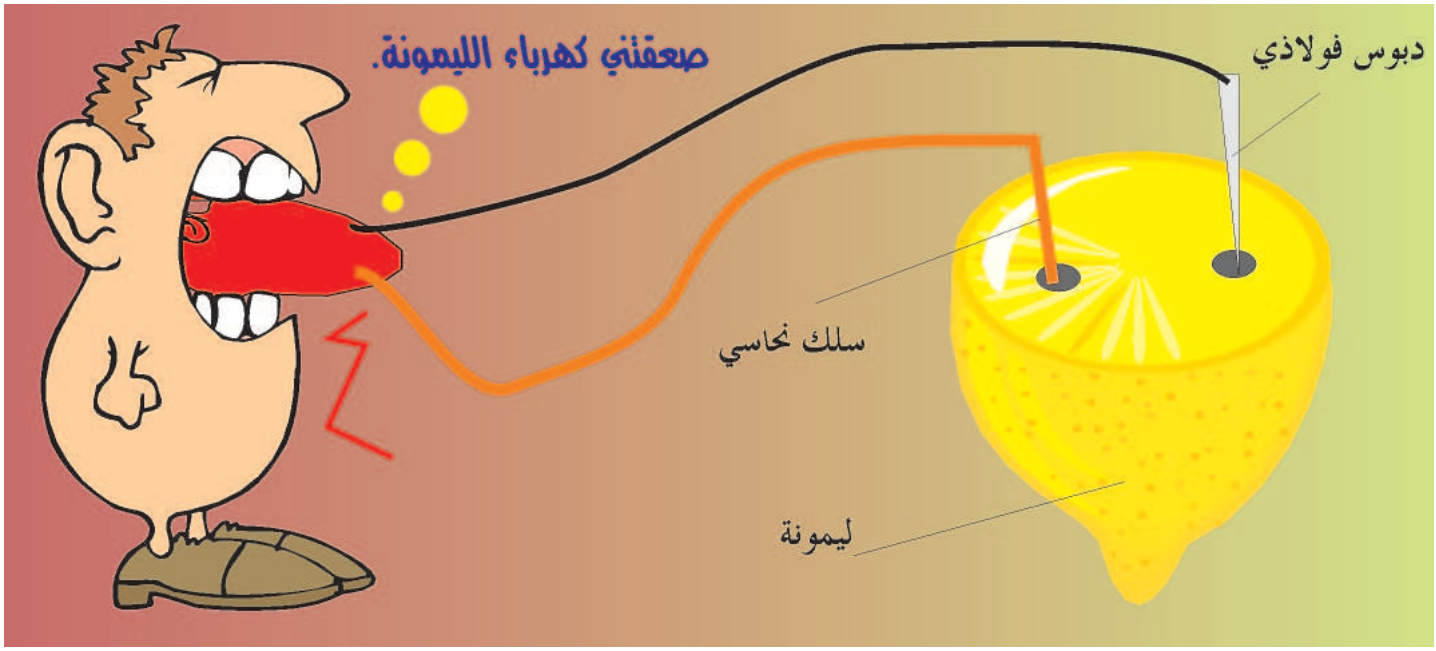
إلامَ نحتاج في هذه التجربة؟ إلى سلك نحاسي، دبوس فولاذي كدبوس الأوراق، ليمونة أو اثنتين، مقصات للأسلاك.

كيف نصنع البطارية؟

قَصَّ 5 سم من سلك النحاس العاري بالمقص السلكي. أدخل الدبوس الفولاذي وسلك النحـــاس داخل الليمونة. اعصر الليمونة بلطف بيدك دون أن ينفجر جلد الليمون بحيث تستدير الليمـــونة على المنضدة وبضغط بسيط عليها فقط. بلل لسانك باللعـــاب ثم قرب لسانك الرطب من نهاية السلكين: الفـــولاذي والنحاسي. ماذا تحس؟ ألا تشعر بوخز على طرف لسانك وتذوق معدنيّ؟

التفسير العلمي

إن بطارية الليمون تدعى البطارية الفولطية؛ إذ يحدث تغير للطاقة الكيميائية وتتحول إلى طاقة كهربائية. فالبطـــارية تتكون من معدنين مختلفين هما: « الدبوس الفولاذي الورقي والسلك النحـــاسي»، حيث إن الأقطاب تكون موضوعة في سائل؛ وهو عصير الليمون الحامض، وبذلك تتجمع زيادة من الإلكترونات في واحد من نهاية الأقطاب الكهربائية، وبذلك يكون الإلكترون مفقوداً من القطب الكهربائي الآخر، وعند لمس الأقطاب الكهربائية باللسان تغلق الدائرة وتسمح للتيار الكهربائي الصغير بالتدفـــق. وتُنتج ليمونةٌ واحدة حوالي (0,7 فولت).



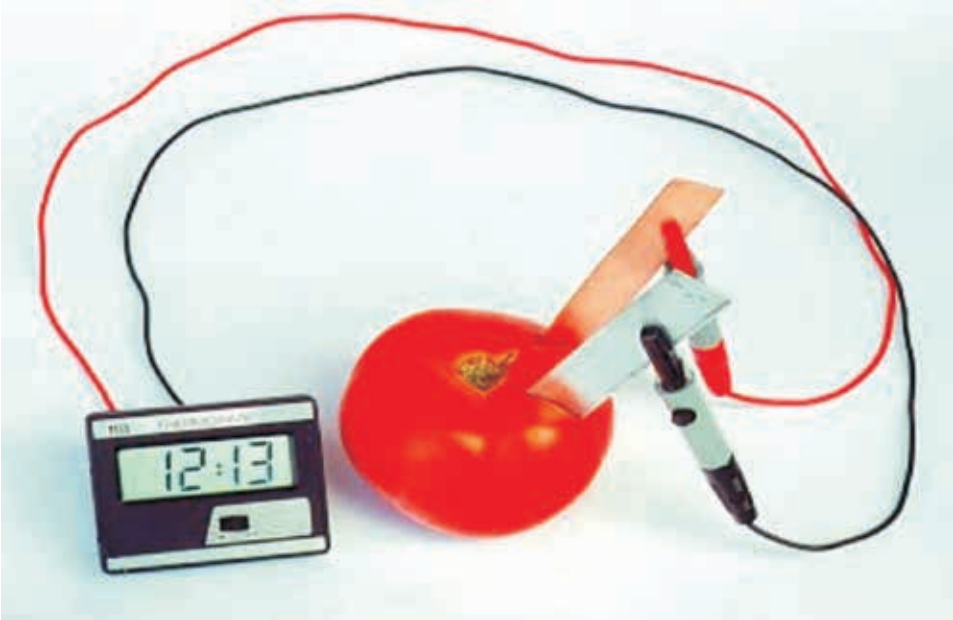
بطارية من البندورة (الطماطم)

التجربة

اغرز قطعة من سلك نحاس و قطعة من الزنك (التوتياء) في حبـــة بندورة عادية نيئة، والآن لو أخذت سماعة تلفـــون شائعة الاستخدام و جعلت طرفي السلك الذي فيها يلامسان قطعـــتي السلك المغروزتين في البندورة لسمعت صوت طقة واضحة عند إجراء التلامس (هذا يعني وجود تيار كهربائي).

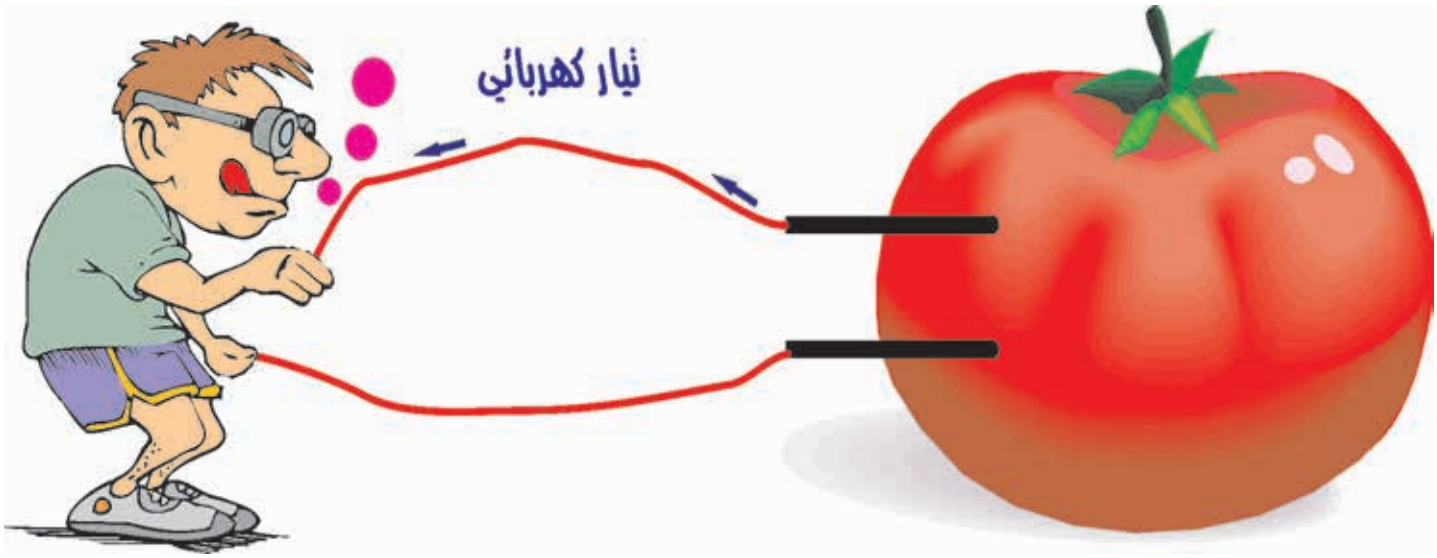
التفسير

هذا الصوت ناجم عن وجود تيار كهربائي حاصل في حبة البندورة تماماً كما يحدث في البطارية الصغيرة عند ضعفها خصوصاً، ونعلل ذلك كيميائياً بتأثير عصير أو سائل حبة البندورة في كل من قطعتي السلكين المعدنيين مما يسبب حصول طاقة كهربائية.



العصائر كافة في الخضار والفاكهة ناقلة للكهرباء؛ وهذا يعني أنها يمكن أن تشكل بطارية ضعيفة عند وجود معدنين مختلفين فيها.

التيار الحاصل في مثل هذه البطارية ضعيف بدرجة كبيرة، بحيث يصعب أحيـــاناً قياسه، وهو من فئـــة الميلي أمبير.



بطارية التركيز المختلفة

لتنفيذ هذه التجربة نحتاج إلى المواد التالية:

- شريحتين (قضيبان) من النحاس.
- وعاء صغير للمحلول المركز.
- كبريتات النحاس 50 غراماً.
- مقياس فولت.
- وعاء كبير مناسب لاستيعاب وعاء آخر صغير داخله.
- أنبوب بلاستيكي (لتحريك المحلول).
- نصف لتر من الماء المقطر.
- سلك نحاسي عدد2 .

إعداد هذه التجربة وتحضيرها سهل جداً، وتتلخص فكرة التجربة في صنع بطارية تعمل على فرق التركيز بين محلولين. تستمر البطارية في العمل إلى أن يتساوى التركيزان.

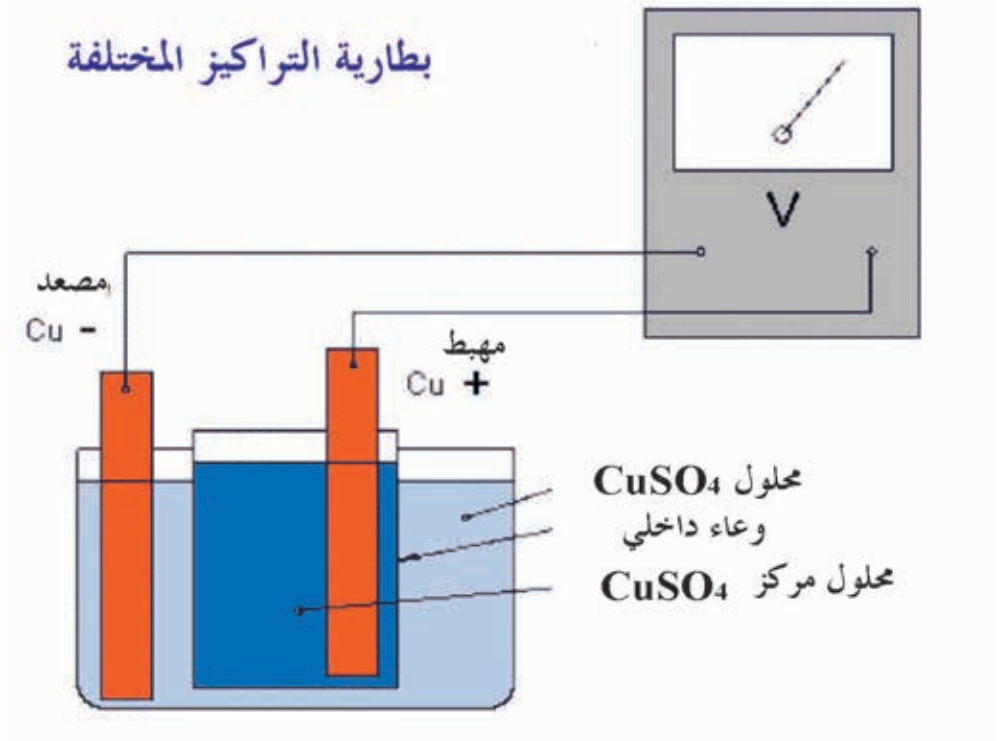
نستخدم في هذه التجربة معدن النحاس فقط ومحلول كبريتات النحاس بتراكيز مختلفة.

نضع في الوعاء الداخلي المحلول المركز (30غ من كبريتات النحاس في 100ميلي لتر من الماء المقطر).

ونضع في الوعاء الخارجي المحلول الممدد (2غ من كبريتات النحاس في 100ميلي لتر من الماء المقطر).

عند وصل مقياس الفولت إلى الدارة (كما في الشكل)، سيشير المقياس بالمؤشر إلى وجود جهد كهربائي في الدارة.

نلاحظ أن هذه البطارية تستخدم النحاس فقط (المَصْعد والمَهْبِط) بعكس البطاريات الأخرى.



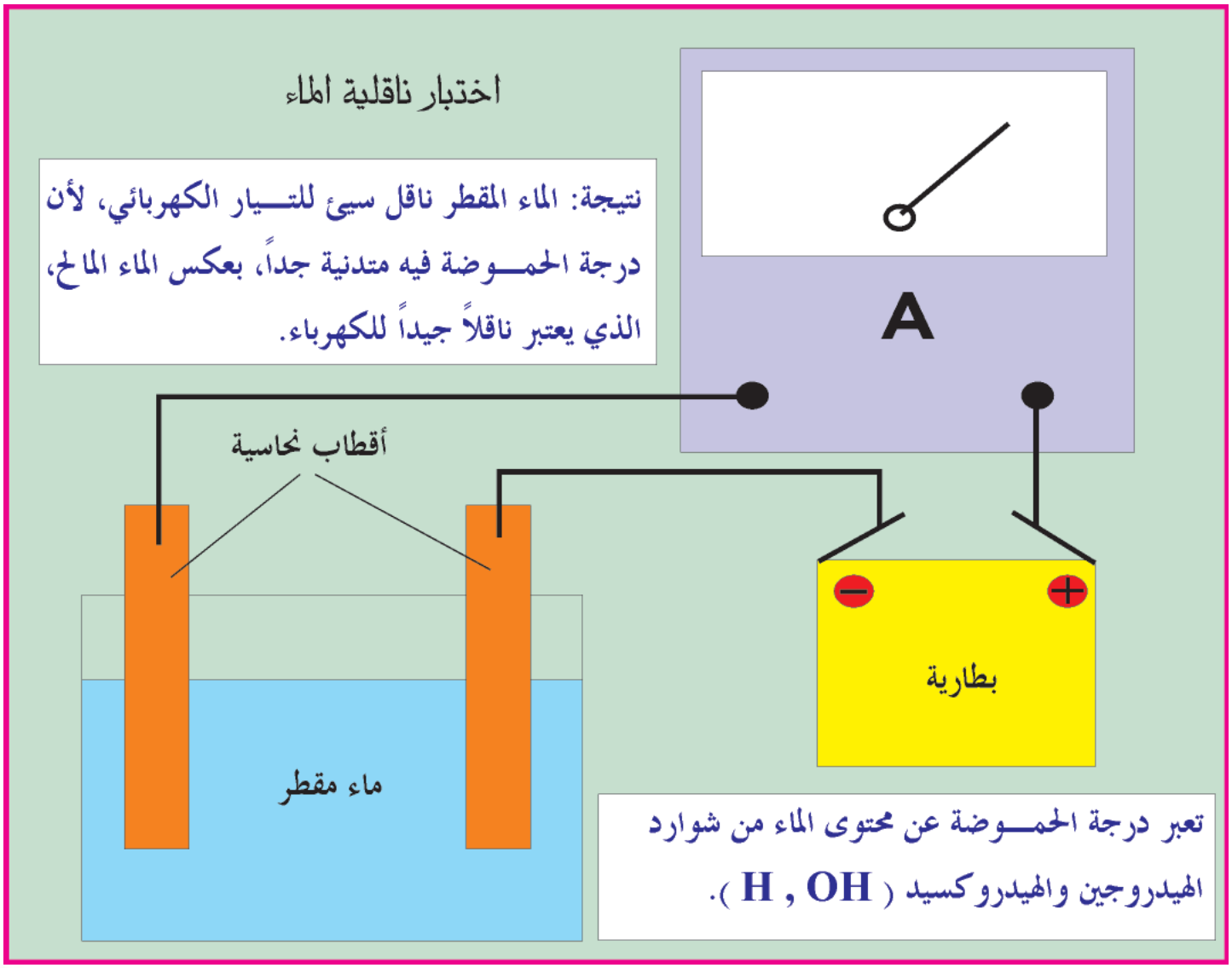
اختبار ناقلية الماء

يمكننا اختبار ناقلية بعض المواد للكهرباء، وفي هذه التجربة نختبر ناقلية الماء للكهرباء. نحتاج في تنفيذ التجربة إلى المواد التالية:

1- وعـــاء كبير 2- ماء مقطر 3- مقياس أمبـــير 4- ملح 5- قضيبين من النحـــاس 6- أسلاك توصيل 7- بطارية.

نقوم بتوصيل الدارة كما في الشكل. نلاحظ عدم مرور أي تيار كهربائي على مقياس الأمبير (في الحقيقة إن الماء المقطر سائل رديء النقل للكهرباء، وهذا يعتمد على درجة الحموضة أو القلوية للماء).

إذا أذبنا القلـــيل من ملح الطعـــام في الماء المقطر، ووصلنا الدارة مرة أخرى، نشاهد تحرك مؤشر مقياس الأمبير؛ وهو دليل على سريان التيار الكهربائي.



بطارية دانيال

لتنفيذ هذه التجربة نحتاج إلى المواد التالية:

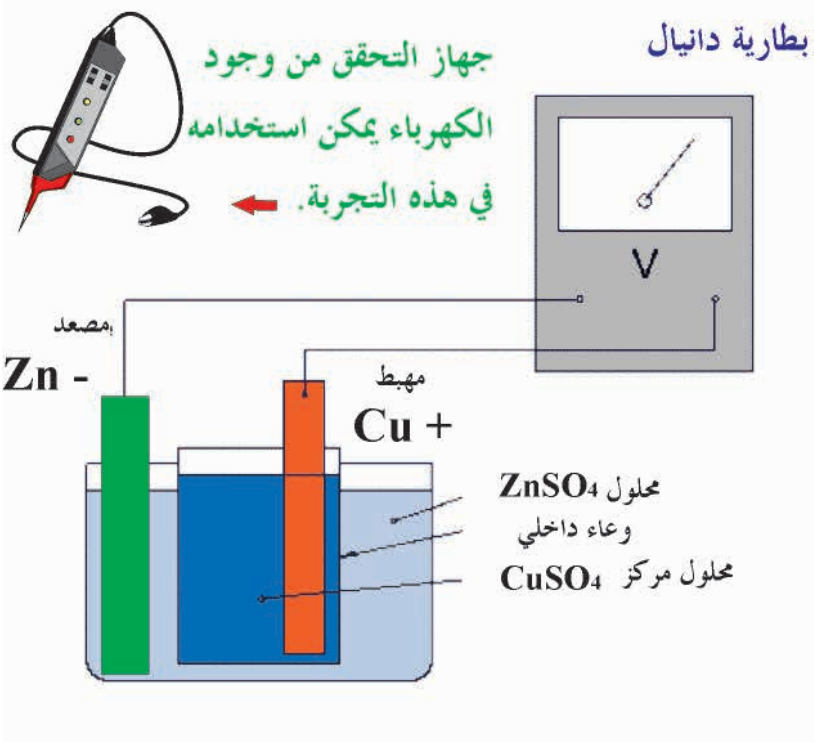
- شريحة (قضيب) من النحاس.
- وعاء كبير مناسب لاستيعاب وعاء آخر صغير داخله.
- وعاء صغير للمحلول المركز.
- أنبوب بلاستيكي (لتحريك المحلول).
- كبريتات النحاس 50غراماً.
- نصف لتر من الماء المقطر.
- مقياس فولت.
- سلك نحاسي عدد 2.
- قضيب من الزنك (التوتياء)
- كبريتات الزنك (التوتياء).

نستخدم في هذه التجربة معدنين مختلفين هما: النحاس والزنك (التوتياء). نضع قضيب النحاس في الوعاء الداخلي الذي يحوي كبريتات النحاس المذاب في الماء المقطر. كما نضع قضيب الزنك في الوعـــاء الخارجي الذي يحوي كبريتات الزنك المذاب في الماء المقطر.

نصل الدارة مع مقياس الفولط، فنشاهد تحرك مؤشر المقياس، وهو دليل على وجود جهد كهربائي تقدر قيمته بحوالي 1,1 فولط.

نتيجة:

إن الجهد الكـــهربائي المتولد في هذه البطـــارية أكبر منه في البطاريات السابقة، وتتعلق قيمة الجهـــد الكهربائي المتولد على تراكيز المحاليل ومساحة سطح التلامس للقضيب المعدني بالمحلول.

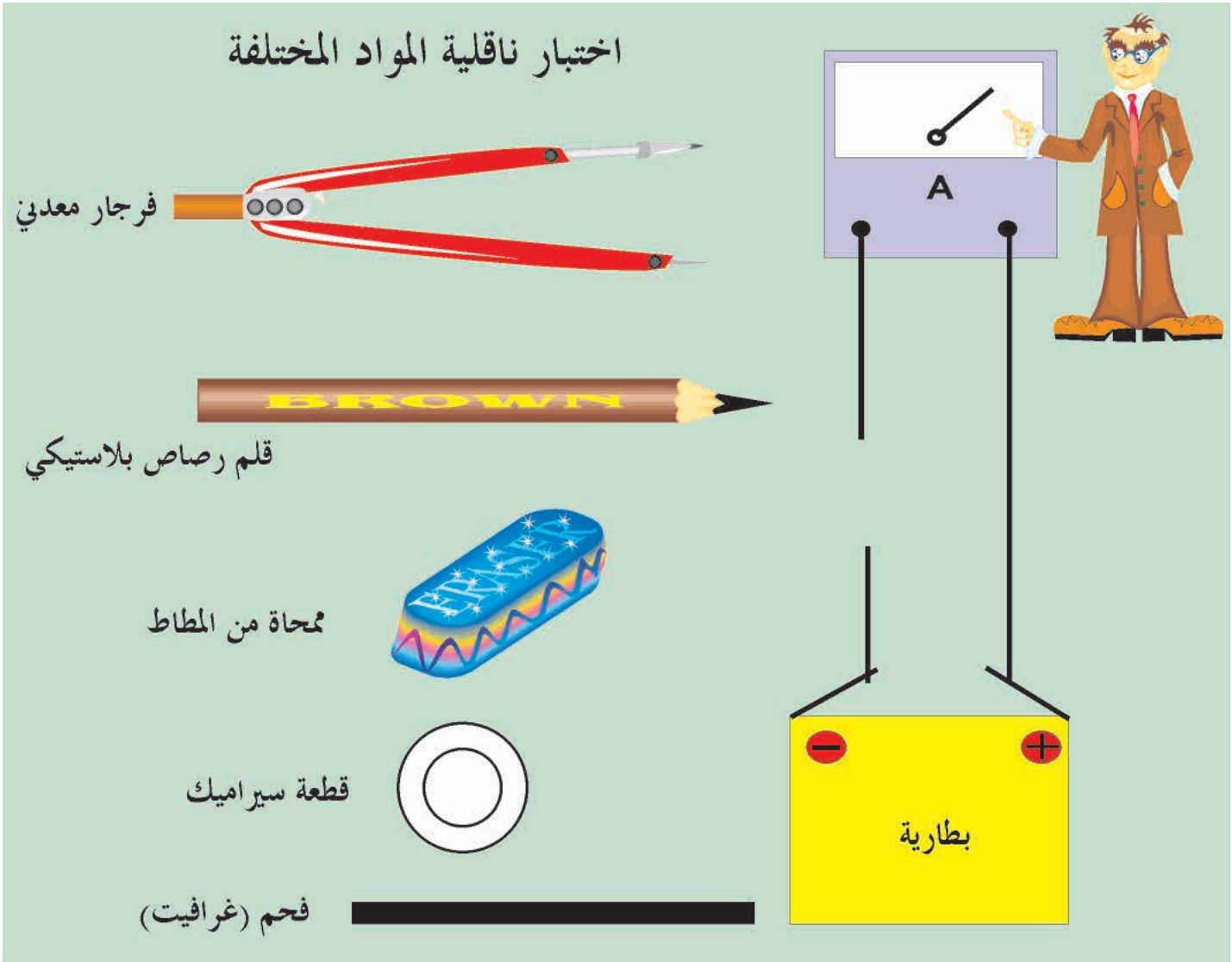


اختبار ناقلية المواد المختلفة

نختبر في هذه التجربة ناقلية بعض المواد للتيار الكهربائي، ونحتاج إلى بعض المواد المختـــلفة ودارة كهربائية بسيطة كما في الشكل؛ وهي مؤلفة من:

بطارية، مقياس للتيار الكهربائي (ويمكن استبداله بلمبة صغيرة لبيان مرور التيار كهربائي)، أسلاك ناقلـــة لاستكمال الدارة. كما نحتاج إلى مواد مختلفة مثل: فرجار (بِرْكار) مدرسي معدني، ممحاة من المطاط، قلـــم رصاص بلاستيكي، قطعة صغيرة من السيراميك، قضيب من الفحم (الغرافيت: يمكن الحصول عليه من حشوة قلم الرصاص). نستخدم المواد السابقة لإكمال الدارة الكهربائية وتوصيلها فنجد:

المعادن (الفرجار) تنقل التيار الكهربائي جيداً. البلاستيك (قلم الرصاص البلاستيكي) غير ناقل للتيار، بينما قطعة الغرافيت ناقلة للتيار (التيار ضعيف). قطعة السيراميك والممحاة لا تنقلان التيار الكهربائي.



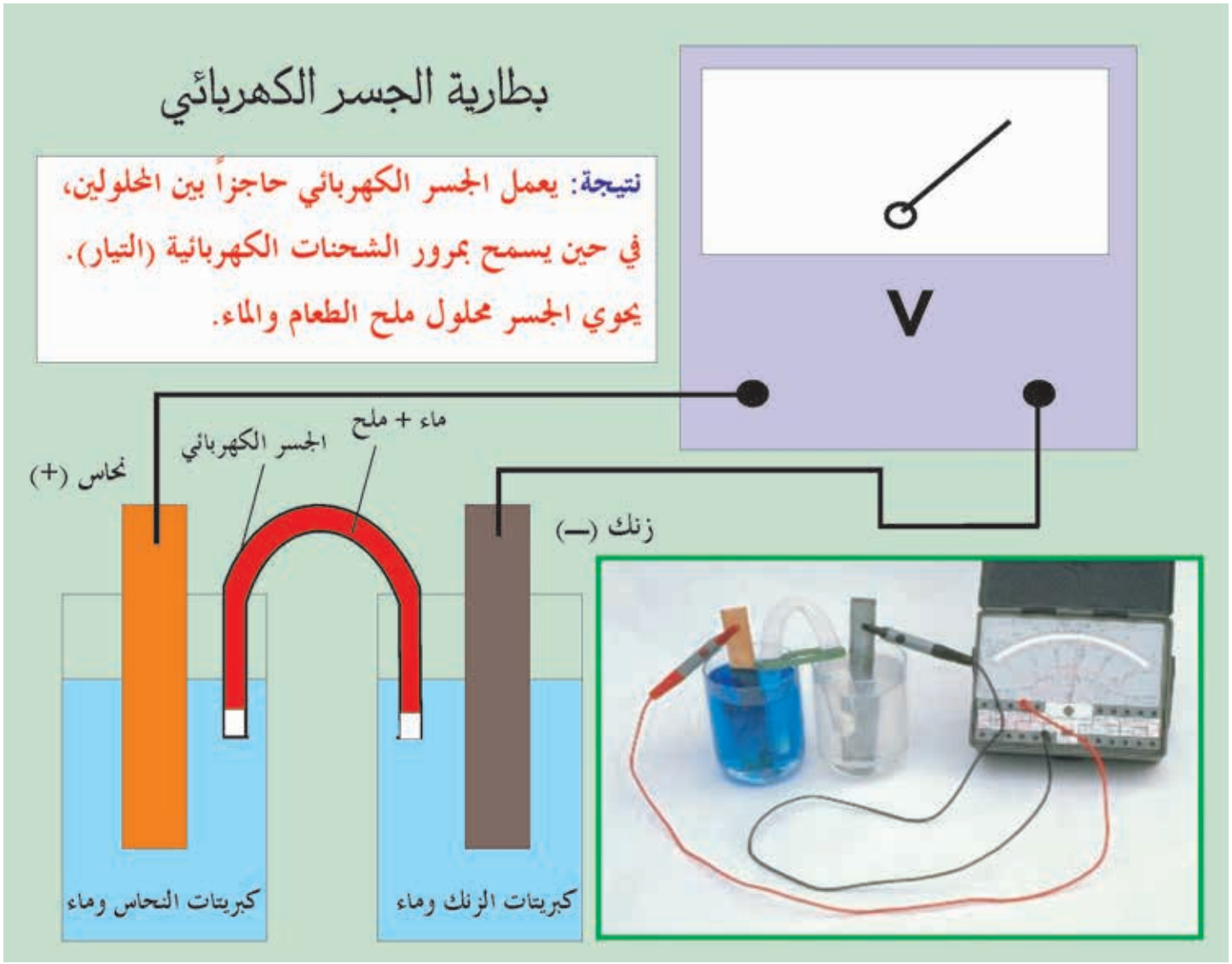
بطارية الجسر الكهربائي

لتنفيذ هذه التجربة نحتاج إلى المواد التالية:

شريحة (قضيب) من النحاس، وعاء أول لمحلـــول كبريتات النحاس، وعاء آخر لمحلـــول كبريتات الزنك، قضيب من الزنك، أنبـــوب بلاستيكي (الجسر الكهربائي ويضم محلول ملح الطعام)، كبريتات النحاس، مقياس فولت، سلك نحاسي عدد 2 ، كبريتات الزنك (التوتياء)، قطن (لسد فتحتي الجسر).

نوصل الدارة مع مقياس الفولـــط كما في الشكل. نغلق فتحتي الجسر المملـــوء بمحلول الماء والملح لمنع تلامس المحلولين (كبريتات النحاس وكبريتات الزنك). نلحظ مرور تيار كهربائي وتحرك مؤشر المقياس.

ويمكن استخدام عدة جسور كهربائيـــة تربط بين أوعية مختلفة (بالطريقة السابقة نفسها) للحصـــول على بطارية ذات جهد كهربائي أكبر.

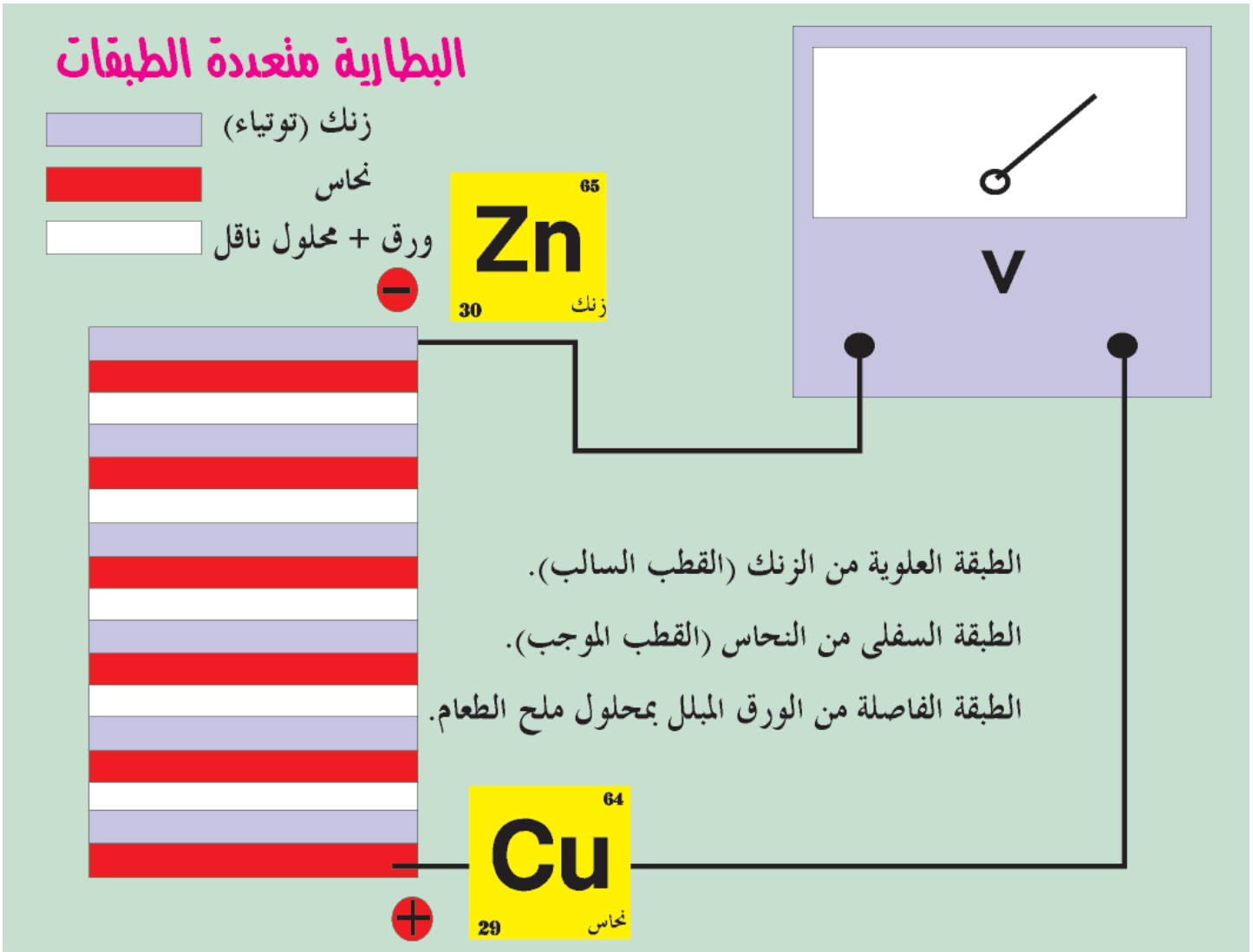


البطارية متعددة الطبقات

نحتاج في صناعة هذه البطارية (متعددة الطبقات) إلى المواد التالية:

- ست شرائح أو أقراص من النحاس.
- ست شرائح أو أقراص من الزنك (التوتياء).
- محلول ناقل (يمكن أن يكون: عصير الليمون، محلول ملح الطعام).
- مقياس للجهد الكهربائي (مقياس فولط).
- أسلاك توصيل.

نقوم بوضع طبقات النحـــاس والزنك بعضها فوق بعض، ويفصِل بينها الورق المبلل بالمحلول الناقل (ملح الطعـــام أو الليمون). والطبقة العلـــوية من الزنك، هي القطب السالب للبطارية، بينما الطبقة السفلى من النحاس، هي القطب الموجب للبطارية. وعند وصل الدارة، سيقيس الجهاز وجود جهد كهربائي.



بطارية النحاس

بطارية النحاس تشبه في المبدأ بطارية التراكيز المختلفة، ولكنها تختلف في طريقـــة تركيب البطارية فقط،

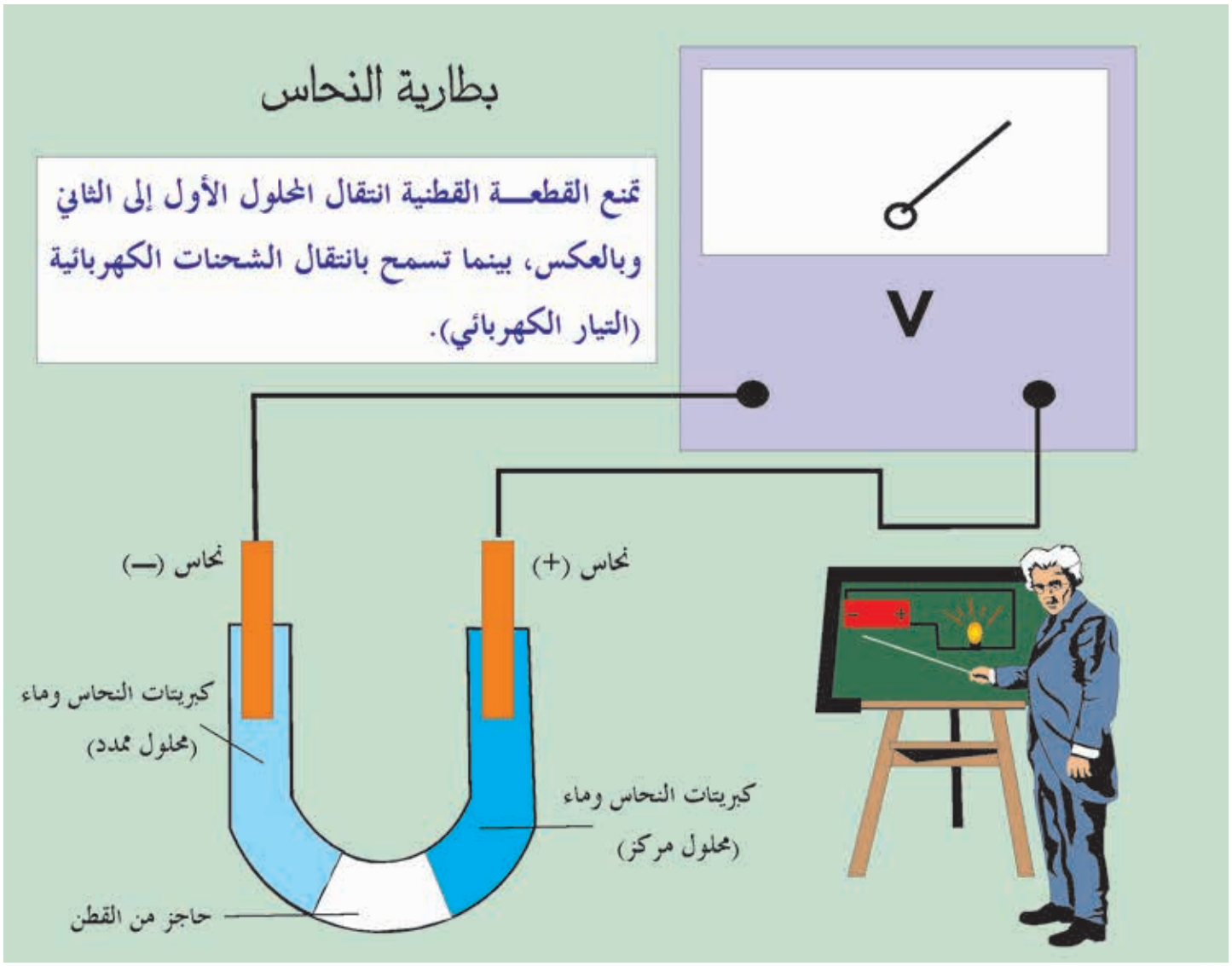
لتنفيذ هذه التجربة نحتاج إلى المواد التالية:

شريحتين (قضيبين) من النحـــاس، أنبـــوب بلاستيكي (كبير لتوضع المحاليل والقضبان النحاسية بداخله)، كبريتات النحاس، نصف لتر من الماء المقطر، مقياس فولت، سلك نحاسي عدد 2.

توضع القطعة القطنية في الأنبوب كحـــاجز بين محلولي كبريتات النحـــاس مختلفي التركيز، ويتم وضع القضيبين النحاسيين في فُوَّهتي الأنبوب ويوصلان إلى قطبي مقياس الفولط.

عند وصل مقياس الفولت إلى الدارة (كما في الشكل)، سيشير المقياس بالمؤشر إلى وجود جهد كهربائي في الدارة.

نلاحظ أن هذه البطارية تستخدم النحاس فقط (المصعد والمهبط) بعكس البطاريات الأخرى.

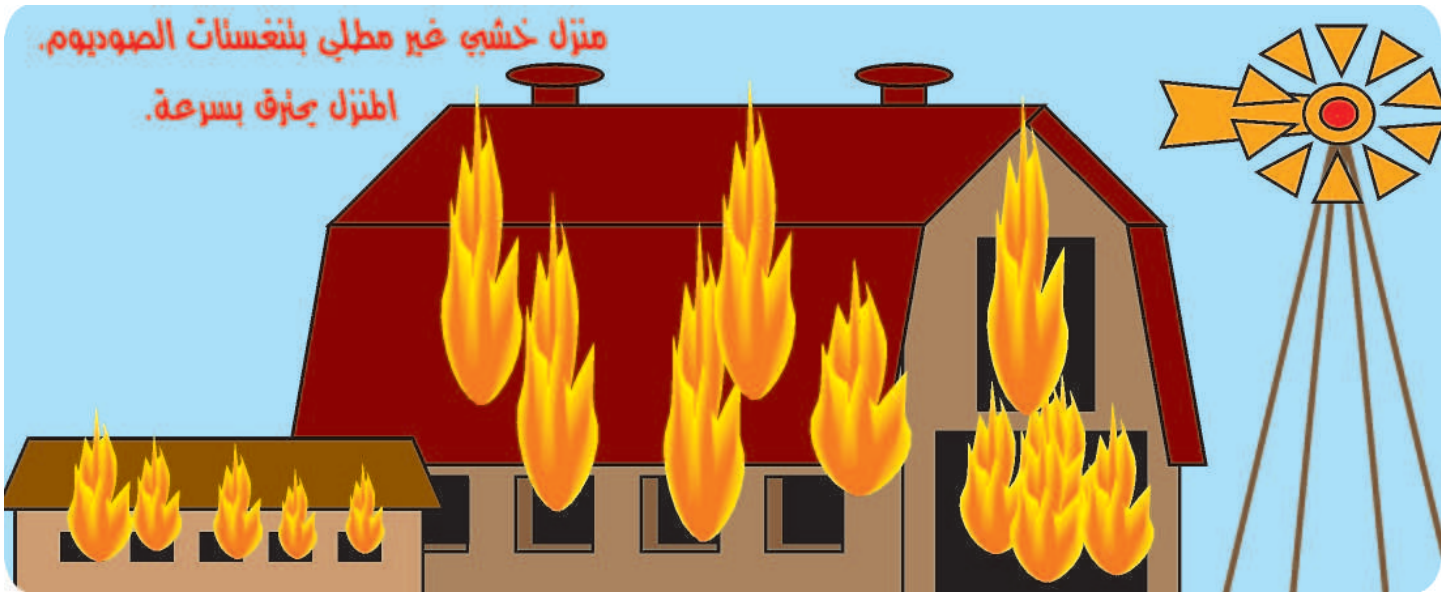


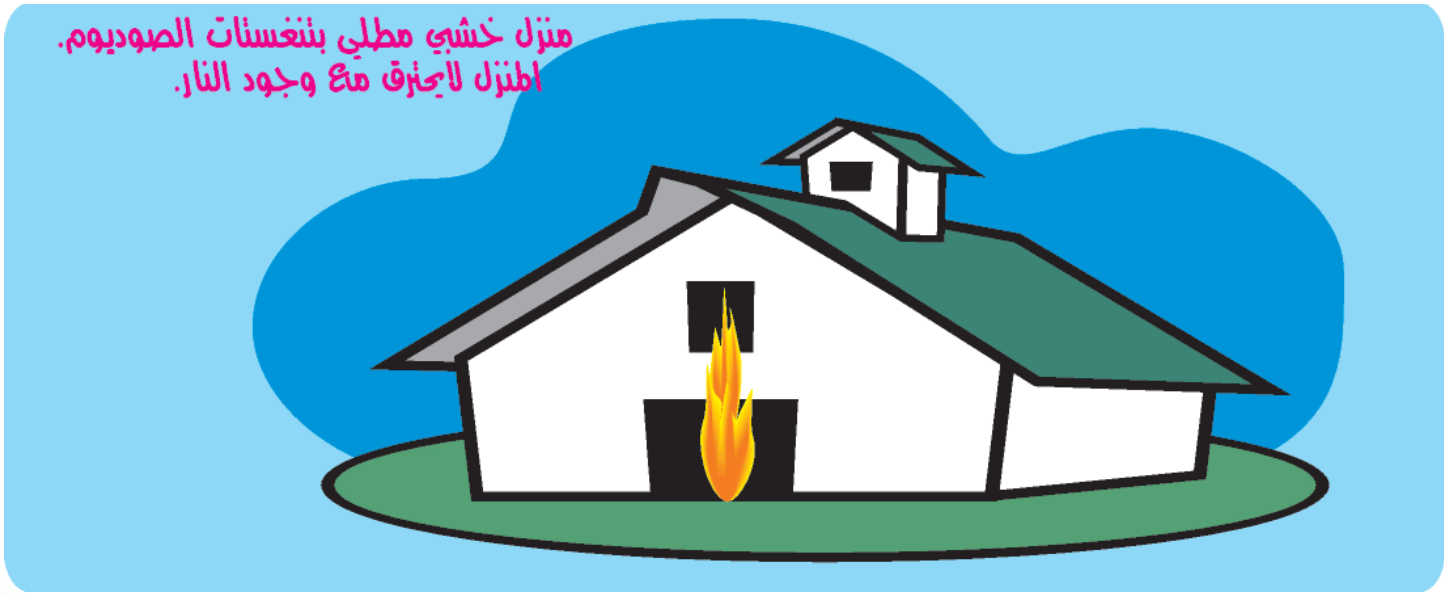
وقاية المواد من الحريق

هذه التجربة مهمة جداً لحماية المواد من الحريق. وعلينا تحضير محلول يدعى «تنغستات الصوديوم»، أو شراءه جاهزاً من الأسواق.

نقوم بدهن المواد بهذا المحلول (الأسطح الخشبية أو البلاستيكية القابلة للاحتراق). يعدّ هذا المحلول من المـــواد غير القابلة للاشتعال، وعند طلاء المواد المختلفة به يشكل طبقـــة عازلة تمنع المواد من الاحتراق، ويشكل حاجزاً فعالاً ضد النار.

يستخدم هذا المحلول خصوصاً في طلاء الأخشاب المعدة لبناء المنازل، حيث تُغطس الألواح الخشبية فترة كافية في هذا المحلول، ثم تجفف جيداً، وعندها تكون جاهزة للاستخدام.





تجربة الحج والكيمياء

المواد المستخدمة

نترات الأمونيوم، ماء نقي، أكياس نايلون قوية ومتوسطة.

طريقة العمل

1ــ توضع كمية من الماء بحسب الحاجة في كيس نايلون نظيف وقوي.

2 ــ يضاف إلى الكيس كمية كافية من نترات الأمونيوم ثم تربط فُوَّهة الكيس.

3 ــ يُرَجُّ الكيس حتى تذوب الأمونيوم كلياً.

4 ــ بعد إكمال عملية الذوبان لنترات الأمونيوم يُمسَك الكيس باليد حيث يُحَسُّ ببرودته.

5 ــ للحصول على المزيد من التبريد تضاف كمية أكبر من نترات الأمونيوم الى الماء.

الاستنتاج

يستطيع الحاجّ بكمية بسيطة من مادة كيماوية تفيده في تبريد أجزاء من جسمه حين الحاجة.

تلميع الفضة

عندما تتأكسد الفضة فإن بريقها يزول مع الزمن، ويمكن أن يعاد تلميـــع الفضة دون خَدْشٍ أو صقل، وإنما فقط بتغطيس الفضة في هذا الحمّام الكهروكيماوي غير السامّ.

وميزة استخدام الحمّـــام أو المِغْطَس هذا هي أنه يمكّننا من تلميع كافة الأماكن التي لا تستطيع القماشة المستخدمة في التلميع أن تصل إليها .

ضع في وعاء كبير (وعاء تحضير الكاتو مثلاً) صفيحة من رقائق الألمنيوم المستخدمة في التغليف. وأضف الماء الساخن في حالة الغليان إلى هذا، ثم أضف ملح الطعـــام وبيكربونات الصـــوديوم $NaHCO_3$ «البيكنج باودر » بنسبة 1 ملح طعام إلى2 بيكربونات (أي نسبة تختارها أنت؛ يعني: حجماً أو وزناً).

ضع القطعة الفضية في الوعاء هذا بحيث تلامس رُقَاقَةَ الألمنيوم وتتوضـــع فوقها، وستلحظ زوال هذه الطبقة العاتمة.

اترك قطعة الفضة 5 دقائق ثم أخرجها، عندها ترى أنها أصبحت نظيفة. اشطف قطعة الفضة بالماء ثم نشفها بقطعة قماش رقيقة .

ملاحظة

من الأفضل حفـــظ الفضة في أماكن منخفضة الرطوبة، ويمكن تحقيـــق ذلك بوضـــع القليل من الفحم الفعال إلى جانب قطعـــة الفضة أو وضع قطعة من الطبشور إلى جانبها.

ملاحظات مهمة أخرى:

انتبه عند تنظـــيف قطعة الفضة لأن الطبقات الرقيقة من الفضة قد تتآكل في حال زيادة فترة تنظيفها مما يضر بالقطعة.

و لا تعرّض الفضة لأي مـــادة تحتوي الكبريت في تركيبها مثل البيض والمايونيز والخردل مثلاً؛ لأن الكبريت يسبب تآكل الفضة.

فوران حمض الخل

المواد المطلوبة: خل طعام (أبيض ويمكن استخدام خل التفاح)، باكينج باودر (خل الكيك)، يسميه بعضهم «باكينج صودا».

طريقة العمل:

ضع ملعقه شاي من الباكينج باودر في صحن أو كأس، وضع عليها ملعقة إلى ملعقتين طعام من الخل تَرَ فوراناً جميلاً، وكلما زادت كمية «الباكينج باودر» زاد الفوران (مع استخدام كمية مناسبة من الخل).

ماذا يتصاعد ؟

الذي يتصاعد هو غاز ثنائي أكسيد الكربون.

وهذا التفاعل يسمى «مطفأة الحريق»؛ لأنه تقريباً المبدأ نفسه الذي يقوم عليه عمل مطفأة الحريق التي تطلق ثنائي أكسيد الكربون لإخماد الحريق أيضاً.

ضع كمية من الباكيج بودر في بالون، واسكب كمية من الخل واربط البالون بسرعة، ثم رجّ البالون جيداً. حاول أن تُكْثر من كمية الباكينج باودر والخل كي يزداد تصاعد غاز ثنائي أكسيد الكربون.سوف ينتفخ البالون وهو مربوط، وتكون بذلك قد أرحت نفسك من عناء نفخ هذا البالون.

الملفوف الأحمر

المواد المستخدمة

ملفوف أحمر، ليمون أو خل، منظف زجاج (الأزرق)، بيكربونات الصوديوم مذاب في الماء، الصودا الكاوية.

طريقة العمل

تقطّع الملفوف الأحمر في قِدْر بحيث يغطيه الماء. كلما قلت كميـــة الماء زادت حدّة لون المحلول الناتج.

تطهو الملفوف على نار هادئة حتى يتلون لون الماء ويصبح لونه أزرق، ثم تجعل المحلـــول يبرد وتوزعه في كؤوس متفرقة لإجراء التجربة عليه بعد ترشيحه.

اعصر نقطة واحده فقط او اثنتين من الليمـــون في إحدى الكؤوس تَرَ تغـــير اللون من الأزرق إلى الأحمر الوردي. وتفعل الشيء نفسه مع الخل أو مع أي مادة حامضية (عصير مثلاً).

وفي كأس أخرى فيها محلول الملفوف ضع القليل من بيكربونات الصوديوم أو منظف الزجاج الأزرق تجد أن اللون يتحول من الأزرق إلى الأخضر.

بالونات الهيدروجين

من المعروف أن الأحماض تتفاعل مع بعض الفلزات ليحلّ الفلز محل الهيـــدروجين في الحمض وينطـــلق الهيدروجين على شكل غاز. وفي هذه التجربة البسيطة نقوم بتحضير غاز الهيدروجين بهذا التفاعل وجمعه في بالون من المطاط الخفيف.

إلامَ تحتاج ؟

1- إلى محلول ذي تركيز عال نسبياً من حمض اليهدروكلوريك (حمض الكلور).

2- محلول مركز من حمض الأسيتيك (الخل)

3- فلز مغنيسيوم

4- قارورتين وبالونين.

طريقة العمل:

1- نضع في القـــارورة الأولى محلول حمض الكلور و في الثانية محـــلول الخل.

2- نضع فلز المغنسيوم (عادةً يكون في شكل شرائح) في كل قارورة ونغلق فوهة كل قارورة بالبالون بحيث يتم حجز الغاز الناتج داخل البالون .

ماذا تلاحظ؟ حدوث تفاعل (فوران) وتصاعد غاز الهيدروجين في كلا القارورتين؛ وتكون كميته في حالة محلول حمض الكلور أكبر منها في محلول الخل حيث نشاهد امتلاء البالون بالغـــاز بشكل أكبر في قارورة محلول حمض الكلور.

ماذا نستنتج؟

تزداد كمية غاز الهيدروجين الناتجة من تفاعل الأحماض مع الفلزات بزيادة قوة الحمـــض، ويمكن جمع غاز الهيدروجين الناتج من التفاعل ببساطة في بالون من المطـــاط الخفيـــف لتوضيح أن غاز الهيدروجين غاز خفيف (أخف الغازات)، حيث يرتفع البالون المليء بغاز الهيدروجين بسرعة في الهواء .

ولكنّي لا أنصحكم باستخدام غاز الهيدروجين لتطيروا به في مناطيدكم لأنه ربما يحدث شيء كهذا الذي في الصورة.

حديقة كيميائية

هذه المجموعة من الأشكال الشبيهة بالنباتات (كما في الصورة) هي بنتيجة تحولات طبيعيـــة وكيمياوية تعرضت لها بعض البِلّورات. ولكي تحصل على مثل هذه الحديقة ..اتبع مايلي :

المواد والأدوات المستخدمة

كبريتات المغنيزيوم، كبريتات الألمنيوم، كبريتات الحديد الثلاثي، كبريتات النيكل، كبريتـــات النحاس، نترات الكوبالت، سيليكات الصوديوم المائية، ماء مقطر، حوض من الزجاج مع غطائة، رمل نظيف.

طريقة العمل

خذ حوضاً من الزجاج مع غطائة وضع فيه طبقة من الرمل. خذ كميـــة في حدود غرام واحد من كل ملح من الأملاح المذكورة أعلاه وافرشها على طبقة الرمل. يتم توزيع بلورات كل ملح في الحوض الزجاجي بشكل متناسق مع مراعاة المسافة بين بلورات كل ملح. تصب في الحوض الزجاجي بلطف سيليكات الصوديوم المائية لتشكل طبقة سماكتها 6 سم. ويصب بعد ذلك الماء المقطر بمقدار ثلث حجم محلول السيليكات (أي بسماكة 2 سم). يغطى الحوض ويترك أسبوعاً دون تحريك. بعدها يُلحظ نمو البلورات في أكثر من اتجاه، ونحصل على أشكال وألوان جميلة.

تجربة احتراق الماء

أولاً: الهدف من التجربة أنها مسلية بغض النظر عن العنوان حيث يمسك أحد الطلاب بكأس زجاجية تبدو فارغة، ثم يملأ هذه الكأس بالماء من الصنبور، ثم يقرب مصدر لهب من سطح الماء، فيشتعل.

المواد المطلوبة

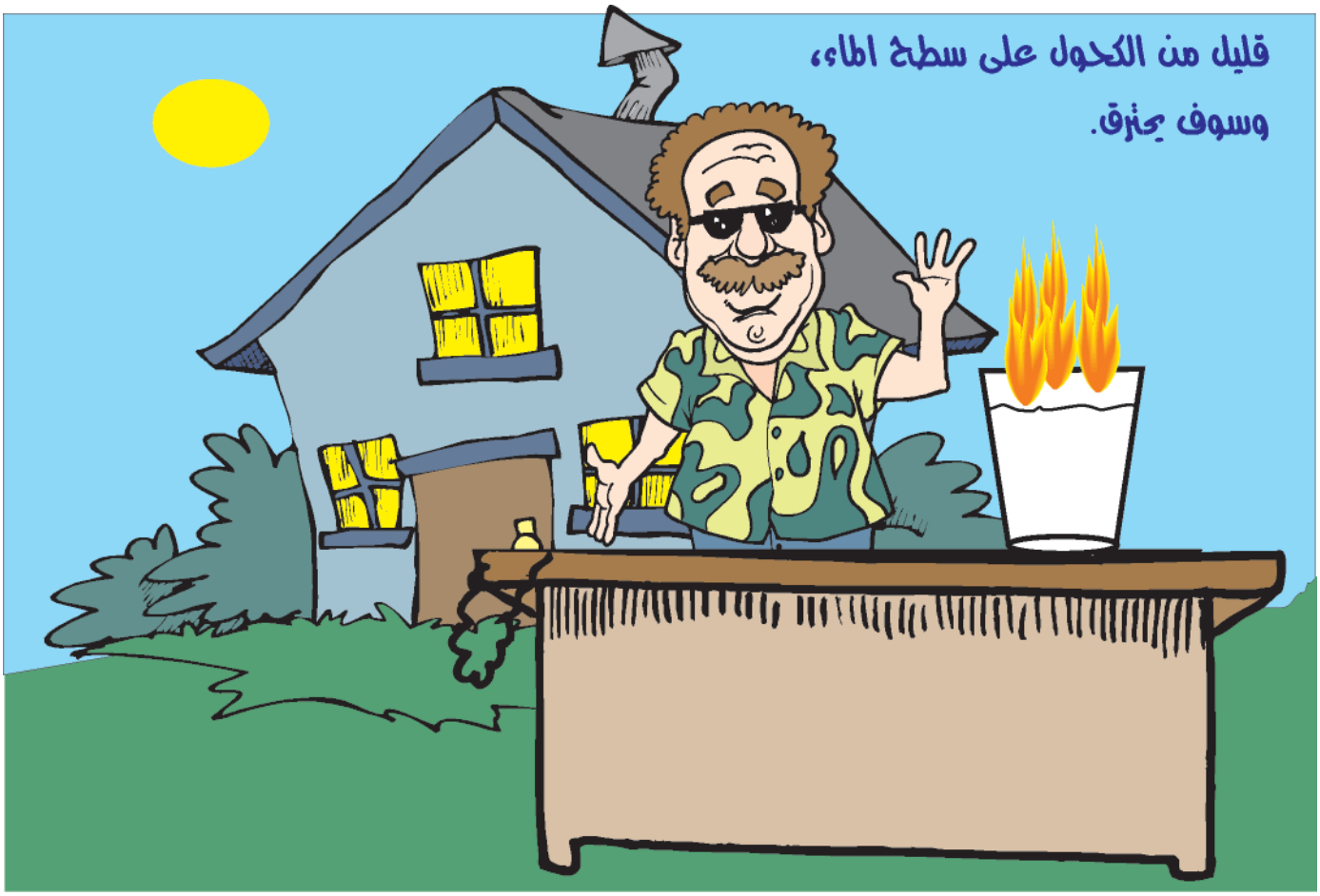
كأس زجاجي فارغ، كحول إيثيلي، ماء، علبة كبريت.

طريقة العمل

1ــ ضع في الكأس كمية قليلة من الكحول وحركها لتتوزع داخل الكأس. سوف تظهــر الكأس وكأنها فارغة. وهذه الخطوة تجهز مسبقاً.

2 ــ املأ الكأس بالماء . سوف يطفو الكحول على وجه الماء.

3 ــ قربْ عود ثقاب مشتعلاً من سطح الكأس يشتعل الكحول ويلحظ المشــاهد أن الماء يحترق (الكحول هوالذي يحترق).



عرض كيميائي مدهش

في الحقيقة ما لدي ليس تجربة بل عرض كيميائي مدهش نوعاً ما. لتنفيذ هذا العرض تحتاج الى :

ملح طعام، ماء، صبغات الطعام، سُحَاحة أو أنبوب رفيع.

في البداية عليك تحضير محلول ملحي مشبع التركيـــز. بعد ذلك اقسم المحلول إلى نصفين. سيكون لديك محلولان (أ) و (ب) بالتركيز نفسه. أضف إلى المحلول (ب) ماء بكمية المحلول نفسها، ثم اقسمه إلى نصفين، أصبح لديك المحلول (جـــ).

أضف إلى المحلول (جـــ) ماء بالكمية نفسها.

أصبح لديك الآن ثلاثة محاليل مختلفة التراكيز، حيث إن تركيز (أ) ضعـــف تركيز (ب)، الذي تركيزه أيضاً ضعف تركيز (جـــ).والآن قم بإضافة صبغة مختلفة اللون إلى كل محلـــول، مثلاً (أ) أحمر، (ب) أزرق، (ج) أخضر. ضع المحاليل في السحاحة واحداً تلو الآخر، تجد تكون طبقات من السوائل الملونة.

شمعة لا تنطفئ

هل تعلم أن ثمة طريقة لصنع شمعة لا تنطفئ بنفخ لهبها، والطريقة الوحيدة لإطفائها هي منع الأكسجين عنها؟

ولكي تقوم بهذه التجربة الرائعة عليك بإحضار قطعة قطنية أو كتّانية وملح طعام وشمعة.

والآن اجعل القطعة القطنية أو الكتانية تتشبع بالملح، ثم لف هذه القطعة المشُبْعَة حول شمعة عادية ثم أشعل شمعتك الرائعة وحاول إطفاءها.

مهما حاولت إطفاء الشمعة، فإنك لن تستطيع ذلك. والسبب في ذلك هو الملح الذي يعطي للقطعة القطنية قدرة كبيرة على الاشتعال، وهي أيضاً تجعل الشمعة تحترق دون توقف.

إشعال ورقة بوساطة الثلج

الكيمياء عا لم عجيب ... نعم يمكن إشعال ورقة بوساطة الثلج؛ وذلك يعتمد على المبدأ التالي:

الفلزات القلوية تتفاعل بشدة مع المـــاء، وينتج عن التفاعل هيدروكسيد الفلز وينطلق الهيدروجين، وهذا سبب حفظ الصوديوم في الكيروسين.

والتجربة هي : لو أدخلت قطعة من الصوديوم أو البوتاسيوم في مقدمة ورقة ملفوفة ثم لمست قطعة الثلج بطرف الورقة تجد أنهـــا تشتعل، لاتحاول العبث معها، لماذا؟

يمكن أن يحدث حريق كبير بهذه الطريقة؛ لأن الصـــوديوم شره جداً للمـــاء، لذلك عليك الحذر عند تقريب الصوديوم من الماء.

بركان قرب بيتك

هل تريد عمل بركان صناعي قرب بيتك؟ إذاً عليك أولاً أن تحفر حفرة في تربة جافة بعمق 25سم، ثم اصنع مزيجاً من مسحوق الكبريت وبُرَادة الحديد الناعمة والماء المعهود حتى يصبح شكل المزيج كالمعجون.

قم بدفن هذا المزيج في الصباح الباكر في الحفرة التي حفرناها قبل قليل. ولكن هذه التجربة تحتاج إلى طقس حار.

بعد عشر ساعات تقريباً سوف ترى أن الأرض تنشق مُحْدثة فُوَّهة بركانية تخرج منها النار والدخان الأصفر المائل إلى السواد وكأنه بركان حقيقي مصغّر جداً.

النار الكيميائية

نأخذ مقداراً قليلاً من برمنغنات البوتاسيوم (ملعقة صغيرة).

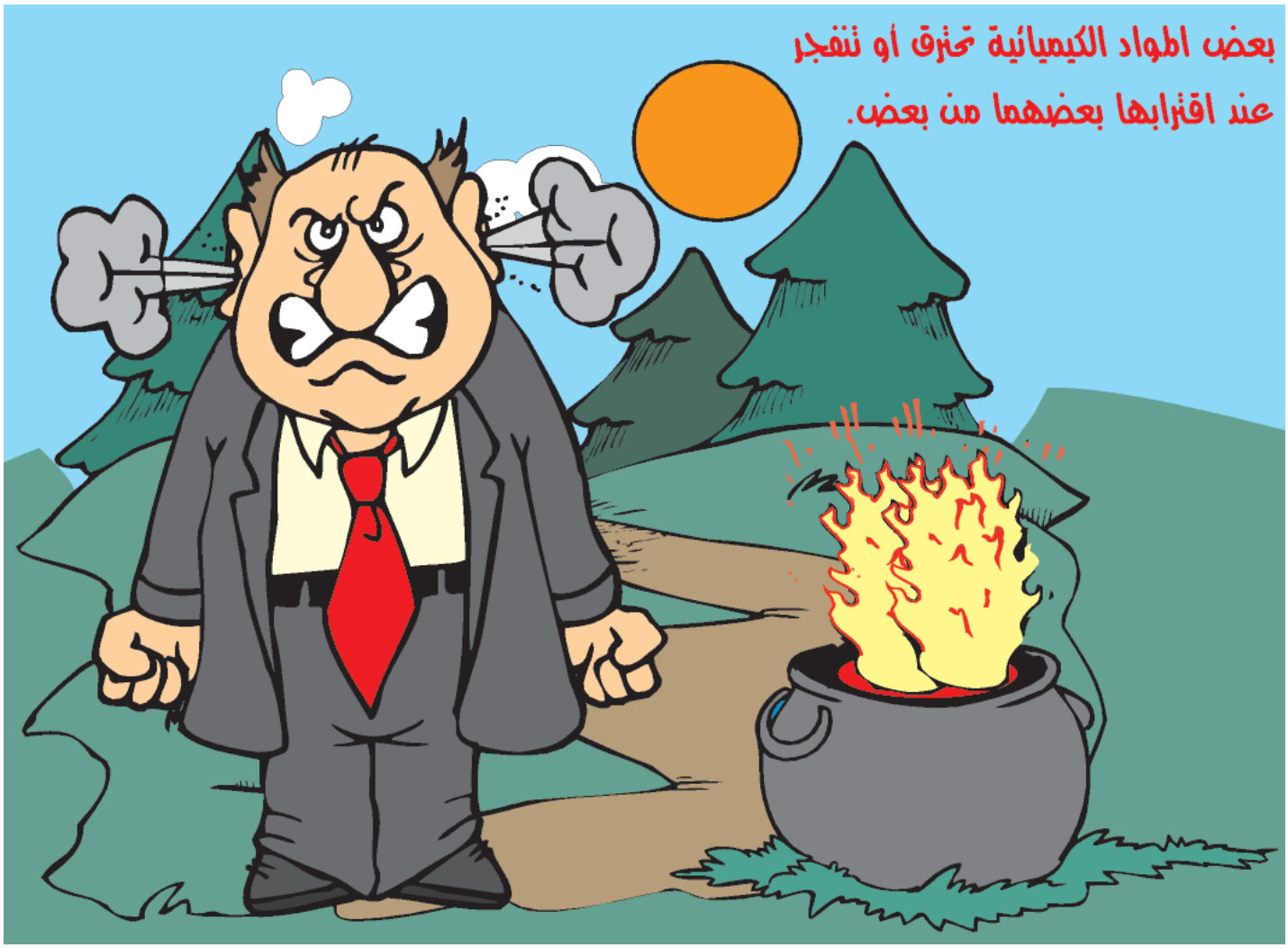
نضع على غطاء معدني2–3 قطرات من الغليسرين.نضع برمنجنات البوتاسيوم الناعمة فوق الغليسرين وننتظر قليلاً.

نشاهد تصاعد أبخرة، ثم اشتعال النار بلون بنفسجي جميل.

ماذا حصل؟

برمنغنات البوتاسيوم والغليسرين مادتان كيمياويتـــان شرهتان للتفاعـــل، وعند تقريب هاتين المادتين إلى بعضهما، يحصل تفاعل كيميائي شديد يؤدي إلى الاحتراق وانتشار كمية كبيرة من الحرارة.

ملاحظة: هذه التجارب الكيميائية تنفذ في مخبر المدرسة، وتحت إشراف معلم مادة الكيمياء.



الغيوم

نضع كمية من «فوق أكسيد الهيدرروجين» في دورق ثم نضيف إليـــها كمية من ثنائي أكسيد المنغنيز، نشاهد تصاعد غيوم كثيفة بيضاء من الدورق. لا تخف فتلك الغيوم البيضاء هي عبارة عن بخار ماء .

ملاحظة

يمكن الحصول على محلول فوق أكسيد الهيدروجين الذي يسمى «ماء الأكسجين» من الصيدليات؛ إذ إنه موفور بتراكيز مختلفة.

يمكن استخدام ذلك التفاعل في عمل بركان حيث تخرج تلك الغيوم البيضاء من فُوَّهة البركان.

ثنائي أكسيد المنغنيز وفوق أكسيد الهيدروجين مادتان كيمياويتـــان شرهتان للتفاعـــل، وعند تقريب هاتين المادتين من بعضهما، يحصل تفاعل كيميائي شديد يؤدي إلى الاحتراق وانتشار كمية كبيرة من الحرارة.

ملاحظة: هذه التجارب الكيميائية تنفذ في مخبر المدرسة، وتحت إشراف معلم مادة الكيمياء.

الكولا الكيميائية

نضع في زجاجة كولا سعة (1,5) لتر حوالي 1410ميلي لتر من الماء.

نضيف 15ميلي لتر من محلول النشاء (النَّشّ عند العرب) بنسبة (واحد بالمئة) أي 0,5 غرام من النشاء في 50ميلي لتراً من الماء.

نضيف 30ميلي لتراً من كبريتيك هيدروجين الصوديوم (0,85 غرام من $NaHSO_3$ في 50ميلي لتراً ماء).

وبعد عدة ثوان يتحول المزيج عديم اللون إلى محلول أسود، ويكون قد تكوّن مركب أسود مائل إلى البنفسجي.

كمية الماء في البيضة

ماهي كمية الماء التي في البيضة؟

يمكننا معرفة ذلك من خلال التجربة التالية:

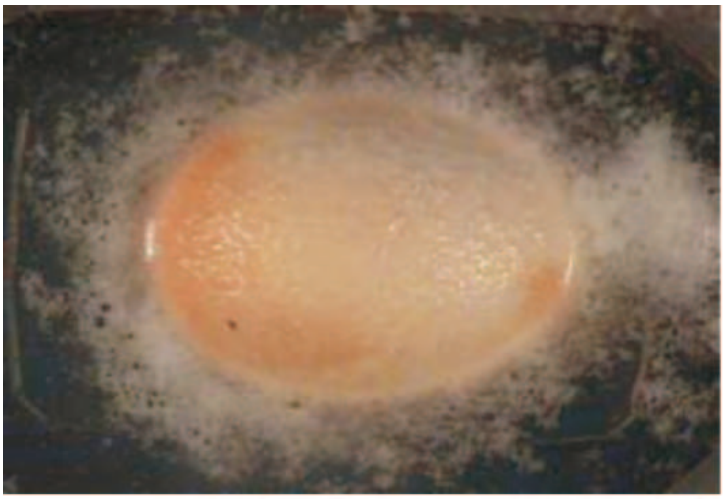
قم بوزن بيضة بوساطة ميزان دقيق.

ـــ انزع القشرة الكلسية بحذر (حتى لاتنكسر البيضة).

ـــ قم بتغطيس البيضة في محلول حمض كلور الماء الممدد (10%) عدة مرات على التناوب، وفي كل مرة قم بإبعاد الرغوة المتشكلة بوساطة الماء الجاري.

ـــ خذ البيضة (دون قشرة) وجففها في مكان دافىء. وأخيراً قم بوزن البيضة على الميزان.

والنتيجة: ثلاثة أرباع وزن البيضة من الماء (وهي النسبة نفسها لحبة البطاطا).



البطاطا وامتصاص الماء

تمتص البطاطا الماء من الأرض في أثناء نموها، ولكن هل يمكن أن تفقد البطاطا الماء بدلاً من امتصاصه؟

في هذه التجربة نقوم بما يلي:

ـــ نأخذ شريحتين متساويتي الطول والعرض والسماكة من حبة بطاطا.

ـــ نضع الشريحة الأولى في ماء عذب، ونضع الشريحة الثانية في ماء مالح.

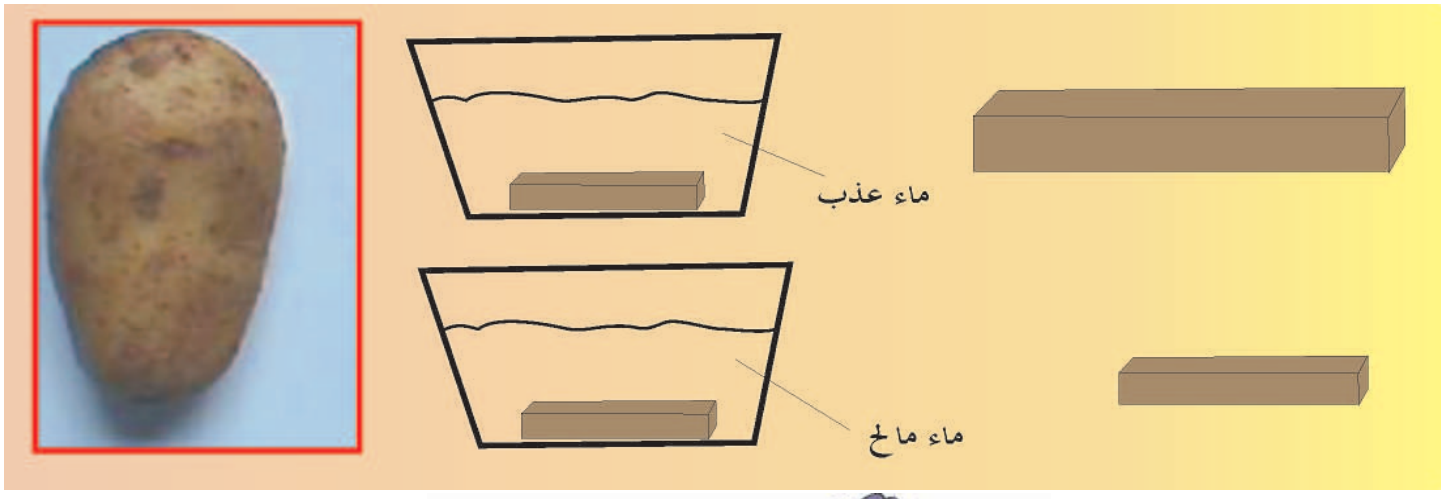
وبعد فترة كافية نجد:

ـــ الشريحة الأولى (في الماء العذب) تصبح أكبر حجماً.

ـــ الشريحة الثانية (في الماء المالح) تنكمش وتصبح أصغر حجماً.

التفسير:

في الماء العذب امتصت شريحة البطـــاطا الماء من الوسط المحيط، بينـــما قام الماء المالح بامتصاص المـــاء من حبة البطـــاطا. والسبب بسيط: وهو ناجم عن اختلاف التركيز بين الوسطين. ينتقل الماء من الوسط الذي في التركيز المنخفض إلى الوسط الذي في التركيز العالي.



النشاء من البطاطا

البطـــاطا محصول هام عرفه الإنسان منذ مئات السنين. تحوي البطـــاطا النشاء؛ وهو مادة غذائية أساسية، إذ يتحول إلى سكريات في أثناء عملية الهضم في المعدة.

كيف نحصل على النشاء من البطاطا؟

اقضَمْ قطعاًصغيرة من البطاطا، وامضغها بشكل جيد، ثم ابصقها في وعاء أو زجاجة. (قبـــل كل مرة حاول أن تجمع كمية كافية من اللعاب في فمك).

ماذا تلاحظ؟

بعد وقت قصير تشاهد طبقة بيضاء في قعر الوعاء، وهي النشاء (النَّشُّ).

بياض البيض السائل يصبح صلباً

عرفنا في تجربة سابقة أن ثلاثة أرباع وزن البيضة هو من الماء. السائل الشفاف في البيضة يدعى «بياض البيض».

والآن إلى التجربة:

امزج 5 ميلي لترات من بياض البيض مع 10ميلي لترات من الماء، بعد إضافة قليل من ملح الطعام إلى المزيج.

والآن عندما تنفخ في المزيج أو تحركه جيداً تتشكل كمية كبيرة من الرغوة.

اقسم المزيج إلى أربعة أقسام، وضع كل قسم في كأس.

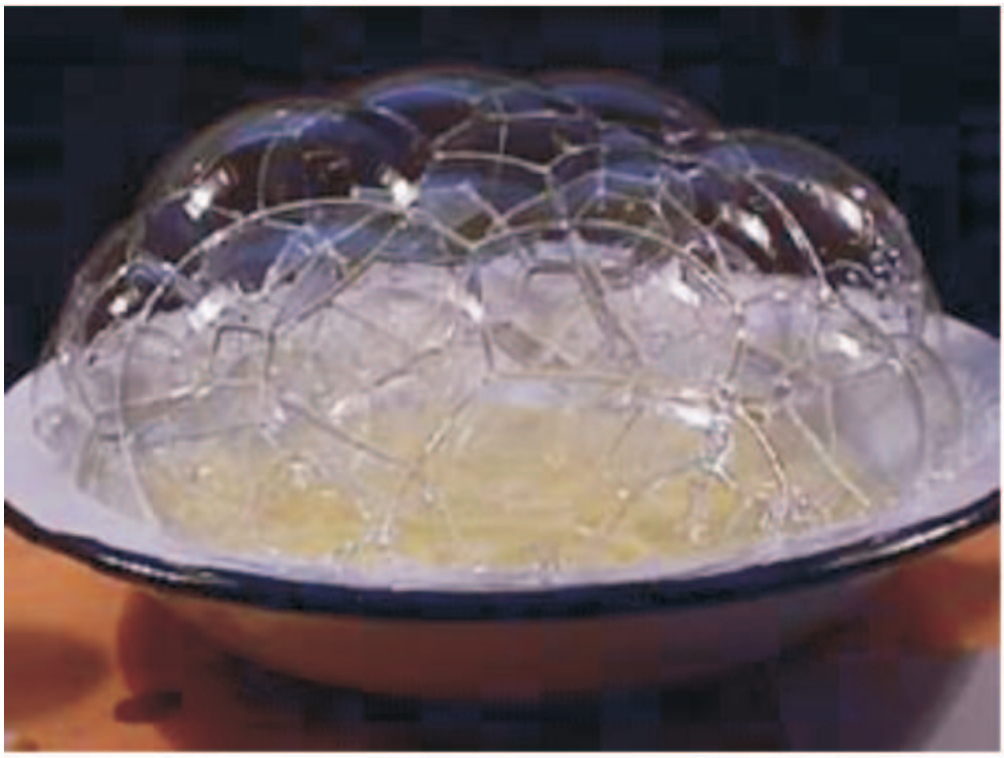
الكأس الأولى يبقى على حالها (كتجربة اختبار). سخّن الكأس الثانية قليلاً على النار. وضع في الكأس الثالثة قليلاً من حمض كلور الماء. وضع في الكأس الرابعة قليلاً من كبريتات النحاس.

ماذا يحدث؟

عند التسخين، وأيضاً عند إضافة حمض كلور الماء وكبريتات النحاس نشاهد تشكل مادة صلـــبة من بياض البيض.

التفسير

جزيئات بياض البيض تتضرر كثيراً في أثناء التسخين، وبسبب الحموض وأملاح المعادن الثقيلة،وبالتالي تفقد قوامها السائل وتتحول إلى مادة صلبة.



صناعة الأجبان

في الحليب مادة غذائيـــة أساسية بالإضافة إلى الدسم هي «مادة الجبـــنة». وحتى تنشأ الجبنة من الحليب يجب أن تصبح هذه المادة حامضية، حيث تصبح هذه المادة سميكة عادة بفعل بكتيريا حمض اللبن .

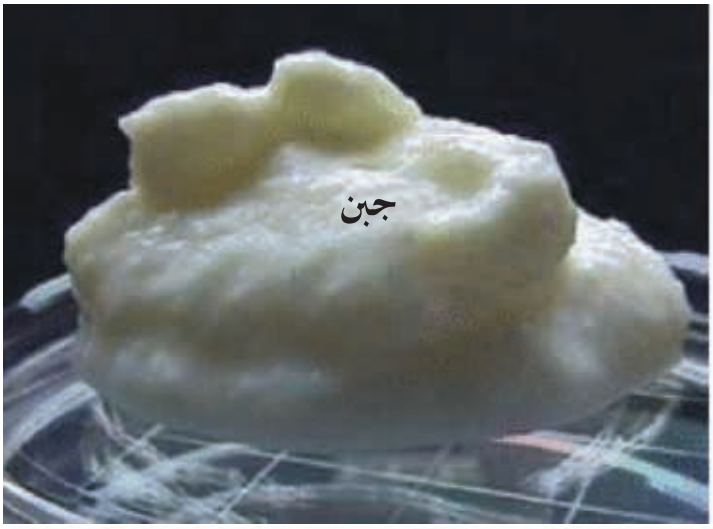
لكن إن أردنا أن نسرّع هذه العملية علينا استخدام الخل (أو حمض اللبن).

والآن إلى تجربة صناعة الجبن:

عليك تحضير زجاجة صغيرة مع 50ميلي لتراً من الحليـــب، بالإضافة إلى الخـــل أو حمض اللبن (25%)، قطعة قماش.

ضع فوق الحليب ملعقة طعام واحدة من الخـــل، ثم انتظر ساعة حتى يصبح الحليب سميكاً، واسكب الحليب السميك فوق قطعة القماش، واربطها من الزوايا الأربع (تقوم قطعة القماش بدور المصفاة).

اضغط على قطعة القمـــاش حتى تخرج السوائل منها، ثم دعها تنشف ببطء. بذلك تكـــون قد حصلت على الجبن.



اهتزاز كريّات الدسم

تحتاج في تنفيذ هذه التجربة إلى ما يلي:

- مجهر (في مخبر المدرسة).
- إبرة حقن.
- حليب 5 ميلي لترات (يجب أن يكون الحليب طازجاً).

تنفيذ التجربة

ضع نقطة ماء على الصفيحة الزجاجية للمُجْهر. ضع نقطة حليب صغـــيرة بوساطة الإبرة فوق نقطة الماء. وحرك جيداً المزيج بوساطة دبوس طويل،والآن انظر إلى المزيج تحت المجهرفسترى أن كريات الدسم الصغيرة تتحرك هنا وهناك على نَحْوٍ لافتٍ للنظر.

التفسير

إن جزيئات الماء الصغيرة (غير المرئية تحت المجهـــر) تتحرك سريعاً جداً، وهي التي تدفـــع كريات الدسم الكبيرة إلى الاهتزاز.

نعرف أن الدسم والدهون عموماً لاتنحل في الماء، ولذلك تبقى كريات الدسم على حالها داخل الماء، وهي كبيرة الحجم بالنسبة إلى جزيئات الماء، ولذلك تهتز في مكانها تحت تأثير حركة جزيئات الماء السريعة.

مجهر

كريات الدسم تحت المجهر

رغوة البيض

علمنا من التجارب السابقة أن البيضة تحوي كمية كبيرة من المـــاء (أكثر من ثلاثة أرباع وزنها ماء). وفي هذه التجـــربة نعمل للحصول على رغوة من بياض البيض (شبيهة برغوة الصابون).

نحتاج إلى: صحن مسطح، بيض، بياض بيضة، مصاصات عصير.

التجربة

- قم بقياس أبعاد بيضة منـــزوعة الكلس.
- قم بوزن هذه البيضة، وسجل هذه المعلومات.
- ضع البيضة منـــزوعة الكلس في الماء يوماً كاملاً.
- قم بإجراء القياسات السابقة مجدداً.
- افتح البيضة في الطبق، وخذ5 ميلي لترات من البياض وضعها في زجاجة.
- انفخ بوساطة مصاصة العصير في السائل.

ستلحظ تشكل فقاعات مثل فقاعات الصابون.

نتائج التجربة

إن البيضة تمتص الماء من الوسط الخارجي، ويصبح وزنها أكبر (كذلك أبعادها) بعد غمرها يوماً كاملاً في الماء. ويعمل بياض البيض مثل الصابون، ويقوم بتمديد جزيئات الماء، حيث تتشكل الرغوة.

الحياة في البيضة

تبدأ الحياة نابضة في البيوض الملقحة، حيث تفقس هذه البيوض داخل أعشاشها بسبب الحرارة المناسبة التي تؤمنها الدجاجة لبيوضها.

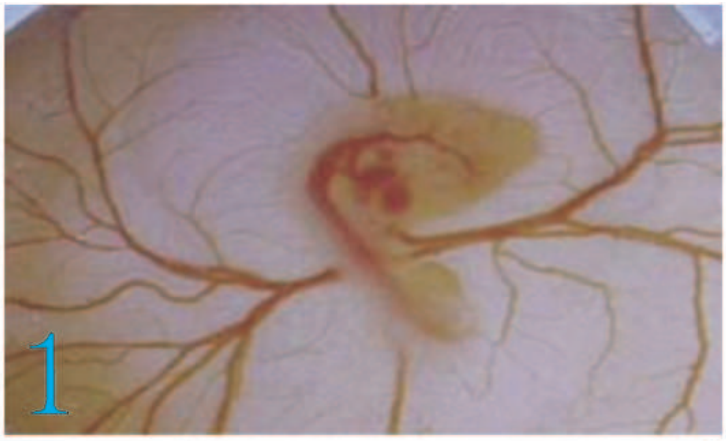
يمكن أن تفقس البيوض إذا وضعت في حرارة مناسبة (38) درجة مئوية.

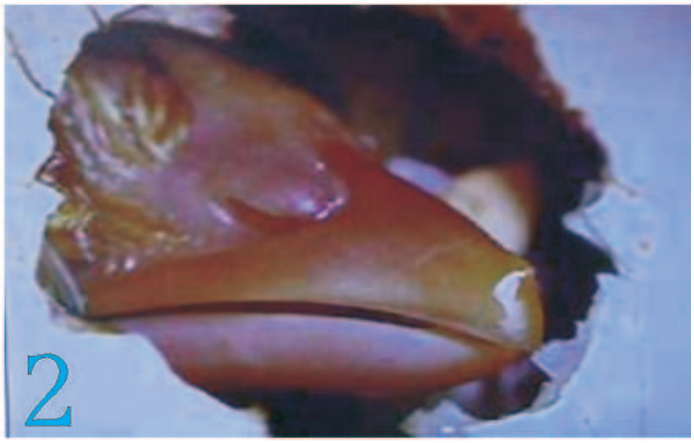
في الصورة الأولى نجد الجنين في الأطوار الأولى لحياته (بعد أربعة أيام من التلقيح). ونلحظ هنا أن الرأس والعينين يشكلان القسم الأكبر من الجسم.

وفي الصورة التالية يقوم الفرخ الصغير بنقر قشرة البيضة والخروج إلى العـــالم الخارجي بعد 21يوماً من التلقيح.

وفي الصورة الثالثة يغادر الفرخ البيضة. يمكنك إجراء تجربة التفقيس على بيضة ملقحة.

أحضر بيضة ملقحة من إحدى المزارع أو معامل التفقيس. وضع البيضة في خزانة دافئة. عليك أن تحافظ على درجة حرارة بحدود 38درجة مئوية، واستخدم ميزان الحرارة لذلك، وبعد 21يوماً ستحصل على فرخ جميل.





الفهرست

الموضوع	رقم الصفحة
مقدمة	3
اللاصق العجيب	6
النبتة السحرية	7
اشتعال السكر دون نار	9
الكلمة النارية	10
صحيفة لا تشتعل بالنار	11
بيضة تطير دون أجنحة	12
تنظيف الحديد من الصدأ	13
غاز الأمونيا من الفاصولياء	14
أثر الشاي في مركبات الحديد	15
نافورة الأمونيا	16
ورق لا يشتعل بالنار	17
صناعة الصابون	18
تحضير الأكسجين في المنـــزل	19
تحضير ملح الطعام	20
تحضير النايلون	21
تحويل الحليب إلى بلاستيك	22
صناعة الزجاج	23
مطفأة حريق يدوية	24
الحصول على غاز الكلورين	25
لون الدم	26
تحضير الأسبرين	27
تحضير الحبر	28
تجربة طلاء مفتاح بالنحاس	29
الكتابة بالكهرباء	30
بطارية من بطاطا	31
قوة ليمونة	32
بطارية من البندورة	33
بطارية التراكيز المختلفة	34
اختبار ناقلية الماء	35
بطارية دانيال	36
اختبار ناقلية المواد المختلفة	37
بطارية الجسر الكهربائي	38
البطارية متعددة الطبقات	39
بطارية النحاس	40
وقاية المواد من الحريق	41
تجربة الحج والكيمياء	42
تلميع الفضة	43
فوران حمض الخل	44
الملفوف الأحمر	45
بالونات الهيدروجين	46
حديقة كيميائية	47
تجربة احتراق الماء	48
عرض كيميائي مدهش	49
شمعة لا تنطفئ	50
إشعال ورقة بوساطة الثلج	51
بركان قرب بيتك	52
النار الكيميائية	53
الغيوم	54
الكولا الكيميائية	55
كمية الماء في البيضة	56
البطاطا وامتصاص الماء	57
النشاء من البطاطا	58
بياض البيض السائل يصبح صلباً	59
صناعة الأجبان	60
اهتزاز كريّات الدسم	61
رغوة البيض	62
الحياة في البيضة	63
الفهرست	64