

# الكيمياء

اكتشف التأثير العجيب للكيمياء على كل جوانب حياتنا، وسر أهميتها البالغة لمستقبل البشرية



عصير الكتب

[www.ibtesama.com/vb](http://www.ibtesama.com/vb)

منتدى مجلة الإبتسامه

مشاهدات علمية

# الكيمياء



عصير الكتب

[www.ibtesama.com/vb](http://www.ibtesama.com/vb)

منتدى مجلة الابتسامة



يستخدم جل السليكا في وعاء التجفيف لإزالة الرطوبة



نموذج للتركيب الجزيئي لحمض الطرطريك (1914)

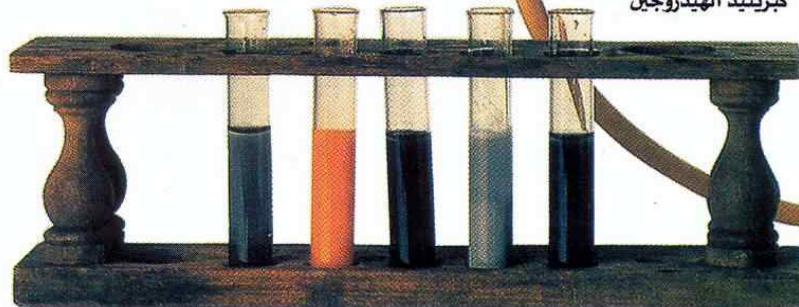


تصور لشكل الذرة في بداية القرن العشرين

استخدم الزعفران والكرم لتلوين الأطعمة والأقمشة منذ القدم



تفاعل الترسيب حيث يضاف يوديد البوتاسيوم إلى نترات الرصاص



رواسب لمواد مع كبريتيد الهيدروجين



جهاز كيب لتحضير كبريتيد الهيدروجين



البروم: أحد العناصر  
اللافلزية

من الممكن أن يُلطف مرهم  
قلوي من أثر الحمض الذي  
يوجد في لدغة النحلة



مشاهدات علمية

# الكيمياء

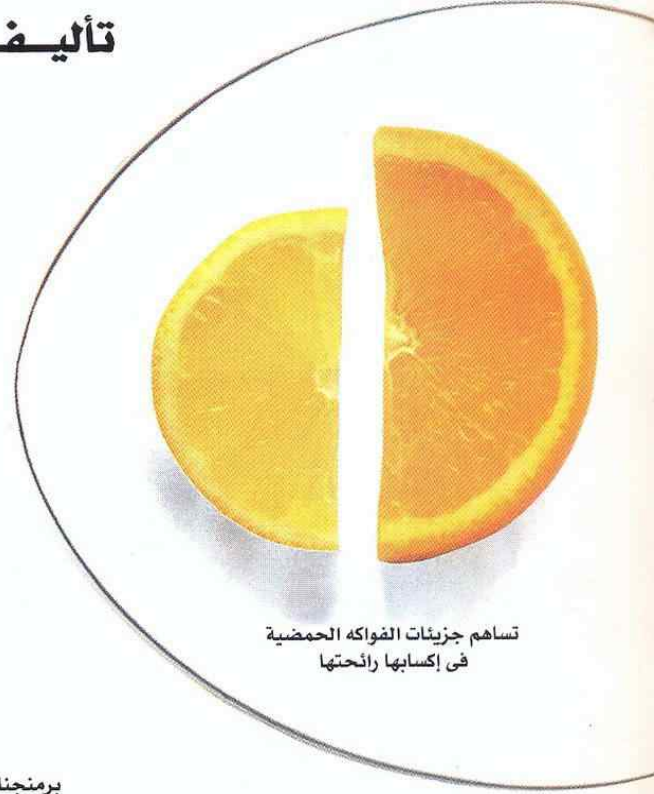
تأليف: د. أن نيومارك



قط مصري محنط



برمنجنات البوتاسيوم  
أثناء ذوبانها في الماء



تساهم جزيئات الفواكه الحمضية  
في إكسابها رائحتها



ملحان فلزيان مشتقان  
من عنصر النحاس



للطباعة والنشر والتوزيع



مفصل  
اصطناعي  
للورك من  
البلاستيك  
للجراحة  
التعويضية



عينات أولية من ألياف  
الحرير الصناعي



ميكروسكوب جوزيف  
بريستلي (1767)

## عصير الكتب

[www.ibtesama.com/vb](http://www.ibtesama.com/vb)  
منتدى مجلة الإبتسامه

اسم السلسلة: مشاهدات علمية

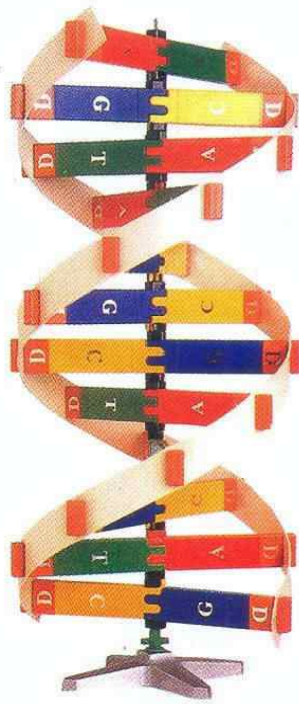
العنوان: الكيمياء

تأليف: د. آن نيومارك

ترجمة: أ.د. ليلي سعدو بالومال

كلية العلوم - جامعة القاهرة

إشراف عام: داليا محمد إبراهيم



نموذج مبسط للحمض النووي الريبى  
منفصوص الأكسجين (دى. إن. إيه)



'A Dorling Kindersley Book'

[www.dk.com](http://www.dk.com)

Original Title :Eyewitness Guides: Chemistry

Copyright © 1993, 2005 Dorling Kindersley Limited.

Published by arrangement with Dorling Kindersley Limited,

80 Strand, London WC2R0RL.

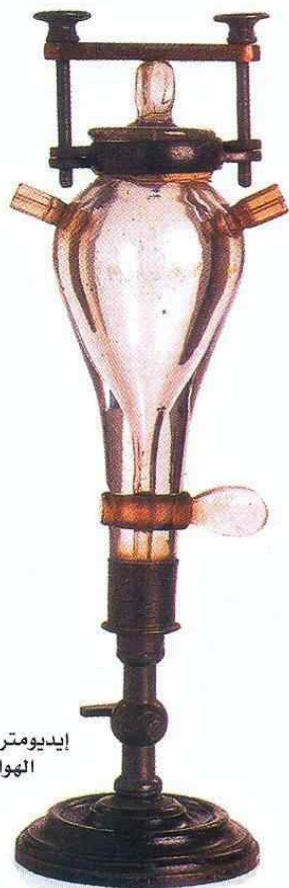
ترجمة كتاب Chemistry  
تصدرها شركة نهضة مصر للطباعة والنشر والتوزيع  
بترخيص من DK

يحظر طبع أو تصوير أو تخزين أى جزء من هذا الكتاب سواء النص أو الصور  
بأية وسيلة من وسائل تسجيل البيانات، إلا بإذن كتابى صريح من الناشر.



أسسها أحمد محمد إبراهيم سنة 1938

إيديومتر زجاجى لقياس نقاء  
الهواء (حوالى 1820)



الطبعة 1 : يوليو 2007

رقم الإيداع، 2007/16010

الترقيم الدولى، 4-3946-14-977

فرع الإسكندرية :  
408 طريق الحرية - رشدى  
تليفون، 03 5462090  
من شارع عبد السلام عارف - مدينة السلام  
تليفون، 050 2221866

Website: [www.nahdetmisr.com](http://www.nahdetmisr.com)

مركز التوزيع :  
18 شارع كامل صدقى - القنطرة - القاهرة  
تليفون، 02 25908895 - 25909827  
فاكس، 02 25903395

E-mail: [publishing@nahdetmisr.com](mailto:publishing@nahdetmisr.com) — [customerservice@nahdetmisr.com](mailto:customerservice@nahdetmisr.com)

المركز الرئيسى :  
80 المنطقة الصناعية الرابعة - مدينة 6 أكتوبر  
تليفون، 02 38330287 - 38330289  
فاكس، 02 38330296

الإدارة العامة :  
21 شارع أحمد صرايى - المهندسين - الجيزة  
تليفون، 02 33472864 - 33466434  
فاكس، 02 33462576

# المحتويات



تفاعل إزاحة يحل فيه النحاس محل الفضة من محلول أملاح الفضة

عصير الكتب  
[www.ibtesama.com/vb](http://www.ibtesama.com/vb)  
منتدى مجلة الإبتسام

44	تكوين الأملاح	6	ما الكيمياء؟
46	الكهرباء والكيمياء	8	الكيمياء فى الطبيعة
48	كيمياء الكربون	10	الكيمياء فى العوالم القديمة
50	كيمياء الحياة	12	الكيميائيون الأوائل
52	التخليق العضوى	14	دراسة المخاليط
54	أولى المواد البلاستيكية	16	الذرات والجزيئات
56	صناعة المواد المخلقة	18	العناصر
58	قصة التحليل الكيميائى	20	دراسة المركبات
60	مراقبة المواد	22	الجدول الدورى
62	الصناعات الكيميائية	24	نظرة على الفلزات
64	هل تعلم؟	26	اكتشاف اللافلزات
66	الخط الزمنى	28	نظرة على الهواء
68	اكتشف المزيد	30	تفاعلات الاحتراق
70	المصطلحات	32	الغازات الخاملة
72	الكشاف	34	التفاعلات الكيميائية
		36	ما الذى يحدث التفاعل الكيميائى؟
		38	معدلات التفاعل
		40	التأكسد والاختزال
		42	الأحماض والقواعد

# ما الكيمياء؟

علم الكيمياء هو علم التغير . فهو يتناول كل الأنواع المختلفة للمواد وكيف يتفاعل بعضها مع بعض . وتتم هذه التفاعلات حولنا في كل الأوقات (ص 8-9) وكذلك تجرى التفاعلات

الكيميائية في المعامل العلمية، وفي مجال الصناعات

الكيميائية . ويستخدم البشر الكيمياء في شتى

مناحي الحياة يوميًا - الطبيب والطاهي

والفلاح وعامل البناء . تساهم الكيمياء في

مساعدة شركات تصنيع الأغذية

وكذلك المشروبات . ويستعين فني

المعمل في المستشفى بالكيمياء؛

للبحث عن الأمراض في عينات

الدم (ص 60-61) . ويُستخدم عالم

الطب الشرعي الكيمياء لحل لغز الجرائم (ص 42-43) . وفي مجال

الزراعة تُستخدم الكيمياء لزيادة إنتاجية المحاصيل ومكافحة العديد من

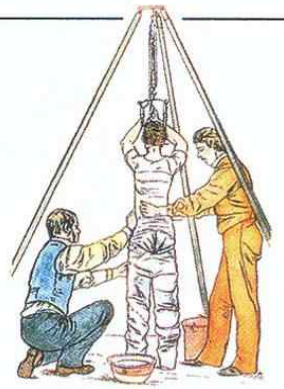
الآفات (ص 62-63) . وتحافظ المواد الكيميائية على سلامة إمدادات الماء

وعلى نظافة حمامات السباحة، وتُعد صناعة البتروكيماويات من أكبر

الصناعات في العالم، وتقترن هذه الصناعة أساسًا بالبنزين والكيماويات التي

تُشتق من النفط الخام (ص 62-63) . وتنتج الأدوية والأصبغ الصناعية

والبلاستيك والمنسوجات بطرق كيميائية من المواد الخام الموجودة في الطبيعة.



## قالب الجص

الجبس شكل من أشكال كبريتات الكالسيوم المحتوي على بعض الماء في تركيبه . فإذا تعرض للتسخين فقد 75% من هذا الماء مما ينتج مسحوقًا من جص باريس الذي يُستخدم في هذا الشكل لتصحيح عيب في العمود الفقري .

إن غاز ثاني أكسيد النيتروجين ( $NO_2$ ) هو غاز ملوث ينتج من أبخرة عوادم محركات السيارات

تتكون نترات النحاس الزرقاء ( $Cu(NO_3)_2$ ) في المحلول

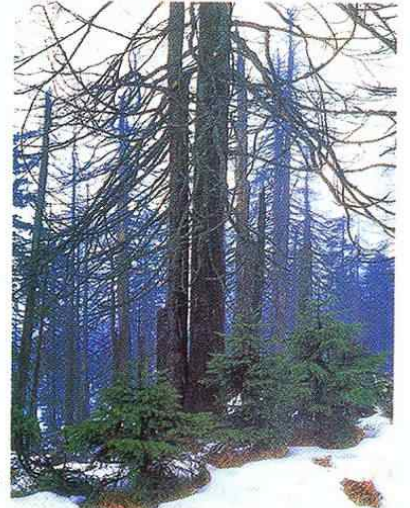
## مفهومنا عن الكيمياء

ترتبط النظرة الشائعة للكيمياء بأنايب اختبار وروائح غريبة وأحطلة سيئة المظهر موجودة في المعامل . ويدرس علماء الكيمياء التفاعلات الكيميائية التي تحدث عند مزج المواد معًا لتكوين مواد جديدة . وفي التفاعل المبين يُضاف حمض النيتريك إلى فلز النحاس . وينتج الغاز بني اللون (ثاني أكسيد النيتروجين المسبب للتلوث) بسرعة شديدة حتى إنه يدفع السائل للفروران؛ فينسكب . وقد ابتكر علماء الكيمياء لغة لوصف التفاعلات الكيميائية باستخدام رموز ومعادلات متعارف عليها دوليًا .

ويمكن كتابة هذا التفاعل على الصورة التالية:



وينتج الماء  $H_2O$  أيضًا في التفاعل



## غاية الأمطار الحمضية

تعرضت أشجار الصنوبر هذه في بولندا للتلف الشديد من جراء الأمطار الحمضية التي تنتج عن الغازات التي تطلقها المصانع مثل غاز ثاني أكسيد الكبريت . وعندما تتفاعل هذه الغازات مع الرطوبة الموجودة في الجو تكون أحماضًا مخففة ويمكن أن تحمل الرياح هذه الملوثات لبعض المسافات قبل أن تطلقها في الأمطار التي تلحق الضرر بالنباتات والبحيرات .



## بدائل الغذاء

تستخدم الكيمياء بتوسع في الصناعات الغذائية لتصنيع أغذية جديدة مناسبة وللكشف عن وجود شوائب (ص 60-61).  
ويُعرف الزبد بأنه من الدهون المشبعة بينما تشكل معظم الزيوت النباتية التي توجد عادة في الحالة السائلة دهوناً متعددة عديمة الشح. ويمكن تحويلها إلى الحالة الصلبة مثل المرجرين عن طريق عملية كيميائية تسمى الهدرجة - أي إضافة الهيدروجين للزيوت باستخدام عامل مساعد (ص 36-37) مثل النيكل. وعملية الهدرجة تجعل الزيت أكثر شبهاً بالزبد وأكثر سهولة عند فرشته على الخبز. وقد صنع المرجرين لأول مرة في ستينيات القرن التاسع عشر في فرنسا كبديل رخيص للزبد.

## ممارسة قديمة

إن التقطير فن عتيق، وهو عبارة عن أسلوب لفصل مكونات خليط ما (ص 14، 15) من خلال الغلي والتكثيف. ويمكن استخدامه في تحضير الزيوت العطرية ذات الاستخدام الطبي.



ملفات نحاسية حيث يتكثف البخار بها

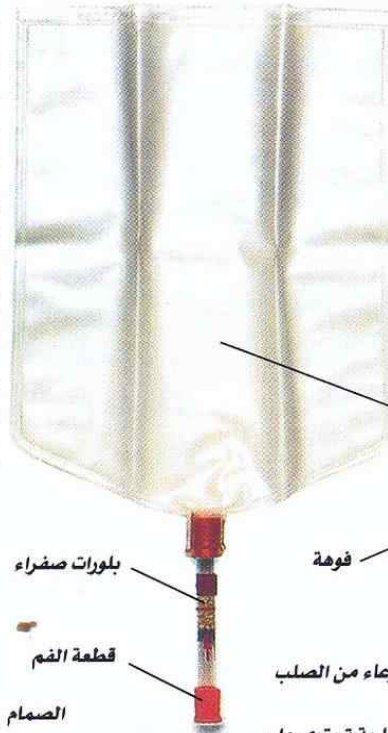
أنبوب توصيل

## تقطير المخاليط

تم تطوير أنواع كثيرة ومختلفة من التقطير من أجل تقطير المخاليط. وعند تسخين الخليط فإن المواد ذات درجات الغليان الأقل تبخر أولاً. ثم يبرد البخار المحتوي على نسبة أكبر من الكحول في المكثف بينما تتخلف البقايا.

يحيط القرميد بهيكل الفرن

راقود تبريد خشبي



بلورات صفراء

قطعة الفم

الصمام

نموذج للمقطر المرزلي

يتصاعد البخار خلال العنق

المقطر النحاسي حيث يُسخن الخليط

سدادة من الرصاص

محلول من بيكربونات الصوديوم في الأسطوانة

يتفاعل الحامض مع بيكربونات الصوديوم لينتج غاز ثاني أكسيد الكربون

صنبور للتخلص من البقايا

باب الفرن

## الكيمويات ككاشفات

يُمتص الكحول في الدم، ومنه ينتقل إلى الهواء الذي يطرد أثناء الزفير، ويحتوي جهاز تحليل النفس المين الذي يعمل بالنفخ في الكيس على مادة كيميائية صفراء في قطعة الفم تتحول إلى اللون الأخضر عندما تتفاعل مع الكحول الموجود في النفس؛ مما يتيح للشرطة التأكد من مستويات الكحول في دم السائق الذي قد يقود سيارته مخموراً بما يشكل خطورة على الآخرين.

يملاً كيس من البلاستيك بهواء من الرئتين

فوهة

وعاء من الصلب

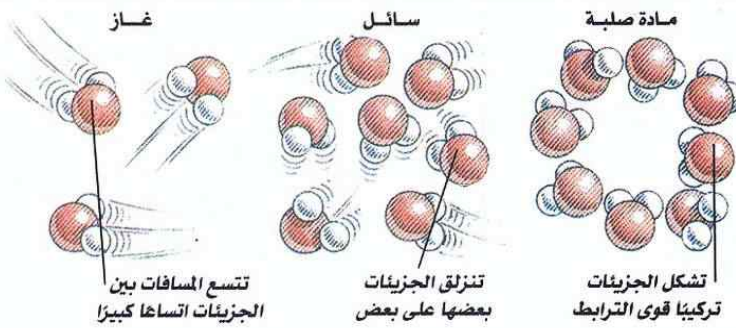
زجاجة تحتوي على حمض الكبريتيك - تنكسر الزجاجة بواسطة السدادة عندما يقبل الوعاء

## مطفأة الحريق

يزدى التفاعل الكيميائي إلى اندفاع محلول مائي خارج فوهة مطفأة الحريق المينة. وينبغي الحفاظ على المادتين المتفاعلتين - حمض وقاعدة - (ص 42-43) منفصلتين حتى تظهر الحاجة لاستخدام المطفأة. وعندما تختلط المادتان معاً ينتج غاز ثاني أكسيد الكربون مما يدفع الماء خارج الأسطوانة.

## كيميائي أم فيزيائي؟

ليست كل التغيرات كيميائية. فعندما ينصهر الجليد ليكون الماء أو عندما يغلي الماء ليكون البخار لا يحدث تغير كيميائي ولكن الحالة الفيزيائية هي التي تتغير. ويختلف سلوك الوحدات الفردية (الجزئيات ص 16-17) في كل حالة من الحالات. ويشكل التجاذب بين الجزئيات تراكيباً قوى الترابط في المادة الصلبة. وتقل قوة الترابط هذه في المادة السائلة نظراً لانزلاق الجزئيات فوق بعضها البعض. وتسبب الحرارة انطلاق الجزئيات فتقفز ويصطدم بعضها ببعض في الغاز.



غاز

سائل

مادة صلبة

تتسع المسافات بين الجزئيات اتساعاً كبيراً

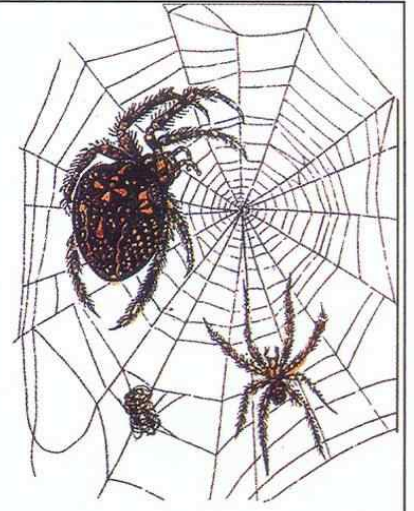
تنزلق الجزئيات بعضها على بعض

تشكل الجزئيات تراكيباً قوى الترابط



# الكيمياء فى الطبيعة

لظالما كان التغير الكيمياءى جزءاً من الكون حتى قبل وجود الإنسان، وبالفعل يعتقد بعض العلماء أن الحياة قد بدأت على الأرض نتيجة لتكاثر بعض الكيمياءيات المعقدة عبر مليارات السنين. والكيمياء من العلوم الطبيعية، وهى تقع فيما بين علوم الحياة؛ إذ تساعد على تفسير العديد من العمليات الحيوية (ص50-51) وقوانين الفيزياء التى تشمل المادة والطاقة. وتحدث العمليات الكيمياءية باستمرار داخلنا - فعندما تتحرك أجسامنا تحدث سلسلة من التفاعلات الكيمياءية؛ لكى تعطى العضلات الطاقة المستمدة من الغذاء. وتستخدم أنواع عديدة من الحيوانات الكيمياء للدفاع عن أنفسها ولقتل فرائسها ولبناء تركيبات هشة وإن كانت ذات قوة مذهلة. وقد أدت طرق التحليل الكيمياءى الحديثة إلى فهم أعمق لكيمياء الطبيعة بحيث يمكن التعرف على المركبات الكيمياءية (ص 20-21) التى تنتج لون وطعم ورائحة زهرة ما أو فاكهة ما.

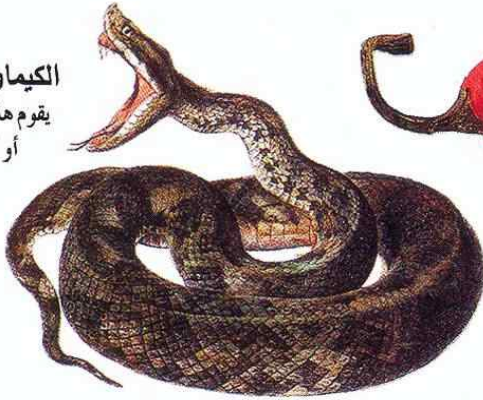


## أقوى من الفولاذ

تصنع حشرة عنكبوت الحديدية المبينة شبكتها من خيوط حريرية رقيقة من البروتين. ومن المثير للدهشة أن خيط البروتين هذا أقوى من خيط من الصلب يماثله فى السمك. ويستطيع العنكبوت أن يغير صفات الخيط - فهناك الخيوط الجافة المتماسكة من أجل البرمق (شعاع الدولاب) وخيوط أخرى لزجة لاصطياد الفريسة.

## الكيمياءيات السامة

يقوم هذا الثعبان بحقن فريسته بالسّم من خلال أنياب أو أسنان مجوفة. وينتج هذا السم فى غدد خاصة تقع خلف الفم وهو عبارة عن بروتين يهاجم الدورة الدموية للضحية مسبباً التورم والنزيف. وسم الثعبان لا يكون ساماً عند بلعه؛ لأن الجهاز الهضمى يستطيع أن يكسر البروتينات.



أفعى السنان



فلفل أحمر حار

## الإحساس بالحرقه

ينتج إحساس الحرقه الذى يتتاب من يأكل الفلفل الحار عن المركب العضوى الكبسيين؛ مما يساعد على الهضم عن طريق إطلاق إنتاج اللعاب. ويساعد أيضاً على التخلص من فضلات الجسم. ويوجد الكبسيين أيضاً فى تايل البابريكا (الفلفل الحلو).

## الروائح الكيمياءية

ينتج طعم الفواكه ورائحتها عن أخلطة من عدد كبير من المركبات العضوية. وتنتج رائحة توت العليق المقطوف لونه جزئياً عن كيتون (نوع من المركبات العضوية) يطلق عليه اسم أيونون. ويوجد هذا الكيتون نفسه فى الحشيش المجزوز حديثاً مما يفسر تشابهه الرائحتين. ويستخدم الأيونون لإضفاء رائحة شبيهة برائحة توت العليق على الأطعمة مثل زيادى التوت الأحمر ذى النكهة الصناعية. ويحتوى الزيت الأساسى المشتق من زهور البنفسج أيضاً على مركب الأيونون الذى يُنتج صناعياً لكى يُستخدم للحصول على النكهات.

توت العليق



أوراق نبات القراص أيضاً تحدث اللسع

يحتوى الشوك أيضاً على حمض النمليك

## الكيمياءيات المؤلمة

يمكن أن تسبب الأشواك الدقيقة الواقعة على ساق نبات القراص وأوراقه فى لسعة عندما تلمس جلد الإنسان. وأحد المركبات المسؤولة عن ذلك هو حمض النمليك وهو أصغر الأحماض العضوية وأكثرها حمضية (ص42-43). ويمكن أن يُلطف لسع نبات القراص بدهن الجلد بمادة قلوية (ص42-43) كما فى حالة لسع النحل. ويوجد حمض النمليك أيضاً فى النمل اللاسع، ويحقن النمل ضحيته بسم يحتوى على حمض الفورميك.

نبات القراص



جز الحشيش

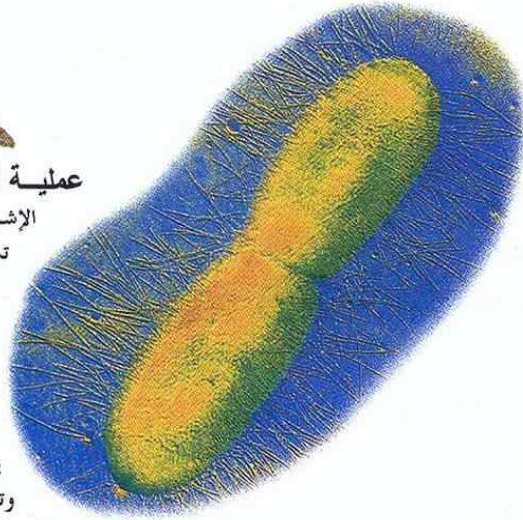


## رواسب الحجر الجيري تحت الأرض

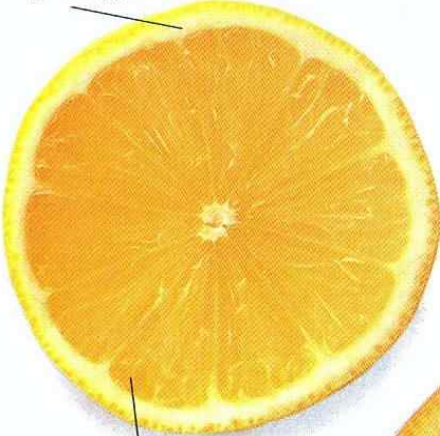
تتكون الأحجار الجيرية بالدرجة الأولى من كربونات الكالسيوم الناشئة عن القواقع وهيكل بعض أنواع الحيوانات الصدفية. وعندما تغد مياه المطر خلال الصخور فإنها تذيب كميات قليلة من كربونات الكالسيوم. وعندما تتكون الكهوف تحت الأرض يرشح الماء من خلال أسقفها فيتبخر بعضه مرسباً الكربونات الصلبة على السطح. وعبر آلاف السنين تنمو الرواسب لتصبح هابطاً مثل الهوابط الواقعة في كهوف ولاية فلوريدا الأمريكية.

## عملية الهضم

الإشريكية القولونية (إشريشيا كولاي) عبارة عن بكتيريا تسكن في أمعائنا . وتستطيع أن تحلل بعض الأطعمة التي نأكلها مثل الخضراوات والخضراء والبقول إلى عناصر غذائية مختلفة. وأثناء العملية الكيميائية تنطلق الغازات مما يتسبب في حدوث التظبل (امتلاء المعدة بالغازات) بعد وجبة من البقول، كما تنتج هذه البكتيريا أيضاً فيتامين (ك) الذي يحتاجه الجسم لكي يجعل الدم يتجلط، وتسبب هذه البكتيريا في المرض فقط في حالة ما إذا دخلت في مجرى الدم، أما في الأمعاء فهي غير ضارة.



يحتوي القشر على الزيوت العطرية



يستخرج حمض الستريك من الليمون لكي يضفي النكهة على شراب الليمونادة

## البرتقال والليمون

تنتج رائحة الليمون جزئياً عن الليمونين وهو زيت أساسي في قشره، وتعطي هذه المجموعة من المركبات العضوية اللون والرائحة للعديد من النباتات. ولتركيب الليمونين صورة مرآوية (ص 48) توجد في قشر البرتقال. وتحتوي كل الحمضيات على حمض الستريك (ص 42، 43) مما يضفي عليها الطعم اللاذع، وهناك تركيز أكبر لحمض الستريك في الليمون عنه في البرتقال.

يعطى الكاروتين اللون البرتقالي



تنشأ نكهة البرتقال من مئات المركبات

تحاكي تغيرات القتامين في الجلد ألوان فرع الشجرة

## التنويه الكيميائي

تستطيع الحرباء مثلها مثل الأخطبوط والحبار والصبيدج أن تغير لون جلدها؛ لكي تتخفى من فريستها. والمركب الكيميائي الرئيسي المسئول عن ذلك هو القتامين الذي يساعد أيضاً على اسمرار الجلد البشري عند تعرضه للشمس. ويمكن أن تنشط خلايا الحرباء المنتجة للقتامين عن طريق الخوف أو الغضب وعندئذ تنتشر حبيبات القتامين فتنتج ألواناً تمتد من الأصفر إلى البني والأسود، وتحجب لون الحرباء الطبيعي. وعندما يتجمع القتامين مرة أخرى يعود للحرباء لونها الأخضر الأصلي وتستطيع بعض الحرباء أن تغير لون جلدها إلى الأزرق والأحمر الساطع.

# الكيمياء فى العوالم القديمة



## الرسم على الوجه

كثيراً ما استخدم الناس الألوان لتزيين أنفسهم وممتلكاتهم. وقد استخدم هذا المواطن الهندي الأمريكى الألوان لإضفاء هيئة الحرب على وجهه وتخويف الأعداء وإظهار مكانته.

مارست الشعوب القديمة الكيمياء للمرة الأولى بعد أن تعلموا استخدام النار. وبمجرد أن استطاعوا أن يسيطروا على النار بدأ الناس فى طبخ طعامهم وإعداد الطين لصنع الآنية الفخارية. وأدى بهم الفضول الطبيعى لمعرفة معلومات عن المواد إلى التجريب؛ فصهروا المعادن الخام للحصول على الفلزات، وعندما تأسست الجماعات البشرية اكتشف الناس أنه من الممكن أن تستخدم مواد معينة لأغراض خاصة. فقد استخدمت الحمائر لتخضير الجعة والخمور والخبز، وتم حفظ الأغذية عن طريق التمليح أو التدخين. واستخدمت عصارات من النباتات لصبغ الثياب، ووفر لحاء الشجر مواد لدبغ الجلود وصنعت مستحضرات التجميل من الصبغات والمواد الملونة. وقد استخدم الزجاج فى أول الأمر كطلاء لتلميع الخرز أو الآنية الفخارية ثم أصبح ينفخ لصنع أشكال مختلفة بحلول عام 100 قبل الميلاد. وقد حنط قدماء المصريين أمواتهم باستخدام المستحضرات الكيميائية. وقد كان للصينيين باع طويل فى الحرف الكيميائية. ولعل طلاء اللاك (اللاكه) هو أقدم مادة بلاستيكية صناعية، وقد كان يستخدم فى الصين فى إطار صناعة منظمة منذ عام 1300 قبل الميلاد. وقد كانت صناعة الورق والبارود من الاكتشافات الصينية.



زخرفة من الرصاص الأحمر

زعفران من زهرة الزعفران



صبغة النيلة المستخلصة من أوراق نبات الأنديجوفيرا



## الصبغات و مواد الصبغ

تلتصق الصبغات العضوية - مثل نبات الفوة والوسمة والنيلة - كيميائياً بالمنسوجات. ويعالج القماش أحياناً بمادة

كيميائية «لثبيث» اللون - تعرف باسم المرسخ. وقد كانت الشبة (ص 12، 13) من أوائل المرسخت. وهناك أسلوب آخر للتلوين وهو استخدام الحطب أو الصبغ. ويمكننا الحصول على العديد منها من المعادن التى تطحن على هيئة مساحيق دقيقة لكى تستخدم فى مستحضرات التجميل والدهانات والأحبار.

## الطر العرغرىقى

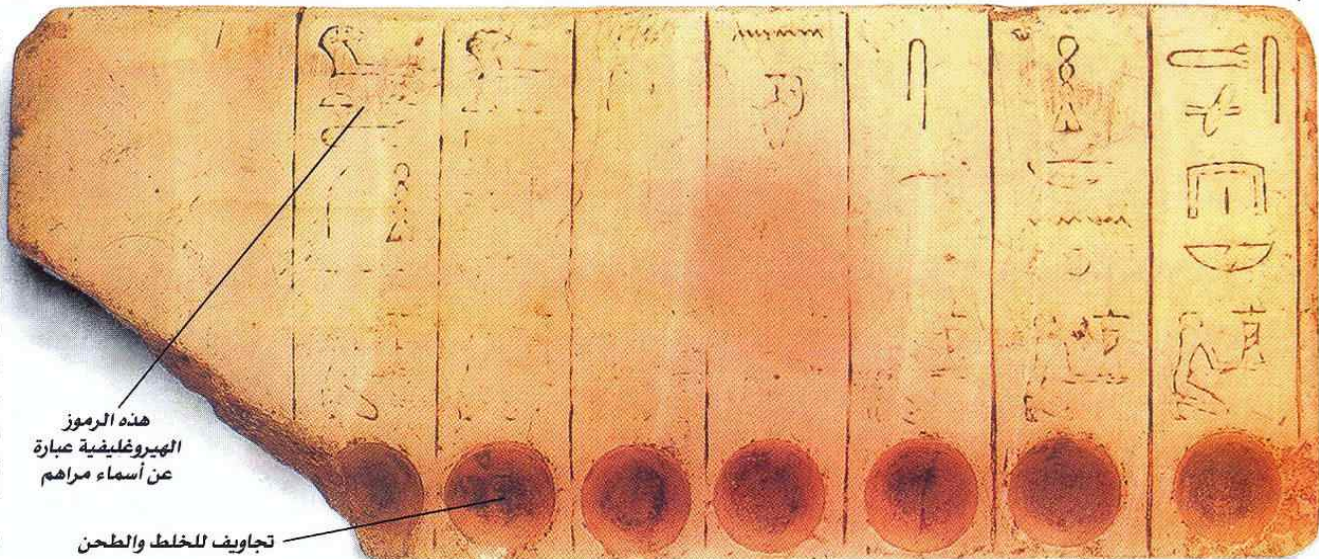
الطين مادة يسهل تشكيلها، وعندما يجف ويخبز يفقد الماء وتحدث له تغيرات كيميائية ويُنتج الخزف. وقد زينت قنينة الطر المبنية باستخدام الأصباغ مثل الرصاص الأحمر وهو عبارة عن أكسيد الرصاص (ص 24، 25). وكانت العطور تصنع من زيوت مستخلصة من الزهور والتوابل عن طريق تسخينها تسخيناً معتدلاً فى زيوت مثل زيت الزيتون.



كررم

## لوح المرهم

يرجع تاريخ لوح المرهم المصرى المصنوع من المرمر المين إلى حوالى عام 2000 قبل الميلاد. ويميز كل تجويف من التجاويف السبعة اسم مرهم تجميل معين. وكانت تطحن الصبغات والحضاب على هيئة مساحيق دقيقة، ثم تخلط بالزيت والعسل أو الصمغ للحصول على القوام المناسب. وقد اشتهر المصريون أيضاً باستخدامهم للعقاقير. وعلى سبيل المثال كانوا يستخدمون السنامكى وزيت الخروع كملينات.



هذه الرموز الهيروغليفية عبارة عن أسماء مرهم

تجاويف للخلط والطحن

## القط المُنحط

أدى اعتقاد قدماء المصريين بوجود حياة بعد الموت إلى حفظهم أجساد موتاهم. وكثيراً ما كانوا يحنطون الحيوانات التي كانوا يعبدونها، وتعود هذه الموضة إلى حوالي عام 1000 قبل الميلاد. وكان الجسم يغطي في البداية بالنظرون الجاف. وهي مادة كيميائية توجد في الطبيعة وتكون في الأساس من صودا الغسيل. تعمل هذه المادة على امتصاص الماء من الجسم فتحفظه، وبعد أربعين يوماً كان الجسم يُنظف ويُدهن بالراتنجات العطرية ثم يُلف بقطع طويلة من الكتان.

طلبت قسما الوجه بالكحل وهو خضاب أسود يستمد من الأنثيمون (ص 12)

قطع طويلة من الكتان نسجت من خيوط الكتان

قطع مستطيلة مصبوغة

سطح طرقت أثناء تصنيعه

شوكة

قصبية الرمح

## تصنيع الزجاج

ربما تم تصنيع الزجاج لأول مرة في مصر حوالي عام 3000 قبل الميلاد عن طريق صهر الرمل والصودا معاً - لتخفيض درجة الانصهار - ومعهما الجير الذي عمل كمثبت، وبإضافة أكاسيد فلزات معينة للخليط نتج الزجاج الملون. وعلى سبيل المثال، يمكن الحصول على الزجاج الأزرق بإضافة أكسيد النحاس. وقد صُنعت العديد من الأواني المنزلية من الزجاج في العصور الرومانية. وقد وُجدت هذه القنينة الزجاجية في مقبرة رومانية، ويعزى غشاء العنق اللؤلؤي إلى تبلور الزجاج مع مرور الزمن. ولم تتغير مواد تصنيع الزجاج الآن عما كانت عليه منذ الأزمنة القديمة إلا قليلاً (ص 44، 45).



غشاء العنق

## تصنيع الجلود

كانت جلود الحيوانات تشكل مواد قيمة بالنسبة للقدماء، ولكن الجلد الخام يصبح قاسياً عندما يجف. والديغ هي عملية تزويد الجلد بمواد تحافظ عليه بحيث يبقى مرناً بعد جفافه. وبعد تنظيفه ونقعه يُعالج بمستخلصات من لحاء الشجر والخشب وورق الشجر تحتوي على خليط من الأحماض الخاصة التي تسمى أحماض التنيك التي تتفاعل مع البروتين الذي يُكوّن الجلد. وبعد تجفيفها كانت الجلود تستخدم لجميع الأغراض، على سبيل المثال حاملات للماء وأطقم للخيل وأحذية.

## الرمح السوداني الحديدي

يرجع هذا الرمح الشائك المصنوع في السودان بإفريقيا إلى ثلاثينيات القرن العشرين غير أنه قد أنتج بالأسلوب نفسه لتصنيع الرماح قبل ألفي سنة. وقد كان استخراج الحديد من خاماته أصعب من استخراج النحاس أو القصدير نظراً لارتفاع درجة انصهار الحديد بالنسبة للأفران القديمة. وكان ينبغي أن تسخن المادة الخام حتى درجة الاحمرار وتعالج مرة بعد مرة للتخلص من الشوائب. وكان الكربون يُضاف في شكل الفحم إلى المادة الخام لتحسين خواص المعدن بما يجعله أكثر قابلية للشحذ بحيث يكون له حد قاطع جيد.

قنينة زجاجية رومانية



## المصريون وتشكيل المعادن

يستخدم عمال المشغولات المعدنية المينون في اللوحة أنابيب النفخ حتى تصبح النار بدرجة السخونة الكافية لصهر المعادن. وقد استخدم الذهب والفضة على نطاق واسع لصنع الحلى. ولكن كان هناك تفضيل للبرونز - وهو عبارة عن سبيكة من النحاس والقصدير - في تصنيع الأغراض الأخرى؛ وذلك لسهولة تصنيعه وتشكيله.

# الكيميائيون الأوائل

بدأ الفلاسفة في وضع نظريات حول المادة في اليونان القديمة، وقد امتزجت هذه النظريات بأفكار دينية وبالمعرفة المكتسبة من الحرف الكيميائية للقدماء (ص 10، 11) مما أدى إلى ازدهار الكيمياء القديمة «الخيمياء». وكان علماء الكيمياء القديمة «الخيميائيون» يجمعون بين الأفكار الغامضة التي تهدف إلى الوصول للكمال وبين التجارب العملية. وأدى بهم الاعتقاد بإمكانية تغيير عنصر إلى آخر إلى البحث عن طرق لتغيير ما يسمى بالفلزات الخسيسة مثل الرصاص إلى الذهب الذي كان الفلز الأمثل في اعتقادهم. وقد استخدم التقطير (ص 6، 7) - وهو أسلوب ابتدعه هؤلاء الكيميائيون القدامى - لتحضير الزيوت العطرية والعطور. وفيما بعد تعلم الكيميائيون تحضير الأحماض المعدنية التي كانت أقوى بكثير من الأحماض التي كانت معروفة لديهم من قبل مثل عصائر الفاكهة. ومن خلال هذه الدراسات انبثقت نظريات طيبة جديدة. ونشأ الاعتقاد بأن المرض يمثل اختلالاً في توازن النظام الكيميائي للجسم، وينبغي معالجته بالكيمائيات لكي يسترد توازنه. وأصبح التعدين من الأنشطة الهامة، وتم اكتشاف فلزات جديدة وأصبح لطرق التعرف عليها أهمية بالغة، وكذلك أكتشفت طرق لفحص الفلزات وتثمينها - أي تقدير قيمتها.



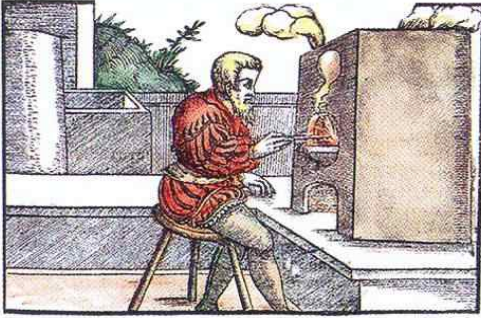
## نجمة الأنتيمون

عندما يبرد الأنتيمون من الحالة المنصهرة يكون أشكالاً كالنجوم. وقد اعتبر الكيميائيون القدماء أن المعادن المختوية على الأنتيمون مناسبة لتحويل الفلزات (أي تحويلها إلى الذهب).



## أهمية علم المعادن

ومع بزوغ الأهمية الاقتصادية للتعدين ظهرت مؤلفات مثل دي رى ميتاليكا الذي كتبه جورج باور (1494 - 1555) وهو طبيب ألماني كان يكتب تحت اسم مستعار هو أجريكولا. وغطى هذا الكتاب تقنيات التعدين والصهر لتحويل المعدن الخام إلى الفلز والفحص والاختبار للكشف عن الفلزات الموجودة به.



## معمل الاختبارات

كانت بوتقة إحدى الطرق الشائعة لاختبار نقاء الفلزات الثمينة، وقد أتاحت الأفران الجديدة الأصغر حجماً الحفاظ على انتظام الحرارة على فترات زمنية طويلة. وكانت عينات الفلزات توضع في بوتقة مسامية ومعها بعض الرصاص ليساعد على انصهار الفلزات. ثم تسخن في الفرن حتى يتحول الرصاص وجميع الفلزات - فيما عدا الذهب والفضة - إلى أكاسيد الفلزات (ص 40، 41) التي تتمصها البوتقة المصنوعة من رماد العظم فتبقى كرية الذهب النقي أو الفضة النقية لكي تختبر بالحمض ويتم وزنها.

## اختبار الفلزات

عمل إحصائيو التحليل والفحص في المختبرات الصناعية الأولى في مناطق التعدين بأوروبا الوسطى لاختبار المعادن لمعرفة ما تحتويه من فلزات. وأصبحوا ملينين بالعديد من التفاعلات الكيميائية حتى وإن لم يفهموا الأساس الكيميائي لها وكان يمتناولهم العديد من الكيمائيات مثل الملح الصخري (نترات البوتاسيوم) والشبة (كبريتات الألومنيوم والبوتاسيوم) والزجاج الأخضر (كبريتات الحديدوز). وتتقطر هذه الكيمائيات معاً ينتج ماء الفضة أو حمض النيتريك الذي يمكن أن يُستخدم لفصل الفضة (الذي يذوب فيه) عن الذهب (الذي لا يذوب فيه). وكان الماء الملكي Aqua regia (حمض النيتريك وحمض الهيدروكلوريك المركزان) يُستخدم لإذابة الذهب مع ترك الفضة.



معوجة زجاجية

## جهاز التقطير

كان التقطير أو تسخين السوائل لفصلها يشكل جزءاً هاماً من الكيمياء القديمة واقترن بها العديد من أجزاء الجهاز. ويُعتقد أن أول «جهاز تقطير» قد نشأ عن مشاهدة غطاء القدر وهو يجمع البخار المتكثف. واشتملت الأجهزة اللاحقة على المعوجة التي نشأت عن الإنبيق (انظر أسفله) ويمكن أن تُصنع من الزجاج أو الفلز أو الخزف. وكان لون الزجاج أخضر أو بياً بسبب وجود شوائب من الحديد في الرمل.



جهاز تقطير قديم

(ص 44-45).

توضع المادة المراد تقطيرها هنا

## زيوت عطرية للدواء

في العصور الوسطى كان يتم الحصول على الزيوت العطرية مثل زيت الورد عن طريق تسخين مستخلصات من النباتات في معوجة. وكان يتم تبخير الزيوت ثم تبريدها في أثناء مرورها في عنق المعوجة الطويل، لكي تتكثف في قارورة تبرد عادة عن طريق غمرها في الماء (ص 6، 7). وكان وقود الأفران عادة من الفحم.

لون أخضر ناشئ عن شوائب الحديد في صناعة الزجاج القديمة

يساعد الأنبوب الطويل على تكثيف الأبخرة

## 142. Papaver «خشتخاش قنب»

## XXV. Litera Adfsfal 149. حرف الزا قبط

### ميراث ابن سينا

اشتقت كلمة Alchemy وتعني الكيمياء القديمة «الخيمياء» من الكلمة العربية الكيمياء al kimia بمعنى الفن المصري. وقد انتشرت تعاليم الكيمياء القديمة من الإسكندرية بمصر وكانت لغتها العربية. وقد قام ابن سينا (980-1037) وهو فيلسوف فارسي بجمع هذا المسرد مع ترجمة باللاتينية. وتظهر به كلمات - مثل «قلوى» alkali و«إنبيق» alembic - لا تزال تشكل جزءاً من لغة الكيمياء في وقتنا الحالي.

باب لإذكاء النار بوقود الفحم



نقش من كتاب «الخيمياء»

فرن

ملقط معدني طويل المقبض



رأس الإنبيق تتجمع الأبخرة المتكثفة في الإطار

رأس الإنبيق

إنبيق إيراني

وعاء الإنبيق

البخار المتكثف يقطر شيئاً فشيئاً من العنق الطويل

## دراسة الكيمياء

بدأ الناس في العصور الوسطى تدريس أفكار الخيميائيين. وقد تطور علم جديد عرف باسم الكيمياء الطبية على أساس الاعتقاد الذي نادى به الخيميائيون، والذي يقول بأن الجسم البشري عبارة عن نظام كيميائي من الممكن علاجه بالمواد الكيميائية. وعلى الجانب الآخر، نشر اندرياس ليبافيوس (1560-1616) أحد أوائل الكتب الكيميائية - وحمل عنوان الكيمياء «Alchymia» - وذلك في عام 1597. وقام أيضاً بتوثيق نتائج بحثية معاصرة ذات صلة بالصيدلة وعلم المعادن.

وعاء الإنبيق المصنوع من رماد العظم

## الإنبيق

الإنبيق عبارة عن جهاز يُستخدم في التقطير. ويتضمن الرأس ووعاء الإنبيق (قاعدة على شكل ثمرة اليقطين) ويُعتقد أنه من اختراع ماريا اليهودية التي سُمي على اسمها الحمام المائي (بان ماري) وهو مصدر قديم للحرارة المعتدلة.

## رموز للحفاظ على السرية

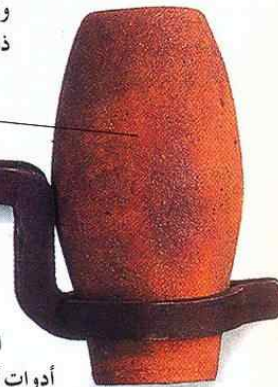
كان هناك ارتباط وثيق بين الكيمياء القديمة وعلم التنجيم وكانت الرموز المميزة للفلزات السبعة المعروفة للكيميائيين القدماء هي نفسها الرموز المميزة للأجرام السماوية السبعة المعروفة وقتذاك. وقد نشأ استخدام رموز المواد الكيميائية بسبب رغبة الكيميائيين القدماء في الحفاظ على سرية اكتشافاتهم.



الرموز الخيميائية للفلزات

## الأدوات الكيميائية

استُخدمت بوتقة من رماد العظم وملقط فلزي طويل لنقل الفلزات من الفرن وسكبها في القوالب، وما زالت أدوات أخرى مما كان يستخدمها الخيميائيون واختبرون القدامى ترى في المعامل في الوقت الحالي - مثل الهاون والمدقة (ص 24، 25) والقوارير والكئوس والأقماع والمرشحات.



# دراسة المخاليط

يتكون كل شيء حولنا من الكيماويات بما فيها أجسامنا وقد صُنعت بعض الأشياء من مادة كيميائية واحدة. وعلى سبيل المثال يتكون الماء من نوع واحد فقط من الجزيئات (ص 16-17)، بينما يحتوي عصير البرتقال على أنواع مختلفة من الجزيئات وهو عبارة عن خليط من عدة مواد. والخل عبارة عن محلول يقوم فيه الماء بدور المذيب الذي تذوب فيه المواد الأخرى. ويمكن فصل

هذه المواد عن بعضها فيزيائياً. ومعظم الأطعمة عبارة عن مخاليط، وصلصة السلاطة هي أيضاً خليط يُسمى مستحلباً يحتوي على الزيت والخل، ولكنهما لا يمتزجان تماماً بل ينفصلان إلى طبقة زيتية خفيفة نسبياً وطبقة أكثر ثقلاً من الماء المحتوى على الخل. وهناك أنواع أخرى من المخاليط، قد تكون عبارة عن مادة صلبة مثل العملات المعدنية أو مادة غازية مثل الهواء المخلط بنا (ص 28-29). ومعجون الأسنان أيضاً خليط يُسمى بالمزيج المعلق وفيه تعلق الجسيمات الدقيقة في السائل ولا تذوب. وكثيراً ما يضطر الكيميائيون لفصل الكيماويات لكي يتعرفوا عليها.

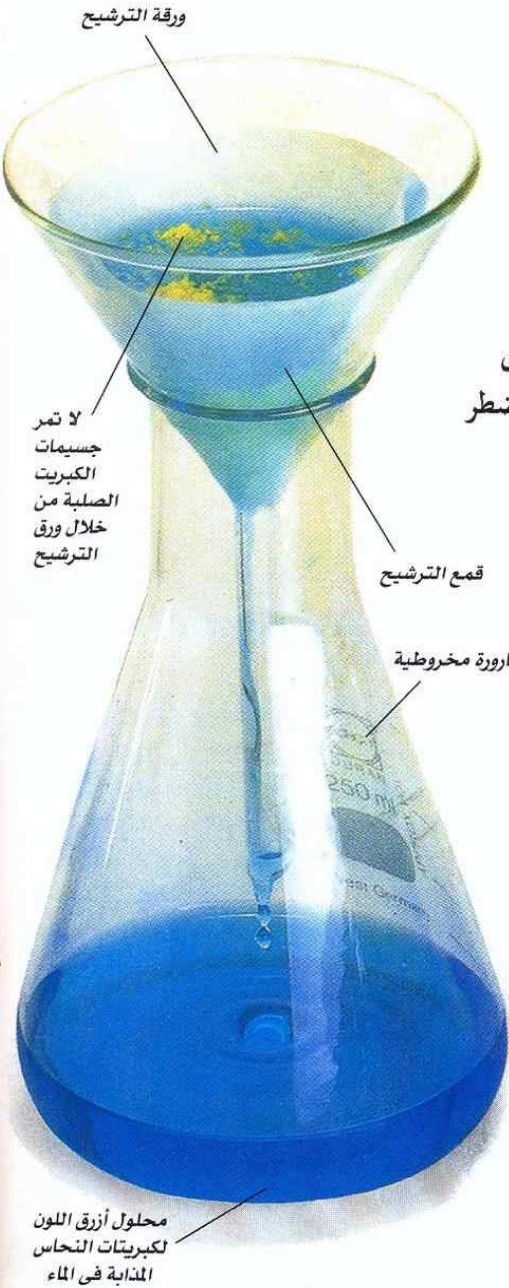


## فصل السوائل

أستخدم جهاز الفصل المين الذي قد يعود إلى القرن السابع عشر لفصل سائلين غير قابلين للامتزاج عن بعضهما. يُصب السائل الأكثر ثقلاً من الأسفل تاركاً السائل الأخف في الجهاز.

## صنع الأخلطة وفصلها

من الممكن أن تُستخلص الكيماويات من المخاليط بعدة طرق متنوعة ومنها طريقنا الترشيح والتبخير الموضحة هنا. إن كبريتات النحاس عبارة عن ملح يذوب في الماء - أي قابل للذوبان، والكبريت عنصر صلب لا يذوب في الماء - أي غير قابل للذوبان.



## 2 فصل الكبريت

إذا رُشح الخليط ينفصل الكبريت الأصفر بسهولة ويبقى في ورقة الترشيح. ولكن الماء وكبريتات النحاس لا ينفصلان بل يبقيان معاً في المحلول، ويمكن غسل الكبريت الأصفر بالماء لإزالة أي آثار لكبريتات النحاس. وتستخدم تقنية الترشيح تلك لاستخلاص الكيماويات النقية.



## محللول كبريتات النحاس

## 1 خلط المواد معاً

عندما تُضاف كبريتات النحاس والكبريت إلى الماء تذوب كبريتات النحاس، ولكن الكبريت لا يذوب؛ لأن الماء ليس مذيباً للكبريت.



### 3 تسخين المحلول

يمكن التخلص من الماء بالتبخير، وتبقى بلورات كبريتات النحاس الزرقاء.

ماء يُفقد في الجو

بلورات كبريتات النحاس المستردة من المحلول

### الفصل الكروماتوجرافي

الحبر الأسود عبارة عن خليط من عدة صبغات مختلفة، يمكن فصلها بطريقة تسمى الكروماتوجرافي. عندما يتغلغل الحبر والمذيب (أستخدام الماء هنا) خلال قطعة من ورق النشاف فإن أية مادة مذابة فيه سوف تصعد إلى أعلى بسرعة اعتماداً على الحجم والشكل والميزات الكيميائية لجزيئات هذه المادة.

تتحرك الصبغات المختلفة بسرعات مختلفة

وعاء التبخير

تنشر الشبكة السلكية الحرارة بانتظام

موقد بنزين

حامل ذو ثلاثة قوائم

ورق نشاف

حبر أسود

نبيذ أحمر

### المخاليط العضوية

النبيذ عبارة عن خليط مركب من الكيماويات العضوية (كيماويات مستخرجة من الكائنات الحية) ولكن الاختلافات لا ترى فيه بوضوح حتى تحت المجهر: إنه متجانس، والحشب مثال على خليط غير متجانس؛ إذ إنه من الواضح بمجرد النظر إليه أنه غير منتظم.

عملة برونزية

عملة مصنوعة من النيكل

### مخاليط العملات

أستخدم الذهب والفضة والنحاس كمعادن لسك العملات المعدنية منذ القدم وأحياناً كان هذا الاستخدام يأخذ شكل المخاليط عُرفت باسم السبيكة. كما استخدمت سبائك من النحاس والقصدير والزنك لصنع عملات البرونز.

### الغذاء الكامل

على الرغم من أن اللبن يبدو سائلاً متجانساً فإنه يظهر من خلال الميكروسكوب خليطاً من سائل مائي تعلق فيه قطرات زيتية. ويُعرف هذا الخليط باسم المزيغ المعلق؛ حيث تنتشر جسيمات صغيرة خلال السائل، ولكنها لا تدرب فيه. وهذه الجسيمات أصغر من تلك التي توجد في معجون الأسنان وهو مزيغ معلق أيضاً.





# الذرات والجزيئات



## طبيعة المادة

كان الإنجليزي جون دالتون (1766-1844) الذي علم نفسه بنفسه ابنًا لنساج من طائفة الكويكرز «الصاحين». وقد كان المؤيد الرئيسي لوجود الذرات وقد أثرت أفكاره في دراسة الكيمياء تأثيرًا قويًا. وكان كل ما حوله يثير اهتمامه، وخاصة الطقس. وبدأ في دراسة المستنقعات القريبة من منزله في شمال إنجلترا. وقد استخدم نتائج تجاربه العملية على الغازات وتلك التي أجراها أنطوان لافوازييه (1743-1794) في فرنسا. وقد ابتكر دالتون أيضًا مجموعته الخاصة من رموز العناصر.

كان الفيلسوف الإغريقي ديموقريطس (حوالي 460-370 قبل الميلاد) أول من اقترح فكرة أن المادة تتكون من جسيمات بالغة الصغر غير قابلة للانقسام. وقد أطلق على هذه الجسيمات اسم ذرات، وفي أواخر القرن الثامن عشر نشأت نظرية حديثة عن الذرات. وفي ذلك الحين كان قد تم اكتشاف غازات وفلزات ومواد أخرى جديدة كما دُرِس العديد من التفاعلات الكيميائية، وتم قياس أوزان المواد المشاركة فيها بدقة. وقد انبثقت النظرية الذرية لجون دالتون من تلك المشاهدات. وقد اعتقد أن ذرات عنصر ما (ص 18-19) تتطابق كلها معًا وتختلف عن ذرات العناصر الأخرى. وقد تتحد ذرتان أو أكثر معًا اتحادًا كيميائيًا لتنتج «جزيئات» لمواد تسمى مركبات. وكل جزيئات المركب متطابقة. وقد أكد المفكر الإيطالي أماديو أفوجادرو (1776-1856) أن الحجم نفسه من أي غاز يحتوي على عدد الجزيئات نفسه. وعلى الرغم من أن هذه الفكرة لم تلق القبول على الفور فإنها في آخر الأمر ساعدت الكيميائيين على حساب الأوزان الذرية والجزيئية. وترتبط هذه الأوزان بوزن الهيدروجين الذي يُعتبر وزنه الذري هو واحد (ص 22-23).



كرات دالتون الخشبية

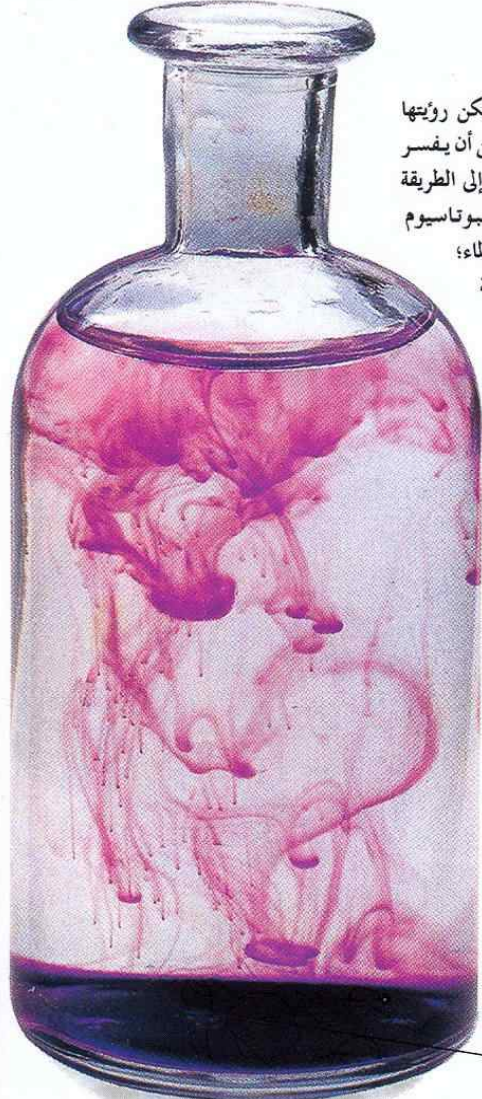


## الذرات تتحرك

الذرات بالغة الصغر، حتى إنه لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة ولكن وجودها يمكن أن يفسر العديد من المشاهدات اليومية. انظر إلى الطريقة التي ينتشر بها لون برمنجنات البوتاسيوم البنفسجي عندما تذوب بلوراته في الماء؛ ويحدث هذا لأن الذرات دائمة الحركة، ولذلك فإنه عند خروجها من البلورات تتحرك خلال الماء حتى تتوزع توزيعًا منتظمًا.

## أول نماذج الذرة

استخدم دالتون هذه الكرات وهي أول النماذج الذرية لإيضاح أفكاره. وقد أعلن أن المادة تتكون من جسيمات صغيرة غير قابلة للانقسام أو ذرات صلبة. وباكتشاف أن الذرات محاطة بجسيمات سالبة الشحنة تسمى إلكترونات بدأت فكرة دالتون عن الذرات الصلبة تصبح غير مرضية.



بلورات برمنجنات البوتاسيوم مضافة إلى الماء

## أحد التصورات عن الذرة

شهدت الأعوام الأولى من القرن العشرين بزوغ أفكار جديدة عن تركيب الذرة بنواتها المركزية، وما يدور حولها من إلكترونات. وإلى جانب هذه الاكتشافات نشأ فهم كيفية ترابط الذرات معًا لتكوين الجزيئات. وقد وضع نيلز بور (1885-1962) - وهو فيزيائي دنماركي - نماذج ذات مدارات ثابتة، بحيث تدور الإلكترونات حول النواة المركزية المكونة من بروتونات (جسيمات موجبة الشحنة) ونيوترونات (جسيمات غير مشحونة) في مجموعات أو «قشرات». وقد ظهر أن هذا النموذج للذرة مناسب ومفيد، ولكنه لا يشكل التصور الوحيد - فالإلكترونات أيضًا تسلك سلوك موجات من الطاقة (مثل الضوء) وأحيانًا ما يكون أفضل تصور لها هو أنها تنتشر حول النواة على شكل سحابة. ويمثل نموذج بوهر المين ذرة صوديوم؛ حيث تقع نواتها في مركزها. وهناك عشرة إلكترونات في القشرتين الداخليتين تعرفان بالمدارين الإلكترونيين الداخليين - بينما يوجد إلكترون واحد في المدار الإلكتروني الخارجي في قشرة غير مكتملة. وعدد البروتونات الموجودة في الذرة يساوي العدد الذري (ص 22-23).

نموذج ذرة الصوديوم

مدار إلكتروني داخلي

نواة تحتوي على بروتونات ونيوترونات

مدار إلكتروني خارجي

## الجزئيات والمقاييس



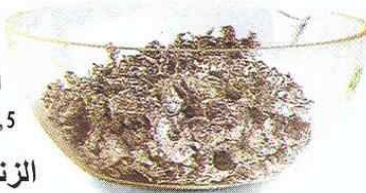
NaCl

### كلوريد الصوديوم

الأوزان الذرية هي: الصوديوم 23 ، الكلورين 35,5 مما يجعل الوزن الجزئى الجرامى «المول» 58,5 جرام.

### الزنك

الوزن الذرى للزنك هو 65 مما يجعل الوزن الجزئى الجرامى «المول» 65 جراماً.



Zn

CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O



### كبريتات النحاس الممياة

الأوزان الذرية هي:  
النحاس 63,5 الكبريت 32 ، الأكسجين (4×) 16  
الماء (5×) 18 مما يجعل الوزن الجزئى الجرامى «المول» 249,5 جرام.

ذابت البلورات مكونة محلولاً متجانساً

أنبوب مدرج مملوء بالزئبق

ترمومتر



حوض من الحديد مملوء بالزئبق

تبدأ الجزئيات فى الانتشار خلال السائل



### حمض الخليك

الأوزان الذرية هي الكربون (2×) 12، الأكسجين (2×) 16، الهيدروجين (4×) 1 مما يجعل الوزن الجزئى الجرامى «المول» 60 جراماً. (أضيف كاشف لإظهار أن المادة حمضية).

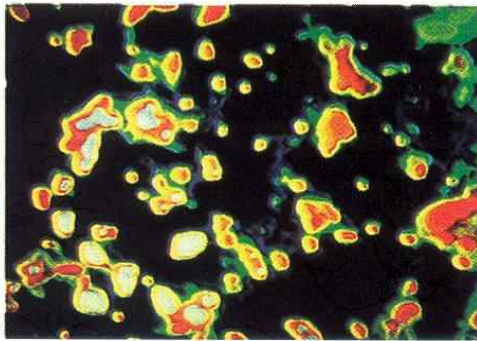
### الماء

الأوزان الذرية هي: الهيدروجين (2×) 1، الأكسجين 16 مما يجعل الوزن الجزئى الجرامى «المول» 18 جراماً.



CH<sub>3</sub>COOH

H<sub>2</sub>O



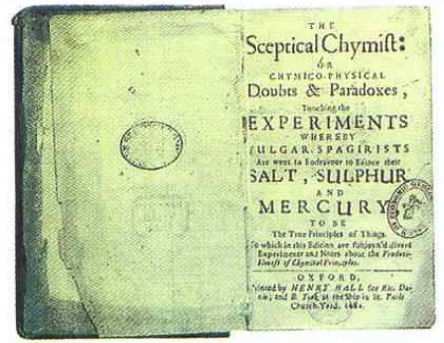
### رؤية الذرات الحقيقية

لا يمكن أن ترى ذرات اليورانيوم المبيئة هنا بواسطة مجهر عادى فهى فى غاية الصغر. ولكن ثمة مجهر إلكترونى يستخدم حزمًا من الإلكترونات بدلاً من الضوء؛ لأن الطول الموجى للإلكترونات أقصر من طول موجات الضوء المرئى؛ مما يسمح برؤية أشياء أصغر. والمجهر المستخدم هنا يُعرف باسم المجهر النفقى الماسح.

# العناصر

العنصر هو مادة تحتوى على نوع واحد من الذرات. فالذهب لا يحتوى إلا على ذرات الذهب، والهيدروجين لا يحتوى إلا على ذرات الهيدروجين. ومن ناحية أخرى، يحتوى الماء على ذرات كل من الهيدروجين والأكسجين؛ ولذلك فهو مركب (ص 20-21). وقد اعتبر أنطوان لافوازييه (1743-1794) أن العناصر مواد لا يمكن تجزئتها إلى مواد أخرى. وقد أعد قائمة بالعناصر عام 1789 توجد كلها تقريباً في القوائم الحديثة، إلا أنه أضاف أيضاً الحرارة والضوء.

وقد ازداد عدد العناصر المعروفة أثناء القرن الثامن عشر عندما حلل علماء المعادن الخامات ووجدوا فلزات جديدة. وقد ساعدت الأجهزة الجديدة مثل المطياف في تعرف الكيميائيين على المزيد من العناصر في القرن التاسع عشر.



## الكيميائي «المرتاب»

اعتقد الإغريق أن الأرض والهواء والنار والماء هي العناصر الأساسية التي يتكون منها كل شيء آخر. وقد كتب روبرت بويل (1627 - 1691) في عام 1661 معارضة هذه الفكرة ومهدداً الطريق أمام المفاهيم العصرية للعناصر، وقد عرف العنصر بدقة على أنه مادة لا يمكن تفكيكها إلى مواد أبسط منها.

تشكل الخضراوات الخضراء مصدراً للصدوديوم والكالسيوم والحديد



نبات قرعة العين

المشمش

## منجم البوكسيت

يشبه معدن البوكسيت الطين، وهو عبارة عن أكسيد الألومنيوم (ص 40-41) ومنه يُستخرج عنصر الألومنيوم. وتبين الصورة استخراجها في جامبكا. والبوكسيت هو المصدر الرئيسي لفلز الألومنيوم (ص 46-47) الذي يستخدم لصنع أجزاء الطائرات ومحركاتها؛ لأنه خفيف الوزن ومتين ولا يتآكل.

الفواكه المجففة غنية بالماغنيسيوم والكالسيوم والحديد

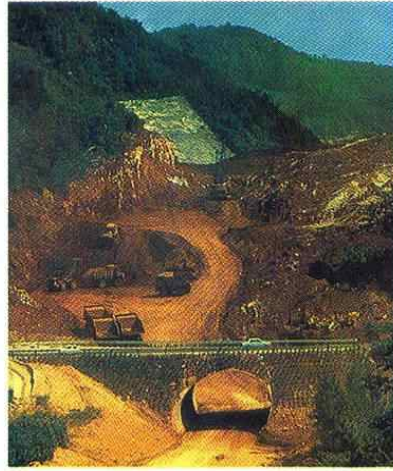
فاكهة التوت هي مصدر لحمض الفوليك الذي يساعد في امتصاص الحديد



الفراولة



صفار البيض



## القشرة الأرضية

أكثر العناصر توافراً في القشرة الأرضية هو الأكسجين، يليه السيليكون الذي يوجد في الصخور على نطاق واسع متحداً بالأكسجين على هيئة السيليكات.

ولكن الهيدروجين - وهو أكثر

العناصر شيوعاً في الكون - ليس شائعاً على الأرض، ويُعزى هذا جزئياً إلى

أنه غاز خفيف يمكنه الهرب من الغلاف الجوي للأرض. وعلى الرغم من أن أغلب عناصر القشرة الأرضية من الفلزات فإنها تشكل أقل من ربع كتلتها الإجمالية. ويكون النيتروجين حوالي أربعة أخماس غلافنا الجوي (ص 28-29) ولكنه غير قابل للتفاعل حتى إنه يشكل نسبة ضئيلة للغاية من القشرة الأرضية.

## عناصر قليلة المقدار

يحتاج البشر إلى غذاء متوازن للحفاظ على صحتهم. ووجود كميات ضئيلة من عناصر عديدة ضروري للعمليات الكيميائية التي تجري بداخلنا، وكثيراً ما تضاف كمكملات للأغذية الرئيسية مثل الخبز والسمن لمنع حدوث نقص في التغذية. وتشكل الأطعمة البحرية مثل أعشاب البحر والأسماك الدهنية مصادر غنية بالكالسيوم واليود. كما أن الجوز والبذور أيضاً غنية بالكالسيوم الذي يحافظ على صحة العظام والأسنان. وصفار البيض مصدر جيد للكبريت والصدوديوم والزنك.

الجوز والبذور

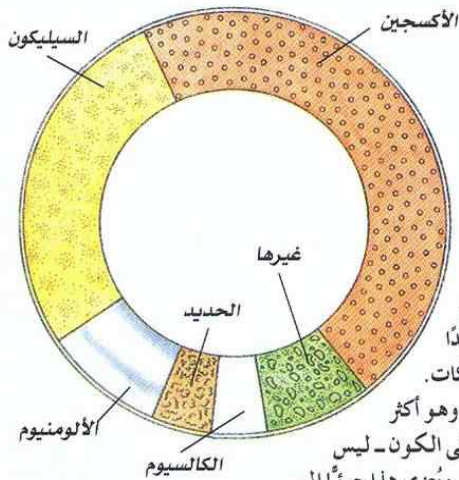
السردين

أعشاب البحر



## عناصر من الفضاء

الهيدروجين هو أبسط عنصر. وأكثر من 90 بالمائة من الكون يتكون من الهيدروجين الذي نشأ إبان الانفجار العظيم - وهو الانفجار الذي أدى إلى نشأة الكون. وقد تكونت كل العناصر الأخرى الأكثر ثقلاً من الهيدروجين عن طريق التفاعلات النووية. وقد أتت الصخرة الميمنة من اصطدام بالأرض منذ حوالي 20000 عام. والعناصر التي تحتوى عليها مثل الحديد والنيكل تتطابق مع تلك الموجودة على الأرض أو على القمر، غير أنها توجد بكميات مختلفة.



## مطياف كروكس

لقد شاهد كروكس الخط الأخضر الذي تعرف عليه على أنه المميز لعنصر الثاليوم من خلال مطياف. وفي خلال القرن التاسع عشر اكتشفت عناصر جديدة بطرق متنوعة، وقد كان روبرت بنزن (1811-1899) أول من استخدم المطياف للتعرف على الفلزين السيزيوم والروبيديوم بالنظر إلى أطيافهما في عام 1859. وقد أصبح المطياف أداة فعالة للتعرف على العناصر الكيميائية الجديدة، وهو يحتوي على منشور يفرق الشعاع الضوئي إلى الألوان أو الأطوال الموجية المختلفة التي يتكون منها (طيفه). وإذا وضعت محاليل من الفلزات في لهب، فإنها تنتج ألواناً مميزة (ص 58-59) تظهر على هيئة خطوط في الطيف. ويمكن وضع الغازات في أنبوب تفريغ لدراسة طيفها.

فتحة لمرور الضوء

الخط الأخضر  
المميز للثاليوم

طيف الثاليوم



## غصن أخضر جديد

تعطى مركبات الثاليوم لهباً أخضر عند حرقها، وعندما يُنظر إلى هذا اللهب من خلال منشور (موجود داخل المطياف)، فإنه يعطى طيفاً به خط أخضر مميز، وقد كان هذا هو الخط الأخضر الذي رآه كروكس وتسبب في حيرته، إذ إنه كان يتوقع أن يتعرف على واحد من عنصرين آخرين - السيلينيوم أو التيلوريوم - اللذين يعطيان خطين أزرق وأصفر على التوالي.

## دراسة الثاليوم

الثاليوم فلز أبيض مائل للزرقة قابل للطرق (ص 24-25) يشبه القصدير ولكنه أكثر نعومة. وهو حساس لرطوبة الجو ويتفتت عندما يتعرض لها. وهو يكوّن الكثير من الأملاح مثل الفلزات الأخرى (ص 44-45). وقد سارع كروكس بتحضير أملاح الثاليوم المبينة بعد اكتشافه للثاليوم ودراسة خواصه الكيميائية. وقد وضعت أملاح الثاليوم في أوانٍ زجاجية محكمة للعرض. وللثاليوم عدد قليل من الاستخدامات التجارية، على الرغم من أنه كان يُستخدم كسم للفئران؛ لأنه يحاكي مفعول الصوديوم - العنصر الضروري للعمليات الحيوية.

أملاح الثاليوم في  
زجاجات العرض



مصغر «ميكرومتر»  
لقياس الطول الموجي

مرآة تعكس تدريج  
المصغر «الميكرومتر»

العينية

محور ارتكاز

ماسورة تحتوي  
على منشور



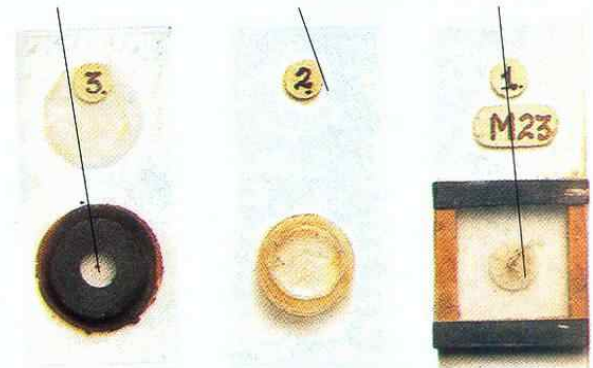
## اكتشاف بالمصادفة

كان السير ويليام كروكس (1832-1919) مولعاً بدراسة الكيمياء التطبيقية مثل الصباغة، وكان يعمل كخبير في التحليل الكيميائي. وامتد عطاؤه عبر ستين عاماً من البحث الكيميائي، وقد أُسرع إلى تطبيق تقنية التحليل الطيفي الكيميائي الجديدة للبحث عن عناصر لم تُعرف من قبل. وفي عام 1861 أثناء فحص كروكس للرواسب المتبقية من إنتاج حمض الكبريتيك شاهد خطأً أخضر جديداً في الطيف، فأدرك أن هناك عنصراً جديداً موجوداً وقد أطلق عليه اسم الثاليوم من الكلمة الإغريقية ثالوس وتعني غصناً أخضر أو مترعماً. وقد اكتشف المزيد من العناصر منذ ذلك الحين، ونعلم الآن أن هناك 92 عنصراً مختلفاً في القشرة الأرضية، وقد ساهم العديد من الأشخاص في التعرف عليها وفصلها.

أثر من الراديوم

شريحة المجهر

شاشة فوسفورية من  
كبريتيد الزنك



ثلاثة من مناظير أشعة ألفا التي استخدمها كروكس

## مشاهدة الراديوم

صمم كروكس منظار أشعة ألفا لقياس النشاط الإشعاعي للراديوم. تتكون هذه الأجهزة من شاشات من كبريتيد الزنك توضع وراءها مقادير قليلة من الراديوم الذي زودت به ماري كوري - الكيميائية البولندية التي فصلت الراديوم - العالم كروكس. والراديوم يبعث جسيمات ألفا التي تحدث ومضات مرئية من الضوء عند سقوطها على الشاشة الموضوعة أمامها، وتُشاهد بواسطة المجهر.

والراديوم عنصر نشط إشعاعياً يوجد في الطبيعة (ص 32-33). ومنذ عام 1940 أُضيف 17 عنصراً أخرى إلى العناصر المعروفة بالفعل وعددها 92، وكل هذه العناصر الجديدة نشطة إشعاعياً وعادةً ما تكون قصيرة العمر، إذ تنكسر إلى ذرات أصغر وتطلق إشعاعاتها. وهي لا توجد بصورة طبيعية؛ ولذلك ينبغي أن يحضرها العلماء في المفاعلات النووية، وثمة بعض العناصر التي لم يحضر منها إلا عدد قليل من الذرات.

# دراسة المركبات

عندما تتحد العناصر تكوّن المركبات. والمركبات تحتوي على أكثر من نوع من الذرات ترتبط معًا لتكون الجزيئات. ويحتوي المركب النقي على نوع واحد من الجزيئات. وتساعد النظرية الذرية الحديثة على تفسير كيفية تماسك (ارتباط) الذرات معًا لتكون الجزيئات. وتتكون الروابط الكيميائية باستخدام إلكترونات القشرة الخارجية للذرة (ص 16-17). وإما أن تكتسب الذرات إلكترونات وإما أن تتقاسمها أو تفقدها أثناء هذه العملية. فإذا أعطت ذرة إلكترونات لذرة أخرى أصبح لكل منهما شحنة كهربائية فتجذب كل منها الأخرى مثل قطبي المغناطيس المتعاكسين مكونة رابطة «أيونية». وتنزع الفلزات إلى تكوين الروابط «الأيونية»، بينما تنزع اللافلزات إلى تكوين الروابط «التساهمية» مع بعضها البعض. وفيها تشارك الذرتان في الإلكترونات بدلاً من أن تسلم ذرة إلكترونًا أو أكثر إلى ذرة أخرى والعناصر التي لا تعطي إلكترونات لغيرها مثل الغازات الخاملة (ص 32-33) لا تتفاعل عادة مع العناصر الأخرى، ويقال إنها غير قابلة للتفاعل ولا تكوّن المركبات بسهولة.



H<sub>2</sub>O

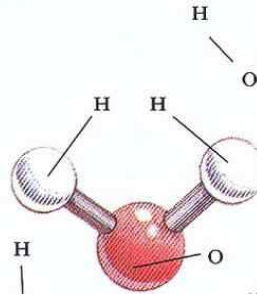
الصيغة البسيطة للماء H<sub>2</sub>O

الصيغة التركيبية للماء

نموذج الكرة والعصا للماء

## دوروثي هودجكين

يحتوي جزيء فيتامين ب 12 المركب على عدد إجمالي من الذرات يصل إلى 181 ذرة مقارنة بالماء الذي يحتوي على ثلاث ذرات. وقد فصل هذا الفيتامين في عام 1948 على هيئة مادة بلورية حمراء. وقد فحصته دوروثي هودجكين (ولدت عام 1910) باستخدام علم دراسة البلورات بالأشعة السينية، ثم اشتركت مع ألكسندر تود (ولد عام 1907) الذي درس تفاعلاته الكيميائية حتى توصلوا إلى صيغته الكيميائية وتركيبه في عام 1955.



## الروابط التساهمية

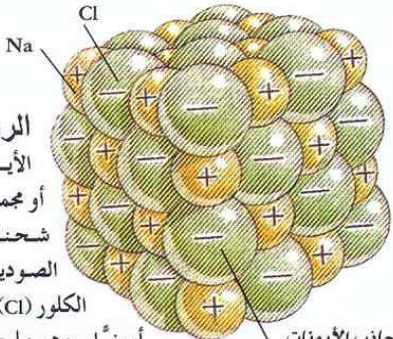
قد تكون المركبات التساهمية على

هيئة مواد صلبة أو سائلة أو غازية في

درجات الحرارة العادية. ويتكون الماء وهو أكثر المركبات شيوعًا وأهمية على الأرض من جزيئات لذرتين من الهيدروجين ترتبطان بذرة من الأكسجين (H<sub>2</sub>O). وتشارك كل ذرة هيدروجين بإلكترونها الوحيد مع أحد إلكترونات الأكسجين في تكوين رابطة تساهمية.



نموذج الماء المائل للفرع



## الروابط الأيونية

الأيون عبارة عن ذرة أو مجموعة من الذرات تحمل شحنة كهربائية. ويتفاعل الصوديوم (Na) وهو فلز مع الكلور (Cl) وهو لا فلز؛ ليكونا مركبًا أيونيًا - وهو ملح الطعام (NaCl). حيث تعطي ذرة الصوديوم الإلكترون الوحيد بقشرتها الخارجية إلى ذرة الكلور، مما يكمل القشرة الخارجية لذرة الكلورين. وفي بلورة الملح الصلب توجد أيونات الصوديوم والكلور مرتبة بالتبادل في شبكة حيث تتماسك الأيونات معًا بسبب قوة التجاذب الإلكترونياتية.

تتجاذب الأيونات الموجبة والسالبة لبعضهما البعض

يجذب المغناطيس برادة الحديد

## 1 خلط العناصر

يفصل الكبريت وبرادة الحديد بسهولة باستخدام مغناطيس عادي، يجذب برادة الحديد ولا يجذب الكبريت.

يتبقى مسحوق الكبريت الأصفر



## صنع مركب

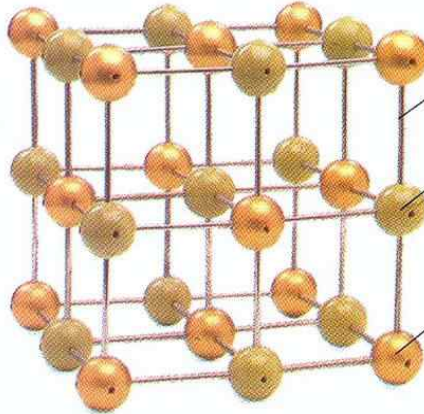
في هذه التجربة تخلط برادة الحديد (Fe) مع مسحوق الكبريت (S). وعلى الرغم من أنهما مخلوطان خلطًا جيدًا فإنهما لا يتفاعلان كيميائيًا. ولكن عند تعرضهما للحرارة (خطوة 2) يتحد الكبريت مع الحديد ليكون ملحًا فلزيًا - كبريتيد الحديد أو الحديدوز. وكثيرًا ما تكوّن الفلزات أملاحًا مع اللافلزات (ص 44-45).

وليام براج



### دراسة البلورات

طور وليام براج (1862-1942) مطيافاً يعمل بالأشعة السينية. وقد استخدمه ابنه لورانس براج (1890-1971) للتوصل إلى ترتيب الذرات في التراكيب البلورية عن طريق قياس مقدار حيود الأشعة السينية عندما تمر خلالها. وتكون الأملاح تركيبات بلورية - وكذلك يمكن لبعض المركبات مثل فيتامين ب 12 أن تكون بلورات ذات تركيب بالغ التعقيد.



### كيف تبدو المركبات؟

يرجع الفضل في تعيين تركيب ملح الطعام أو كلوريد الصوديوم (NaCl) إلى لورانس براج. ويتكون كلوريد الصوديوم من عنصرين شديدي القابلية للتفاعل - الصوديوم والكلور - يتحدان لتكوين مركب مستقر بصورة جديرة بالملاحظة. والملح الطعام روابط قوية مثله مثل كل المركبات الأيونية مما يعني أن له درجتى انصهار وغلجان مرتفعتين، وهو موصل جيد للكهرباء عندما يكون مصهوراً أو في محلول.

### 3 المركب

أصبح الحديد والكبريت الآن متحدنين مكونين كبريتيد الحديد أو الحديدوز. وقد فقدت كل ذرة حديد إلكترونين بينما اكتسبت كل ذرة كبريت إلكترونين ولم يعد لون الكبريت أصفر، ولم يعد المغناطيس يجذب الحديد؛ لأنه أصبح مرتبطاً بالكبريت كيميائياً. ويمكن كتابة المعادلة الكيميائية بالصورة التالية:  $Fe + S \rightarrow FeS$



### 2 التعريض للحرارة

إذا سخن خليط الحديد والكبريت بدرجة كافية يحدث تفاعل كيميائي. حيث تعطي ذرات برادة الحديد إلكترونات لذرات الكبريت فتتكون الرابطة الأيونية. وتكون العناصر البعيدة عن بعضها في الجدول الدوري (ص 22-23) هذا النوع من الروابط. وتسمى مركبات أيونية. وفي هذه التجربة أعطت الحرارة الطاقة اللازمة لإحداث الروابط بين ذرات العنصرين ولصنع المركب.

لا يستطيع المغناطيس أن يجذب الحديد الموجود في المركب الجديد

كبريتيد الحديدوز

# الجدول الدوري

كلما اكتشفت عناصر جديدة تم تحديد كتلتها الذرية ودراسة طريقة تفاعلها مع المواد الأخرى. وبدأ الكيميائيون يلاحظون عائلات من العناصر التي يتشابه سلوكها. ومنذ وقت مبكر حوالي 1829 اقترح يوهان دوبراينز (1780-1849) فكرة ثلاثية العناصر (مجموعات من ثلاثة)، وهكذا كون الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم - وكلها فلزات متشابهة - مجموعة واحدة وتنزع لنفس السلوك (ص 24-25). وقد لاحظ الكيميائي الروسي دميتري مندلييف (1834-1907) أنه عند ترتيب العناصر حسب كتلتها الذرية، فإنها تظهر خواص تتكرر بانتظام (أو دورياً). وقد أعلن عن قانونه الدوري في عام 1869 ونشر قائمة بالعناصر المعروفة في شكل جدول. وكانت لديه الشجاعة في أن يترك فراغات في مواضع لم يبد أن القانون الدوري يناسبها، متنبئاً باكتشاف عناصر جديدة لتملأ هذه الفراغات.

تُعرف الصفوف الأفقية باسم الدورات

2	4											10	20	18	40	36	84	54	131	86	222
He												Ne		Ar		Kr		Xe		Rn	
الهيليوم												النيون		الأرجون		الكريبتون		الزينون		الرادون	
5	11	6	12	7	14	8	16	9	19												
B		C		N		O		F													
البورون		الكربون		النيتروجين		الأكسجين		الفلورين													
13	27	14	28	15	31	16	32	17	35.5												
Al		Si		P		S		Cl													
الألومنيوم		السيليكون		الفوسفور		الكبريت		الكلور													
28	59	29	63.5	30	65	31	70	32	73	33	75	34	79	35	80						
Ni		Cu		Zn		Ga		Ge		As		Se		Br		Kr					
النيكل		النحاس		الزنك (الخارصين)		الجالسيوم		الجرمانيوم		الزرنيخ		السلينيوم		البروم		الكريبتون					
46	106	47	108	48	112	49	115	50	119	51	122	52	128	53	127						
Pd		Ag		Cd		In		Sn		Sb		Te		I		Xe					
البلاديوم		الفضة		الكادميوم		الإنديوم		القصدير		الأنتيمون		التلوريوم		اليود		الزينون					
78	195	79	197	80	201	81	204	82	207	83	209	84	210	85	210	86	222				
Pt		Au		Hg		Tl		Pb		Bi		Po		At		Rn					
البلاتين		الذهب		الزئبق		الثاليوم		الرصاص		البيزموث		البولونيوم		الاستاتين		الرادون					

## وضع العناصر الجديدة في أماكنها (في الأعلى)

كان الإنجاز المتوج بجدول مندلييف الدوري هو التنبؤ بالعناصر الجديدة؛ إذ لم تكن عناصر الجاليوم والجرمانيوم والإسكندريوم معروفة عام 1871 ولكن مندلييف ترك لها فراغات حتى إنه تنبأ بما سوف تكون عليها كتلتها الذرية وخواصها الكيميائية. وأول عنصر يكتشف منها كان الجاليوم في عام 1875. وقد تطابقت كل المميزات التي تنبأ بها مع خواص هذا العنصر، وقد أسماه مندلييف أيكأ- ألومنيوم - لأنه جاء تحت الألومنيوم في جدول.

## العناصر النووية الحديثة (إلى اليسار)

أطلقت على العناصر الحديثة أسماء مرتبة بناء على أعدادها الذرية، وذلك لتجنب الخلافات حول تسميتها. ولذلك أصبح العنصر 104 أنيلكودايم المشتقة من العدد اللاتيني أو واحد - صفر - أربعة وهكذا.

65	159	66	162	67	165	68	167	69	169	70	173	71	175
Tb		Dy		Ho		Er		Tm		Yb		Lu	
التربيوم		الديسبروزيوم		الهولميوم		الآريبيوم		التليوم		الإيتربيوم		اللوتيتيوم	
97	247	98	251	99	254	100	253	101	256	102	254	103	257
Bk		Cf		Es		Fm		Md		No		Lr	
البركليوم		الكاليفورنيوم		الإينشتاينيوم		الفيرميوم		المنديليفيوم		النوبليوم		اللورنسيوم	

## سلسلة الانتقال الداخلية (إلى اليسار)

يعرف هذان الصفان باسم اللانثانيدات والأكتينيدات طبقاً لاسمى أول أعضاء المجموعتين - اللانثانوم (عدده الذري 57) والأكتينوم (عدده الذري 89). وقد جرت العادة على فصل هذه العناصر عن باقي الجدول لإضفاء شكل مترابط منطقياً عليه. وكثيراً ما توجد اللانثانيدات معاً في المعادن، ويطلق عليها أحياناً اسم العناصر الأرضية النادرة، على الرغم من أنها ليست نادرة بشكل خاص. وكل الأكتينيدات نشطة إشعاعياً ولا توجد منها في الطبيعة إلا العناصر الثلاثة الأولى بينما ينبغي أن يحضر الباقي اصطناعياً.

1	1	الكتلة الذرية
H		العدد الذري
الهيدروجين		الرمز الكيميائي
اسم العنصر		



دمتري مندلييف

### دمتري مندلييف

في محاولة لوضع بعض النظام في دراسته للعناصر الكيميائية المعروفة صنع مندلييف مجموعة من البطاقات، بطاقة لكل عنصر، مسجلاً خواصه الكيميائية. وفي أثناء ترتيبه لهذه البطاقات اكتشف القانون الدوري. وعندما وضعها بترتيب تزايد الكتل الذرية وجد أن الخواص تتكرر دورياً.

3	7	4	9
Li	Be		
الليثيوم	البيريليوم		
11	23	12	24
Na	Mg		
الصوديوم	الماغنسيوم		

### الغازات الخاملة (إلى اليمين)

لم يتوقع أحد اكتشاف مجموعة جديدة تماماً من العناصر في تسعينيات القرن التاسع عشر (ص 32-33). وقد أضيفت هذه العناصر في عمود منفصل في الجدول الدوري، ولم يكن للجدول الدوري تأثير مباشر على النظريات الكيميائية حتى تم اكتشاف العناصر الناقصة.

19	39	20	40	21	44	22	48	23	51	24	52	25	55	26	56	27	59
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co									
البوتاسيوم	الكالسيوم	الإسكندريوم	التيتانيوم	الفاناديوم	الكروم	المنجنيز	الحديد	الكوبالت									
37	85	38	88	39	89	40	91	41	93	42	96	43	99	44	101	45	103
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh									
الروبيديوم	الإسترونتيوم	الإيتريوم	الزركونيوم	النيوبيوم	الموليبدينوم	التكنيتيوم	الروثينيوم	الروديوم									
55	133	56	137	57	139	72	178	73	181	74	184	75	186	76	190	77	192
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir									
السيوم	الباريوم	اللانثانوم	الهافنيوم	التنتالوم	التنجستين	الرينيوم	الأوزميوم	الإيريديوم									
87	223	88	226	89	227	104	(261)	105	(262)	106	(263)	107	(262)	108	(265)	109	(266)
Fr	Ra	Ac	Unq	Unp	Unh	Uns	Uno	Une									
الفرانسيوم	الراديوم	الأكتيونيوم	اليونيلكواديوم	اليونيلبنتيوم	اليونيلهكسيوم	اليونيلسبتيم	اليونيلوكتيوم	اليونيلينيم									

تكون العناصر الموجودة في سلسلة الانتقال الصفوف الوسطى من الجدول

### قراءة الجدول

تبين العناصر التي حددها مندلييف في جدولته المنشور عام 1871 هنا على هيئة بطاقات، وترتب الذرات تصاعدياً حسب «العدد الذري»، ويمثل هذا العدد عدد البروتونات (الجسيمات ذات الشحنة الموجبة) الموجودة في نواة الذرة، وهو عدد الإلكترونات بنفسه (ذات الشحنة السالبة) التي تحيط بالنواة. وتعين الكتل الذرية عن طريق مقارنة كتل العناصر بكتلة ذرة كربون التي تقدر كتلتها الذرية بـ 12.

اللانثانيدات

الأكتيونيدات

58	140	59	141	60	144	61	147	62	150	63	152	64	157
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd							
السيريم	البراسيوديوم	النيوديميوم	البروميثيوم	الساماريوم	اليوروبيوم	الجادولينيوم							
90	232	91	231	92	238	93	237	94	242	95	243	96	247
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm							
الثوريوم	البروتكتينيوم	اليورانيوم	النيبتونيوم	البلوتونيوم	الأمريسيوم	الكوريوم							



# نظرة على الفلزات

معظم العناصر من الفلزات. وكثيراً ما توصف الفلزات بأنها متينة وثقيلة ولامعة، ويصعب صهرها. والعديد من الفلزات قابل للطرق: أى يمكن أن تشكل بواسطة مطرقة. وبعضها قابل للسحب: أى يمكن سحبه على هيئة أسلاك رفيعة. ولكن هناك استثناءات - فالزئبق فلز غير أنه سائل في درجة حرارة الغرفة. وللفلزات أيضاً خواص كيميائية مميزة، فهي تتفاعل مع الأحماض لتكون الأملاح (ص44-45) وتتفاعل مع أكسجين الهواء لتكون الأكاسيد القاعدية (ص40-41). وعلى الرغم من وجود العديد من أوجه التشابه بين الفلزات فثمة أيضاً أوجه للاختلاف وهي التي تحدد مدى ملائمة الفلز لاستخدام معين. وبعض الفلزات خفيف الوزن مثل الألومنيوم، مما يجعله مثاليًا لمكونات صناعة الطائرات. وبعضها مقاوم للتآكل مثل الكروم الذي يستخدم لصناعة لوازم الحمامات.



## السيبكية

يعد الهاون والمدقة من أهم الأدوات للكيميائي والصيدلي. وكثيراً ما كان يصنعها سابكو الأجراس، ولذا كانا يصنعان من المادة نفسها التي كانت تصنع منها الأجراس - وهي شابة من القصدير (بصفة رئيسية) والنحاس. والسيبكية عبارة عن خليط من الفلزات (ص14-15)، وكثيراً ما تفضل السبائك على الفلزات النقية، لأنه يمكن مزجها للحصول على خواص مثل الصلابة أو درجة الانصهار المنخفضة.

## الفلز السائل

يستخدم هذا الترمومتر الذي يعود إلى أواخر القرن الثامن عشر الزئبق للإشارة إلى درجة الحرارة، إذ إن الحرارة تجعل الزئبق يتمدد. وقد اعتقد على مدى قرون طويلة أن الزئبق لا يمكن أن يوجد إلا على هيئة سائل، ولكن في أثناء شتاء قارس في روسيا عام 1759 لوحظ أن الزئبق يتجمد عند حوالي  $F^{\circ} -36.4$  (درجة فهرنهايت) أى -38 درجة مئوية.

## التعدين والكيمياء

بحث المنقبون عن الرواسب المعدنية وساعدوا في تحديد العديد من الفلزات الجديدة. وكانت أنابيب النفخ تشكل أداة هامة في مجال عملهم، وكان كارل فريدريش بلاتنر (1800-1858) هو أول من وصف «مختبراً» متنقلاً في بحثه عن التحليل باستخدام أنابيب النفخ. وتحتوي هذه المجموعة من الأدوات التي تعود إلى القرن التاسع عشر على أدوات تعدينية للاستخدام في الحقل. كانت عينات الفلز تصهر مع الرصاص في بوتقة صغيرة (ص12-13) باستخدام أنبوب النفخ للتسخين، ثم تختبر لدراسة تفاعلاتها مع الكاشفات الكيميائية المعيارية.

زجاجات  
تحتوى على  
الكاشفات

صينية تحمل  
أدوات التنقيب

نظارة معظمة

صندوق خشبي

زجاجة تحتوى  
على كاشف

ورق الكاشف

شرائح من  
الرصاص

بوتقة

فتيلة

الهاون  
والمدقة

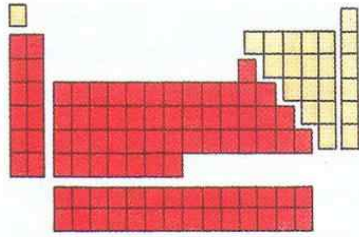
موقد  
كحولي

أنبوب النفخ

قطعة الضخم

## صخر الحجر الرملي

تحتوي هذه العينة من صخر الحجر الرملي على خام النحاس الذى يتكون فى الغالب من كربونات النحاس الذى يميل لونه إلى الاخضرار. والحجر الرملي عبارة عن حجر رسوبي وهو يتكون بصفة رئيسية من السيليكات وقد تراكمت طبقات السيليكات على هيئة الرمل عبر ملايين السنين. وفي أثناء تكونه تختلط به مواد أخرى، ويقوم الخللون بتعيين مقدار الفلز الموجود في الصخرة لكي يحددوا ما إذا كان للتعدين جدوى اقتصادية.

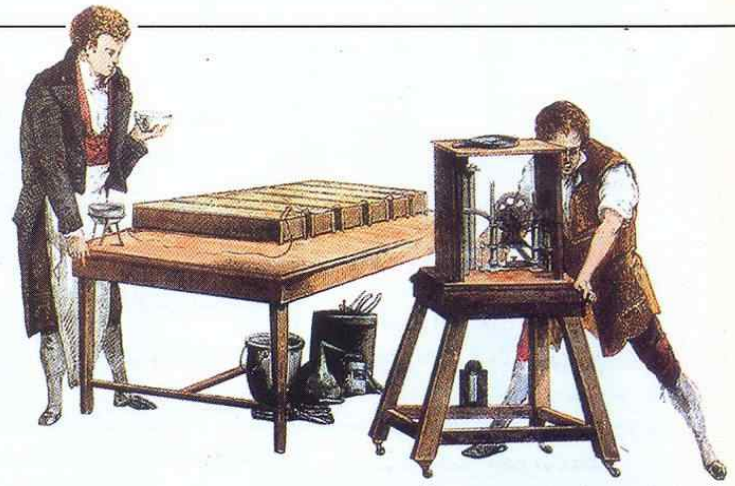


## الفلزات في الجدول الدوري

تمتلك مجموعات العناصر الرأسية الخواص ذاتها. وكل الفلزات القلوية الواقعة على يسار الجدول تتفاعل مع الماء مكونة مادة قلوية. أما الفلزات الانتقالية التي تقع بدءاً من الصف الأفقي الرابع حتى أسفله، فهي تشتهر بتنوع ألوان الأملاح التي تكونها.

**الإسترنتيوم**  
سمى هذا العنصر الفلزى على اسم مدينة ستر ونشيان الإسكتلندية حيث وجدت الخامات المحتوية على الإسترنتيوم أول مرة. وهذا الفلز الفضى الناعم يتفاعل مع الماء ويحترق في الهواء. ويستخدم لهبه الأحمر في الألعاب النارية، وقد صنعت زجاجات العينات تلك خصيصاً لكي تناسب مع لوحة العرض.

**الجالسيوم**  
هذا الفلز أملس ولونه أبيض فضى بالألومنيوم، وقد تنبأ مندليف بوجوده (ص 22-23) ونظراً لانخفاض نقطة انصهاره حوالى  $86^\circ \text{F}$  ( $30^\circ \text{C}$ ) فإنه ينصهر إذا حمل في يد دافئة. ويتم استخلاصه بواسطة التحليل الكهربائي كمنتج ثانوى لتعدين البوكسيت (ص 18-19) ويستخدم في صناعة الإلكترونيات.



## فصل الفلزات التفاعلية

أصبح السير همفري ديفى (1778-1829) أستاذاً في المؤسسة الملكية بإجلترا في عام 1801 أى بعد إنشائها بعام واحد. وقد أحرزت محاضراته في الموضوعات العلمية نجاحاً باهراً وتوافد أفراد المجتمع الراقي للاستماع إليه. وبعد اكتشاف العمود الفلظائى (ص 46-47) بنى ديفى بنفسه بطارية ضخمة من الخلايا الفلظائية واستخدم الكهرباء الناتجة منها في فصل فلز البوتاسيوم أولاً ثم فلز الصوديوم من هيدروكسيداتهما. وفي العام التالى فصل الماغنسيوم والكالسيوم والإسترنتيوم والباريوم. ويجب أن تستخرج هذه الفلزات من خاماتها المنصهرة بواسطة الكهرباء لأنها شديدة التفاعلية (القابلة للتفاعل). ويمكن أن تستخلص الفلزات الأقل تفاعلية - على سبيل المثال النحاس (ص 44-45) - من خاماتها عن طريق تسخينها إلى درجات حرارة عالية.

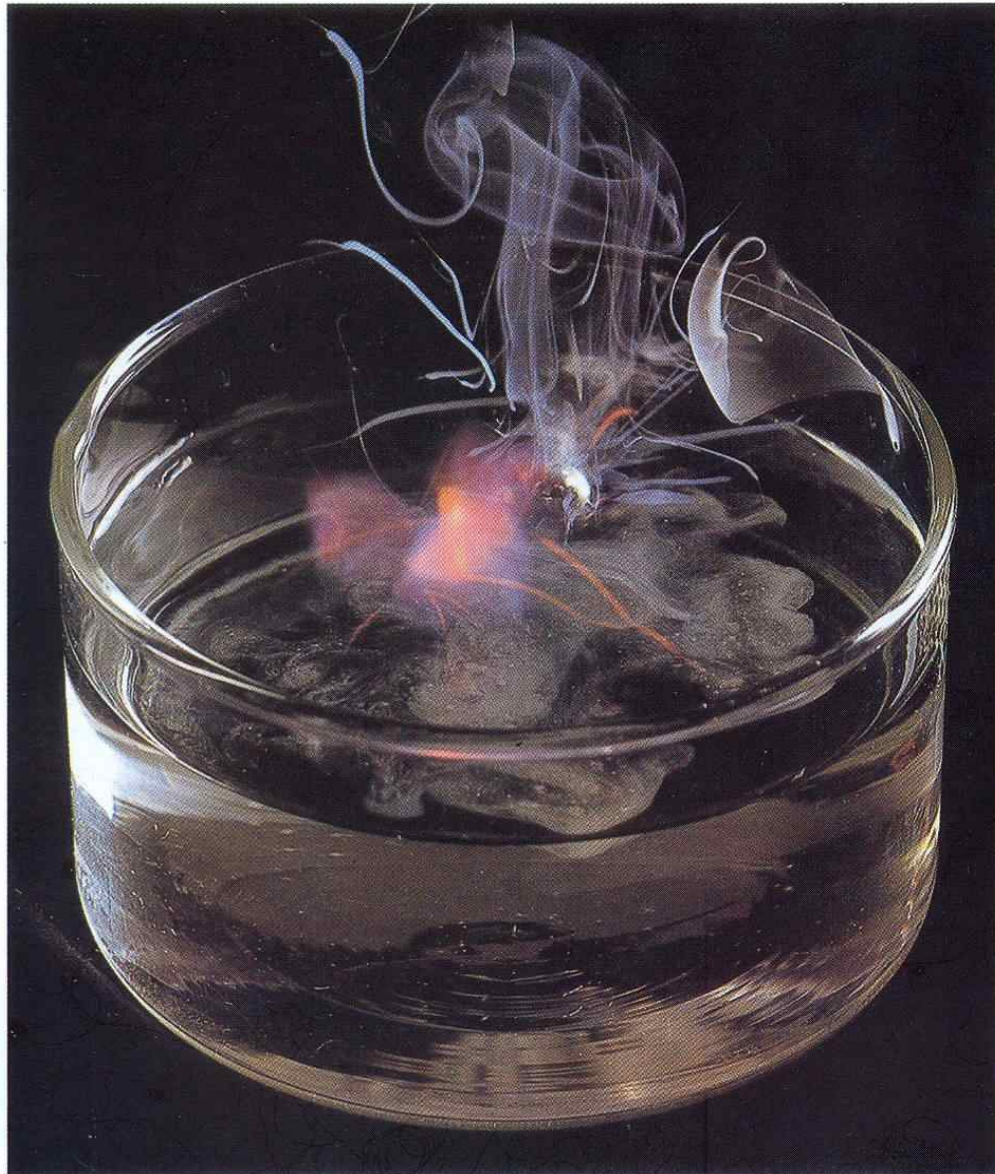
## كيف تتفاعل الفلزات؟

يقال إن عنصراً ما تفاعلياً إذا كان من السهل أن يكتسب أو يفقد الإلكترونات التي تستخدم في تكوين الروابط (ص 20-21) ويمكن ترتيب الفلزات حسب قابليتها للتفاعل مع الماء والهواء. ويعرف هذا الترتيب بسلسلة التفاعلية، وهو يبين مدى سهولة استخلاص الفلز من خامته. ويأتى الذهب وهو أقل الفلزات قابلية للتفاعل في ذيل القائمة فهو لا يتفاعل مع الماء أو الأحماض الخفيفة أو الهواء ويوجد في الطبيعة على هيئة عنصر.



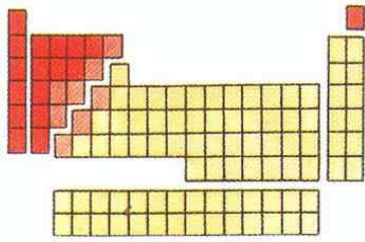
## تفاعلية الفلزات المختلفة

يسلك البوتاسيوم والقصدير سلوكاً مختلفاً عندما يلمسان الماء، فلز البوتاسيوم (إلى اليمين) يتفاعل بشدة وتولد كمية حرارة ضخمة حتى إن غاز الهيدروجين الناتج يحترق ويشعل محمداً لهاً بنفسجى اللون. أما القصدير (إلى أعلى) الذى يقع في موضع منخفض في السلسلة التفاعلية، فيتفاعل بالكاد مع الماء. فإذا استُخدم حمض مخفف كان تفاعل البوتاسيوم أشد بينما يتفاعل القصدير ببطء شديد لينتج الهيدروجين.



# اكتشاف اللافلزات

معظم العناصر من الفلزات. وتسمى العناصر الأخرى التي ليست بالفلزات باللافلزات. ونصف هذه اللافلزات غازات مثل الأكسجين والنيتروجين والكلور. والبروم سائل في درجة حرارة الغرفة بينما تكون العناصر الأخرى اللافلزية من المواد الصلبة. وعادة ما تكون الخواص الفيزيائية للفلزات عكس تلك المميزة للفلزات. وفي الحالة الصلبة تكون اللافلزات هشّة ولا يمكن طردها لتشكيلها (غير طيعة) أو سحبها على هيئة أسلاك (غير قابلة للسحب). وللعناصر نفسها تركيب كيميائي مختلف عن الفلزات. وهي ليست موصلات جيدة للكهرباء أو الحرارة. وتختلف أيضًا تفاعلات اللافلزات الكيميائية عن تفاعلات الفلزات. فاللافلزات لا تتفاعل مع الأحماض الخفيفة، وعندما تحترق في الهواء أو الأكسجين، فإنها تتكوّن الأكاسيد (ص 40-41) التي تنتج الأحماض مع الماء. وتظهر بعض المواد الصلبة سلوكًا بين سلوك الفلز واللافلز: وتسمى نصف فلزات أو أشباه موصلات. وقد كانت مجموعة كاملة من اللافلزات مجهولة حتى تسعينيات القرن التاسع عشر وهي مجموعة الغازات الحاملة (ص 32-33).



## على الجدول الدوري

تقع اللافلزات إلى أعلى يمين الجدول، وتظهر العناصر شبه الفلزية (اللون الوردي الفاتح) سلوك اللافلزات والفلزات معًا. وبعضها مثل السيليكون من أشباه الموصلات. والهيدروجين أيضًا لا فلز.



يتفاعل العامل المؤكسد مع الفوسفور

الفوسفور

## حامل الضوء

يتوهج الفوسفور الأبيض

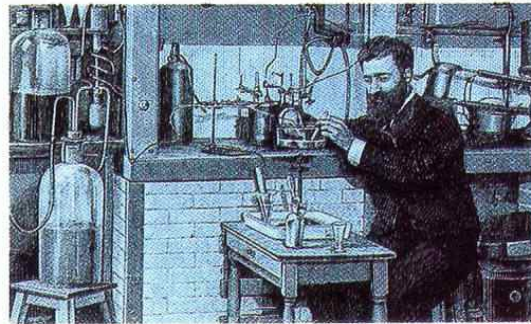
الذي اكتشف في عام 1669 في الظلام، وقد كان يستخدم في أعواد الثقاب؛ لأنه سهل الاشتعال. ولكن نظرًا لسميته العالية، استبدل به الفسفور الأحمر في عام 1845. وفي أعواد ثقاب الأمان المينة تشتمل العلب على الفوسفور، بينما يحتوي رأس عود الثقاب على مادة مؤكسدة تشتعل عند احتكاكها بالفوسفور.

أنبوب التوصيل

## أسنان أكثر قوة وصحة

تحمي كميات ضئيلة من الفلورايد الأسنان من مهاجمة

الأحماض الموجودة بالطعام. ويتم هذا عن طريق إضافة الفلورايد لإمدادات المياه. ويضاف الفلورايد حاليًا لمعجون الأسنان العصري. وقد قللت هذه العملية من تسوس الأسنان الخطير.



## مواسان في معمله

يظهر هنا هنري مواسان (1852-1917) في معمله في باريس. وقد نجح مواسان أخيرًا في الحصول على الفلورين - وهو غاز مائل للاصفرار. وقد حرص في تجاربه على ألا تتلامس الغازات الخارجة من القطبين وقد استخدم خليطًا من الكيماويات وصنع الجهاز من البلاتين، لأن فلوريد الهيدروجين يذيب الأواني الزجاجية. وقد عانى مواسان من التأثيرات السامة لغاز فلوريد الهيدروجين وغاز الفلورين مثلما عانى زملاؤه العلماء الذين حاولوا أن يفصلوا هذه المادة الكيميائية الخطيرة.

يتم التسخين بواسطة موقد بنزن

جهاز مصنوع من مادة البلاتين لأن فلوريد الهيدروجين يذيب الزجاج

حامل الماسك ومعه حلقة المعوجة

مجموعة تحتوي على ثنائي فلوريد البوتاسيوم الهيدروجيني

## اكتشاف الفلورين

على الرغم من أن أملاح الفلورين - الفلوريدات - كانت تستخدم منذ قرون فإن غاز الفلورين - وهو أكثر العناصر قابلية للتفاعل على الإطلاق - لم يُفصل حتى عام 1886. فليس هناك مركب يتخلى بسهولة عما يحتويه من الفلورين. ولذلك فمثله مثل الفلزات الأكثر تفاعلية، لا يمكن فصله إلا عن طريق التحليل الكهربائي (ص 46-47). باستخدام هذا الجهاز كان يتم الحصول على الغاز من محلول ثنائي فلوريد البوتاسيوم الهيدروجيني (KHF<sub>2</sub>) في فلوريد الهيدروجين السائل (HF). ويجب أن يكون فلوريد الهيدروجين المستخدم لامائيًا (أي خاليًا تمامًا من الماء) وإلا سوف ينتج الأكسجين.

## الماس والجرافيت

توجد العديد من العناصر اللافلزية على أكثر من هيئة واحدة (شكل متأصل) والكربون ليس استثناء (ص48-49). والماس وهو أصعب المواد لا لون له بينما الجرافيت ناعم وأسود اللون، وكل منهما لا يحتوي إلا على ذرات الكربون. وقد استخدمت كاثودين لونسديل (1903-1971) هذا النموذج لإيضاح ترتيب ذرات الكربون المختلف في الشكلين المتأصلين. ويتكون الجرافيت من طبقات مسطحة، بينها مسافات كبيرة من ذرات الكربون. وتنزل هذه الطبقات بسهولة على بعضها البعض مما يجعل الجرافيت شحمة تنزلق جيداً. ويمكن القول إن الإلكترونات التي تربط الطبقات معاً لا ترتبط بشدة بذرات معينة، ولذا فهي توصل الكهرباء بشكل جيد. أما في الماس فإن كل ذرة كربون ترتبط بأربع ذرات كربون أخرى في تركيب منتظم من روابط شديدة القوة. (وتقتل حلقات المطاط الروابط في النموذجين المبينين هنا).



ترتيب ذرات الكربون في الماس



ترتيب ذرات الكربون في الجرافيت

## قناع الغاز (1917)



تحتوى الزجاج على كيمواويات لمعادلة الكلور

قناع للوجه

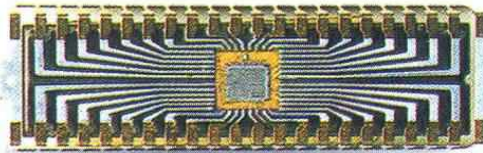
## الاستخدام المأساوي للكلور

استخدم الجانبان (دول الحلفاء، ودول المحور) الغازات السامة في أثناء الحرب العالمية الأولى (1914-1918). وقد استخدم الكلور لأول مرة في مدينة يابر في بلجيكا عام 1915. وقد تدفق الغاز الأخضر الثقيل على الريف واستنشق جنود الحلفاء، مما تسبب في ملء رئاتهم بالسائل وغرقهم. والذين لم يموتوا أصيبوا بالمرض والعجز مدى حياتهم. وقد أنتجت الأقنعة بأعداد هائلة أثناء الحرب العالمية الثانية (1939-1945) ولكن لحسن الحظ لم تلعب الحرب الكيميائية أى دور في العمليات العدائية الحربية.

قطب من البلاتين عند الكاثود (الطرف السالب)

أسلاك إلى مصدر الكهرباء

يجمع غاز الهيدروجين هنا



## استخدام أشباه الموصلات

هذه الشريحة من السيليكون أصغر من ظفر طفل رضيع وقد حفرت على سطحها مجموعة من الدوائر الكهربائية. وكل من السيليكون والجرمانيموم من أشباه الموصلات - أى أنهما ليسا موصلين جيدين للكهرباء. ولكن «إضافة» مقادير ضئيلة من الشوائب إلى شريحة السيليكون تجعلها موصلة للكهرباء. ويمكن تصميم دوائر كهربائية معقدة على مسافة بالغة الصغر وبسبب صغر حجم الشرائح يمكن أن يكون حجم الأجهزة الإلكترونية - مثل الكمبيوتر والساعات الرقمية - صغيراً ومناسباً.

قمع سناني يعلو الكلوريد المثيلي

قطب من سبيكة البلاتينو - إيريديوم عند الأنود (الطرف الموجب)



## عناصر من البراكين

يمكن أن يوجد الكبريت على منحدرات البراكين. وقد عرف الكبريت منذ القدم، وكان الكيميائيون القدماء يعتقدون أنه يمثل جوهر النار. وأهم مركب صناعي للكبريت هو حمض الكبريتيك (ص62-63). البركان المين هو جبل سانت هيلينز في ولاية واشنطن الذي ثار عام 1980.

سوف يستخدم الثلج والملح الموضوعان في الكأس لتكثيف فلوريد الهيدروجين

يتكشف فلوريد الهيدروجين في قارورة من البلاتين

يجمع غاز الفلورين هنا

حمام التبريد باستخدام كلوريد الميثيل

حامل ثلاثى القوائم

## المرحلة الأخيرة

يحتوى الأنبوب البلاتيني الذي يتخذ شكل حرف U على فلوريد الهيدروجين وثنائي فلوريد بوتاسيوم الهيدروجيني تمرر الكهرباء خلال المحلول مقسمة فلوريد الهيدروجين إلى غازين الفلورين والهيدروجين. ولا بد من جمع الغازين بصورة منفصلة لتجنب حدوث تفاعل خطير.

# نظرة على الهواء



## الغازات الناشئة عن الاحتراق

أدرك «ج. ب. فان هيلمونت» أنه يمكن إنتاج غازات مختلفة كيميائياً عن طريق حرق المواد. وقد أدرك أن هذه الغازات تختلف عن الهواء الذي نستنشق.

يتكون الهواء المحيط بنا من خليط من الغازات. والغازان الرئيسيان في الهواء هما الأكسجين والنيتروجين. ومعظم الغازات لا يمكن رؤيتها أو الإحساس بها. في الواقع، لم يدرك الناس أن هناك غازات مختلفة، وحتى القرن السابع عشر كان في اعتقادهم أن هناك مجرد هواء أُعتبر واحداً من العناصر الإغريقية الأصلية.

وقد حاول يوهان فان هيلمونت (1577-1644) أن يصنع «أشكالا من الهواء» كيميائياً. ونظراً لتكرار كسر جهازه الزجاجي كثيراً أطلق عليها اسم «غاز» وهو مشتق من كلمة إغريقية تعني الفوضى. وقد بدأت دراسة الغازات بجدية في القرن الثامن عشر. وكانت العقبة الرئيسية هي كيفية التعامل مع الغازات. وقد اخترع جوزيف بريستلي حوض تجميع الغازات تحت الماء أو الزئبق،

ومازال يستخدم في المعامل حتى الآن. وكان أول غاز تتم دراسته بالتفصيل هو غاز ثاني أكسيد الكربون. وقد صنعه جوزيف بلاك بعدة طرق مختلفة وإدراكاً منه أنه ليس هواء عادياً أطلق عليه اسم «الهواء الثابت». وبنهاية القرن الثامن عشر كان العديد من الغازات الشائعة قد تم تحضيره ودراسته في إطار علم يعرف باسم كيمياء الهواء.

## جوزيف بريستلي (1733-1804)

صنعت هذه الميدالية التي تمثل القس والعالم الإنجليزي على يد الخراف الإنجليزي جوزايا ودجوود الذي زود بريستلي أيضاً بالكثير من أجهزته الكيميائية. وقد قام بريستلي بدراسة العديد من الغازات باستخدام حوض تجميع الغازات الذي اخترعه، وذلك قبل اكتشافه الأكسجين. وقد درس ثاني أكسيد الكربون الذي نتج كمنتج جانبي في مصنع الجعة المجاور، واخترع طريقة لتحضير الماء المكرن.



## تصنيع ثاني أكسيد الكربون

في هذه التجربة يتم تحضير ثاني أكسيد الكربون (CO<sub>2</sub>) بواسطة إحدى الطرق التي استخدمها جوزيف بلاك. يضاف حمض الهيدروكلوريك إلى كربونات الماغنسيوم (أو ماغنيسيا ألبا) كما أسماها بلاك) ويجمع الغاز الناتج باستخدام حوض التجميع. وقد أدرك بلاك أنه يمكن أيضاً أن ينتج هذا الغاز عن طريق تسخين أحد الكربونات أو عن طريق حرق الحجر الجيري. وقد أطلق عليه اسم «الهواء الثابت» لأنه أدرك أنه ليس بالهواء نفسه الذي يستنشق على الرغم من أنه أثبت أن مقادير صغيرة من هذا الغاز توجد في الجو.



## التعامل مع الغازات

استخدمت مائة الخنزير على نطاق واسع في القرن الثامن عشر لاحتواء الغازات التي تستخدم لإجراء التجارب. وكانت تحمل فيها أيضاً الغازات التي يراد وزنها. وقد استخدم بريستلي ثاني أكسيد الكربون المحتوي في مائة لتحضير مياه معدنية اصطناعية. وقد اشتكى جون نوث (ص 28) من النكهة التي أضفتها المائة على المياه، وابتكر جهازه الزجاجي بدلاً منها.

قمع سناني أنبوب توصيل



## جوزيف بلاك (1728-1799)

لقد ازدادت المعرفة الكيميائية بصورة هائلة نتيجة للتجارب الدقيقة التي أجراها بلاك وهو كيميائي إسكتلندي مرموق. وقد أثبتت تجاربه العلمية في نهاية المطاف أن هناك غازات أخرى إلى جانب الغازات الموجودة في الجو. وقد حضر بلاك غاز ثاني أكسيد الكربون أول مرة في أثناء دراسته حموضة المعدة وكيفية علاجها.

كربونات الماغنسيوم في أثناء تفاعلها مع الحمض



حمض الهيدروكلوريك

تسبب الحرارة  
الكهربائية  
اشتعال  
الغازات

## الماء المكرين

قام جون نوث وهو طبيب إسكتلندي بتطوير طريقة ابتكرها بريستلي في عام 1767 لتحضير الماء المكرين. وقد كان ثمة اعتقاد خاطئ بأن الماء المكرين يشفى من الأسقربوط وهو مرض ينتج عن نقص فيتامين سي وقد استخدم جهاز نوث الرائع بتوسع في الصيدليات وفي المنازل الخاصة.



سوف يرفع الماء  
الضغط بدرجة طفيفة

## نقاء الهواء

في عام 1766 اكتشف هنري كافنديش (1731-1810) الهيدروجين - وقد أسماه «الهواء القابل للاشتعال». ووطن أنه قد يكون اللاهوب «الفلوجيستون» النقي (ص 30-31) وقد استخدم إيديومتر (مقياس تحليل الغازات) ليوضح أن الهيدروجين يحترق في الأكسجين لتكوين الماء، مما يثبت أن الماء يتكون من الهيدروجين والأكسجين. وقد استخدم المصطلح «إيديومتري» لوصف قياس درجة نقاء الهواء.



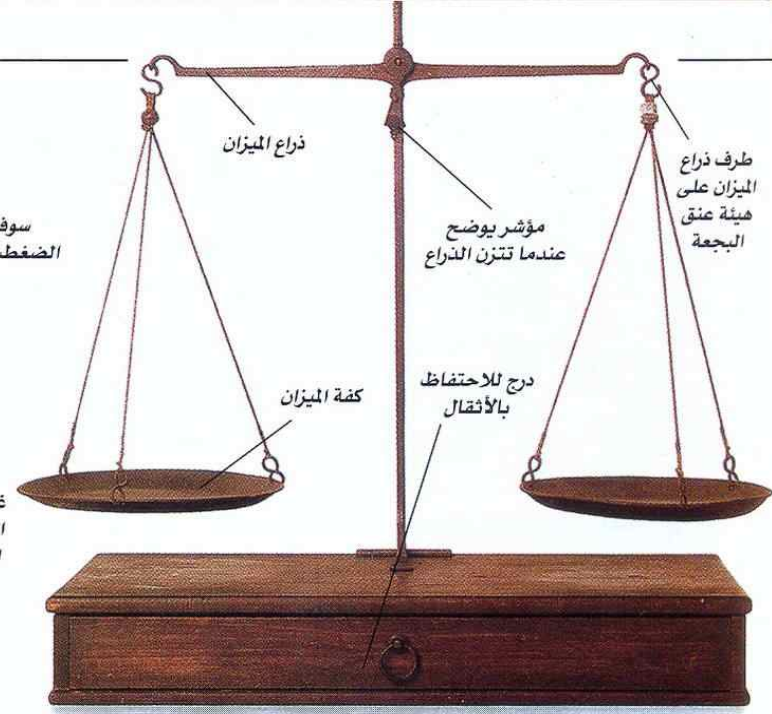
غاز ثاني أكسيد  
الكربون يتخلل  
الماء على هيئة  
فقاعات

الماء المراد كربنته بالداخل

يسحب الماء المعدني  
هنا الاصطناعي من

يسمح الصمام للغاز بالمرور  
إلى أعلى، ولكنه يمنع الماء  
من أن يترشح إلى أسفل

يغذى الغاز  
من هنا



ذراع الميزان

طرف ذراع  
الميزان على  
هيئة عنق  
البجعة

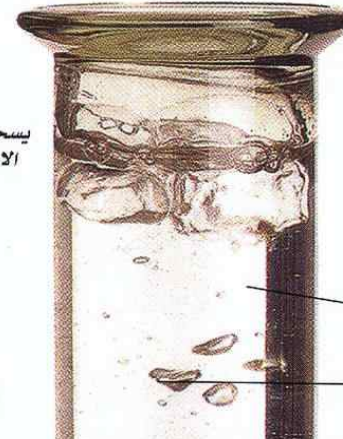
مؤشر يوضح  
عندما تتزن الذراع

كفة الميزان

درج للاحتفاظ  
بالأثقال

## ميزان بلاك

سجل بلاك بدقة كتل المواد الكيميائية التي استخدمها والغازات التي أنتجها مما ساعده على فهم ما الذي يجري في أثناء تجاربه. وكان من أوائل من أدركوا أهمية القياسات الدقيقة. وعلى الرغم من هذا، فإن هذا الميزان يعد بدائيًا جدًا مقارنة بالموازين الكيميائية الأحدث منه (ص 60-61).



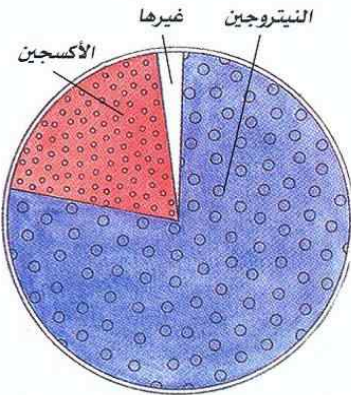
وعاء الغاز المقلوب

فقاعات CO<sub>2</sub>

رف على شكل خلية نحل

حوض  
تجميع الغاز

توضع شرائح الرخام  
والحمض هنا



## ما الذي يوجد في الهواء؟

يتكون الهواء الذي نستنشق في الغالب من النيتروجين وهو غاز غير تفاعلي ومعه الأكسجين الضروري للحياة، والذي تبلغ نسبته حوالي الخمس. ويتكون الجزء الباقي من مقادير ضئيلة من الغازات الحاملة (ص 32-33) والملوثات وثاني أكسيد الكربون الذي تفره الحيوانات وتستخدمه النباتات لكي تنمو (ص 50-51).

# تفاعلات الاحتراق

## نظرية اللاهوب «الفلوجيستون»

اعتقد الكيميائي الألماني جورج

أرنست شتال (1659-

1734) أنه عندما تحترق

المواد فإنها تطلق مادة

أسمها اللاهوب

«فلوجيستون». وقد ظهر

أن هذه النظرية تساعد على

تفسير التفاعلات وقد اجتذبت

العديد من المفكرين ولكن أنطوان

لافوازييه أثبت خطأها (انظر أسفله).



تزود النار البشر بالضوء والحرارة التي هي وسيلة الطهي وصهر المعادن. وقد كان الاحتراق من أوائل ما درس من تفاعلات كيميائية بالتفصيل. ونحن على علم الآن أنه عند احتراق المواد في الهواء فإنها تتفاعل مع الأكسجين الموجود فيه مكونة مركبات جديدة وتاركةً أحياناً بقايا من الرماد. وبعض المركبات تكون في الحالة الغازية فتختفي في الهواء، وبعضها يأخذ شكل مواد صلبة تبقى في الإناء وقد افترضت بعض النظريات المبكرة أن حرق الخشب لتكوين الرماد يماثل في الأساس حرق الفلزات. وفي كلتا الحالتين كان يعتقد أن الحرق يحرق جزءاً من المادة الأصلية على هيئة اللاهوب «الفلوجيستون» (من الكلمة الإغريقية فلوجيستوس وتعني قابل الاحتراق). وقد ظهر أن هذه الفكرة تساعد في فهم العمليات الكيميائية المتصلة بعملية الاحتراق؛ لأنه عندما وزنت نواتج التفاعلات بدقة أكثر أدرك العلماء أنه على الرغم من كون الرماد المتبقى عن احتراق الخشب قد خَفَّ وزنه فإن الفلزات ازداد وزنها بالفعل عندما حُرقت.

## احتراق الشمعة

الشمع عبارة عن خليط من مركبات تحتوي في الأساس على الكربون والهيدروجين. وعندما تشعل الفتيلة يسحب بعض الشمع إلى أعلى الفتيلة ويتبخر. ويحترق البخار مستهلكاً بعض الأكسجين من الهواء، وينتج الجزء الأصفر من اللهب عن توهج جسيمات الكربون عند درجات الحرارة المرتفعة. أما الكربون الذي لم يحترق فإنه يكون السخام.

## أبو الكيمياء

بعد أن اكتشف الإنجليزي جوزيف بريستلي

الأكسجين عام 1774 بدأ الفرنسي

أنطوان لافوازييه (1743-1794)

- الذي أطلق على الغاز اسم

أكسجين - في دراسة خواصه

وخواص الهواء. وقد اقترح نظرية

جديدة تماماً فسرت تكون أكاسيد

الفلزات (ص 40-41) وكذلك

أتاحت فهم التفاعلات التي تحدث

في أثناء حرق الخشب أو الشمع.

وكان لافوازييه ينحدر من أسرة

ثرية وقد حوكم وأعدم بالمقصلة في

أثناء الثورة الفرنسية بسبب تورطه

في تحصيل الضرائب.



يسخن الزيتيق  
في المعوجة  
ليكون الكلس

مقبض للحمل

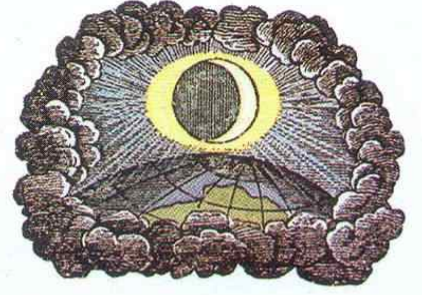
فتحة للوقود

فرن الطين  
الحراري





# الغازات الخاملة



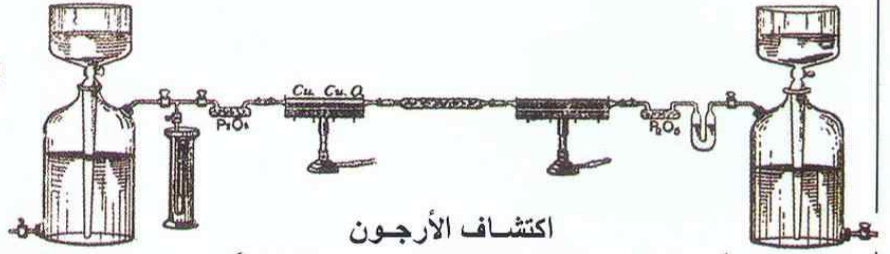
في بداية تسعينيات القرن التاسع عشر، لم يكن يخطر ببال أحد أن هناك مجموعة منفصلة من الغازات في الجدول الدوري (ص22-23) - وهي الغازات الخاملة (الغازات النبيلة). والغازات الخاملة مألوفة لنا بسبب استعمالها في لافتات النيون وبالونات الهليوم. وبحلول عام 1900 كان قد تم التعرف على هذه المجموعة الجديدة بأكملها وفصلها. وفي أثناء إجراء محاولة لتعيين الكتلة الذرية للنيوتروجين بدقة اكتشف الفيزيائي البريطاني اللورد رايلي (1842-1919) أن النيوتروجين المحضر من الأمونيا أخف من النيوتروجين المستخرج من الهواء الجوي بشكل ملحوظ. وقد اشترك مع وليام رامزي (1852-1916) في دراسة نيوتروجين «الجو» وعندما فصلا النيوتروجين منه حصلاً على كمية ضئيلة من غاز آخر. وبما أنه لم يتفاعل مع أي شيء فقد أطلق عليه اسم أرجون من الكلمة الإغريقية التي تعني كسولاً. وتم اكتشاف الهليوم بعد ذلك بسنة عام 1895 وبعدها بدأ رامزي ومساعدته موريس ترفرز (1872-1961) البحث عن عناصر إضافية في هذه المجموعة. وكان السبيل إلى ذلك استخدام التقطير التجزيئي (ص14-15) لكميات كبيرة من الهواء السائل والأرجون. وفي عام 1898 كللت جهودهما بالنجاح فقد قاما بتحضير الكريبتون والنيون والزينون.

## مضخة توبلر

استخدم رامزي وترفرز مضخة توبلر المبينة لطرد الهواء من جهازهما وجمع الغازات الخاملة. ويعزى اللون البنفسجي للزجاج إلى الإشعاع الناتج عن الرادون.

## السير وليام رامزي

كان رامزي كيميائياً بريطانياً وقد اكتشف الأرجون بالاشتراك مع الفيزيائي لورد رايلي، وقد نال جائزة نوبل في الكيمياء عام 1904.



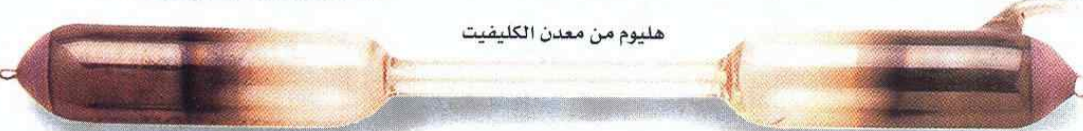
## اكتشاف الأرجون

يكون النيوتروجين معظم هواء الجو. وقد صمم رامزي هذا الجهاز لكي يمتص كل الغازات المعروفة من النيوتروجين الجوي. مرر الهواء في البداية على نحاس مسخن للتخلص من الأكسجين، ثم مررت الغازات المتبقية خلال الجهاز الذي يزيل الرطوبة وأي أكسجين متبقٍ والمولوثات وثاني أكسيد الكربون والنيوتروجين ولم يبق في النهاية إلا واحد على ثمانين من حجم الغاز. وقد فحص رامزي هذا الغاز المتبقى بواسطة مطياف (ص60-61) ووجد خطوط طيف جديدة لا تنتمي لأي غاز معروف حينئذ. وقد اشترك هو ورايلي في إعلان اكتشاف الأرجون في عام 1894.

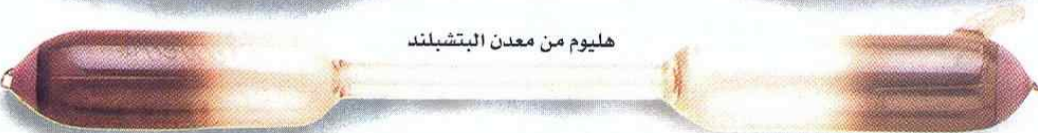
## هليوم من معدن المونازيت



## هليوم من معدن الكليفيت



## هليوم من معدن البتشلند



## هليوم من معدن السمرسكيت



## عينات الهليوم

بعد اكتشاف جانسن لعنصر في الشمس انطلق العلماء في البحث عن الهليوم على الأرض. وقد حصل عليه رامزي عن طريق غلي معدن الكليفيت مع الحمض المخفف وعندما رأى الخط الأصفر الساطع في طيفه أدرك أنه مطابق للخط الذي شوهد في طيف الشمس في أثناء كسوفها عام 1868. وقد أرسل عيناته المبينة هنا إلى السير وليام كروكس (ص18-19) وعالم الفلك نورمان لوكيير (1836-1920). وفي عام 1895 أثبتا أن الغاز هو الهليوم عن طريق التحليل الطيفي (ص58-59).

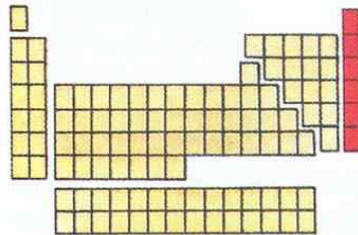


### استخدامات الهليوم

يستخدم الهليوم لملء البالونات والمناطيد لأنه أخف كثيراً من الهواء. ولأنه لا يتفاعل (خامل) فهو أكثر أماناً من الهيدروجين الذي يمكن أن ينفجر في الهواء. وقد استخدمت مناطيد الأرصاد الجوية المبينة أعلاه لحمل الأجهزة اللازمة لدراسة ثقب طبقة الأوزون فوق القطب الشمالي عام 1990. وقد بلغ بعض المناطيد ارتفاع 18 ميلاً (28 كيلومتراً). ويستخدم الهليوم أيضاً في صنع صوت شخصية الرسوم المتحركة بطوط (Donald Duck) لأن موجات الصوت تنتقل بسرعة أكبر في الغاز الخفيف وعندما يستشقق الممثل الهليوم يصبح صوته حاد النبرة.



صخر الجرانيت



### موقعها في الجدول الدوري

تقع الغازات الخاملة إلى يمين الجدول الدوري لمندليف (ص 22، 23) بعد عناصر الهالوجين. ولكل غاز قشرة خارجية كاملة من الإلكترونات مما يفسر عدم قابليتها للتفاعل وعدم اكتشافها في وقت مبكر عن ذلك.

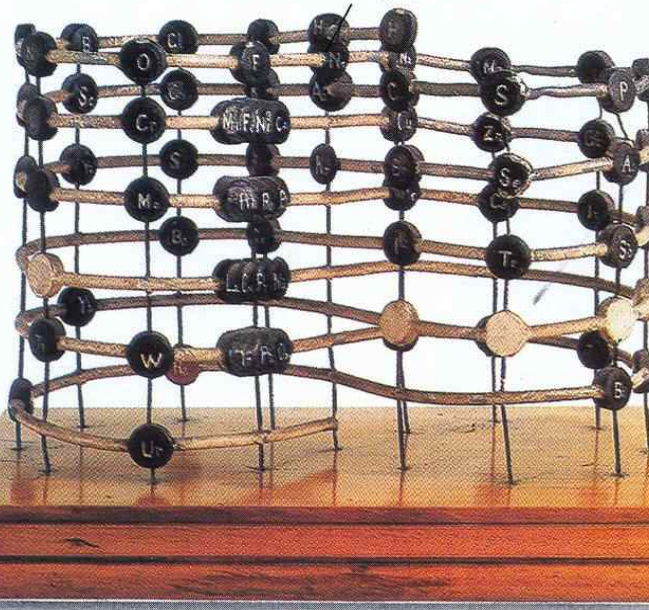


بالونات مملوءة بالهليوم

### مصادر الرادون

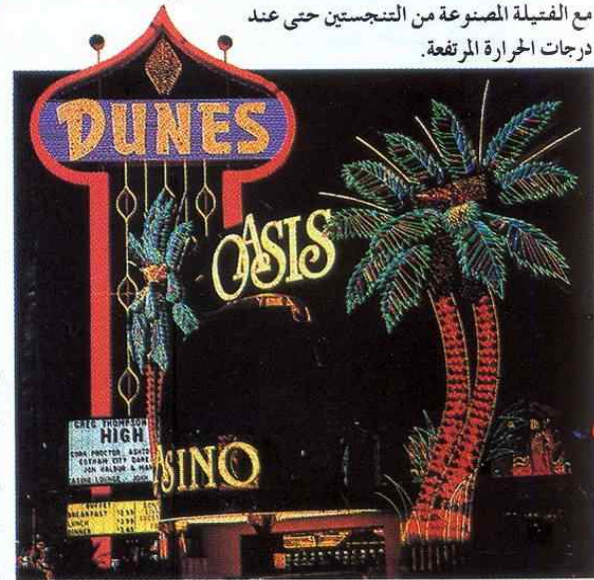
لُوحظ غاز الرادون - وهو أثقل الغازات الخاملة - في أول الأمر باعتباره الغاز الناتج عن تحلل عنصر الراديوم النشط إشعاعياً (ص 34، 35). وقد وجد أن بعض أحجار الجرانيت التي تستخدم لبناء المنازل تنبعث منها كميات ضئيلة من الرادون ولكنها يمكن أن تتراكم في المناطق الضيقة.

الغازات الخاملة



### استخدام الأرجون في مصابيح الإضاءة

لقد وجدت استخدامات عديدة للغازات الخاملة منذ اكتشافها وذلك بسبب عدم قابليتها للتفاعل. وكثيراً ما يستخدم الأرجون في التجارب للحصول على جو غير متفاعل (خامل) كما في هذا المصباح؛ لأنه لا يتفاعل مع الفتيلة المصنوعة من التنجستين حتى عند درجات الحرارة المرتفعة.



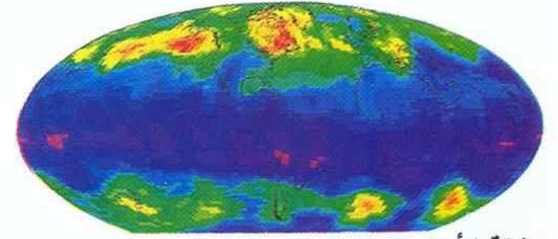
### لافتات النيون

ينبعث من النيون ضوء مائل للحمرة عندما تمر الكهرباء في أنبوب هوائي يحتوي عليه. ولذلك يستخدم هذا الغاز في إنتاج الإعلانات ذات الألوان الزاهية في مدينة لاس فيجاس. ويتم الحصول على مردود ضوئي عالٍ بالنسبة إلى الطاقة المستخدمة، ويستخدم غاز خامل آخر - وهو الزينون - لملء الأنابيب الفلورية ولتزيد المنارات بالضوء. وعلى الرغم من الاعتقاد بكونه غير قابل للتفاعل إلا أنه قد تم تحضير بعض مركبات الزينون مع الفلورين شديد التفاعلية (ص 26، 27) منذ عام 1962.

### إضافة عناصر جديدة

صمم السير وليام كروكس طريقة خاصة به لتمثيل الجدول الدوري في هذا النموذج الحلزوني المفصل ذي الأبعاد الثلاثة في عام 1888 قبل اكتشاف الغازات الخاملة. وعلى الرغم من ذلك كان من السهل أن يوجد مجموعة العناصر الجديدة مكان ما لم تنصف الجدول.

# التفاعلات الكيميائية



## طبقة الأوزون

الأوزون غاز قابل للتفاعل يساهم في التلوث عندما يتزايد في جو المدن. ولكن الأوزون الموجود في الستراتوسفير (بين اللون الأحمر هنا الحد الأعلى لتركيز الأوزون) يؤدي مهمة مفيدة وهي امتصاص الضوء فوق البنفسجي (UV) الضار من أشعة الشمس وحجبه عن الأرض. وتفاعل بعض المواد الكيميائية التخليقية (الاصطناعية) خاصة الكلوروفلوروكربونات (CFCs) مع الأوزون مسببة ثقباً في طبقة الأوزون. وتسمح هذه الثقوب بمرور المزيد من الضوء فوق البنفسجي مما يؤدي إلى زيادة في معدل الإصابة بسرطان الجلد.



## استخدام الضوء في التفاعل

تصنع النباتات الكربوهيدرات لبناء السيقان والجذوع والأوراق والجذور في عملية تسمى التمثيل الضوئي (ص50، 51). وفيها تأخذ النباتات الماء من التربة وثاني أكسيد الكربون من الهواء الجوي وتستخدم طاقة ضوئية من الشمس لتحويلهما إلى كربوهيدرات. وهي تنتج أيضاً الأكسجين كمنتج جانبي تطلقه في الجو من خلال أوراقها.

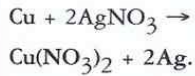
## تفاعل الإزاحة

عندما يغمر ملف من النحاس في محلول من أملاح الفضة يزيح النحاس الفضة في المحل. ويمكن للنحاس أن يحدث هذا الأمر لأنه يعلو الفضة في سلسلة تفاعلية الفلزات (ص24، 25). وفي هذا التفاعل تكون المواد المفاعلة هي النحاس ونوات الفضة والمواد الناتجة هي نترات النحاس وفضة الفضة. ويطلق على هذا التفاعل اسم تفاعل الإزاحة لأن أحد الفلزين قد أزاح الفلز الآخر من محلول واحد من أملاحه (ص44، 45).

يمكن أن تحدث التفاعلات الكيميائية بصورة طبيعية بدون تدخل بشري (ص8-9). وتحدث التفاعلات في الكائنات الحية من خلال استخدام بروتينات تسمى أنزيمات في تفاعلات حفازة مركبة (ص36-37). ويمكن للبشر أيضاً أن يجعلوا التفاعلات الكيميائية تحدث للحصول على بعض المنتجات التي نستخدمها في حياتنا اليومية. وعندما يحدث تفاعل كيميائي يعاد تنظيم الذرات وتتكون مواد كيميائية جديدة. وتسمى المواد التي يبدأ بها في تفاعل كيميائي بالمواد المفاعلة أي التي تتفاعل لتكون منتجات. وتحدث تغيرات في الطاقة في التفاعلات الكيميائية تأخذ في الغالب شكل حرارة. فإذا نتج عن التفاعل حرارة يقال إنه تفاعل طارد للحرارة (البوتاسيوم في الماء ص25) وإذا انخفضت الحرارة كان هذا تفاعلاً ماصاً للحرارة (تخليق الفلورين ص26، 27). وبعض التفاعلات الكيميائية تفاعلات عكسية؛ والبعض يصعب - إن لم يستحل - عكسه. وفي التفاعل الكيميائي يمكن تحضير أو تخليق مركب من عناصره. على سبيل المثال، يكوّن الحديد (ص20، 21) والكبريت كبريتيد الحديد عندما يسخنان معاً. ويمكن أيضاً أن ينكسر مركب ما إلى مكوناته - على سبيل المثال تسخين خامات المعادن للحصول على الفلزات.

## 2 طلاء الفضة

بمجرد أن يتلامس الملف النحاسي ومحلول الملح ترسب الفضة خارج المحلول - أي أنها تصبح مادة صلبة غير قابلة للذوبان ويمكن أن ترى على هيئة بلورات من الفلز عالقة بشريحة النحاس. ويتحول المحلول إلى اللون الأزرق لأن أيونات النحاس تزيح أيونات الفضة في المحلول لتنتج نترات النحاس. ويمكن كتابة المعادلة على الصورة التالية:



تنمو بلورات الفضة على الملف النحاسي

تتكون نترات النحاس الزرقاء في المحلول

## 1 المواد المفاعلة

يغمر الملفان النحاسيان في قارورة تحتوي على أملاح الفضة المذاب في محلول. والملح في هذا التفاعل هو نترات الفضة عديمة اللون.

سدادة من الفلين

ملف من النحاس

قارورة زجاجية

نترات الفضة الذائبة في الماء

## وقود الصواريخ

يرتكز مكوك الفضاء على صهريج وقود ضخم يحتوي على الهيدروجين السائل والأكسجين السائل في وعاءين منفصلين. ثم يخلطان بالنسب الموضوعية المضبوطة فيتفاعلان لينتجا الطاقة، ويحترق الهيدروجين في الأكسجين معطياً شعلة نظيفة فينتج الماء الذي يرى هنا على هيئة البخار.



قنينة زجاجية

محلول نترات الرصاص

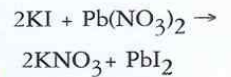
تحبس فقاعات الغاز في العجين فتتسبب في تمدده

## الكيمياء في المطبخ

تتحكم الأنزيمات التي تعمل كمواد حفازة (ص36، 37) في عملية صنع العجين مثلما يحدث في معظم التفاعلات الكيميائية التي تشمل الكائنات الحية. وتبدأ هذه الأنزيمات في العمل بمجرد أن يخلط العامل الرافع (أي الخميرة) بالماء الدافئ والسكر. والخميرة كائن حي يحتاج إلى الهواء والرطوبة لكي ينمو ويزوده السكر بالغذاء). وتنتج فقاعات من ثاني أكسيد الكربون، وعندما يضاف الخليط إلى الدقيق والماء لصنع العجين يرتفع العجين. وعندما يتم تسخينه تقوم الخميرة ويخبز العجين.

## تكوين الرواسب

يذوب كل من ملح يوديد البوتاسيوم ونترات الرصاص في الماء ويكونان محاليل لا لون لها. ولكن يوديد الرصاص غير قابل للذوبان ولذلك فإنه عند خلط محلولي الملح ينترسب يوديد الرصاص الأصفر خارج المحلول. بينما يظل الناتج الآخر وهو نترات البوتاسيوم الذي لا لون له والذي يذوب في الماء في المحلول. ويطلق على هذا التفاعل تفاعل ترسيب لأن مادة صلبة غير قابلة للذوبان تتكون خلال التفاعل. ويحدد هذا النوع من التفاعلات في تكوين مركبات غير قابلة للذوبان. ويمكن أن يرشح الراسب الصلب ويغسل. ويمكن أيضاً استخدامه في التعرف على المواد الكيميائية المختارة في مواد مجهولة (ص58، 59)، ويمكن كتابة هذه المعادلة كالتالي:



يكون يوديد الرصاص راسباً أصفر

تحتوي القارورة على محلول يوديد البوتاسيوم

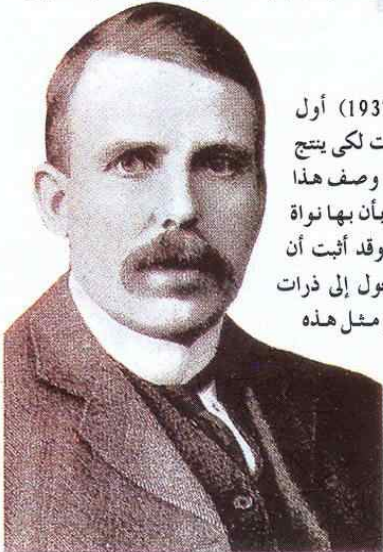


تترك المكونات في مكان دافئ

يصبح خليط الخميرة مزيداً (ممتلئاً) بالرغوة) عندما ينتج ثاني أكسيد الكربون

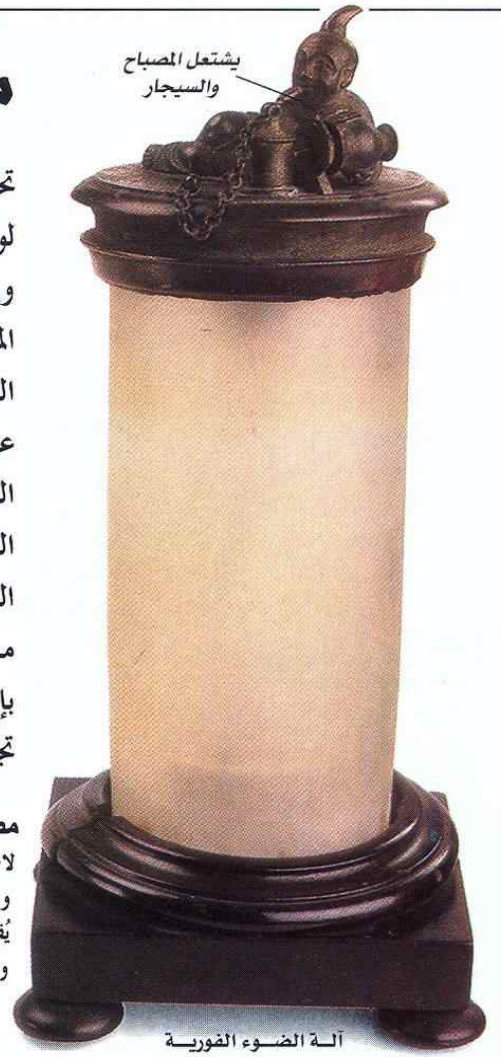
## الكيمياء الحديثة

كان أرنست رذرفورد (1871-1937) أول شخص قام بقذف الذرات بالجسيمات لكي ينتج عناصر متحولة اصطناعياً. وقد وصف هذا الفيزيائي النيوزيلاندي الذرات بأن بها نواة مركزية تدور حولها الإلكترونات. وقد أثبت أن ذرات الراديوم تبعث «أشعة» وتتحول إلى ذرات الرادون (ص19). ويمكن اعتبار مثل هذه التفاعلات النووية على أنها تحولات - أي تغير عنصر إلى عنصر آخر - وهي العملية التي سعى إلى تحقيقها الكيميائيون عن طريق الوسائل الكيميائية (ص12، 13). ولكن دون جدوى.



# ما الذي يحدث التفاعل الكيميائي؟

يشعل المصباح  
والسيجار



آلة الضوء الضوئية

## مصباح دوبرانير

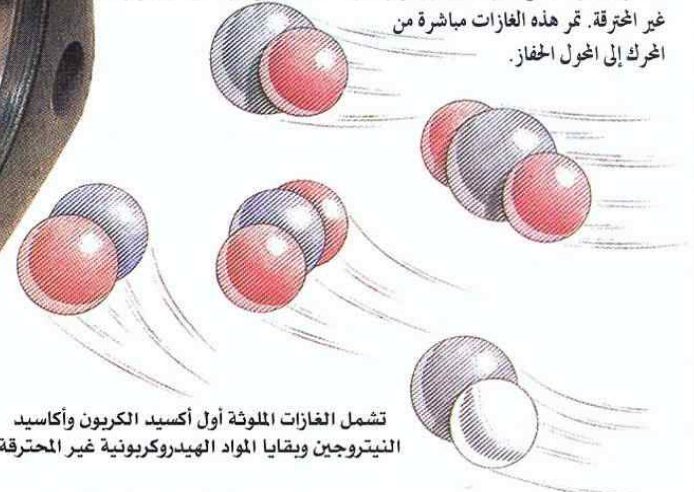
لاحظ يوهان دوبرانير (1780-1849) في عام 1823 أن غاز الهيدروجين يشتعل في الهواء في وجود فلز البلاتين. وقد استغل هذا التفاعل الحفاز في آلة الضوء الجديدة التي ابتكرها. وعندما يُفتح الصنبور تنساب قطرات حمض الكبريتيك على الزنك فيحدث تفاعل ينتج الهيدروجين. ويخرج الهيدروجين من الإناء حيث تتسبب المادة الحفازة وهي البلاتين في اشتعاله مما يشعل المصباح الزيتي الصغير وكذلك السيجار.

## تنظيف البيئة

تعتبر أبخرة عوادم السيارات مصدراً للتلوث؛ إذ تحتوي أبخرة العادم على غازات سامة مثل أول أكسيد الكربون والغازات التي تساهم في إحداث الضباب الدخاني. وتقوم المحولات الحفازة بخفض كميات الغازات الخارجة من مواسير عادم السيارات. وتحتوي هذه المحولات على فلزات ثمينة - وهي بمثابة المواد الحفازة - التي تحفز التفاعلات التي تحول تلك الغازات إلى غازات غير ضارة. ومن السهل أن تتسمم المواد الحفازة، والرماس هو أحد هذه السموم ولذلك فلا يمكن أن تتركب المحولات الحفازة إلا في السيارات التي تستخدم البنزين الخالي من الرصاص.

## 1 النواتج السامة

عندما يحترق البترول فإن المواد الرئيسية الناتجة عن عملية الاحتراق هي ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء. وتتكون أيضاً أكاسيد النيتروجين (يفاعل بعض النيتروجين الجوي عند درجات الحرارة العالية للمحرك) وأول أكسيد الكربون الناتج عن الاحتراق غير الكامل للمواد الهيدروكربونية وكذلك بقايا من المواد الهيدروكربونية غير المحترقة. تمر هذه الغازات مباشرة من المحرك إلى المحول الحفاز.



تمر الغازات مباشرة من  
المحرك إلى المحول

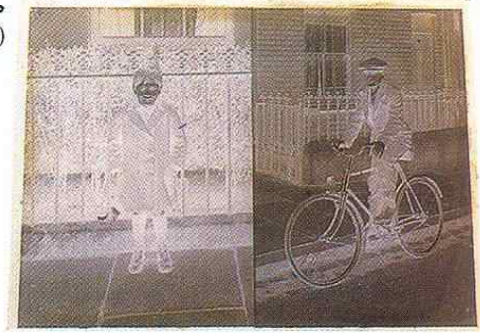
تشمل الغازات الملوثة أول أكسيد الكربون وأكاسيد  
النيتروجين وبقايا المواد الهيدروكربونية غير المحترقة





صورة مطبوعة  
بالأبيض والأسود

صورة سلبية زجاجية  
(تسعينيات القرن التاسع عشر)



**الكيمويات المستخدمة في التصوير الفوتوغرافي**  
كانت هذه الصور السلبية الزجاجية التي تعود إلى القرن التاسع عشر تغطي بمحلول لزج من يوديد البوتاسيوم. وتغمر قبل تعرضها للضوء مباشرة في محلول نترات الفضة لتكوين مركب يوديد الفضة الحساس للضوء. وعندما يسقط الضوء على اللوح أثناء تعرضه له تنشط جزيئات يوديد الفضة عن طريق الطاقة المستمدة من الضوء. ثم يظهر اللوح بغمرة في محلول يحول ملح الفضة المنشط إلى جسيمات من فلز الفضة بالدقة حتى إنها تظهر باللون الأسود. ولذا فإن الأشياء التي تعكس معظم الضوء على الألواح تبدو كمساحات داكنة في الصورة السلبية بينما تبدو الأشياء التي لا تعكس الضوء شفافاً.

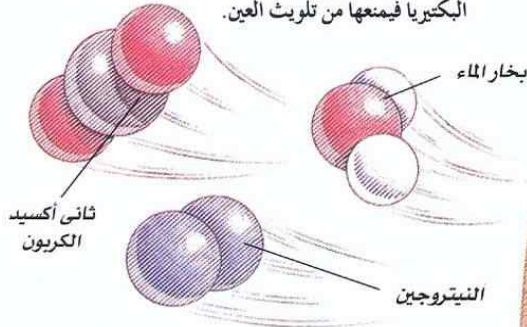
### طبع الصورة

يمر الضوء من خلال الصورة السلبية الزجاجية على ورقة مطلية بمادة كيميائية أخرى - وهي كلوريد الفضة. ولا يصل الضوء إلى الورقة في المواضع المظلمة من الصورة السلبية وبالتالي لا ينشط ملح الفضة. ولكن الضوء ينشط ملح الفضة حيث تكون الصورة السلبية شفافة. وعندما تظهر الورقة وتثبت بالمزيد من المواد الكيميائية تتفاعل المساحات المنشطة فتعطي فضة داكنة حيث كانت الصورة السلبية شفافة ومساحات فاتحة حيث كانت

الصورة السلبية  
داكنة.

### الأنزيمات في أثناء عملها

تقوم الأنزيمات بتوجيه معظم التفاعلات التي تحدث في الكائنات الحية - والأنزيمات عبارة عن مواد حفازة بيولوجية. والأميلاز على سبيل المثال هو أنزيم يوجد في اللعاب يبدأ في تكسير جزيئات النشا من الطعام إلى وحدات من السكر تمدنا بالطاقة. ويبدأ هذا الأنزيم في العمل بمجرد وصول الطعام إلى الفم، والليوسوزيم هو أنزيم آخر يوجد في الدموع يهاجم جدران خلايا البكتيريا فيمنعها من تلوين العين.



### 3 هواء نظيف

في أثناء وصول الغازات إلى ماسورة العادم تكون أكاسيد النيتروجين قد أعيد تحويلها إلى نيتروجين ثانية بواسطة الروديوم (أحد فلزات البلاتين) ويكون البلاتين قد حفز المواد الهيدروكربونية وأول أكسيد الكربون لنتج بخار الماء وثاني أكسيد الكربون. ويمكن للمحول أن يزيل الملوثات بنسبة تبلغ 95٪ في حالة عمل المحرك بكفاءة.



غلاف من الصلب  
الذي لا يصدأ

تغلف طبقة رقيقة من محفزات البلاتين  
والروديوم قرص النحل الخزفي

### استخدام الاحتكاك في التفاعل

تحتوي أعواد الثقاب التي «تشتعل في أي مكان» على النوع الأحمر غير السام من الفوسفور (ص 26، 27) مع وجود الكبريت في رأس العود. وعندما يحك العود على سطح خشن يوفّر الاحتكاك الطاقة التي تسبب اشتعال الفوسفور.

يتسبب الاحتكاك في  
اشتعال الفوسفور



### 2 هيكل قرص العسل

يوجد هيكل من الخزف على هيئة قرص النحل داخل غلاف من الصلب الذي لا يصدأ والذي يحتوي على المحول الحفاز. وقرص النحل هذا من الدقة بحيث يوفّر مساحة سطح تبلغ ضعف مساحة ملعب كرة القدم تتم عليها التفاعلات الحفازة. وعلى الرغم من ندرة الفلزات الحفازة وارتفاع سعرها (يستخدم فلزات البلاتين) إلا أن تغليف قرص النحل بطبقة رقيقة يحتاج إلى 2 جرام فقط. ويكفي ذلك لتنظيف غازات العوادم لمسافة 50-100000 ميل (أى 80-160000 كيلومتر).

# معدلات التفاعل

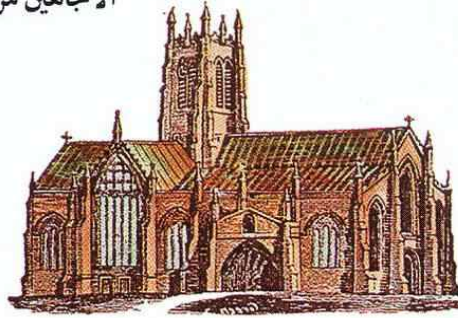


## التفاعل الفوري

تبدأ عروض الألعاب النارية الباهرة بحرق البارود وهو تفاعل سريع للغاية. وهذا التفاعل طارد للحرارة (ص34) بشدة بحيث يعطى كمية من الحرارة تكفي لكي تسبب انبعاث الألوان المميزة من ذرات الفلزات (ص58, 59).

## تفاعل يستغرق سنوات

على الرغم من كون النحاس مقاومًا جيدًا للتآكل فإنه يتفاعل ببطء مع الرطوبة وثاني أكسيد الكربون الموجودين بالهواء مكونًا الكربونات الخضراء المائية. وكثيرًا ما ترى هذه الطبقة الخضراء على الأسطح النحاسية. وتتكون أيضًا كبريتات النحاس القاعدية في المناطق الصناعية وذلك لوجود ثاني أكسيد الكبريت في الهواء (ص6).



كأس زجاجي

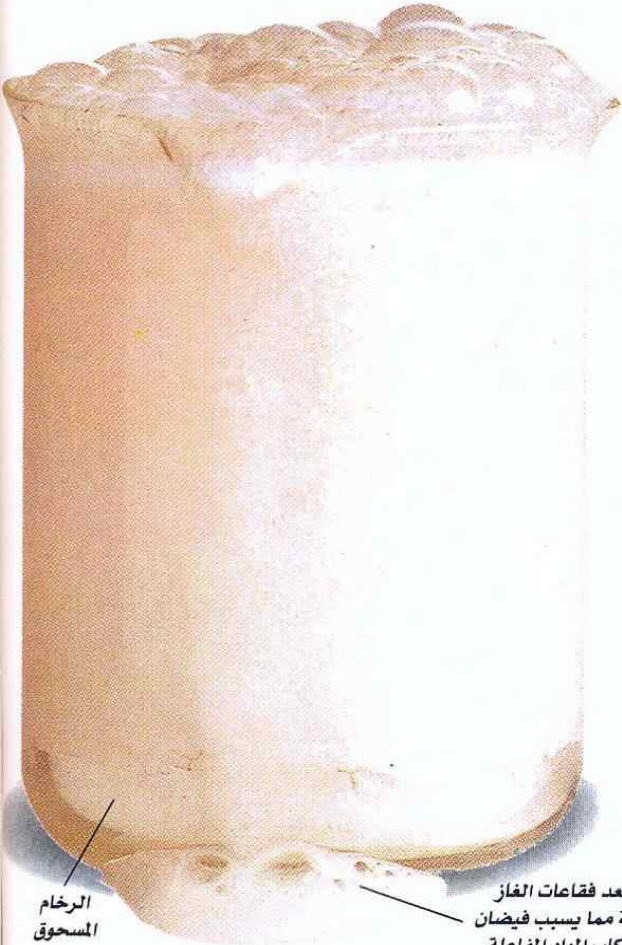
## زيادة سرعة التفاعل

عندما يضاف حمض الهيدروكلوريك إلى شرائح الرخام (شكل من كربونات الكالسيوم) يوجد طبيعيًا، تنتج فقاعات من غاز ثاني أكسيد الكربون. ويتفاعل الحمض عندما يلامس سطح الرخام. فإذا طحن الرخام حتى يصبح مسحوقًا دقيقًا تزداد مساحة سطحه ازديادًا كبيرًا ويسرع التفاعل إلى درجة أن تجعل الفقاعات تتسبب في أن تفرور المواد المفاعلة وتفيض.

تصعد فقاعات ثاني أكسيد الكربون إلى السطح بهدوء

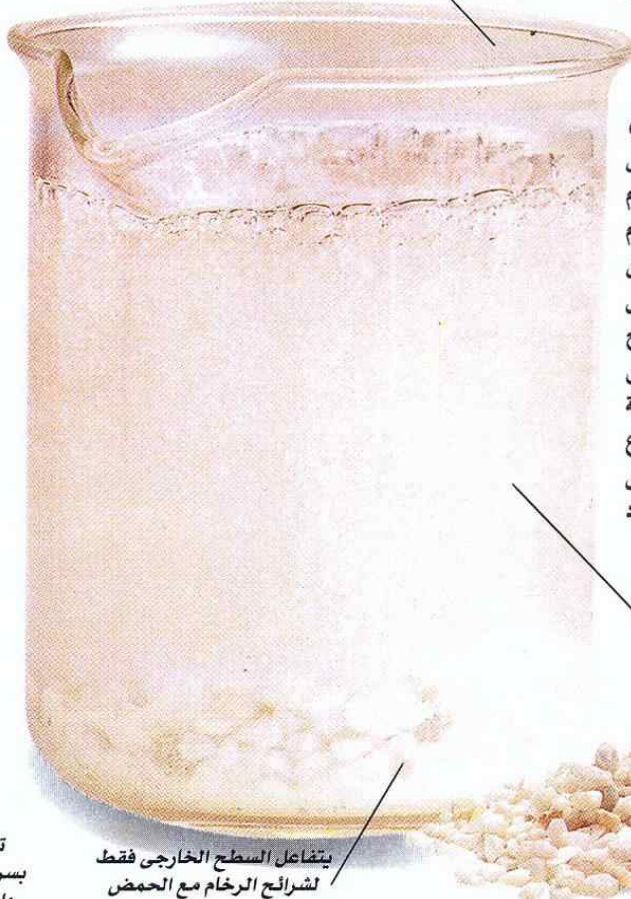
شرائح الرخام

تحدث بعض التفاعلات الكيميائية على الفور - وعلى سبيل المثال تفاعلات المواد المتفجرة. ويمكن أن تمضي بعض التفاعلات ببطء شديد حتى إنها يمكن أن تستغرق سنوات حتى نرى نتائجها. ولا تتم التفاعلات إلا عندما تتلامس الجزيئات المتفاعلة. وبالتالي فإن زيادة عدد مرات تصادم الجزيئات بعضها مع بعض تزيد من سرعة التفاعل، ويمكن أن يتم ذلك عن طريق زيادة مساحة السطح، بحيث ينكشف المزيد من المواد المفاعلة. ويمكن التوصل إلى هذه النتيجة نفسها في المخاليل عن طريق زيادة التركيز - أي زيادة عدد جزيئات المركب في المذيب. ويمكن أن يسرع التسخين معظم التفاعلات لأنه يجعل الجزيئات تتحرك بسرعة أكبر فتصطدم مرات أكثر ببعضها. والمواد الحفازة وسيلة أخرى لتسريع التفاعل. وتؤخذ كل هذه العوامل في الاعتبار في العمليات الصناعية حيث يلعب الوقت والنواحي الاقتصادية دورًا مهمًا. ويمكن أن تمضي كل التفاعلات في أي من الاتجاهين من الناحية النظرية ولكن يصعب عكس العديد من التفاعلات من الناحية العملية - ويقال عن التفاعلات التي يمكن أن تمضي في أي من الاتجاهين إنها تفاعلات قابلة للعكس حيث تصل كميات المواد المفاعلة والمواد الناتجة إلى حالة الاتزان.



الرخام المسحوق

تصعد فقاعات الغاز بسرعة مما يسبب فيضان وانسكاب المواد المفاعلة



يتفاعل السطح الخارجي فقط لشرائح الرخام مع الحمض

## مبدأ لوشاتيليه

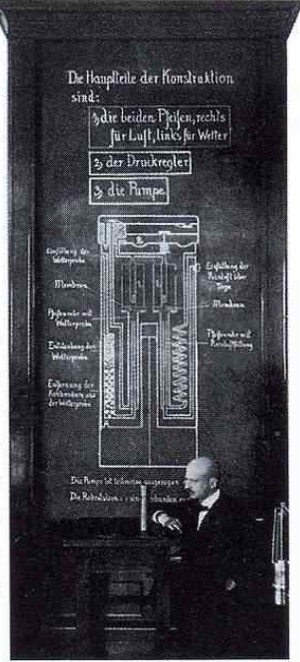
كان هنري لوى لوشاتيليه (1850-1936) أستاذًا فرنسيًا للكيمياء. وقد درس الغازات التي تسبب انفجارات المناجم وكذلك التفاعلات التي تتم في الفرن العالي (ص 41، 40). وقد أدت به هذه الدراسات إلى أن يعلن المبدأ الذي يحمل اسمه. ويبين هذا المبدأ أنه إذا حدث تغيير في ظروف مثل درجة الحرارة أو الضغط في نظام ما يحتوى على مواد متفاعلة ومواد ناتجة فإن أى تفاعل كيميائى يحدث سيتجه لإبطال هذا التغيير وإعادة الظروف لحالة الاتزان.



هنري لوشاتيليه

## المساعدة فى المجهود الحربى

نجح الكيميائى الألمانى فريتز هابر (1868-1934) فى صنع الأمونيا من غازى النيتروجين والهيدروجين باستخدام الأوزميوم كمادة حفازة (ص 37، 36). وقد كانت مادة نترات الصوديوم تستخدم لتحضير حمض النتريك اللازمة لتصنيع المتفجرات. وفى أثناء الحرب العالمية الأولى انقطعت إمدادات ألمانيا من نترات الصوديوم الآتية من شيلي. ولكنه كان من الممكن أكسدة الأمونيا لتصبح حمض النتريك وبالتالي فقد أمنت عملية هابر الجديدة استمرار إمدادات المتفجرات. وقد استخدم هابر مبدأ لوشاتيليه لمعرفة أفضل ظروف درجة الحرارة والضغط. ولا يتحد إلا حوالى من 10-20 بالمائة من النيتروجين والهيدروجين وبالتالى يعاد تدوير الغازين.



فريتز هابر

## تفاعلات قابلة للعكس

يمكن أن يتجه التفاعل القابل للعكس لأى من الاتجاهين. ويمكن أن تتفاعل المواد الناتجة التي تتكون فى أثناء التفاعل بعضها مع بعض فتعيد تكوين المواد المتفاعلة. وتثبت هذه التجربة أن تكوين أيونات ثانى الكرومات من أيونات الكرومات قابل للعكس.

## 1 مادة متفاعلة

تذوب كرومات البوتاسيوم فى الماء لتكون محلولاً أصفر زاهياً يحتوى على أيونات البوتاسيوم والكرومات.

كرومات البوتاسيوم المذابة فى الماء

قطرة من حمض الهيدروكلوريك

## 2 التفاعل

يضاف حمض الهيدروكلوريك إلى كرومات البوتاسيوم قطرة قطرة. فيبدأ المحلول فى التحول إلى اللون البرتقالى الزاهى فى أثناء إحداث الحمض للتفاعل الكيميائى حيث تتحول أيونات الكرومات فى المحلول إلى أيونات ثانى الكرومات برتقالية اللون فتصنع ملحاً آخر هو ثانى كرومات البوتاسيوم.

## 1 مادة متفاعلة

تذوب كرومات البوتاسيوم فى الماء لتكون محلولاً أصفر زاهياً يحتوى على أيونات البوتاسيوم والكرومات.

كرومات البوتاسيوم المذابة فى الماء

## 3 التفاعل العكسى

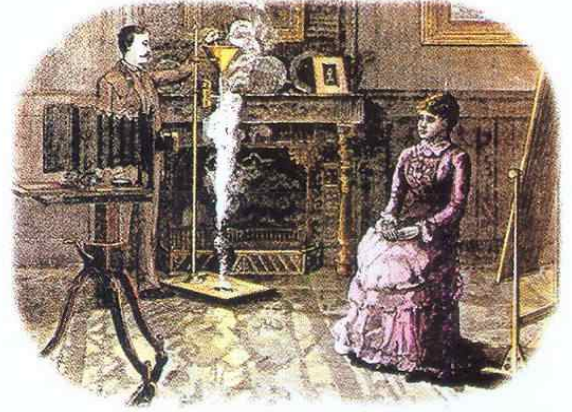
يضاف هيدروكسيد الصوديوم وهو قاعدة (ص 43، 42) نقطة نقطة لإزالة الحمض عن طريق معادلته. ويبدأ المحلول فى العودة إلى اللون الأصفر الزاهى حيث تتكون الكرومات مرة أخرى. وقد اضطرب الاتزان بسبب تغير كمية إحدى المواد المتفاعلة.

بإضافة الحمض يتحول لون المحلول إلى البرتقالى

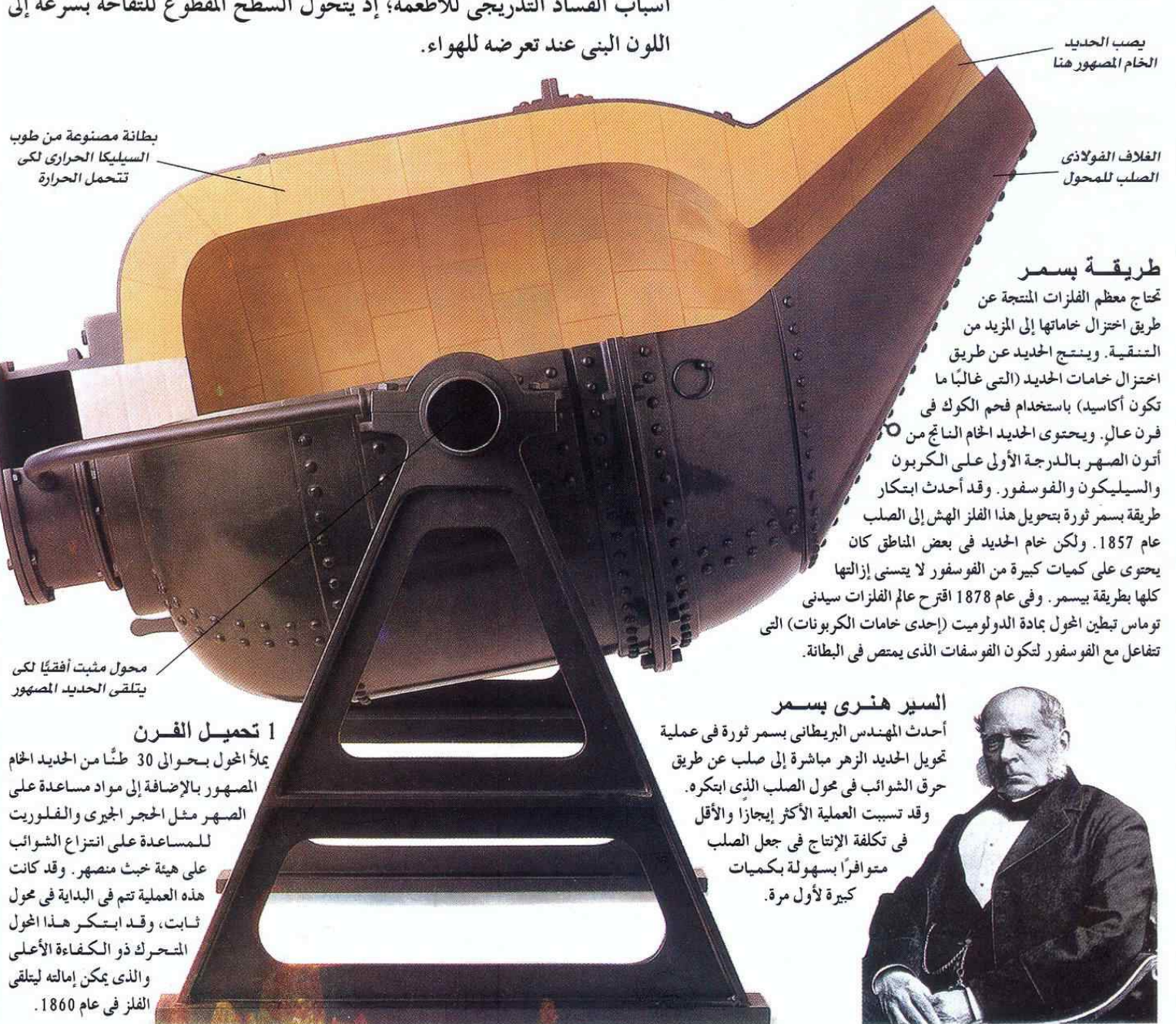


# التأكسد والاختزال

عندما يتحد الأكسجين مع مادة مفاعلة (ص34، 35) يحدث تفاعل أكسدة وكثيراً ما يسبب أكسجين الهواء التأكسد، إما بسرعة عن طريق حرق المواد أو ببطء أكثر في تفاعلات مثل الصدأ. ويسمى نزع الأكسجين من مادة مفاعلة اختزالاً. واستخلاص الحديد من أكاسيده (مركبات تحتوى على الحديد والأكسجين) في خام الحديد عبارة عن تفاعل اختزال. فإذا تأكسدت مادة مفاعلة بينما اختزلت الأخرى يسمى تفاعل أكسدة (اختزال - أكسدة). ويعد نقل الهيدروجين من مركب ما أيضاً نوعاً من التأكسد: يتم الحصول على الفلورين عن طريق أكسدة فلوريد الهيدروجين (ص26، 27). وإضافة الهيدروجين عبارة عن تفاعل اختزال. ويحدث ذلك في أثناء هدرجة الدهون لصنع السمن الصناعى (المرجرين) (ص7). والأكسدة أحد أسباب الفساد التدريجى للأطعمة؛ إذ يتحول السطح المقطوع للتفاحة بسرعة إلى اللون البنى عند تعرضه للهواء.



**توفير الضوء للتصوير الفوتوغرافى**  
أنتج فلز الماغنسيوم تجارياً منذ ستينيات القرن التاسع عشر على هيئة سلك أو شريط. ويحترق هذا الفلز في الهواء بسهولة حيث يتأكسد ليصبح أكسيد الماغنسيوم. وكان يستفاد من هذا اللهب الأبيض الساطع في التصوير الفوتوغرافى لتوفير الإضاءة فى الاستديو.



يصب الحديد الخام المصهور هنا

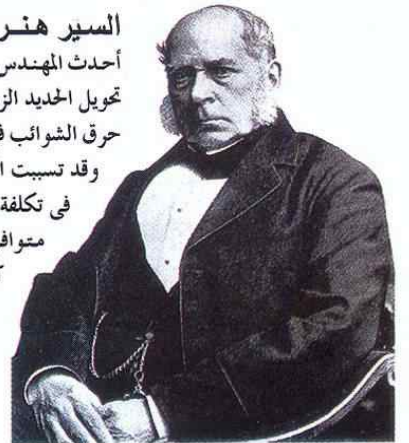
الغلاف القولاذى الصلب للمحول

## طريقة بسمر

تحتاج معظم الفلزات المنتجة عن طريق اختزال خاماتها إلى المزيد من التنقية. وينتج الحديد عن طريق اختزال خامات الحديد (التي غالباً ما تكون أكاسيد) باستخدام فحم الكوك في فرن عالٍ. ويحتوى الحديد الخام الناتج من أتون الصهر بالدرجة الأولى على الكربون والسيليكون والفوسفور. وقد أحدث ابتكار طريقة بسمر ثورة بتحويل هذا الفلز الهش إلى الصلب عام 1857. ولكن خام الحديد في بعض المناطق كان يحتوى على كميات كبيرة من الفوسفور لا يتسنى إزالتها كلها بطريقة بيسمر. وفى عام 1878 اقترح عالم الفلزات سيدنى توماس تبطين الخول بمادة الدولوميت (إحدى خامات الكربونات) التي تتفاعل مع الفوسفور لتكون الفوسفات الذى يمتص فى البطانة.

## السير هنرى بيسمر

أحدث المهندس البريطانى بيسمر ثورة فى عملية تحويل الحديد الزهر مباشرة إلى صلب عن طريق حرق الشوائب فى محول الصلب الذى ابتكره. وقد تسببت العملية الأكثر إيجازاً والأقل فى تكلفة الإنتاج فى جعل الصلب متوافراً بسهولة بكميات كبيرة لأول مرة.



## 1 تحميل الفرن

يملأ الخول بحوالى 30 طنّاً من الحديد الخام المصهور بالإضافة إلى مواد مساعدة على الصهر مثل الحجر الجيرى والفلوريت للمساعدة على انتزاع الشوائب على هيئة خبث منصهر. وقد كانت هذه العملية تتم فى البداية فى محول ثابت، وقد ابتكر هذا الخول المتحرك ذو الكفاءة الأعلى والذى يمكن إمالة ليتلقى الفلز فى عام 1860.

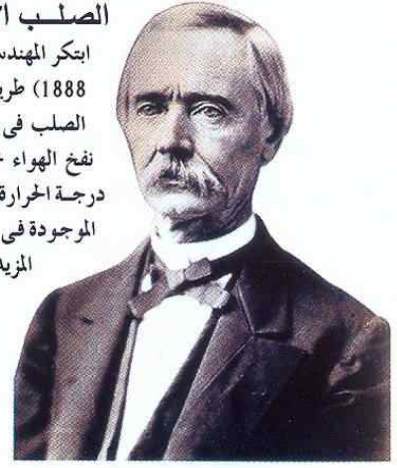
## أخذ استراحة

يؤدي الجهد الشاق ونقص الأكسجين إلى إنتاج حمض اللبنيك في العضلات. وكلما ازدادت كمية حمض اللبنيك في الدم ينتج الإجهاد. وتتيح الراحة وتوافر الأكسجين التخلص من هذا الحمض وتأكدته في الكبد.



## الصلب الأمريكي

ابتكر المهندس الأمريكي وليام كيلبي (1811-1888) طريقة مشابهة لطريقة بسمر لتصنيع الصلب في الولايات المتحدة. وقد أدرك أن نفخ الهواء خلال الحديد الخام المصهور يرفع درجة الحرارة بما يكفي لإحراق الشوائب الموجودة في الحديد بدون الحاجة لاستخدام المزيد من الوقود.



وليام كيلبي

## المواد الحافظة للطعام

يعزى فساد السمن الصناعي «المرجرين» والدهون الأخرى إلى تفاعلات الأكسدة التي يسببها أكسجين الهواء. ويمكن إطالة فترة صلاحية الدهون إذا استخدمت مواد حافظة خاصة مضادة للأكسدة. وقد استخدمت مضادات الأكسدة في الطهي منذ آلاف السنين. وتحتوي بعض التوابل والأعشاب مثل المريمية وحصى البان على مركبات تمنع حدوث تفاعلات الأكسدة وكذلك تحجب الروائح الكريهة.

المريمية

## 2 صهر الحديد

يُمال المحول إلى الوضع الرأسي وتحقن في أسفله دفعة من الهواء. يؤكسد أكسجين الهواء بعض الحديد ليصبح أكسيد الحديد في تفاعل يعطي كمية كبيرة من الحرارة. وبهذه الطريقة يظل الحديد في الحالة المنصهرة. ثم تتفاعل الشوائب مثل السيليكون مع الأكسيد فتختزل مرة أخرى إلى الحديد بينما تتأكسد الشوائب نفسها في تفاعل أخسدة، ويحرق الكربون ليعطي غاز ثاني أكسيد الكربون. ويسكب الحث المصهور المحتوي على الشوائب عند إمالة المحول مرة أخرى تاركاً الفلز المنقى.

حصى البان

## صدأ المراكب

تشكل أكسدة الحديد والصلب مشكلة رئيسية في الصناعة. ولابد من وجود كل من الهواء والرطوبة لتكوين الصدأ. وهو أكسيد حديد مُمَيَّباً في سلسلة معقدة من تفاعلات الأكسدة. ويمكن حماية الحديد الهيكلية من الأكسدة عن طريق دهنه بالطلاء بينما يستخدم الزيت في الآلات. وهناك طريقة أخرى تستخدم تفاعلاً كيميائياً كهربائياً (ص 46، 47).



مقبض لتدوير المحول

يحقن التيار الهوائي من هنا



محول رأسي لتلقي تيار هوائي

# الأحماض والقواعد



## علاج أساسي

تعد لسعة النحل حمضية وبالتالي يمكن تخفيف الألم بواسطة بيكربونات الصودا أو الأمونيا وهما قلوبان. وعلى الرغم من أن ضحية لسع الدبور يشعر بالألم نفسه فإن هذه اللسعة قلبية ويمكن تخفيف ألمها بمعالجتها بالخل الذي يحتوي على حمض.

توجد الأحماض في الطبيعة في الفواكه: وحمض الستريك مثلاً مسئول عن طعم الليمون اللاذع (ص 9). ويحتوي الخل على حمض الخليك، ويستخدم حمض التانيك المستخرج من لحاء الشجر في دبغ الجلود (ص 11). وقد تم تحضير الأحماض المعدنية الأكثر قوة منذ العصور الوسطى وقد استخدم محللو المعادن أحدها وهو ماء الفضة (حمض النتريك) لفصل الذهب عن الفضة (ص 12، 13). وتحتوي بطاريات السيارات على حمض الكبريتيك وهو أيضاً قوى ويحدث تآكلاً. والقاعدة هي عكس الحمض. وكثيراً ما يكون ملمس القواعد زلقاً؛ وبيكربونات الصودا والصابون قاعدتان وكذلك مادة اللاي - وهي مادة يمكنها حرق الجلد. وتسمى القواعد القابلة للذوبان في الماء قلوبان. وتنتج الأحماض في الماء أيونات الهيدروجين (ص 20، 21) بينما تنتج القلوبان أيونات الهيدروكسيد. وعندما يتفاعل حمض مع قاعدة تتحد أيونات الهيدروجين مع أيونات الهيدروكسيد فيعادل كلاهما الآخر ويكونان الماء بالإضافة إلى ملح (ص 44، 45). ويمكن قياس قوة الأحماض

والقواعد على مقياس الرقم الهيدروجيني (PH).

## انقسام الماء

الماء النقي ليس حمضياً ولا قاعدياً، إنه متعادل، ويمكن أن ينقسم (يتفكك) إلى أيونين: أيون الهيدروجين ( $H^+$ ) موجب الشحنة وأيون الهيدروكسيد ( $OH^-$ ) سالب الشحنة. وفي محاليل الأحماض يوجد عدد من أيونات الهيدروجين يزيد على عدد أيونات الهيدروكسيد. بينما يزيد عدد أيونات الهيدروكسيد في محاليل القلوبان على أيونات الهيدروجين.

جزء الماء  
 $H_2O$

أيون الهيدروجين  
 $H^+$

## اختيار اللون

كثيراً ما تكون المركبات المسؤولة عن ألوان النباتات حساسة للأحماض والقلوبان. ولا تنمو زهرة الكوبية الزرقاء إلا في التربة الحمضية أما في التربة المتعادلة أو القلوية فإن لونها يعود للون الوردي.

أيون الهيدروكسيد  $OH^-$

## الأحماض القوية

الرقم الهيدروجيني لحمض الهيدروكلوريك المخفف هو واحد مثل الأحماض المعدنية الأخرى كحمض الكبريتيك وحمض النتريك.

## شجرة الألوان

ابتكر س. ب. ل سورينسن (1868-1939) مقياس الرقم الهيدروجيني (PH) لقياس تركيز أيونات الهيدروجين في محلول ما. وكلما زاد عدد أيونات الهيدروجين كان الحمض قوياً. ويمكن أن تؤثر كمية أيونات الهيدروجين في المحلول على لون بعض الأصباغ الموجودة في الطبيعة. ويمكن أن تستخدم هذه الأصباغ ككاشفات لاختبار الأحماض والقلوبان. وكاشف مثل صبغة عباد الشمس (التي يُحصل عليها من نبات الأشنة) ويتحول إلى اللون الأحمر في الحمض. فإذا أضيفت قاعدة ببطء يتحول إلى اللون الأزرق عندما يعادل الحمض عند حوالي 6-7 على مقياس (PH). ويتغير لون كاشفات أخرى لونها عند قيم أخرى على مقياس الرقم الهيدروجيني (PH). وتستخدم مجموعة من الكاشفات المختلفة لصنع دليل شامل. وقد استخدمت هنا أوراق الكاشف الشامل على مدى رقم هيدروجيني من 2-11 (تقيس بعض الأوراق من صفر-14). ويبدأ القياس باللون الوردي للأحماض القوية عند رقم هيدروجيني يقل عن 2 ثم تمر الأوراق عبر ألوان مختلفة إلى اللون الأخضر عند التعادل أي عند رقم هيدروجيني 7 ثم تتغير إلى اللون البنفسجي القائم بالنسبة للقلوبان القوية عند عدد هيدروجيني 11 أو أكثر.



كوبية وردية اللون من التربة القلوية

لون زهرة الكوبية أزرق في التربة الحمضية

## الطعم اللاذع

يحتوي الخل على حمض الخليك. وينتج هذا الحمض أيضاً عند تعرض السبذ للهواء. ورقمه الهيدروجيني حوالي 4.



خل



حمض الهيدروكلوريك

لوحة بيانية لأوراق الكاشف الشاملة



سفانتى أرهينيوس

## التعرف على الأحماض

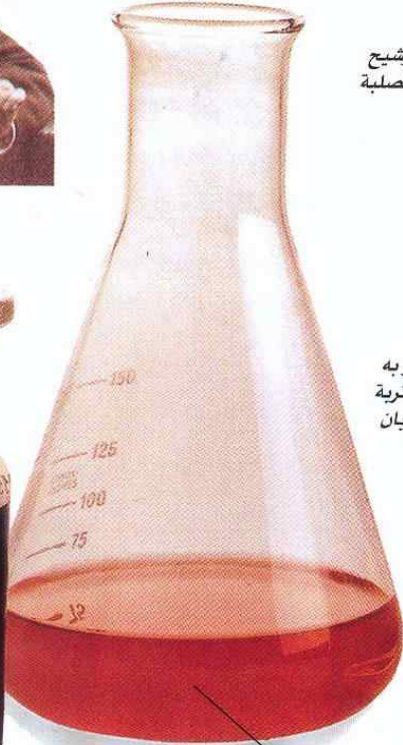
فاز العالم السويدي سفانتى أرهينيوس (1859-1927) بجائزة نوبل عام 1903 عن دراساته حول التأين. فقد ابتكر فكرة أن المركبات تتفكك أو تنقسم إلى الأيونات المكونة لها في المحلول. وقد شرح كيف أن قوة الأحماض في المحاليل المائية تعتمد على تركيز أيونات الهيدروجين فيها.

## العلوم الجنائية

دائماً ما تبادل الكيمياء إلى مساعدة خبراء المعامل الجنائية عند حل الجرائم. ويمكن قياس الرقم الهيدروجيني (PH) لعينات من التربة المتصقة بحذاء المشتبه به أو ربما بإطار سيارة حتى يمكن مقارنتها بالتربة المأخوذة من مسرح الجريمة. وتخلط عينات من التريبتين جيداً مع ماء مقطر (متعادل الرقم الهيدروجيني) ثم يتم ترشيحها. وتغير قطرات من محلول كشاف شامل اللون طبقاً للمحوضة. ثم يقارن هذا اللون بألوان المخطط لإيجاد الرقم الهيدروجيني للتريبتين بدقة.



تحتجز ورقة الترشيح جسيمات التربة الصلبة



ماء مقطر به مواد من التربة قابلة للذوبان



عينة التربة المخلوطة بالماء المقطر

محلول الكاشف الشامل



قطارة

يحول الكاشف الشامل لون المحلول إلى البرتقالي - أى أن التربة معتدلة الحمضية

## المنظفات

يصنع الصابون عن طريق تفاعل بين الأحماض العضوية وقاعدة قوية. ويكون الصابون معتدل القاعدية برقم هيدروجيني 8-9 لأن الأحماض العضوية ضعيفة.

## ماء الشرب

الرقم الهيدروجيني لمياه الصنبور هو 6. ويتغير مع تغير المنطقة ولكنه يكون حمضياً بدرجة طفيفة في العادة بسبب المواد الذائبة فيه. والماء النقي متعادل عند رقم هيدروجيني 6-7.

## منظف منزلى

تتغير قوة المنظفات المنزلية تبعاً للغرض من استعمالها. وتحتوى منظفات الأفران على اللاي (غسول قلوئى). وهذا المنتج يحتوى على الأمونيا ورقمه الهيدروجيني 10.



منظف منزلى



صابون سائل



ماء الصنبور

# تكوين الأملاح

يمكن تحضير الأملاح عن طريق خلط حمض بقاعدة (ص 42، 43) أو بفلز. فإذا كان الحمض هو حمض الكبريتيك سمي الملح كبريتات، ويكون حمض الهيدروكلوريك أملاحاً تسمى كلوريدات؛ ويكون حمض النتريك أملاحاً تسمى نترات. والأملاح مركبات أيونية (ص 20، 21) تتكون من أيون موجب - عادة ما يكون فلزاً وأيوناً سالباً - قد يكون لافلزياً أو قد يكون مجموعة من الذرات المترابطة معاً. وربما يكون أكثر الأملاح شهرة هو كلوريد الصوديوم - وهو جزء مهم في نظامنا الغذائي. وليست كل الأملاح غير ضارة فقد استخدمت أملاح الثاليوم (ص 18، 19) كسم للجردان. وإذا أتيح للأملاح أن تتكون ببطء تصبح بلورات منتظمة الشكل. وبعضها يذوب في الماء والبعض الآخر لا يذوب. ويمكن أن تستخدم قابليتها للذوبان لمعرفة أى الفلزات توجد في المواد (ص 58، 59). وتأخذ بعض الأملاح الماء من الهواء وتوصف بأنها مائعة. وتفقد بعض الأملاح الماء الملتصق بها تدريجياً وتوصف بأنها مزهرة (صودا الغسيل). وأحياناً تخرج الأملاح من المحاليل بطرق غير مناسبة؛ إذ تنسد الغلايات وأنايب التدفئة المركزية بأملاح الكالسيوم والماغنسيوم في المناطق التي يكون الماء بها عسراً.



ياقوت



زمرد

## شوائب ثمينة

الزمرد في الأساس هو معدن البريل الذي لا لون له. ويعزى لونه الأخضر إلى وجود كميات ضئيلة من الملح الأخضر (أكسيد الكروم). ويتكون الياقوت بصفة رئيسية من أكسيد الألومنيوم على هيئة الكورندم (معدن طبيعي صلد). والكورندم النقي لا لون له ولكن لون الياقوت الأحمر يأتي من ملح الكروم نفسه لأنه يدخل عنوة إلى الهيكل البلوري للكورندم مسبباً إزاحة طفيفة لطيفة.

يحتجز الغطاء المواد الصلبة المحمولة في الماء

يزيل راتينج التبادل الأيوني الأيونات الموجبة والسالبة

يمتص الفحم الملوّثات العضوية مثل المبيدات

الترشيق النهائي لأى مواد صلبة متبقية ومحمولة في الماء

## تنقية الماء

يحتوى ماء الصنبور على عدد من الشوائب التي تفسد طعمه وتسبب في تكوين القشور في الغلايات وفي تكوين الزبد مع الصابون. والعديد من الشوائب عبارة عن أملاح يمكن التخلص منها عن طريق عملية تسمى التبادل الأيوني. يستخدم فيها راتينج مكون من خرز صغير من البلاستيك ترتبط بسطحه أيونات تقوم باستبدال أيونات الهيدروجين بأيونات الفلز الموجبة مثل الألومنيوم والكالسيوم وتستبدل أيونات الهيدروكسيد بالأيونات السالبة مثل النترات، وتتكون أيونات الهيدروجين والهيدروكسيد الماء.

## ملح الطعام

يسمى كلوريد الصوديوم بالملح الشائع أو ملح الطعام. ويضاف إليه مقدار ضئيل من ملح آخر قابل للأكل - كربونات الماغنسيوم - للمساعدة على انسيابه.



قشور نحاسية



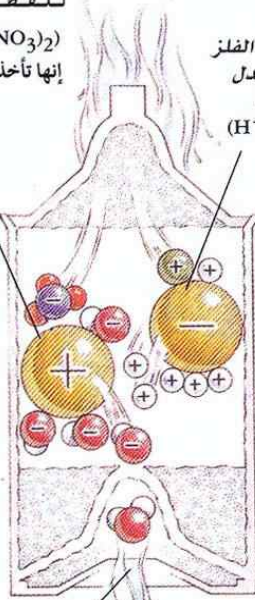
أكسيد النحاس

## أملاح من النحاس

يكون فلز النحاس مثل سائر الفلزات مجموعة شديدة التنوع من الأملاح. ويمكن تحضير أملاح النحاس الميئة هنا بطرق عديدة مختلفة. ويمكن تحضير أكسيد النحاس (CuO) عن طريق تسخين الفلز مع الهواء. وهو يستخدم كصبغة أو خضاب. ويعطى ملح كربونات النحاس (CuCO<sub>3</sub>) ثاني أكسيد الكربون وأكسيد النحاس عند التسخين، واللون الأخضر الذي يظهر على الأسطح النحاسية شكل من أشكال كربونات النحاس (ص 38). ويزدوب كلوريد النحاس (CuCl<sub>2</sub>) في الماء ويستخدم كمادة حفازة. ويخرج هيدروكسيد النحاس (Cu(OH)<sub>2</sub>) من المحلول عند إضافة مادة قوية للأملاح النحاس القابلة للذوبان. ويكون كبريتات النحاس (CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O) بلورات مائية (أى تحتوى على جزيئات الماء)، وتستخدم في الزراعة كمييد لللفطريات. وتعد نترات النحاس (Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) شديدة القابلية للذوبان حتى إنها تأخذ الماء من الهواء وتذيب نفسها.

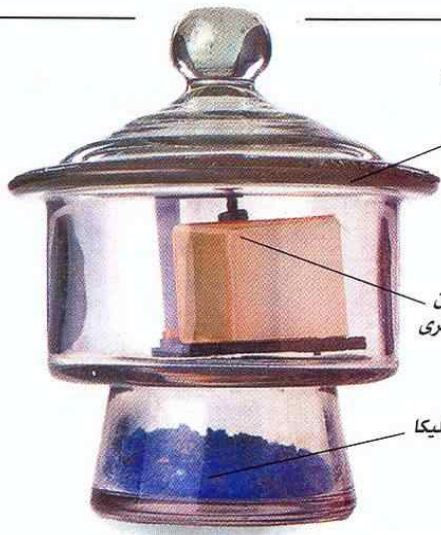
تحتجز الأيونات السالبة وتستبدل بها أيونات الهيدروكسيد (OH<sup>-</sup>)

تحتجز أيونات الفلز الموجبة وتستبدل بها أيونات الهيدروجين (H<sup>+</sup>)



لتتحد أيونات H<sup>+</sup> و OH<sup>-</sup> لتتكون الماء H<sub>2</sub>O

مياه معالجة



سدادة محكمة الفلق  
لمنع تسرب الهواء

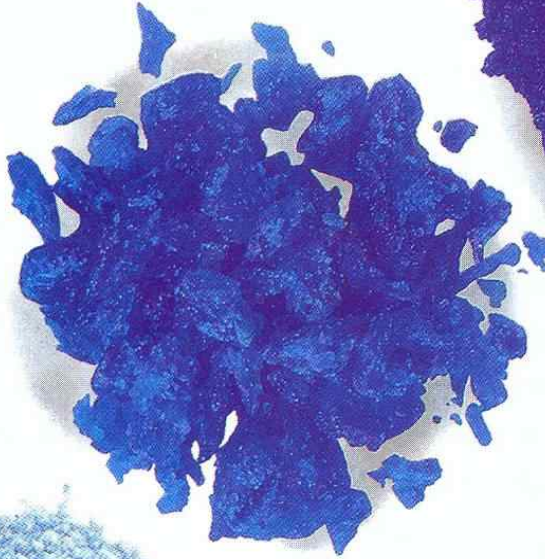
منشور من  
الملح الصخري

جل السيليكا

### المحافظة على جفاف المنشور

صنع المنشور الموضوع في هذا الجفف من مادة الملح الصخري ويستخدم في التحليل الطيفي (ص 59). ويجب أن يبقى جافاً تماماً وإلا فسوف يتحلل. ويحافظ على جفاف الجو باستخدام جل السيليكا وهو شكل ثمياً من ثاني أكسيد السيليكون يمتص الماء بكفاءة شديدة. ويلون باللون الأزرق بواسطة ملح آخر هو كلوريد الكوبالت الذي يتحول إلى اللون الوردي في وجود الماء.

كبريتات النحاس



فترات  
النحاس



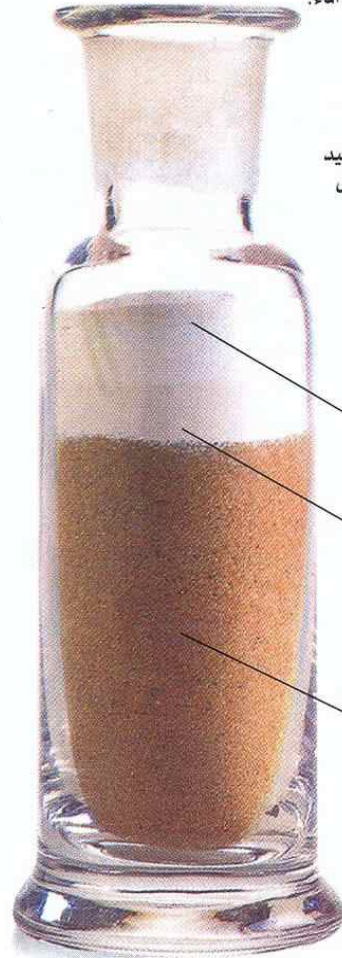
هيدروكسيد  
النحاس



كربونات  
الصوديوم

الحجر  
الجيري

الرمال



كلوريد النحاس

### مكونات الزجاج

يصنع الزجاج من عدة أملاح. والمكون الرئيسي للزجاج هو ثاني أكسيد السيليكون على هيئة الرمل. ويضاف الحجر الجيري (كربونات الكالسيوم) وكربونات الصوديوم أيضاً لصنع زجاج الصودا العادي الذي يستخدم لصنع الزجاجات. ويعزى لون الزجاج القديم المائل للخضرة الخفيفة (ص 13) لوجود شوائب من الحديد في الرمل. ويمكن إضافة أملاح فلزات أخرى للتخليط لصنع أنواع الزجاج الملون.

كربونات النحاس



# الكهرباء والكيمياء

تستخدم المواد الكيميائية لإنتاج الكهرباء ويمكن أن تنتج الكهرباء المواد الكيميائية. فقد نجح اليساندرو فولتا عام 1800 في الحصول على الكهرباء من خلال أول بطارية باستخدام فلزات مختلفة تفصلها محاليل أملاح. وقد بدأت دراسات تأثيرات إمرار الكهرباء من هذه البطاريات خلال الخاليل (الإلكتروليتات) على الفور. وقد وجد أن مرور تيار كهربائي خلال الماء يفصله إلى غازي الهيدروجين والأكسجين، العنصرين اللذين يكونان الماء. وقد بين مايكل فاراداي (1791-1867) أن الماء النقي لا يوصل الكهرباء جيداً، ولكن توصيله يزداد إذا أضيفت إليه الأملاح. والسبب في ذلك هو أن الكهرباء تنتقل عن طريق الأيونات الموجودة في المحلول والماء موصل أو إلكتروليت رديء لأنه متأين بصورة طفيفة فقط (ص 20، 21). والأملاح والأحماض والقواعد (ص 42-45) إلكتروليتات جيدة. وتستخدم الكهرباء أيضاً لإنتاج المواد الكيميائية في الخلايا الإلكتروليتية ولتنقية المواد.



## البطارية الأولى

لاحظ العالم الإيطالي اليساندرو فولتا (1745-1827) أنه إذا تلامس فلزان ينتج «طعم مر» عندما يلمس لسانه. وقد تأكد له من خلال إجراء المزيد من التجارب أن السبب في ذلك هو التيار الكهربائي. وقد وجد فولتا أنه يمكنه توليد الكهرباء بوضع طبقة من الكرتون المنقوع في محلول ملح بين قرص من النحاس وآخر من الزنك - أي خلية فلطية. وعندما صنع «عموداً» من هذه الخلايا زادت كمية الكهرباء المتولدة. وكانت هذه أول بطارية - مجموعة من الخلايا.



## رائد التحليل الكهربائي

سرعان ما بدأ همفري ديفي (1778-1829) في دراسة الكيمياء الكهربائية بعد اكتشاف الخلية الفلطية. وقد نجح في استخلاص فلزي الصوديوم والبوتاسيوم من هيدروكسيداتهما والتي قاومت من قبل كل محاولات تكسيدها إلى مواد أكثر بساطة. وقد فصل ديفي أيضاً فلزات أخرى مثل الإسترونيم (ص 25) عن طريق التحليل الكهربائي.



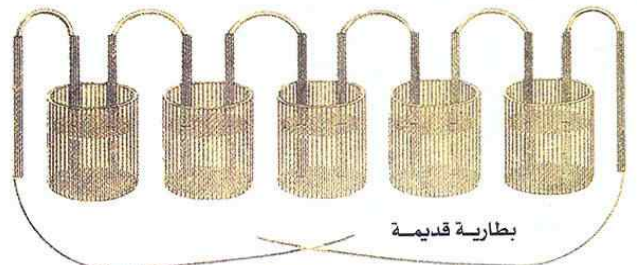
مشبك من الصلب  
طبقة من النحاس  
طبقة من النيكل  
اللمسة الذهبية الأخيرة

## طلاء الفلزات

يستخدم التحليل الكهربائي لإضفاء شكل نهائي جذاب ومتين على الفلزات. وتتضمن اللمسة الذهبية الأخيرة لمشبك القلم هذا عدة مراحل. يعلق المشبك الصلب من الكاثود (الطرف السالب أو المهبط)، ثم يغمس في الإلكتروليت (سيانيد النحاس). يقوم السيانيد بتنظيف الصلب بينما توفر طبقة النحاس قاعدة أفضل للمزيد من التحليل الكهربائي. وتتضمن طبقة طلاء النيكل منتجاً نهائياً لامعاً وتحسن مقاومته للتآكل. وآخر طبقة هي طبقة الطلاء الذهبي.



عمود فلطاني



## انقسام الملح

يعتبر التحليل الكهربائي للمحلول الملحي (كلوريد الصوديوم المركز) عملية صناعية رئيسية. تستخدم هذه الخلايا الضخمة لتمرير التيار خلال المحلول الملحي. وتنتج النواتج الكيميائية وهي غازا الكلور والهيدروجين وهيدروكسيد الصوديوم (اللاي).

## تيار ينساب

تحتوي هذه البطارية القديمة على أقطاب من الزنك والنحاس مغموسة في كاسات تحتوي على محلول ملح (الإلكتروليت). وعندما توصل الأقطاب يذوب الزنك ويفقد إلكترونات بينما تكتسب أيونات الهيدروجين عند القطب (الإلكترود) النحاسي الإلكترونيات لتكون غاز الهيدروجين. وتسبب هذه التفاعلات في انسياب التيار.

## تنقية النحاس

يستخرج النحاس في الغالب من كبريتيدات النحاس وهو خام للنحاس يحتوي على الحديد والكبريت. يسحق الخام ويضاف إلى ماء مخلوط بالزيت به زبد للتخلص من الحصى. ثم يجفف ويحمص لإزالة الحديد ويحول المزيد من التسخين مع الهواء كبريتيد النحاس إلى نحاس يصب في قوالب وينقى بالتحليل الكهربائي. وتبين هذه التجربة التي أجريت في كأس مبادئ عملية التنقية هذه.



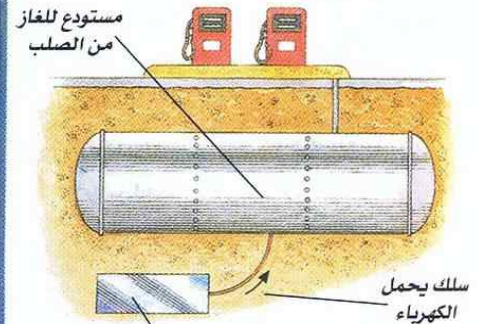
## شرايح فلز الألمنيوم

الألمنيوم فلز متوافر بكثرة لكن استخراجها من خاماتها صعب لأنه مترابط بشدة (ص20، 21). وينتج عن طريق التحليل الكهربائي من معدن البوكسيت الصهور أو أكسيد الألمنيوم (ص18) والألمنيوم يحتل موقعاً عالياً في سلسلة التفاعلية (ص25). وتستخدم هذه العملية كمية كبيرة من الكهرباء.



## هاميلتون كاستنر (1859-1899)

أسس اختراع الأمريكي كاستنر شركة لاستخلاص فلز الألمنيوم من كلوريد الألمنيوم باستخدام الصوديوم قبل ظهور عملية أفضل - وهي التحليل الكهربائي. ومع ذلك فقد كون ثروة لأنه أنشأ عملية إلكتروليزية لتحضير هيدروكسيد الصوديوم النقي من محلول ملحي باستخدام خلية زئبق سائلة وذلك للحصول على الصوديوم.



## الوقاية من الصدأ

يمكن أن تصدأ المستودعات المصنوعة من الصلب تحت الأرض (ص41، 40) ولكن استبدالها مكلف. ولذلك تتم حمايتها من التآكل باستخدام تفاعل كيميائي كهربائي يعرف باسم الوقاية الكاثودية؛ حيث يوصل قضيب من الماغنسيوم بالصلب باستخدام سلك من النحاس وهو موصل جيد للكهرباء ولا يتآكل. والماغنسيوم أكثر تفاعلية من الصلب (ص24، 25) فيتآكل بدلاً منه.

## 1 التوصيل بالكهرباء

توصل شريحة النحاس غير النقية بالطرف الموجب لمصدر للكهرباء، فتصبح قطباً موجباً (مصعداً) بينما توصل شريحة النحاس النقية بالطرف السالب لمصدر الكهرباء فهي قطب سالب (مهبط). وبمبدأ الكأس بالإلكتروليت - محلول كبريتات النحاس - وتنقل الكهرباء خلال المحلول بواسطة الأيونات.

القطب السالب (المهبط)

سلك يحمل التيار الكهربائي

ينوب القطب الموجب (المصعد) المصنوع من النحاس غير النقي

## 2 الفلز المنقى

عندما توصل الكهرباء يمر تيار خلال الإلكترونيت. وعند المصعد يذوب النحاس غير النقي مكوناً أيونات النحاس ويقل سمك المصعد. تتحرك أيونات النحاس إلى المهبط فتتحول إلى الفلز وبذلك يترسب النحاس على شريحة النحاس النقي مما يكون يزيد من سمكها. وتكون الشوائب الآتية من المصعد رواسب. وهذه الرواسب أيضاً قيمة لأنها تحتوي على كميات ضئيلة من الفضة والذهب التي يمكن أن تستخلص.

محلول كبريتات النحاس (الإلكتروليت)

يترسب النحاس النقي على المهبط

شوائب من المصعد النحاسي



# كيمياء الكربون



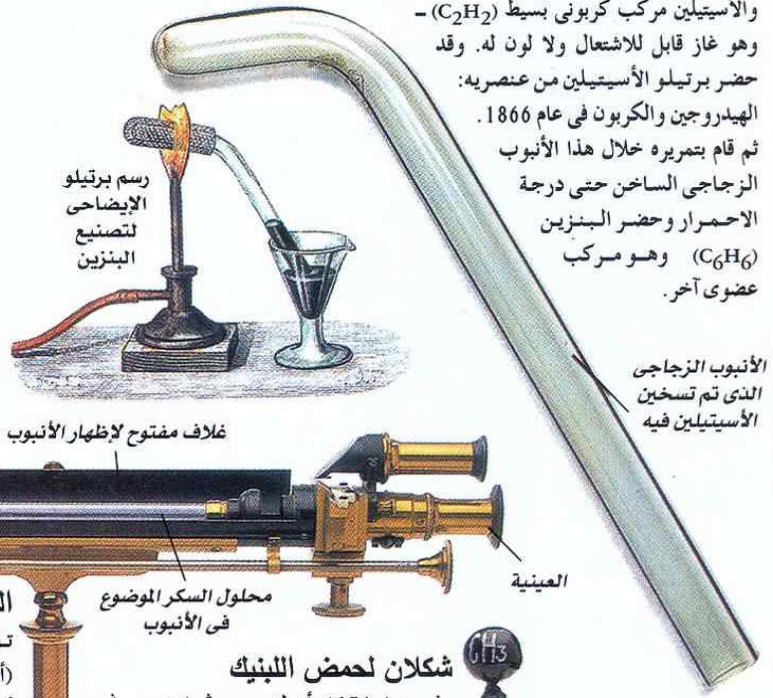
## الكيميائي العضوي

قام مارسلان برتيلو (1827-1907) بتحضير العديد من المركبات العضوية من مركبات غير عضوية أو عناصر. وقد أوضح أن النباتات والحيوانات ليست فريدة في كونها المصدر الوحيد للمركبات العضوية. وكان لعمله في هذا المجال الفضل في تنفيذ نظرية القوة الحيوية في النهاية.

## جهاز اصطناع المواد

أنتج برتيلو العديد من المركبات العضوية. والأسيتيلين مركب كربوني بسيط ( $C_2H_2$ ) - وهو غاز قابل للاشتعال ولا لون له. وقد حضر برتيلو الأسيتيلين من عنصره: الهيدروجين والكربون في عام 1866. ثم قام بتبريده خلال هذا الأنبوب الزجاجي الساخن حتى درجة الاحمرار وحضر البنزين ( $C_6H_6$ ) وهو مركب عضوي آخر.

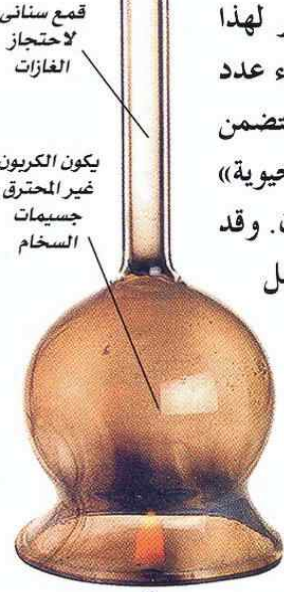
الأنبوب الزجاجي الذي تم تسخينه فيه الأسيتيلين فيه



الكربون عنصر متميز. ويتواجد كعنصر على هيتين شديدي الاختلاف: وهما الجرافيت الأسود الناعم والماس البراق (ص 26-27). ويكون الكربون أيضًا عددًا ضخمًا من المركبات. وفي البداية كان يستخدم مصطلح الكيمياء العضوية للتعبير عن دراسة المركبات التي توجد فقط في الكائنات الحية، أما الآن فينظر لهذا المصطلح بشكل واسع باعتباره يشير إلى كيمياء مركبات الكربون باستثناء عدد قليل من المركبات البسيطة مثل ثاني أكسيد الكربون والكربونات التي تتضمن الرخام والحجر الجيري. وقد اعتقد لفترة طويلة أن لهذه المركبات «قوة حيوية» خفية وبالتالي لا يستطيع الكيميائي أن يصنعها بدون مساعدة نبات أو حيوان. وقد تلقت نظرية القوة الحيوية هذه ضربة قاصمة في عام 1828 عندما حصل فريدريش فولر على اليوريا - المركب العضوي المعروف - عن طريق تسخين الأمونيا مع السيانات - الذي يعتبر عادة مركبًا غير عضوي للكربون. ولكن بما أنه قام بتحضير السيانات من قرن حيواني أي مادة عضوية فقد ظلت هناك علامة استفهام حول نتائج أبحاثه.

## ما الذي يصنع المركب العضوي؟

تثبت هذه التجربة أن المركبات العضوية (في هذه الحالة الشمع العادي) تحتوي على الكربون والهيدروجين. تشعل الشمعة ويجمع غازا ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين الناتجان عن الشمع المحترق. ويحول الهيدروجين إلى بخار ماء يحتجز بواسطة مادة صلبة مجففة. ويكتشف وجود الكربون باستخدام هيدروكسيد الكالسيوم في محلول (ماء الجير) وهو الاختبار المعياري لثاني أكسيد الكربون.



احتراق مادة الشمعة



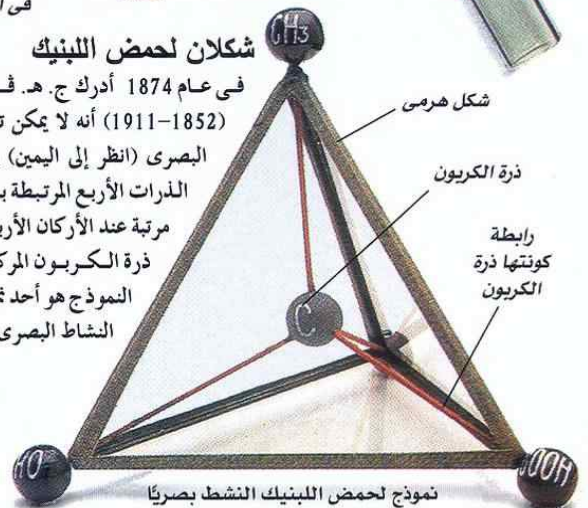
## السكر النشط بصرياً

تؤدي قدرة ذرة الكربون على الارتباط بأربع ذرات أخرى (أو مجموعات من الذرات) إلى خاصية غير عادية. فإذا كانت الذرات أو المجموعات الأربع كلها مختلفة فإنه من الممكن أن تكون جزيئين متميزين كل منهما صورة مرآة للأخرى. وعلى الرغم من كونهما متطابقين كيميائياً، إلا أن مثل هذين المركبين يسلكان سلوكاً مختلفاً عندما يشع خلالهما ضوء مستقطب (حيث تقع موجات الضوء في مستوى واحد فقط). فهما يديران الضوء في اتجاهين متعاكسين ويقال إنهما نشطان بصرياً. وقد أدخل المقطاب (أداة لقياس مقدار استقطاب الضوء) في عام 1840 لقياس هذا النشاط البصري، وتظهر السكريات هذه الخاصية. وقد كانت مقاييس الاستقطاب تستخدم بصفة روتينية لتحليل شراب السكر. وبعد ستينيات القرن التاسع عشر أصبحت أدوات قيمة لمخبري الرسوم الضريبية لتحديد قوة محاليل السكر لأغراض الضرائب.

المقطاب

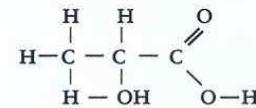
## شكلان لحمض اللبنيك

في عام 1874 أدرك ج. ه. فانت هوف (1852-1911) أنه لا يمكن تفسير النشاط البصري (انظر إلى اليمين) إلا إذا كانت الذرات الأربع المرتبطة بذرة الكربون مرتبة عند الأركان الأربعة لهرم حول ذرة الكربون المركزية. وهذا النموذج هو أحد نموذجين يبينان النشاط البصري.



## سلسلة الكربون

يكون الكربون بسهولة روابط لنفسه وللعناصر الأخرى مودياً إلى تكوين تشكيلة ضخمة من المركبات. وتظهر في الأسفل الصيغة التركيبية (ص20) لحمض اللينيك ( $C_3H_6O_3$ ). ويحتوي حمض الأوليك ( $C_{18}H_{34}O_2$ ) الذي يوجد في زيت الزيتون على سلسلة من 18 ذرة كربون مما يجعله أطول ست مرات.



حمض اللينيك

أنبوب توصيل

سدادة

حامل ماسك لتثبيت الأنبوب ذي شكل الحرف U

ملزم

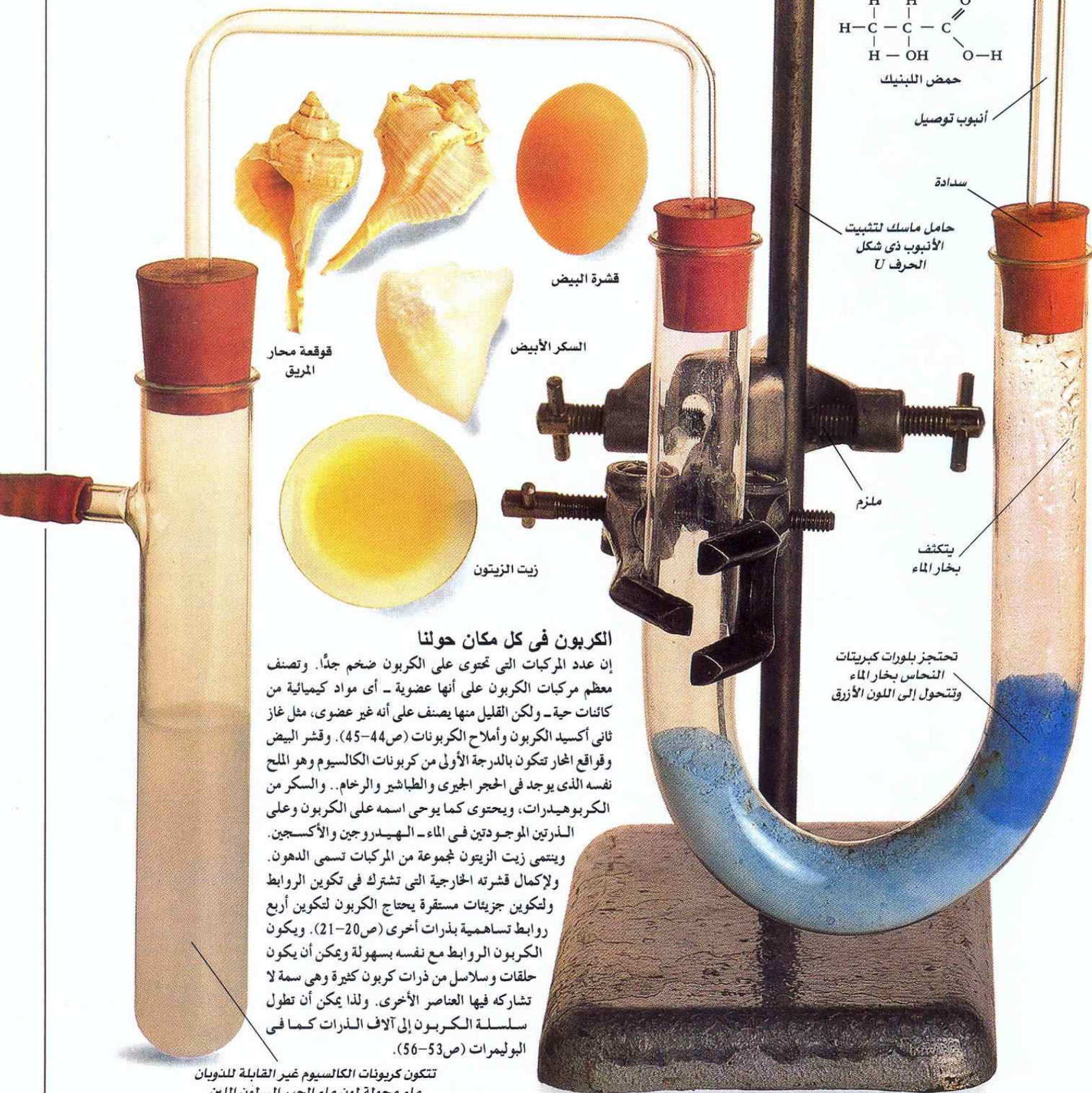
بتكثف بخار الماء

تحتجز بلورات كبريتات النحاس بخار الماء وتتحول إلى اللون الأزرق

عينة البنزين

## هيدروكربون معقد آخر

يحتوي الفحم على عدد كبير من مركبات الهيدروكربون المعقدة التي تحتوي على الكربون والهيدروجين. وينتمي الكثير منها إلى مجموعة من المركبات التي تحتوي على حلقات من ست ذرات كربون وتوصف بأنها عطرية بسبب رائحتها. والبنزين أبسط مركب عطري ولا يزال ينتج تجارياً من قار الفحم (ص52-53). وهذه العينة من البنزين قام بتحضيرها مايكل فاراداي (1791-1867) الذي كان أول من فصل البنزين عام 1825 من الغاز الذي يصنع عند تسخين زيت الحوت الذي كان متوافراً بصورة تجارية كوقود.



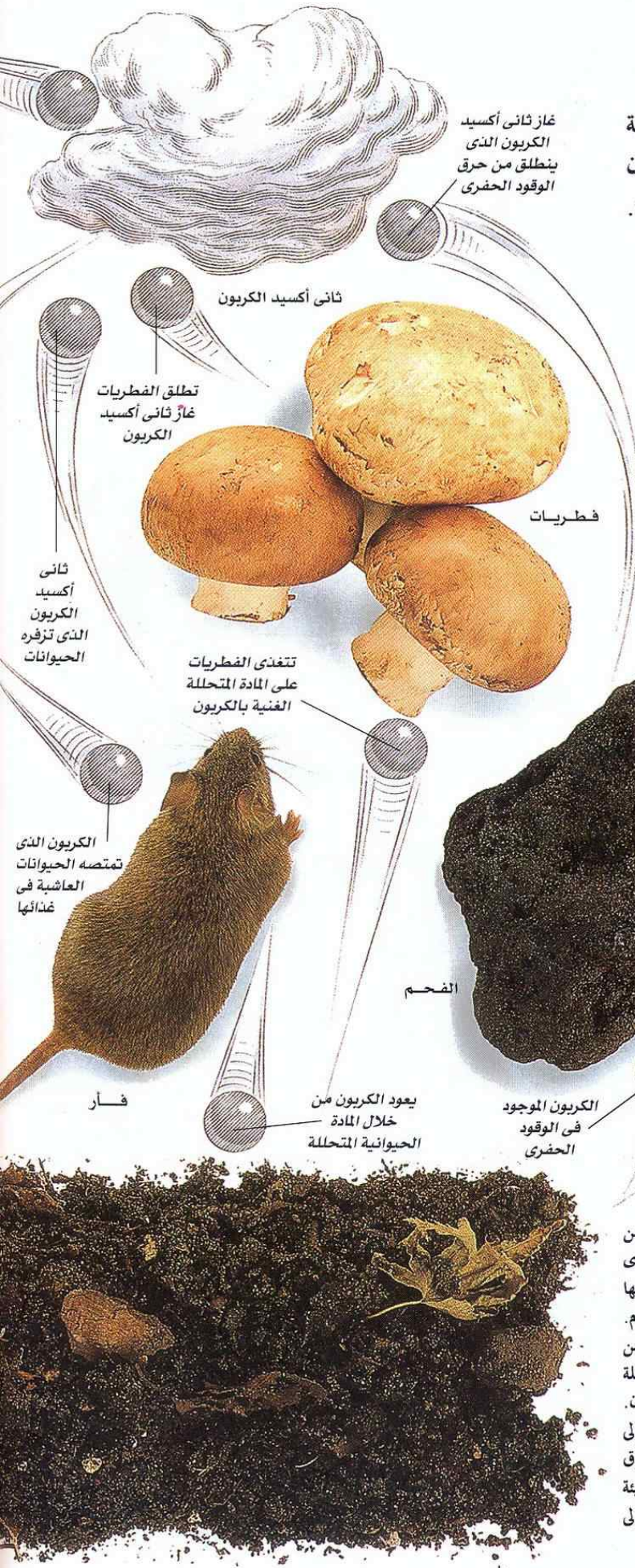
## الكربون في كل مكان حولنا

إن عدد المركبات التي تحتوي على الكربون ضخم جداً. وتصنف معظم مركبات الكربون على أنها عضوية - أي مواد كيميائية من كائنات حية - ولكن القليل منها يصنف على أنه غير عضوي، مثل غاز ثاني أكسيد الكربون وأملاح الكربونات (ص44-45). وقشر البيض وقواقع المحار تتكون بالدرجة الأولى من كربونات الكالسيوم وهو الملح نفسه الذي يوجد في الحجر الجيري والطباشير والرخام.. والسكر من الكربوهيدرات، ويحتوي كما يوحي اسمه على الكربون وعلى الذرتين الموجودتين في الماء - الهيدروجين والأكسجين. وينتمي زيت الزيتون لمجموعة من المركبات تسمى الدهون. ولإكمال قشرته الخارجية التي تشترك في تكوين الروابط ولتكوين جزيئات مستقرة يحتاج الكربون لتكوين أربع روابط تساهمية بذرات أخرى (ص20-21). ويكون الكربون الروابط مع نفسه بسهولة ويمكن أن يكون حلقات وسلاسل من ذرات كربون كثيرة وهي سمة لا تشاركه فيها العناصر الأخرى. ولذا يمكن أن تطول سلسلة الكربون إلى آلاف الذرات كما في البوليمرات (ص53-56).

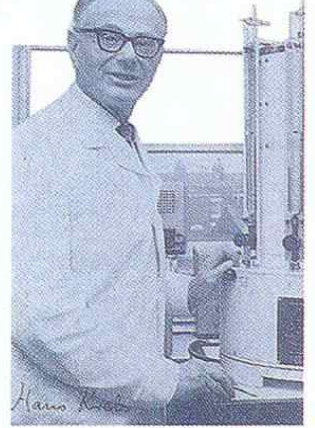
تتكون كربونات الكالسيوم غير القابلة للذوبان ماء محولة لونه ماء الجير إلى لون اللبن

# كيمياء الحياة

تعرف كيمياء المنظومات الحية بالكيمياء الحيوية. وتتكون الكائنات الحية والخلايا التي تصنع منها من الماء (حوالي 70 بالمائة) ومركبات الكربون بالإضافة إلى كميات ضئيلة من المعادن وعناصر أخرى (ص18-19). وتحتاج النباتات والحيوانات إلى مركبات الكربون لكي تنمو؛ وعندما تموت أو تتحلل يعاد تدوير الكربون الموجود بها إلى الأرض مرة أخرى. وتتم برمجة حياة الخلايا عن طريق الحمض النووي «دي. إن. إيه» الذي يشبه سلوكه إلى حد ما برنامج كمبيوتر؛ فهو يخزن المعلومات لتحديد البروتينات التي نحتاج إليها. والبروتينات هي التي تبني مكونات الجسم (الشعر والجلد)، وتعمل مثل الأنزيمات التي تؤدي دور المواد الحفارة في البشر (ص36-37) وتتحكم في النمو والأبيض كهرمونات. ويعبر الأيض عن العمليات الكيميائية في الكائنات الحية التي تكسر المواد المعقدة إلى مواد أبسط مع اكتساب الطاقة منها، ثم تستخدم هذه الطاقة لكي تحيا الكائنات وتنمو وتتكاثر.



هانس كرييز

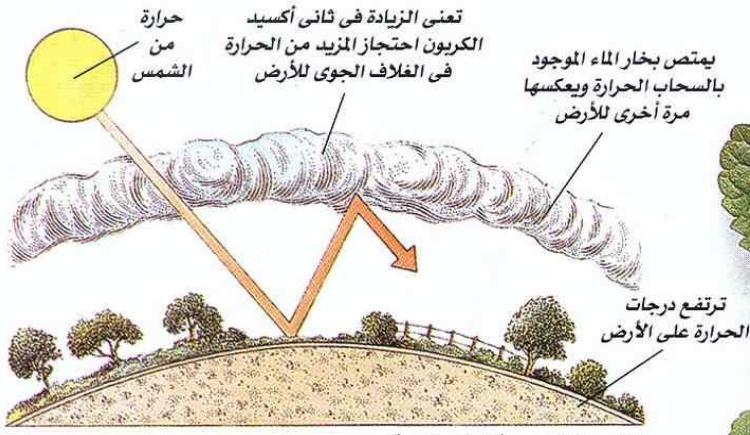


## دورة الكربون

الكربون هو العنصر الأساسي في المركبات التي تنتجها الكائنات الحية (ص48-49). ويتحرك حول عالمنا في عملية دورية؛ إذ يتحد ثاني أكسيد الكربون من الجو مع الماء لتكوين الكربوهيدرات في النباتات عن طريق عملية تسمى التمثيل الضوئي. وتشمل هذه الكربوهيدرات السلولوز وهو المكون التركيبي الرئيسي لسيقان النبات وأوراقها. ويأكل العديد من الحيوانات النباتات مما يوفر لهم الكربون الذي يحتاجونه. والحيوانات آكلة النبات (العاشبة) تأكلها حيوانات أخرى، مما يمر الكربون عبر سلسلة الطعام. وعندما تموت يعاد تدوير الكربون الذي تحتوي عليه من خلال التحلل. وتزود المادة النباتية والحيوانية المتحللة الفطريات والبكتيريا بالغذاء فنتج ثاني أكسيد الكربون. ويمكن أيضاً أن تدفن النباتات ثم تتحول تحت الضغط إلى الفحم والزيوت - أي إلى وقود حفري. وعندما يحرق هذا الوقود الحفري فإنه يعيد الكربون إلى الجو على هيئة ثاني أكسيد الكربون. وتعيد الحيوانات أيضاً الكربون إلى الجو عندما تفرز ثاني أكسيد الكربون.

## توليد الطاقة

وفد عالم الكيمياء الحيوية السير هانس كرييز (1900-1981) إلى إنجلترا من ألمانيا عام 1933. وقد اقترح سلسلة من التفاعلات لشرح كيف يتكسر الجلوكوز - وهو من أنواع السكر - لكي يعطي ثاني أكسيد الكربون والماء والطاقة. وتحدث التفاعلات في دورة، أي إنه بعد أن يتكسر جزيء واحد من السكر تكون المركبات اللازمة جاهزة لتكرار العملية.

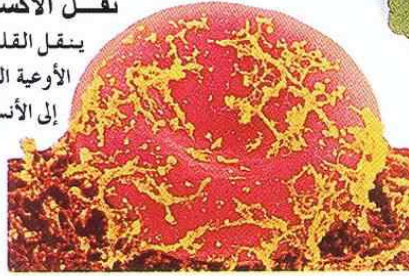


### ظاهرة الصوبة الزجاجية

تُحافظ الحرارة الآتية من الشمس على بقاء درجة حرارة سطح الأرض معقولة بحيث يمكن للكائنات الحية أن تعيش. وينعكس الكثير من الحرارة التي تصل إلى الأرض مرة أخرى. وهناك مركبات متعددة في الجو تمنع هذا الفقد للحرارة - على سبيل المثال بخار الماء على هيئة السحب - ويحتجز ثاني أكسيد الكربون أيضاً الحرارة. وبما أن كمية ثاني أكسيد الكربون في الجو ترتفع على ما يبدو فإنه يخشى أن تبدأ درجات الحرارة على الأرض في الارتفاع مما يؤدي إلى احتمال حدوث الفيضانات عندما تذوب قمم الجبال الجليدية عند القطبين.

### نقل الأكسجين

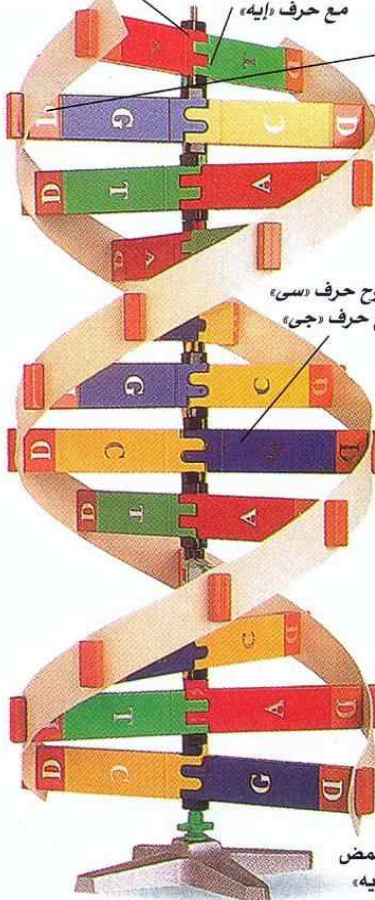
ينقل القلب الدم خلال أجزاء الجسم عبر منظومة من الأوعية الدموية. ويحمل الدم الأكسجين والمواد المغذية إلى الأنسجة ويزيل منها ثاني أكسيد الكربون والفضلات. وتحتوي خلايا الدم الحمراء على الهيموجلوبين الذي يتفاعل مع الأكسجين في الرئتين ويحمله عبر الجسم ثم يطلقه في العضلات حيث الحاجة إليه.



ينتقل الشريطان من المنتصف

يتزاوج حرف «تي» مع حرف «إيه»

يتكون التتابع من أربع وحدات



نموذج تعليمي للحمض النووي «دى. إن. إيه»

### الطبيعة الزرقاء الوراثية

يحتوى الحمض النووي «دى. إن. إيه». - الحمض النووي الريبي المنقوص الأكسجين - على كل المعلومات اللازمة لإعادة إنتاج الحياة ويوجد هذا الحمض في الخلايا الحية. وتتكون هذه المادة من أربع وحدات كيميائية مختلفة (إيه وسى وجى وتى) ترتبط معاً في شكل سلاسل طويلة. وفي نطاق السلسلة يعطى تتابع هذه الوحدات الأربع المعلومات المشفرة اللازمة لصنع البروتينات التي تتحكم في العمليات الحيوية. ويسهل تركيب الحمض النووي «دى. إن. إيه» عملية إنتاج النسخ. فهو مرتب على هيئة تركيب لولبي مزدوج أى شريطين يكملان بعضهما بعضاً يلتف كل منهما حول الآخر. وعندما تنقسم خلية «ينفك» الشريطان؛ ويمكن أن ينسخ كل شريط ليعطى شريطين متطابقين. وبهذه الطريقة يمكن أن تتكرر المعلومات الوراثية المحتواة في الحمض النووي «دى. إن. إيه» في كل مرة تنقسم خلية ما.

ثاني أكسيد الكربون الجوى تنظمه النباتات

تستخدم النباتات ثاني أكسيد الكربون لكي تنمو



نبات

تمتص النباتات ثاني أكسيد الكربون من خلال أوراقها

منظومة الجذور التي يمتص من خلالها الماء

قد تكون النباتات والحيوانات التي تتحلل الوقود الحفري

تربة

تمتص النباتات المتحللة القطريات بالغذاء



# التخليق العضوي

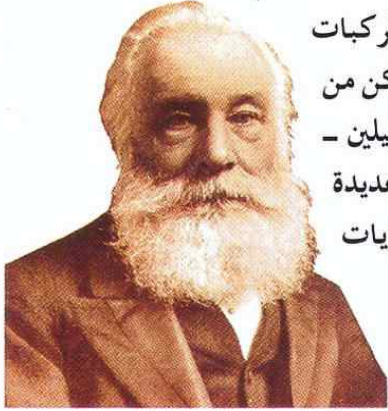


## الاشتغال بالمطاط

يتفاعل المطاط المستخرج من مادة «اللاتكس» التي تستخرج من شجرة المطاط بشكل سيئ عند القيم القصوى لدرجات الحرارة. وقد قام تشارلز جودير (1800-1860) - وهو مخترع أمريكي بالتزامن مع توماس هانكوك في إنجلترا بتسخين المطاط مع الكبريت، ووجد أن المطاط يظل مرناً في نطاق حرارى معين. وأطلق على تلك العملية اسم «الفلكنة»؛ تقسية المطاط بمعالجته بالكبريت نسبة إلى إله النار الروماني «فلكان».

ينتج عن تسخين الفحم في غياب الهواء غاز ومادة قارية سميكة ويتخلف عن ذلك فحم الكوك. وقد كان غاز الفحم ينتج بكميات وفيرة ليستعمل في الإنارة بالغاز بدءاً من حوالى عام 1812. أما ما يتخلف من قار الفحم فقد كان يتم جمعه بكميات كبيرة مما كان يحرج صناعة الغاز. وقد نجح تشارلز مانسفيلد (1819-1855) - خلال أربعينيات القرن التاسع عشر - في إجراء تقطير تجزيئي للقار (ص 15) لكي يحصل على مركبات عطرية - وسميت كذلك لما لها من روائح زكية. ومن أبسط المركبات العطرية: البنزين، ويطلق على فرع الكيمياء الخاص به وكذا المركبات المشتقة منه اسم

الكيمياء العطرية. (الكيمياء الأروماتية). وكانت تلك المركبات تستخدم في البداية كمذيبات صناعية. وقد تمكن وليام بيركن من تخليق إحدى الصبغات من إحدى تلك المركبات - وهي الأنيلين - وأنشأ بذلك صناعة جديدة، ثم توالى بعد ذلك استخدامات عديدة لكيمياويات قطران الفحم ويتم حالياً إنتاج أغلب الكيماويات العضوية من البترول والغاز الطبيعي (ص 62-63).



## الأصباغ الاصطناعية

أحدث وليام هنرى بيركن (1838-1907) ثورة في عالم صناعة الكيماويات عندما ابتكر الصبغة الاصطناعية. فقد كان يحاول تحضير دواء الكينين من مادة الأنيلين - وهو مركب مشتق من قطران الفحم - ولكنه لم يحصل سوى على خليط لزج قائم من المواد. وعندما حاول تنظيفه بالكحول، اكتشف أنه يذوب مكوناً محلولاً أرجوانياً قائماً استطاع أن يحضر منه بلورات صبغة «الموفين». وقد كانت الأصباغ تصنع قبل ذلك من مواد نباتية مثل نبات النيلة (ص 11، 10). وما لبثت الصبغة الجديدة أن تحطفتها الأسواق لتلبية احتياجات صناعة النسيج وصار اسمها «موف» (البنفسجى الزاهى). ثم استمر بيركن في تخليق روائح طبيعية من مواد كيميائية. وكان ذلك بمثابة بداية صناعة العطور الخلقية.



الأنثراسين



النفثالين



الأسفلت

## ألوان قوس قزح

جد منتجو المنسوجات فى السعى للحصول على أصباغ تخليقية زاهية بعد نجاح إنتاج «الموفين». ولذلك فقد تم تخليق مادة «الأليزارين» وهى المركب الذى يعطى صبغة القزح الطبيعية لونها الأحمر بنجاح من الأنثراسين عام 1868.



صبغة حمراء مخلقة



الصبغة الخضراء التخليقية

تميل الصبغات المخلقة إلى أن تكون أكثر سطوعاً من الصبغات النباتية التقليدية



## رائد صناعة المطاط

استخدم توماس هانكوك (1786-1865) - وهو مصنع المطاط - وتشارلز ماكينتوش (1766-1843) - وهو كيميائى إسكتلندى - مادة النفط المستخرجة من التقطير التجزيئى لقطران الفحم كمذيب للمطاط. ثم استخدم محلول المطاط بعد ذلك فى إنتاج أقمشة مضادة للبلل تصنع منها المعاطف التى صارت تسمى «ماكينتوش». ويستخدم أحد مكونات النفط - وهو النفثالين - فى صناعة الكرات المضادة للتمتة. كما أنه يعتبر نقطة البداية المهمة لكثير من مواد الصباغة الخلقية والمواد الأخرى مثل التى تستخدم لطرده الحشرات.

الحماية من الأمطار

## استخدام الأسفلت

أنتج التقطير التجزيئى لقطران الفحم عدداً كبيراً من المواد الهامة التى استخدمت فيما بعد فى تخليق منتجات مفيدة فى القرن التاسع عشر. ويعتبر الأسفلت هو المادة المتبقية من تلك العملية ويستخدم فى رصف أسطح الطرق.



الرصف التقليدى للطرق



**المواد المنظفة غير الصابونية**  
يعتبر الصابون المصنوع من دهون حيوانية من المواد المنظفة. ويميل إلى تكوين زبد لا يذوب مع الماء العسر (ص 44، 45)، ولذلك تم اختراع المنظفات غير الصابونية للتغلب على هذه المشكلة. وتقوم صناعة الكثير من هذه المنظفات على البنزين الذي تضاف إليه سلسلة طويلة من الهيدروكربونات تماثل تلك التي في الصابون. وعلى خلاف أنواع الصابون العادية فإن أملاح الكالسيوم والماغنسيوم لتلك المواد قابلة للذوبان ولذلك لا يتكون لها زبد.



بنزين



الكريوسوت

### المتفجرات

انتشر استخدام مادة «تي. إن. تي» المتفجرة إبان الحرب العالمية الأولى (1914-1918). وتحضر المادة من التولويين المستخرج من قطران الفحم، ثم يحول إلى نترات وذلك بصبه في حمض الكبريتيك والتريك المركز لينتج ثلاثي نيترو تولوين أو «تي. إن. تي» وعندما تتعرض هذه المادة لصدمة ميكانيكية فإن ذرات تلك الجزيئات غير المستقرة تعيد ترتيب نفسها لتكوّن ثنائي أكسيد الكربون وبخار الماء وغازات نيترو جينية تجعل الحجم يتضاعف آلاف المرات، وهذا التمدد المفاجئ هو ما يحدث الصدمة التدميرية.



منظف غير صابوني

### المادة الحافظة للأخشاب

الكريوسوت هو أحد نواتج تقطير قطران الفحم. وتجعله خواصه كيميائية كمطهر مفيداً كمادة حافظة للأخشاب.

### أول مادة بلاستيكية مخلقة

استطاع ليوبيكالاند (1863-1944) أن يصنع مادة بلاستيكية قيمة عام 1907 عندما أجرى تفاعلاً بين الفينول ومادة كيميائية أخرى هي الفورمالديهايد (ص 54، 55). وأطلق على هذا الراتنج الفينولي اسم «الباكليت». وتلك المادة مقاومة للحرارة وإن كانت قاتمة اللون. وقد أفادت صناعة الراديو الحديثة في ذلك الوقت، ومن بعدها صناعة التليفزيون من سهولة صب الباكليت في قوالب مناسبة بالإضافة إلى ما يتمتع به من خصائص العزل.



الفينول



الأنيلين



ديسالفيد الكربون



ألياف حرير اصطناعي

### العقاقير العلاجية

ظلت العقاقير تشتق لعدة قرون من المواد الطبيعية مثل خاء الصفصاف. وقد كان «بيركن» يحاول تخليق عقار الكينين من «الأنيلين» وذلك لعلاج الملاريا عندما اكتشف مادة «الموفين» وأسس بذلك صناعة الأصباغ. ومع نهاية القرن التاسع عشر كانت العقاقير المخلقة لعلاج الآلام والمضادة للحمى قد تم اشتقاقها من مركبات عضوية. ثم خبا بريقها عام 1899 عندما ابتكرت شركة الكيماويات الألمانية «باير» الأسبرين أو حمض الأستيل ساليسيليك الذي يستخرج من البنزين من خلال عملية معقدة.



عقاقير القضاء على الألم

### الحرير الاصطناعي

يعتبر ديسالفيد الكربون سائلاً ساماً وينتج من تسخين فحم الكوك مع الكبريت داخل فرن. وهو يستخدم كمذيب صناعي. وقد تمكن عالمان كيميائيان بريطانيان هما ك. ف. كروس، وإي. جي بيفان في عام 1892 من إذابة السلولوز في ديسالفيد الكربون وأحد القلويات للحصول على محلول لزج. ويمكن إعادة تكوين السلولوز على هيئة ألياف وذلك بضخ محلول «الفسكوز» من خلال فوهة داخل حمام. وأصبحت تلك المنسوجات تعرف باسم «الرايون» وكانت تطرح في الأسواق على أنها حرير اصطناعي.



تليفزيون من الباكليت (من خمسينيات القرن العشرين)

# أولى المواد البلاستيكية

صنعت أولى المواد البلاستيكية المخلفة في ستينيات القرن التاسع عشر؛ وإن كانت بعض المواد الطبيعية كالعاج والكهرمان استخدمت قبل ذلك على نطاق واسع. وتعتبر الكثير من تلك المواد من البوليمرات - التي تتألف من مقطعين: «بولي» وهي كلمة إغريقية تعني الحديد، و«مير». وتعني جزءاً. وتتألف البوليمرات من جزيئات عملاقة مكونة من عدد كبير من الجزيئات الصغيرة المرتبطة ببعضها على هيئة سلاسل طويلة. ويطلق على كل من الجزيئات الصغيرة اسم «مونومر» (حيث يعني لفظ «مونو» الواحد). وقد بدأ السعي لإنتاج مواد مخلفة منذ ما يزيد على مائة سنة، لتحل محل مواد مثل العاج الذي أخذ يصبح نادراً، ولصنع مواد يمكن صبها في قوالب أو بثقها كالألياف. وقد كانت أولى المواد البلاستيكية من البوليمرات نصف المخلفة، وكان يتم تكوينها عن طريق تعديل السلولوز وهو البوليمر الطبيعي في القطن. ثم صنعت بعد ذلك مواد بلاستيكية مخلفة بالكامل مثل الباكليت (ص 52، 53).

## حقيبة مزخرفة

اتسع انتشار المواد المخلفة الشبيهة بالعاج مع حلول عام 1900، وكانت تستخدم لصنع جميع أنواع المنتجات بدءاً من مقابض السكاكين إلى الياقات والأساور وحتى حقيبة السهرة هذه. ويمكن صب هذه المواد البلاستيكية في قوالب وهي في درجة حرارة عالية لتأخذ الشكل الصلب عندما تبرد.



## أول مادة بلاستيكية

ابتكر ألكسندر باركيز (1813-1890) مادة قابلة للصب في قوالب وتصنع من نترات السلولوز. وقد أذاب - لهذا الغرض - ألياف القطن في حمض النتريك ثم أضاف إليها مادة ملدنة كالكافور، ثم قام بعد ذلك بتبخير المذيب وقد استخدمت المادة التي سميت «باركسين» في صنع كل أنواع السلع المنزلية مثل مشبك الشعر هذا. وقد عرض باركيز أول مادة بلاستيكية ناجحة من ابتكاره في لندن عام 1862.



تفاصيل زخرفية مصبوبة



مشبك شريط جلدي مجدول

## تقليد الأبنوس

صنعت علبة النقاب هذه، والتي تعود إلى عام 1890، من مادة الأبنوس ذات اللون البني الداكن، وتصنع هذه المادة البلاستيكية عن طريق فلكنة المطاط.



## مرآة يدوية

صنعت هذه المرآة اليدوية من مادة مخلفة بديلة للعاج. وهذه المادة - شأنها شأن المواد البلاستيكية الأخرى - يمكن صبها في قوالب بسهولة لكي تحاكي بدقة العاج الخفصور. وقد تم تشكيل المواد البلاستيكية الأولى في نماذج ومجسمات كي تشبه البوليمرات الطبيعية.

## حقيبة يد للسهرة من مادة السلوليد

بحلول عام 1870 كان جون ويزلي هيات (1837-1920) يقوم بتصنيع مادة السلوليد - وهي بديل العاج - وذلك باستخدام نترات السلولوز. وقد شاع استعمال هذه المادة في صنع كرات البلياردو وجميع الأدوات الزخرفية مثل حقيبة السهرة هذه التي صنعت عام 1900.

منمنمات زخرفية براقية

رسم زخرفي أسود

شكرابات حريرية



## قلم بلاستيكي

عندما تسخن المركبات المحتوية على الكبريت مع المطاط فإن المطاط يمتصها مكوناً روابط عرضية بين سلاسل الجزيئات. وإذا زاد محتوى الكبريت صارت المادة أصعب وأكثر مقاومة للكيمائيات - مثل مادة الفلكنانية التي يصنع منها مثل هذا القلم.



### ليويكلاند (1863-1944)

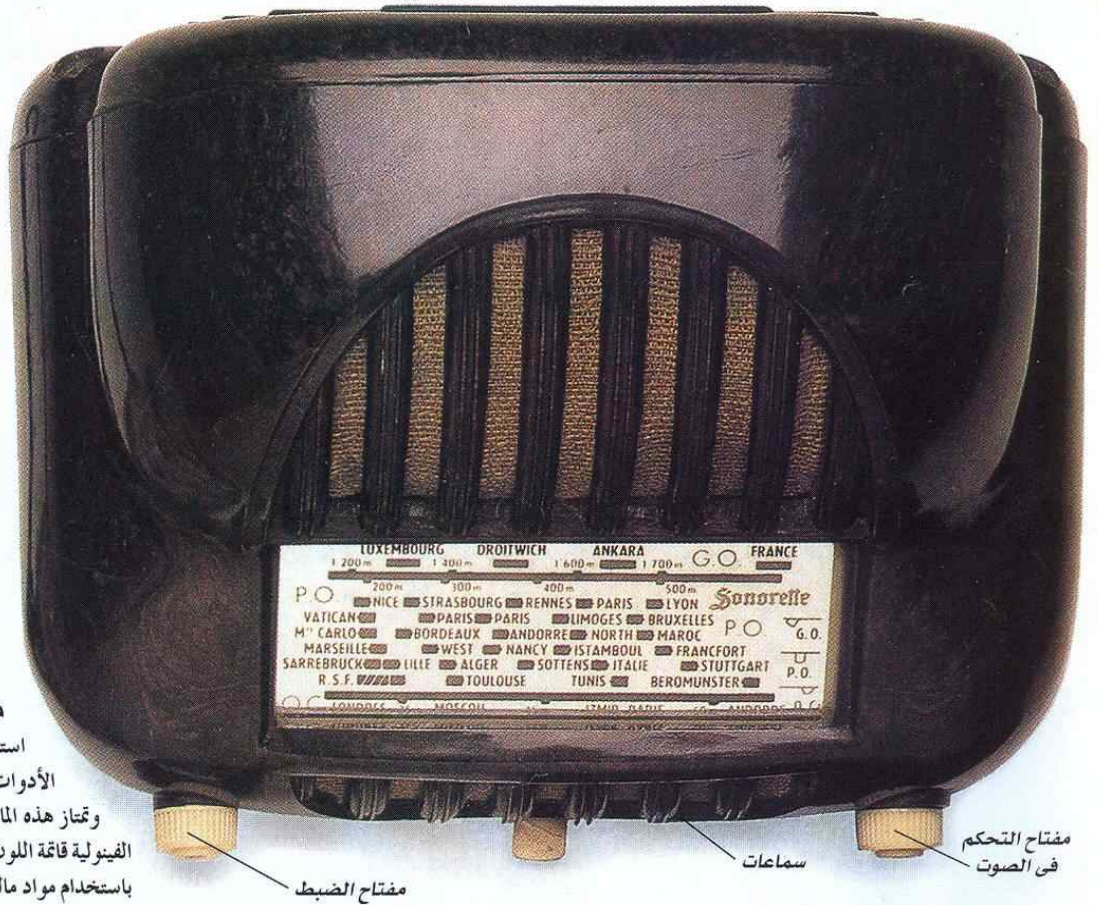
هاجر بيكلاند البلجيكي المولد إلى الولايات المتحدة حيث درس التفاعل بين الفينول والفورمالديهايد. ولم تحظ المادة القارية الناتجة قائمة اللون باهتمام الكيميائيين من قبل، والذين انصب اهتمامهم على المنتجات الشفافة فحسب. ونجح بيكلاند عام 1907 في السيطرة على تفاعل البلمرة وتمكن من إنتاج مادة بلاستيكية مخلفة وأطلق عليهما اسم الـ «باكليت».

### مذياع (راديو) من الباكليت

استخدمت مادة الباكليت أو الراتنج الفينولي في صناعة الأدوات المنزلية مثل ساعات الحائط والأدوات الكهربائية. وتمتاز هذه المادة بمقاومتها للحرارة وعزلها للكهرباء. والراتنجات الفينولية قائمة اللون في العادة ويسهل صبها في قوالب كما يسهل تقويتها باستخدام مواد مألوفة كالنسوجات.

### علب السجائر

أدى البحث عن أنواع من البلاستيك ذي الألوان الفاتحة والخواص الشبيهة بخواص الباكليت - الذي كانت ألوانه تتراوح غالباً بين الأسود والبني المائل للاحمرار - إلى إنتاج بلاستيك اليوريا فورمالديهايد. وعندما استخدم السلولوز كمادة مألوفة بالإضافة إلى المواد الملونة، أمكن تصنيع منتجات بيضاء وملونة.



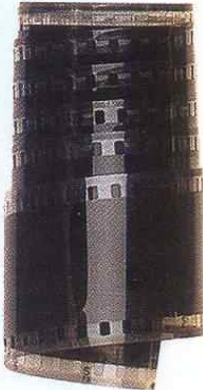
مفتاح الضبط

سماعات

مفتاح التحكم في الصوت

### فيلم من البلاستيك

بدأ استعمال الأفلام البلاستيكية المصنوعة من نترات السلولوز في مجال الأفلام السينمائية عام 1887 وفي مجال الصور الثابتة في العام الذي تلاه. ومادة نترات السلولوز قابلة للاشتعال بصورة جعلتها سيئة السمعة ولذلك فإن الأفلام الحديثة تصنع من مادة بلاستيكية أكثر أماناً وهي ثلاثي خلات (أسيتات) السلولوز.



### عصر البلاستيك

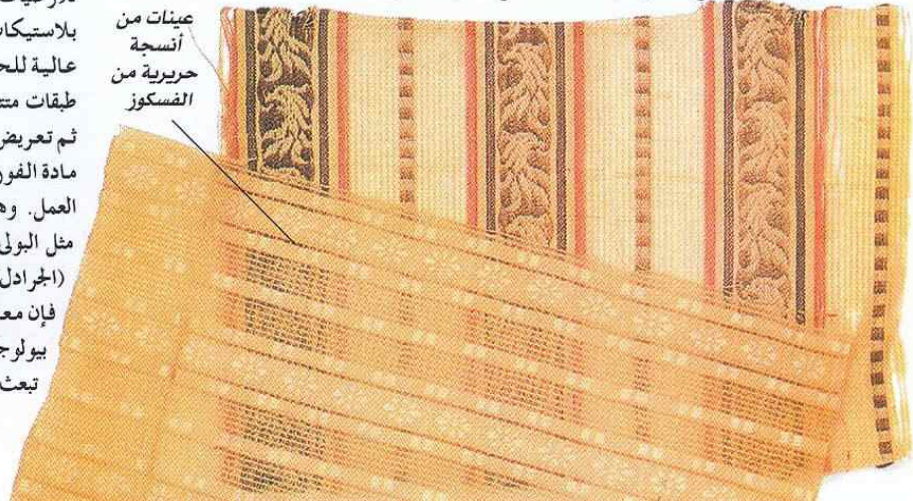
ابتكرت الكثير من المواد البلاستيكية المختلفة بحلول خمسينيات القرن العشرين (ص56، 57). واستعملت تلك المواد في الصناعة وفي أنحاء المنزل وخاصة داخل المطابخ. فمادة البولي فينيل كلورايد الصلبة (PVC) استخدمت كفرش للأرضيات. وظهرت في منتصف ثلاثينيات القرن العشرين بلاستيكات الميلاين فورمالديهايد والتي تتمتع بمقاومة عالية للحرارة والرطوبة والمنظفات. كما أمكن عمل طبقات متتالية يجعلها تتناوب مع الورق أو القماش ثم تعريض تلك الطبقات للضغط لصناعة مادة الفورميكا التي تصلح لتغطية أسطح العمل. وهناك أنواع أخرى من البلاستيك مثل البولي ستيرين والتي تصنع منها الدلاء (الجرادل) والأواني والقدرور. ولسوء الحظ فإن معظم المواد البلاستيكية لا تتحلل بيولوجياً؛ أي أنها لا تتعفن، كما أنها قد تبعث أبخرة سامة عند حرقها.



### الألياف المخلفة (أدناه)

تعرض بعض المواد البلاستيكية لعمليات البثق لإنتاج الألياف. وقد ساد اشتقاق النسوجات من الألياف الطبيعية. ثم بدأ إنتاج السلولوز المعدل من محلول الفسكوز عام 1892 (ص52، 53). حيث تضخ هذه المادة البلاستيكية خلال ثقوب ضيقة داخل الحمض ليتكون خيط اصطناعي يدخل في صناعة النسوجات. أما الإنتاج على نطاق واسع فقد صار ممكناً مع اختراع صندوق الغزل عام 1900. وكان ذلك الصندوق يقوم بتجميع الفتائل دون أن تشبك مع بعضها البعض.

عينات من أنسجة حريرية من الفسكوز





# صناعة المواد المخلقة

هناك دائماً الجديد في عالم المواد البلاستيكية، ولقد كانت مادة «بي. في. سي» أو بولي فينيل كلورايد أولى المواد التي تصبح لدنة بالحرارة. ولم يفلح إنتاج هذه المادة في البداية عندما انتبهت الأذهان لها في العقد السابع من القرن التاسع عشر إلى أن تم ذلك بنجاح في ثلاثينيات القرن العشرين. ولما كانت هذه المادة مقاومة للماء والظروف الجوية لذا فقد تعددت أوجه استخدامها. فعندما تكون متماسكة وسميكة، فإنها تصلح لصنع أنابيب الصرف والدمى وسياجات الستائر؛ وعندما تكون رقيقة ولينة فإنها تستخدم في تغليف الكابلات الكهربائية وصناعة ملابس الأطفال الرضع وأقمشة تنجيد المفروشات. وتشمل المواد البلاستيكية من البولي أكريليك مادة البرسكس ذات الشفافية العالية. ومقاومتها للتحطم جعلت لا غنى عنها في صناعة الحاجز الشفاف لقمره الطيار. كما اكتشف البوليثين أو البولي إيثيلين في نهاية ثلاثينيات القرن العشرين، ومثل الكثير من المواد البلاستيكية، لم تحقق هذه المادة نجاحاً تجارياً إلا في أواخر الثلاثينيات من القرن العشرين، عندما اقتضت خواصها مجال التطبيقات المتعلقة بمعدات الرادارات. ولم يتم الحصول على البولي إيثيلين الصلب إلا عندما استخدمت مادة حفّازة في خمسينيات القرن العشرين. وتمكنت شركة ديوبونت من إنتاج مادة النايلون -66 بنجاح مما أشعل ثورة في صناعة المنسوجات. وكانت تلك المادة قوية وقابلة للشد ولا تمتص السوائل. ولا يمكننا اليوم تخيل العالم بدون مواد بلاستيكية، فكثير من العمليات الجديدة والمنتجات تعتمد عليها.

## صناعة النايلون

هناك نوعان من المونومرات البادلية المستخدمة في صناعة النايلون -66 وهما: حمض -الأديبيك وهكساميثيلين الديامين. ولكل منهما مجموعته التفاعلية المكونة من ذرات عند طرفي جزيء مستقيم - وتكون مجموعات حمضية في الأول ومركب الأمين في الثاني. وتتحد كل مجموعة حمضية مع الأمين لتكوين سلاسل طويلة من المونومرات البادلية. ويذوب الديامين في الماء مكوناً الطبقة السفلى داخل الكأس بينما تتكون الطبقة العليا من محلول للحمض في الهكسين. ويتكون النايلون حينما تلتقي المادتان والمفاعلتان ويمكن عندئذ سحبه من الكأس ولفه حول قضيب.

يتكون النايلون في موضع التقاء الطبقات

## الجوارب المطابقة لأحدث صيحة

تم طرح جوارب السيدات المصنوعة من النايلون الجديد في الأسواق عام 1940 وسرعان ما نالت هذه الجوارب إقبالاً كبيراً من السيدات.

## العينات المبكرة

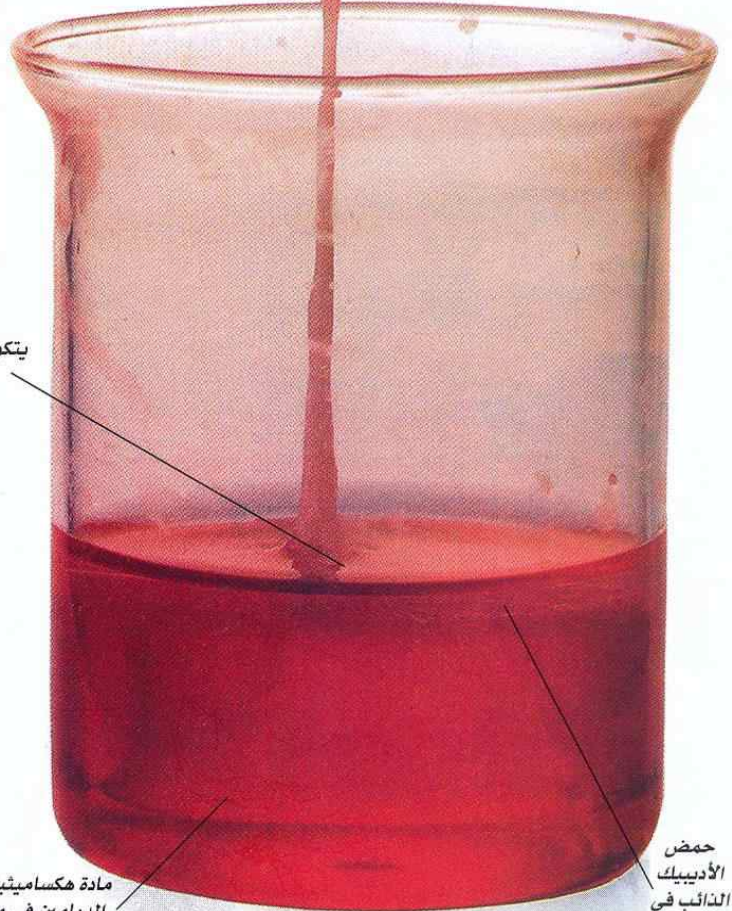
تم نسج هذه القطعة من أنبوب من النايلون عام 1935 في مصانع شركة ديوبونت باستخدام مادة البولي أميد ذات الاختلاف الطفيف عن النايلون -66 العادي. ويعود نجاح النايلون في صناعة الجوارب إلى متانته ومرورته مما يجعله يلتصق بالجسم ولا يتجدد.



## صناعة ألياف النايلون

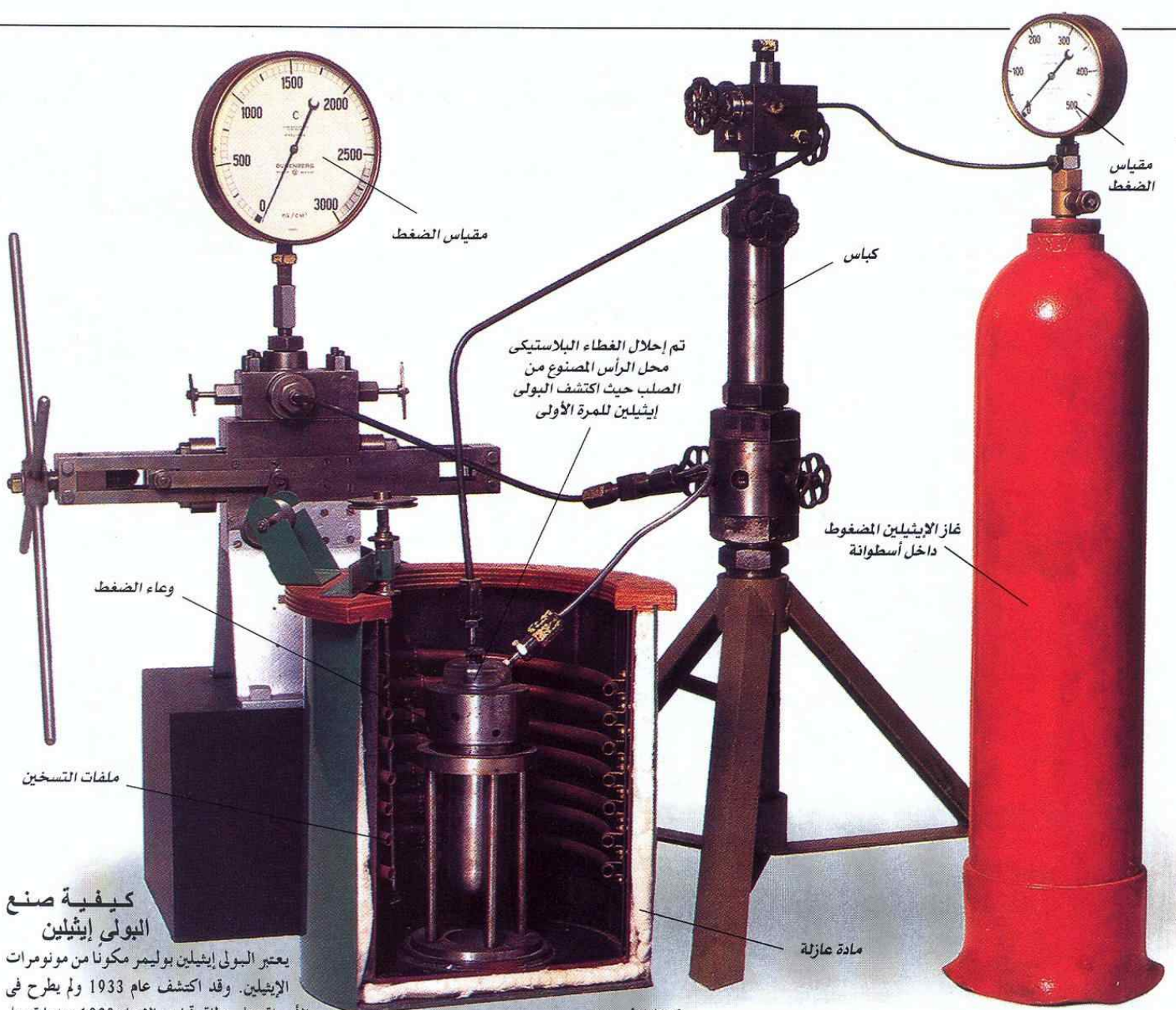
التحق والاس. ه. كارودرس (1896-1973) بشركة ديوبونت عام 1928. وقد استخدم محلولي مادتين كيميائيتين (وهما حامض والديامين) لتحضير مادة نايلون -66. وحينما يلتقي المحلولان فإن السائل هنا يمكن بثقه من ثقب صغير لتكوين خيوط أمتن من الألياف الطبيعية. وقد أعطى هذا الاكتشاف دفعة قوية لصناعة النسيج وأدت إلى ثورة في عالم الأقمشة.

يتم سحب النايلون على هيئة خيط



حمض الأديبيك الذائب في الهكسين

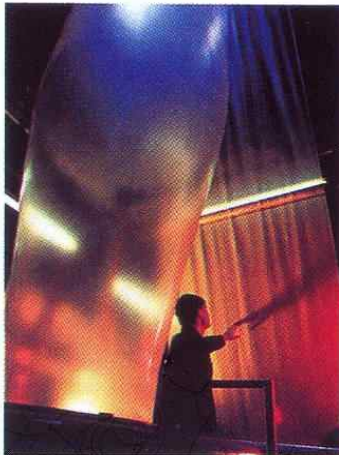
مادة هكساميثيلين الديامين في ماء



## كيفية صنع البولي إيثيلين

يعتبر البولي إيثيلين بوليمر مكوناً من مونومرات الإيثيلين. وقد اكتشف عام 1933 ولم ي طرح في الأسواق على نطاق تجاري إلا عام 1939 عندما تم حل مشكلتي الحصول على درجات الحرارة والضغط المرتفعين بصورة كبيرة. وقد استخدم وعاء الضغط هذا لتحضير العينات الأولى من البولي إيثيلين. وقد شوهدت حبيبات بيضاء صلبة عند تعريض غاز الإيثيلين لضغوط كبيرة للغاية، ومن المصادفات الطيبة أن ثقباً في المعدات سمح للأكسجين بالتدفق إلى داخل غرفة التحضير مما سمح ببداية التفاعل. وهذا البولي إيثيلين منخفض الكثافة مرن وأملس وصاف. ثم أضيفت مادة حفازة في خمسينيات القرن العشرين فتم الحصول على بولي إيثيلين مرتفع الكثافة ومتماسك القوام.

إعادة تدوير المواد البلاستيكية يصنع هذا الأنبوب البلاستيكي من حبيبات البولي إيثيلين. ويتم تليين نفايات البولي إيثيلين بالماء الساخن ثم تسحق لتشكوين حبيبات. ويتم نفخ الأنبوب البلاستيكي باستخدام الهواء الساخن الذي يشكل الأنبوب ويجففه، ويستخدم البلاستيك الذي أعيد تدويره في صناعات التشييد والبناء حيث لا تشكل الشوائب أهمية كبيرة. ولا يمكن إعادة تدوير أية مادة إلا التي تصبح لدنة بالحرارة بهذه الطريقة.



## المواد البلاستيكية المستخدمة في الجراحات

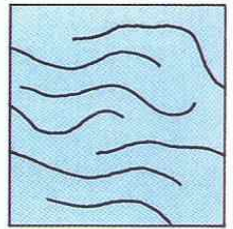
تواصل المواد البلاستيكية غزوها المطرد مجال الجراحات التعويضية نظراً لكونها لا تتفاعل مع الوسط المحيط بها. وعلى عكس المواد المستخدمة في زراعة الأعضاء، فإن هذه المواد لا تثير رفضاً فورياً من جانب الجسم على أساس أنها أجسام غريبة. وتستخدم هذه القطعة التعويضية لمفصل الورك نوعاً خاصاً من البولي إيثيلين ذي الوزن الجزيئي المرتفع.

## أيقونة البولي إيثيلين

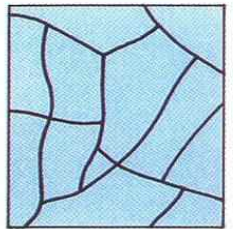
هذه القطعة من مادة البولي إيثيلين هي جزء من أول طن تم تصنيعه تجارياً عام 1938. وتنتج حالياً ملايين الأطنان سنوياً من أجل صناعة الأفلام البلاستيكية والمنتجات المقولبة.

## التركيب الجزيئي للمواد البلاستيكية

تنقسم المواد البلاستيكية كلها إلى قسمين تبعاً لسلوكهما عند التسخين. فالمواد التي تلين بالتسخين (كالبولي إيثيلين) تصبح كذلك في كل مرة تتعرض فيها للتسخين، أما القسم الآخر فيتصلب عند التسخين ولا يعود ليناً عندما يبرد (كالباكليت). فعند التسخين أول مرة تكون الجزيئات روابط مستعرضة تؤدي إلى تكون هيكل دائم الصلابة. وتستخدم هذه الفئة لصنع الأدوات الكهربائية كالمقابس.



جزيئات تلين بالتسخين



جزيئات تتصلب بالتسخين

# قصة التحليل الكيميائي



## المختبر

كان كارل فريزيوس أستاذًا للكيمياء والفيزياء وعلم التقنية في فايسبادن منذ عام 1845. وقد أسس مختبر فريزيوس في عام 1848 لتدريس الكيمياء التحليلية وإجراء التحاليل الكيميائية.

مولد غازات «كيب»

يسمح الأنبوب الزجاجي بمرور الحمض من خلال الغرفة

تنتج المواد الفاعلة الغاز هنا

كبريتيد الحديد

عندما يتوقف الإمداد بالغاز يدفع ضغط الغاز الحمض إلى أعلى مرة أخرى فيصعد خلال الأنبوب إلى الغرفة العلوية

يتدفق الحمض الذي يسكب هنا إلى أسفل نحو الغرفة السفلى

يسحب الغاز من هنا

يصعد الحمض إلى الغرفة الوسطى عند فتح مشبك إمداد الغاز

مشبك لفتح وغلق مصدر إمداد الغاز

حاول خبراء تحليل المعادن (ص 12، 13) منذ القدم أن يحلوا المواد الأساسية. وقد استخدم الكيميائيون حاستي الشم والتذوق كثيرًا للكشف عن ماهية الأشياء - معرضين أنفسهم أحيانًا لعواقب وخيمة. وكان السير همفري ديفي (ص 46، 47) يستنشق كل الغازات التي حصرها - وقد توفي وهو شاب. وقد كان يوهان جلاوبر (1604-1670) يعلم أن الفضة تكون رواسب مع القلويات (ص 46، 47) ومع الكربونات وقد أدرك أهمية اللون في التعرف على المواد. ومع حلول عام 1800

أصبح مفهومًا أن لغاز كبريتيد الهيدروجين القدرة على تكوين أملاح غير قابلة للذوبان مع فلزات معينة. وقد طور كارل فريزيوس (1818-1897) هذا الكم من المعرفة إلى التحليل المنظم للفلزات. وقد كانت المميزات الأخرى للمواد هامة أيضًا. وعندما بدأت الزيوت المعدنية تحل محل الزيوت النباتية التقليدية ابتكرت معدات تحليلية لقياس قابليتها للتطاير.

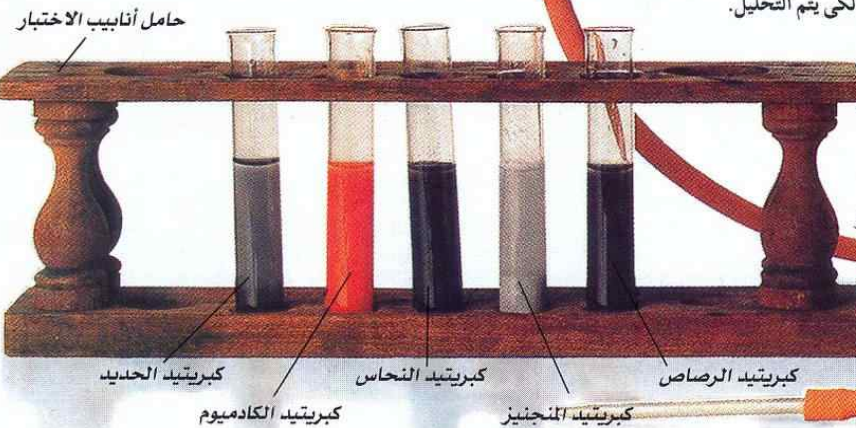
## جهاز نقطة الوميض

كانت للزيوت المعدنية الجديدة التي بدأ استخدامها خلال القرن التاسع عشر خواص غير معروفة، وقد ابتكر هذا الجهاز لتعيين نقطة وميضها - أي درجة الحرارة التي يتصاعد عندها بخار سهل الاشتعال من الزيوت. يقوم حمام مائي بتسخين الزيت ثم يختبر البخار بشكل منتظم بواسطة تحريك نفاث الإشعاع داخل ثقب في الغطاء. وحين يحدث انفجار طفيف فإن ذلك يدل على الوصول إلى نقطة الوميض. والزيوت التي لها نقط وميض منخفضة يمكن أن تكون خطيرة نظرًا لأنها قد تنفجر أو تشعل ناريًا.



## اختبار الفلزات (أدناه)

لكي يتم تحليل مادة مجهولة فإنها تذاب أولاً في حمض الهيدروكلوريك المركز. وتسبب إضافة كبريتيد الهيدروجين في تكوين بعض الفلزات كبريتيدات الفلزات غير القابلة للذوبان. ويعطى لون هذه الرواسب دلالة عن ماهية الفلزات الموجودة ويمكن بالتالي إجراء المزيد من الاختبارات. وإذا أصبح انحلول الباقي قليلًا يمكن ترسيب فلزات أخرى.





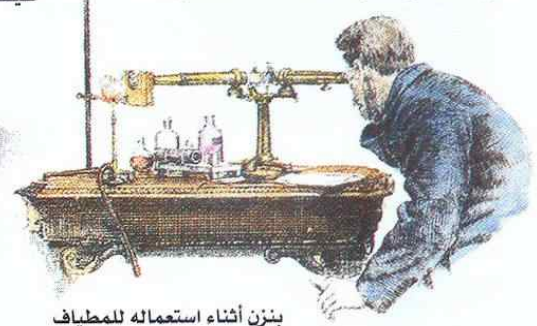
### التحليل بواسطة المطياف

استخدم التحليل الطيفي لأول مرة للتعرف على الفلزات في عام 1859. وقد أسس هذا المطياف الذي يعود للقرن التاسع عشر على تصميم الكيميائي الألماني المبدع روبرت بنزن. وسرعان ما انتشر التحليل الطيفي ك تقنية للتحليل الكيميائي وقد امتد ليشمل استخدام كل من الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية. وإلى جانب استخدام التحليل الطيفي للتعرف على العناصر يمكن أن يستخدم أيضاً لدراسة مجموعة كبيرة ومتنوعة من المركبات. وتعطي الأطياف المميزة معلومات عن أنواع الروابط الكيميائية (ص 21، 20) وكيفية تحرك الذرات داخل الجزيء. ويبين النقش الواقع إلى اليمين



طيف نبات النيلة

بحلول عام 1876 عرف أن لون المركبات مثل الصبغات يتأثر بتجمعات معينة من الذرات. وأحياناً ما تكون هناك ضرورة لوجود مجموعات إضافية من الذرات لإظهار اللون أو لتغيير درجته. وتنتج المجموعات خطوطاً (شرائط) مميزة في طيف ما. وعندما صنعت صبغة النيلة تخليقياً (ص 52) تم اختبارها بالتحليل الطيفي لمقارنتها بطيف نبات شجرة النيلة لمعرفة ما إذا كانت العينتان متطابقتين.



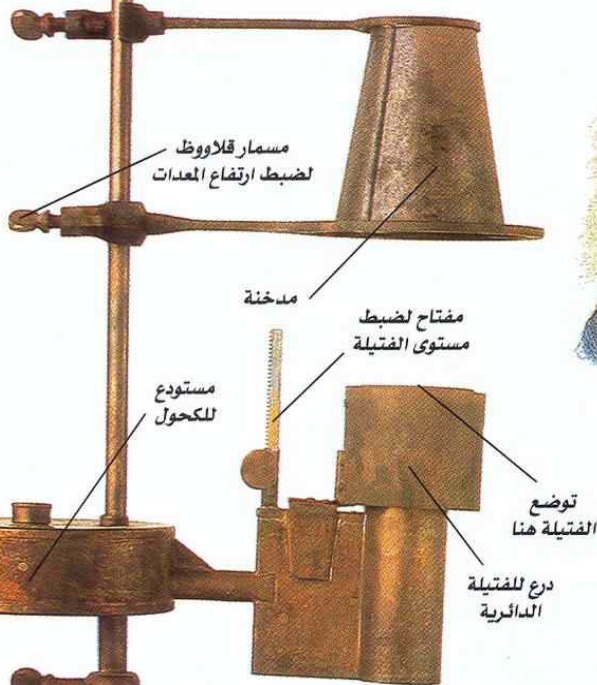
بنزن أثناء استعماله للمطياف

روبرت بنزن (1811-1890) وهو ينظر إلى طيف لهب من خلال مطيافه. وفي عام 1955 صمم الأسترالي آلان والش أسلوب التحليل الطيفي القائم على الامتصاص الذري الأكثر دقة وحساسية الذي يمكنه أن يكشف بقايا ضئيلة من العناصر.



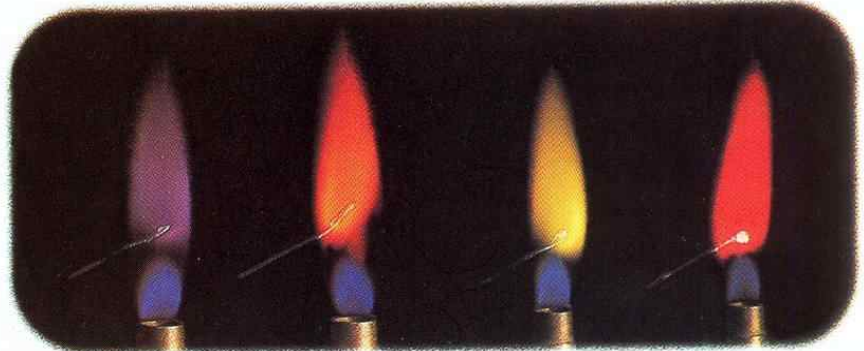
### يانس ياكوب برزيليوس (1779-1848)

كان هذا الكيميائي السويدي الشهير أحد عمالقة مجال التحليل الكيميائي. فقد كان خبيراً في التحليل بواسطة أنبوب النفخ، وقد اكتشف عدة عناصر في أثناء إجراء التحليل. وقد عين الأوزان الذرية لمعظم العناصر المعروفة في بدايات القرن التاسع عشر. وقد أدخل أيضاً الرمز الحديشة للعناصر مستخدماً أول حرف أو حرفين مثل H للهيدروجين (ص 22، 23). وكان يعتقد أن هذه الرموز لا تشوه الصفحة المطبوعة مثل الرموز المصورة. وقد حلل أيضاً العديد من المركبات العضوية (ص 48، 49) وحاول فهم خواصها المعقدة.



### مصباح برزيليوس الكحولي

كثيراً ما يحتاج التحليل الكيميائي إلى شكل من أشكال التسخين واللهب وقد استخدمت أفران الفحم للتسخين منذ القدم. أما في حالة العمل على نطاق صغير فقد استعان الكيميائي بالعدسات الحارقة (ص 28، 29) ومصباح الكحول. وقد استخدم برزيليوس هذا النوع من المصابيح الكحولية.



كلوريد البوتاسيوم كلوريد الكالسيوم كلوريد الباريوم كلوريد الإسترنتيوم

### اختبارات اللهب للفلزات

اختبار اللهب من أول الاختبارات التي تستخدم لتحليل مادة ما ومعرفة ماهيتها. وقد لاحظ يوهان جلاوبر أن ألوان اللهب تدل على نوع الفلزات الموجودة وذلك منذ أمد بعيد في عام 1659. فعندما يغمس سلك نظيف في محلول ملح فلزي ثم يمسك به ويوضع في لهب - مثل موقد بنزن أو لهب مصباح كحولي - فإنه يحترق بلون مميز. ويظهر اللون لأن ذرات الفلز تمتص طاقة من اللهب ثم تعود وتبعث هذه الطاقة على هيئة ضوء عندما تعود الذرة لحالتها العادية. ويمكن تحليل اللهب الملون بواسطة مطياف. وتستخدم بعض الفلزات مثل الإسترنتيوم والبوتاسيوم لإضفاء اللون على الألعاب النارية.

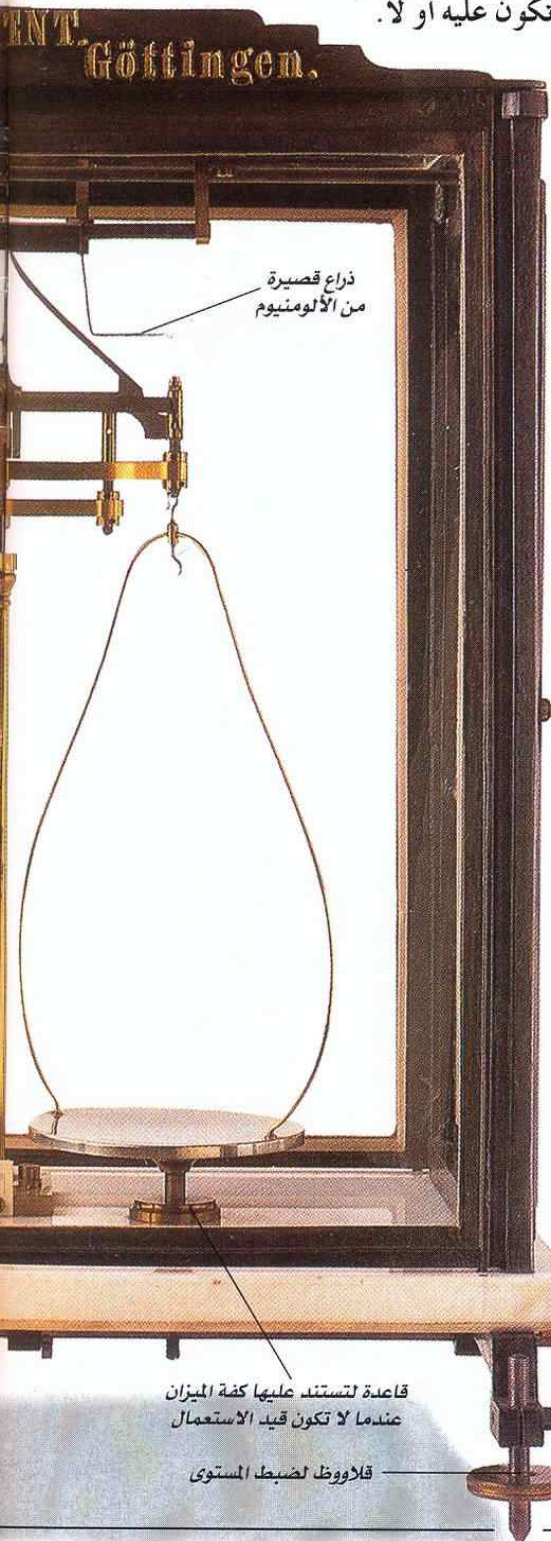
# مراقبة المواد



## تحليل اللون

درس ميخائيل تسويت (1872-1919) الصبغات النباتية (الخصاب) وابتدع التحليل الكروماتوجرافي (ص15، 14) في أثناء محاولته استخلاص وفصل الصبغات.

يستخدم التحليل الكيميائي في العمليات الصناعية لفحص المواد الأولية والمنتجات النهائية؛ ويمكنه أن يراقب جودة الغذاء. هذا، وتصمم الأدوية وتختبر وتصنع بالاستفادة من التحليل الكيميائي. ويشكل الوزن جانباً أساسياً من التحليل، وقد اُبتكرت الموازين الدقيقة منذ عام 1800. وتعتمد بعض طرق التحليل على قياس الحجم - وقد استخدم المغواز «أنبوب تحليل الغازات» (ص29، 28) في الدراسات القديمة للغازات. أما بالنسبة للسوائل، فتستخدم أجهزة متخصصة مثل الماصة والسحاحة. وقد اتخذ تحليل الأغذية أهمية عظيمة خلال القرن التاسع عشر عندما اضطلعت الحكومات بالمزيد من المسؤولية عن الصحة العامة؛ ولذا فقد استدعى الكيميائيون لاختبار ما إذا كانت المواد الغذائية على النحو الذي يجب أن تكون عليه أو لا.



ذراع قصيرة من الألومنيوم



العينية

يفتح القلاووظ الآلة لوضع العينة

## وزن المنتجات

كان الميزان هو الأداة الرئيسية للتحليل العملي. وكان جوزيف بلاك (ص29، 28) أول من استخدم الميزان لدراسة التفاعلات الكيميائية عن طريق وزن المواد المتفاعلة والناتج (ص35، 34). وكان ميزانه بدائياً إلى حد بعيد. وكان هذا الميزان الكيميائي الذي صنع عام 1876 من أوائل الموازين التي تحتوي على ذراع قصيرة مستخدمة الألومنيوم الخفيف لتقليل وزن ذراع الميزان.

مقبض يفتح باب جانبي المقبض

دثار مائي للتحكم في درجة الحرارة

## غش الأغذية

صنع أول سمن صناعي (المرجرين) الذي ابتكر كبديل للزبد في عام 1869 من خليط من المنتجات البقرية (ص7، 6). وأحياناً كان هذا الخليط والزبد يتعرض للغش عن طريق إضافة الدهون النباتية الأرخص سعراً. ويمكن الكشف عن ذلك باستخدام مقياس الانكسار الخاص بالزبد. وقد ابتكرت مقاييس الانكسار على يد أرنتس آبي - وهو صانع لآلات البصرية - في عام 1869. وتقيس هذه الآلات معامل انكسار المواد - أي إلى أي قدر ينحني الضوء عند مروره من الهواء إلى المادة.

توضع العينة هنا بين المنشورين

يوصل الأنبوب الدثار المائي حول كل من المنشورين

مرآة لعكس الضوء خلال الجهاز

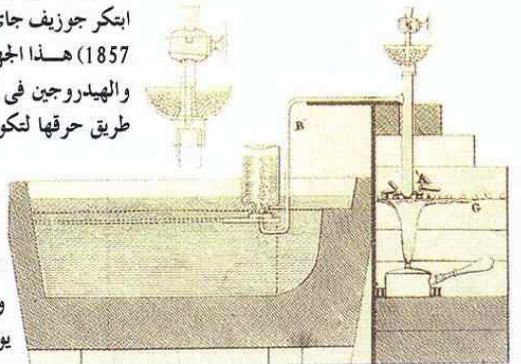
## تحليل المركبات العضوية

ابتكر جوزيف جاي لوساك (1778-1850) ولوى تينار (1777-1857) هذا الجهاز عام 1811 لقياس كميات الكربون والهيدروجين في المركبات العضوية مثل السكريات والنشا عن طريق حرقها لتكوين ثاني أكسيد الكربون والماء. وقد استخدموا عاملاً مؤكسداً للتأكد من أن المركب احترق تماماً. وكان ثاني أكسيد الكربون ينص بينما يجمع بخار الماء ويقاس. وقد أكدوا أن السكريات والنشا تحتوي على الهيدروجين والأكسجين بنفس نسب وجودها في الماء مما يؤدي إلى إطلاق اسم «كربوهيدرات» عليهما.

يرفع المقبض الكفتين

قاعدة لتستند عليها كفة الميزان عندما لا تكون قيد الاستعمال

قلاووظ لضبط المستوى



الذراع  
الجانبية

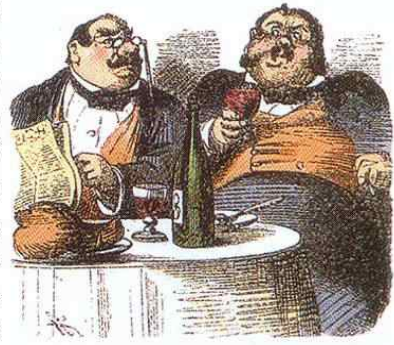
## التحليل الحجمي

كانت هذه السحاحة تستخدم في القرن التاسع عشر لقياس كمية الخلول اللازمة لإكمال تفاعل كيميائي. ويتم التحكم في تدفق السائل عن طريق وضع الإبهام على الذراع الجانبية. فإذا رفع الإبهام قليلاً يمكن أن يسكب السائل ببطء في كأس يحتوي على الخلول الثاني. ويضاف السائل حتى يتم التفاعل، ويمكن أن يظهر ذلك في تجارب الحمض-القاعدة (ص 42، 43) باستخدام كاشف يتغير لونه.

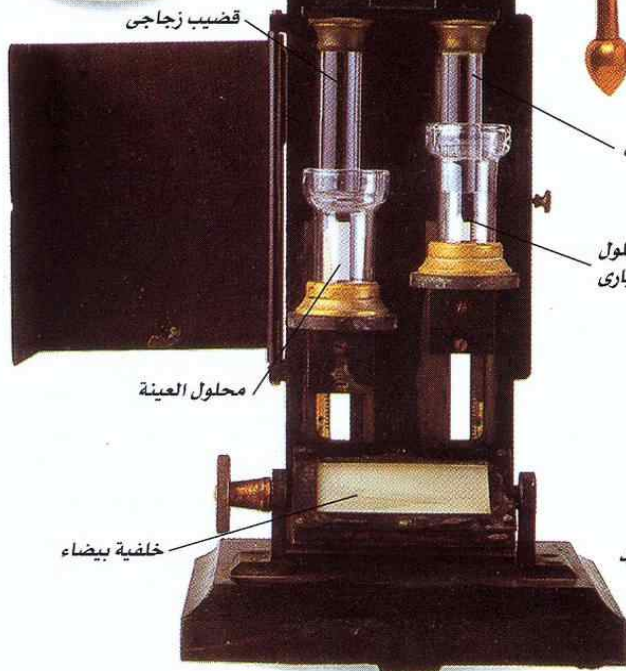


## تحليل السوائل

استخدم المسبك «الهيدرومتر» منذ القرن السابع عشر لقياس كمية الكحول في المشروبات. وهو أداة أساسية لصانع الجعة تقيس الثقل النوعي للسائل - أي وزنه مقارنة بنفس الحجم من الماء. وقد استخدم هذا النوع من الهيدرومترات الذي صممه بارثولوميو سايكس منذ 1816 لجمع الرسوم الضريبية على السوائل الكحولية. وتقاس القوة المعيارية للكحوليات بالاستعانة بجداول تأخذ درجة حرارة السائل في الاعتبار.



تحليل جودة المشروبات

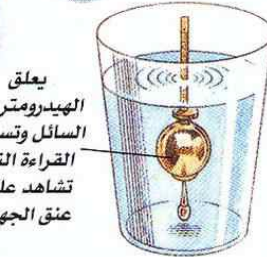


قضب زجاجي

محلول معياري

محلول العينية

خلفية بيضاء



يعلق الهيدرومتر في السائل وتسجل القراءة التي تشاهد على عنق الجهاز

ترمومتر بيكمان



محراك

تدخل العينية من هنا

دثار تبريد

## مقياس كليت للشدة اللونية

ابتكر مقياس الشدة اللونية خلال القرن التاسع عشر لإجراء قياس كمي للملاحظات مبنى على عمق اللون في الخلول. وقد استخدمت صناعات مثل التخمير والدباغة والصبغة والطباعة قياس شدة اللون لاختبار جودة المنتج في بداية القرن العشرين.

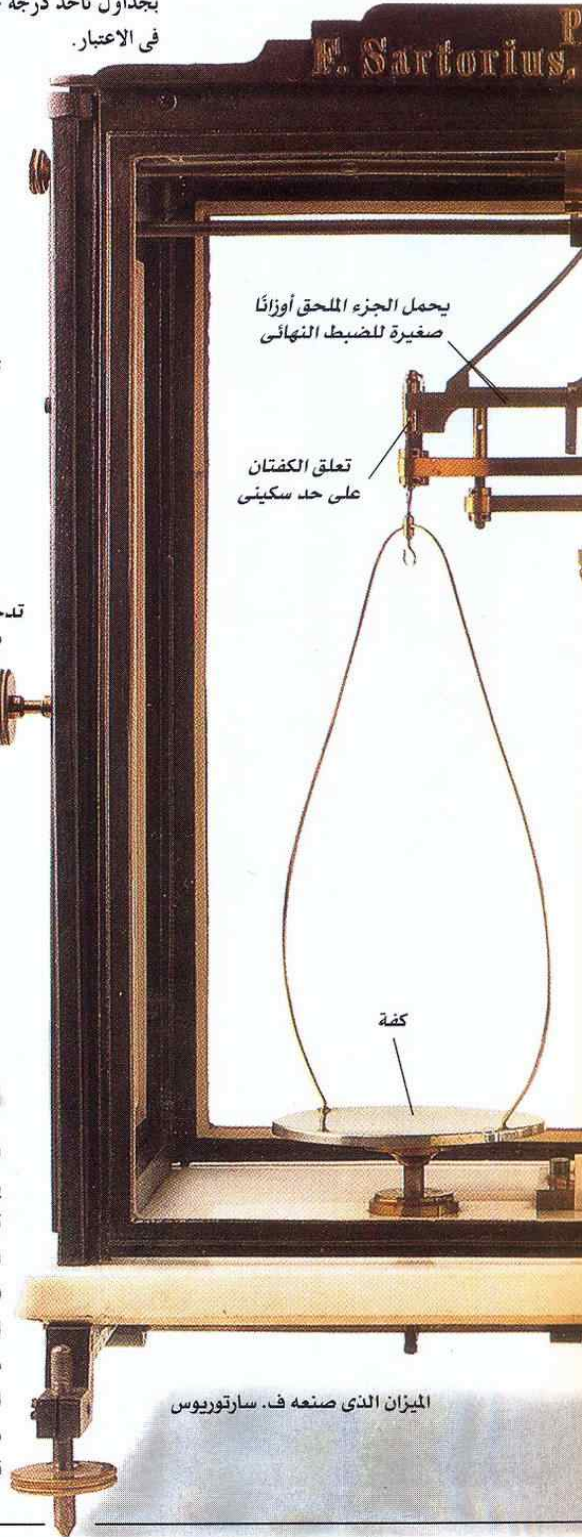


## التحليل الطبي

إن وجود مركبات معينة في العينات الطبية أمر أساسي للتشخيص الطبي. ويمكن استخدام طرق متنوعة لتحليل العينات - والبعض منها كيميائي. وقد غير عصر الكمبيوتر مظهر معمل الكيمياء من غرفة مملوءة بالأجهزة الزجاجية والخشبية والمصنوعة من النحاس الأصفر إلى أخرى تحتوي على شاشات تومض ومعدات عالية التقنية.

## التغير في درجة الحرارة

يستلزم قياس الخواص الفيزيائية للمركبات استخدام أجهزة مثل الجهاز المين. وقد ابتكر أرنست بيكمان (1853-1923) هذا الترمومتر لقياس انخفاض نقطة الانصهار لوزن معلوم من مادة مذابة. ويمكن أن يقيس الترمومتر تغيرات صغيرة للغاية في درجة الحرارة. وهناك تدرجات قيمتها 100/1م على المقياس.



الميزان الذي صنعه ف. سارتوريوس

# الصناعات الكيميائية

حتى منتصف القرن الثامن عشر كانت الصناعات الكيميائية بالدرجة الأولى عبارة عن حرف تمتد جذورها إلى عصور سحيقة. وقد شملت هذه الحرف صناعة الزجاج والخزف والصابون والصبغات. وفي العصر الحديث نجد أن أهم مادة كيميائية صناعية هي حمض الكبريتيك، وإنه لضرورة أساسية لجميع أنواع الصناعات من الصبغات والأسمدة إلى التعدين والمواد البلاستيكية. وتعتمد صناعات أخرى مثل صناعة الصابون والزجاج على القلويات مثل البوتاسيوم وكربونات الصوديوم. ويتم الحصول على كربونات البوتاسيوم من مصادر طبيعية وهي الخضراوات، وقد صمم نيكولاس ليبلان (1742-1806) عملية لإنتاج كربونات الصوديوم من ملح الطعام. وقد استبدلت بهذه العملية عملية سولفاى التى نشأت فى بلجيكا عام 1865. وكثيراً ما تحدث المشاكل من جراء إقامة المنشآت الصناعية ومعدات تصنيع الكميات الكبيرة؛ ولذا فلأسباب اقتصادية تستمر العمليات الصناعية فى العادة - حيث تتم التغذية بإمداد من المواد المتفاعلة ثم تسحب النواتج بشكل مستمر بخلاف الطريقة المتبعة فى المعامل وهى «الإنتاج على دفعات».



## مواد كيميائية من أجل الغسيل

اقترنت العديد من الصناعات بالنسوجات والملابس. وقد عرفت أنواع الصابون المصنوعة عن طريق غلى الدهون الحيوانية مع قلوى منذ القرن الثانى عشر. وقد درس ميشيل يوجين شيفر (1786-1889) تركيب الدهون الحيوانية. وقد أدت أبحاثه إلى تحسينات عملية فى كل من صناعة الصابون وصناعة الشمع. وفى مناطق إنتاج المنسوجات الرئيسية كانت صناعة المبيضات هامة جداً. وفى حقول التبييض الكبيرة كان يتم تبييض المنسوجات تحت التأثير المشترك لضوء الشمس وحمض اللينيك الموجود فى مخيض اللبن. وقد استخدمت محاليل الكلور بعد أواخر القرن الثامن عشر ولكن إنتاجها غير مستحب.

## كربونات الصوديوم من عملية سولفاى

تمت دراسة تفاعل الأمونيا وثانى أكسيد الكربون ومحلول الملح المركز لإنتاج كربونات الصوديوم (رماد الصودا) عام 1811 ولكن لم ينجح أرنست سولفاى (1838-1922) فى تطوير عملية تجارية إلا فى عام 1865. يشع محلول الملح المركز المحتوى على الأمونيا بغاز ثانى أكسيد الكربون فى برج الكربنة. ثم يرشح بيكربونات الصوديوم الناتج ويسخن ليعطى كربونات الصوديوم وبعضاً من ثانى أكسيد الكربون الذى يعاد تدويره. ويتم الحصول على المزيد من ثانى أكسيد الكربون عن طريق تسخين الحجر الجيرى (كربونات الكالسيوم) فى فرن. ويطفاً الجير وهو المنتج الآخر الذى يحصل عليه من الفرن بالماء ويستخدم لإعادة توليد الأمونيا وهى أكثر المواد المتفاعلة تكلفة. واستعادة الأمونيا بكفاءة أمر بالغ الأهمية للنجاح التجارى للعملية.



ينتقل كلوريد الأمونيوم صاعداً إلى هنا لإعادة تدويره

## ألفريد نوبل (1833-1896)

كان البارود الأسود الذى اخترع فى الصين هو المادة المتفجرة العسكرية القياسية حتى القرن التاسع عشر. وقد كان نوبل مخترعاً سويدياً ابتكر عملية تجارية لنترة الجليسرين فأنتح النتروجليسرين فى شكل الديناميت الآمن نسبياً عام 1866. وقد اخترع الهلام المتفجر عام 1875. وقد كانت كلتا المادتين المتفجرتين مربحة للغاية وعند وفاته أوصى نوبل بتخصيص ثروته وتملكاته كمنحة لجوائز نوبل السنوية.

يقوم المرشح بفصل بيكربونات الصوديوم

برج استعادة الأمونيا

تستعاد الأمونيا باستخدام الجير المطفاً من الفرن

المطفاة حيث يطفأ الجير بالماء



## كيمياء الزراعة

أسس يوستاس فون ليبج  
معمله (1803-1873)  
التعليمي في ألمانيا عام  
1839. وقد أكد ليبج  
أهمية العناصر غير  
العضوية مثل  
الفوسفور والبوتاسيوم  
في تنشيط نمو النباتات.  
وقد ساعد حماسه لعلم  
كيمياء التربة على إنشاء  
صناعة الأسمدة التي أحدثت  
ثورة في الزراعة.

## مواد كيميائية للنمو

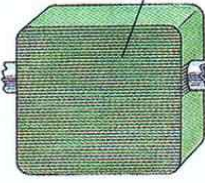
تحتاج النباتات إلى النيتروجين  
لبناء البروتينات. وزيادة محتوى  
التربة من النيتروجين يحسن  
إنتاجية المحصول. وتحتوي  
الأسمدة العصرية التي ترش  
أحياناً من الجو على مركبات  
النيتروجين التي تنتج غالباً من  
الأمونيا المصنعة بواسطة عملية  
هابر (ص 38، 39).



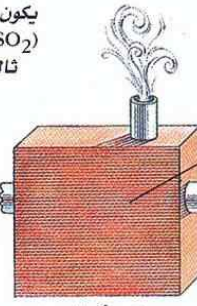
يتفاعل ثالث أكسيد  
الكبريت ( $SO_3$ ) مع  
الماء ليعطي حمض  
الكبريتيك



يكون ثاني أكسيد الكبريت  
( $SO_2$ ) الملامس حفازة  
ثالث أكسيد الكبريت

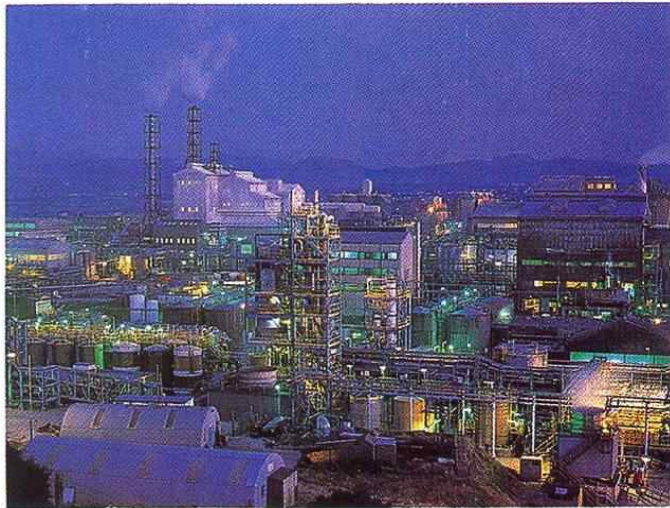
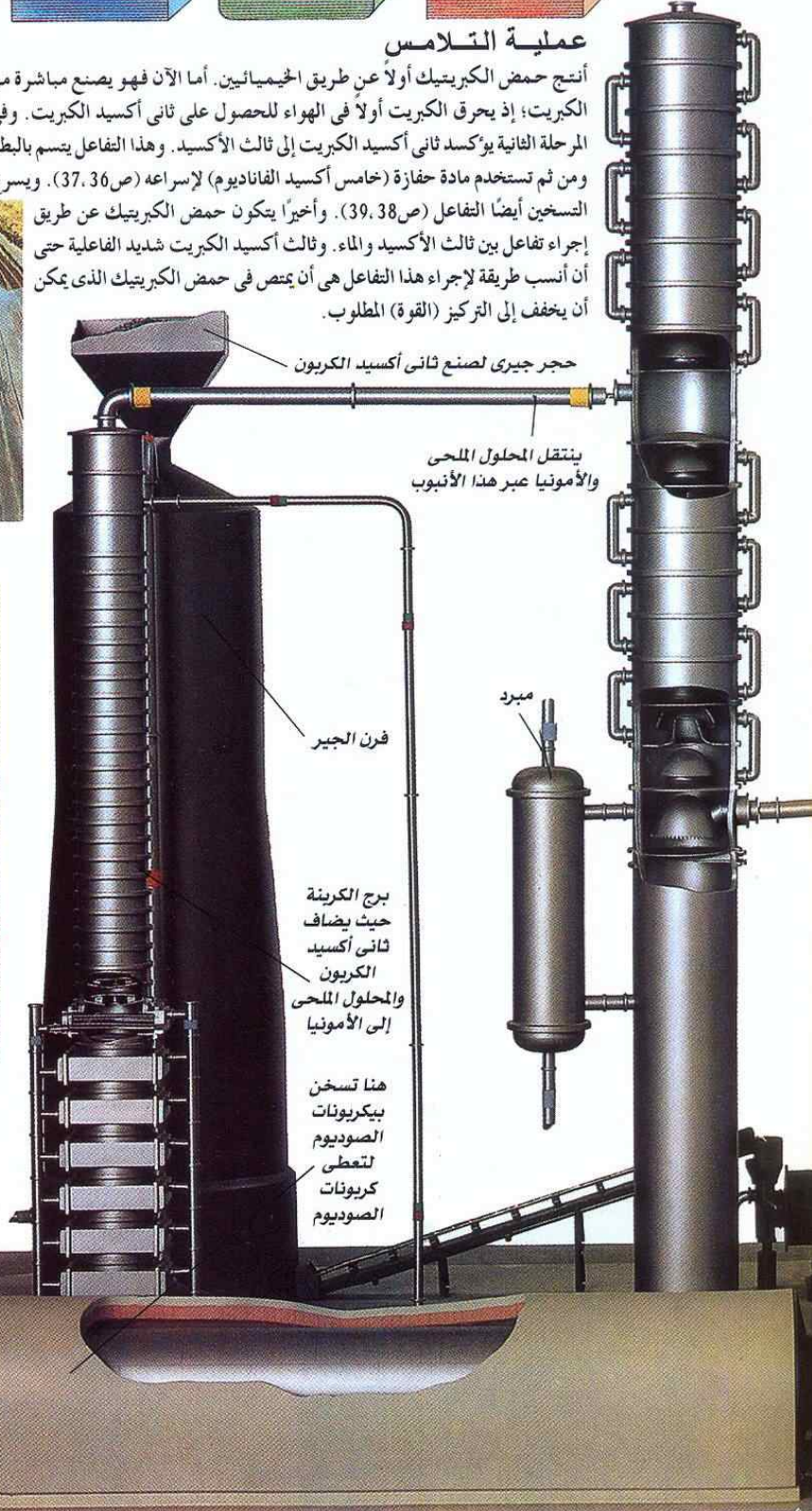


يحرق الكبريت  
في الهواء (S)



## عملية التلامس

أنتج حمض الكبريتيك أولاً عن طريق الخيمائيين. أما الآن فهو يصنع مباشرة من  
الكبريت؛ إذ يحرق الكبريت أولاً في الهواء للحصول على ثاني أكسيد الكبريت. وفي  
المرحلة الثانية يؤكسد ثاني أكسيد الكبريت إلى ثالث الأكسيد. وهذا التفاعل يتسم بالبطء  
ومن ثم تستخدم مادة حفازة (خامس أكسيد الفاناديوم) لإسراعه (ص 36، 37). ويسرع  
التسخين أيضاً التفاعل (ص 38، 39). وأخيراً يتكون حمض الكبريتيك عن طريق  
إجراء تفاعل بين ثالث الأكسيد والماء. وثالث أكسيد الكبريت شديد الفاعلية حتى  
أن أنسب طريقة لإجراء هذا التفاعل هي أن يمتص في حمض الكبريتيك الذي يمكن  
أن يخفف إلى التركيز (القوة) المطلوب.

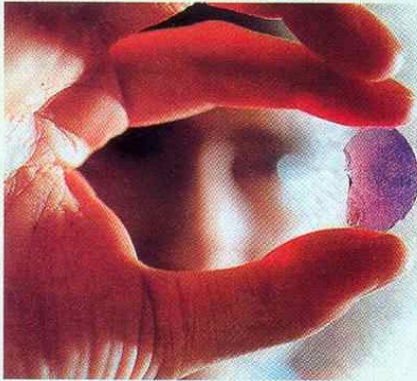


## مواد كيميائية من البترول

المنتج الرئيسي لصناعة البترول العملاقة هو الوقود، ويوفر حوالي 10٪ من البترول المعالج  
المادة الخام للكثير من الصناعات الكيميائية العصرية، خاصة صناعة المواد  
البلاستيكية والمطاط الاصطناعي مستبدلاً في الغالب مصدر القرن التاسع عشر وهو فحم  
الفطران (ص 52، 53). وعلى الرغم من كون الصناعات  
الكيميائية عنصراً أساسياً في الحياة العصرية فإن  
لها ما يعيها. فقد سمح لنفايات المصانع  
الكيميائية الضخمة أن تلوث المحيطات  
والجوف (ص 6). ولكن يتم تطبيق  
ضوابط مشددة بالتدرج  
في محاولة للتحكم في  
هذا التلوث.



## حقائق مذهلة



الإيروجل

يوجد العديد من الناس أن رائحة السيارة الجديدة مفقودة للوعى. ولكن هناك أدلة تشير إلى أن «رائحة السيارة الجديدة، قد تكون سامة بالفعل، وتأتي الرائحة نفسها من خليط من المركبات العضوية المتطايرة التي تستخدم كمواد لاصقة وممانعة للتسرب فتتمسك الأسطح الصلبة للسيارة الجديدة معا. وتأتي كذلك من أنواع الفينيل والبلاستيك والمنسوجات داخل السيارة. وعلى الرغم من أن الأبحاث المتعلقة بالمخاطر الصحية التي تسببها «رائحة السيارة الجديدة» مازالت في طور التجارب، فإن الباحثين قد وجدوا أنها يمكن أن تسبب الصداع والغثيان والنعاس، وهي الأمور التي قد تساهم في وقوع حوادث السيارات.

تتحول الجرائد القديمة إلى اللون الأصفر مع الزمن بسبب الليجيين وهو بوليمر داكن اللون يجعل الخشب صلبا. وفي مصنع الورق يعجن الخشب المستخدم في صناعة ورق الجرائد بكل مكوناته ومنها الليجيين. وعندما تتعرض جريدة لأكسجين الهواء تبدأ جزيئات الليجيين في التغير. فتمتص الضوء فيصبح لون الورق أغمق. وتستغرق بداية عملية الاصفرار هذه بضع ساعات من التعرض لضوء الشمس والأكسجين.

النتروجليسرين سائل كثيف يشبه الزيت ينفجر عند درجات الحرارة المرتفعة للغاية أو إذا تعرض لصدمة مادية. ويستخدم لصنع الديناميت ولكنه يستخدم أيضا كدواء للقلب. وتتغير هذه المادة (إذا بلعت على هيئة أقراص أو إذا حقنت على هيئة محلول) إلى أكسيد النتريك داخل الجسم مما يوسع الأوعية الدموية ما يقلل من ضغط الدم ويساعد على تخفيف آلام الصدر.



ديناميت

إن أكثر المواد المعروفة مرارة في العالم هي بنزوات الديناتونيوم، وإن كان لها استخدام ينقذ حياة الكثيرين؛ إذ يضاف مقدار ضئيل منها إلى بعض المواد مثل المنظفات المنزلية ومساحيق الزينة والمبيدات والبنزين مما يفضي عليها طعمًا بشعًا يساعد على منع الأطفال الفضوليين من شرب هذه المواد الضارة.

الإيروجل أخف مادة صلبة في العالم (أقلها كثافة). وتتكون من السيليكون وله تركيب مسامي شبيه بالإسفننج وأغلبه هواء - 99% من حجمه فضاء خال. وطبقًا لوكالة الفضاء الأمريكية ناسا تقل كثافة الإيروجل عن كثافة الزجاج 1000 مرة ولكن عزله يزيد 39 مرة عن أفضل عازل من الألياف الزجاجية. وتزن كتلة من الإيروجل بحجم إنسان أقل من رطل واحد غير أنه يمكنها أن تتحمل جسمًا يزن نصف طن. وقد استخدمت ناسا الإيروجل في مهام فضائية لالتقاط جسيمات من أحد المذنبات.

يحتوي نبات النعناع البري وهو أحد أعضاء عائلة النعناع على مركب يسمى نيبيتالكتون. وعندما تستنشق القطط المنزلية (أو البرية) رائحته تستجيب له بأن تزين نفسها بالنبات وتدرج عليه بضمها وخديها وذقنها وتظهر غير ذلك من السلوك المازح. ويعد عدة دقائق تتأقلم القطعة مع النيبيتالكتون وتنصرف. وتتطلب استعادة القطعة لضبط مستقبلاتها الكيميائية والتفاعل مع النعناع البري حوالي ساعتين.



نبات النعناع البري



قطعة مع لعبة مملوءة بالنعناع البري

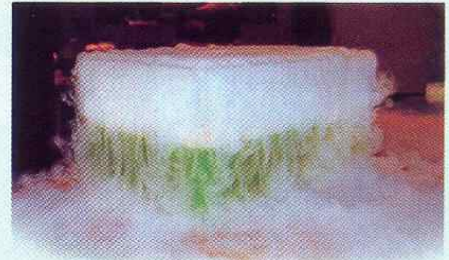
لا توجد أية وسيلة لقياس مقدار الرائحة الكريهة، ولكن معظم الكيميائيين يعتبرون مركب أثيل مركباتان ضمن أكثر المركبات ذات الرائحة الكريهة. لذا يضاف مقدار ضئيل من هذا المركب إلى أبرويان وإلى إمدادات الغاز الطبيعي (التي لا رائحة لها) حتى يتسنى للناس شم واكتشاف تسرب الغاز. وإذا استنشقت بخاره بكميات كبيرة يمكنه أن يقتل البشر.

عنصر الفرانسيوم نادر جدًا حتى القشرة الأرضية كلها تحتوي على أقل من 30 جرامًا منه. ولم يتم فصل هذا العنصر الإشعاعي أبدًا بكميات مرئية ولم تنتج أبدًا كمية من الفرانسيوم كافية لوزنها.

يتكون رذاذ الظربان من مركبات من الكبريت تعرف باسم ثيولات. (والكبريت هو أيضًا الذي يعطى البيض الفاسد والبصل رائحتهما غير المستساغة). ويستطيع الأنف البشري أن يكتشف الرائحة الكريهة لثيولات رذاذ الظربان حتى في أصغر تركيز لها وهو حوالي عشرة أجزاء في المليار.



أي نوع من الجليد لا ينوب أبدًا؟ الجليد الجاف هو ثاني أكسيد الكربون المجمد وهو نفس الغاز الذي نذره عندما نتنفس وهو أكثر كثافة وبرودة عن الجليد المصنوع من الماء ودرجة حرارته -109,3 فهرنهايت أي -78,5. وعندما يتعرض الجليد الجاف للهواء فإنه يتسامى بأن يتجاوز الشكل السائل ويتغير مباشرة من حالة المادة الصلبة إلى الحالة الغازية. وكثيرًا ما يستخدم الضباب المخيف الذي يصنعه الجليد الجاف في أفلام الرعب والإنتاج المسرحي.



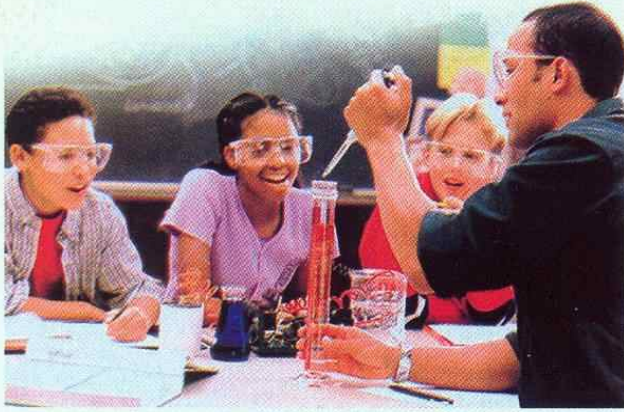
الجليد الجاف

السيانواكربيلات المعروفة عادة بالصمغ الفائق هو مركب كيميائي مفيد جدًا في لصق الأشياء ببعضها ولكنه يساعد أيضًا في الربط بين المجرمين ومسرح الجريمة. ويستخدم الكيميائيون المختصون بعلم الجريمة أبخرة السيانواكربيلات للكشف عن بصمات الأصابع على الزجاج والأسطح الأخرى غير المسامية. وعندما توضع الأدلة الآتية من مسرح الجريمة فوق الصمغ الفائق المسخن والماء يتفاعل الغاز الذي يتكون بواسطة الصمغ والحرارة والرطوبة مع المواد الكيميائية الموجودة في بصمة الأصابع تاركة رسابًا أبيض وراءها.

معظم الذرة عبارة عن فضاء خال. وأكثر من 99,9 بالمائة من كتلتها تتركز في نواتها ذات الكثافة العالية.

عندما تشعر بحرارة جسم ما فإن الجزيئات بداخله تتحرك بسرعة في اتجاهات عشوائية، وعندما تشعر بأن جسمًا ما بارد فهذا يعني أن جسيماته تتحرك ببطء. وهناك علاقة مباشرة بين مقياس كلفين لدرجات الحرارة والسرعة التي تنتقل بها الذرات، وعند درجة الصفر كلفين أو الصفر المطلق (-459 ف أو -273 م) تتوقف الجزيئات عن الحركة وتقل درجة حرارتها إلى أقل ما يمكن. وفي أبرد مكان في الفضاء - أعماق الفضاء الخارجي - ترتفع درجة الحرارة لدرجات قليلة جدًا فوق الصفر المطلق.

## أسئلة وأجوبة



تلاميذ يكتشفون العلوم في صف دراسي لمادة الكيمياء

**س:** ما المواد الدراسية التي يجب أن أدرسها في المدرسة لمساعدتي على الاستعداد لمستقبل مهني في مجال الكيمياء؟

**ج:** يحتاج الكيميائي إلى مهارات ممتازة في حل المشكلات والتفكير النقدي وهذا هو الذي ينبغي أن تركز عليه. والجبر بالذات مفيد وكذلك الهندسة وحساب المثلثات. والفيزياء والكيمياء متصلان بعضهما ببعض بشدة، ولذا فعليك أن تدرس كلاً من العلمين. والكيميائيون أيضاً يحتاجون لأن يكونوا قادرين على التواصل بوضوح وفاعلية ولذلك فإذا كانت مدرستك تقدم دورة للكتابة التقنية فعليك أن تلتحق بها.

### محطمو الأرقام القياسية

#### أخف عنصر

الهيدروجين هو أخف عنصر في الكون، فهو أخف من الهواء 14 مرة.

#### أثقل عنصر (الأكثر كثافة)

اليورانيوم هو أثقل عنصر يوجد بشكل طبيعي على الأرض.

#### أكثر العناصر توافراً في القشرة الأرضية

يكون الأكسجين حوالي 45 بالمائة من القشرة الأرضية، ويليه السيليكون ويشكل نحو 25 بالمائة منها.

#### أكثر العناصر توافراً في أي مكان

يكون الهيدروجين النسبة المذهلة 75 بالمائة من كل المادة الموجودة بالكون.

#### أندر العناصر

الفرانسيوم والاسطاتين هما أندر عنصرين يوجدان بصورة طبيعية على وجه الأرض. وربما كان هناك مقدار يقل عن 30 جراماً (أوقية واحدة) من كل من هذين العنصرين في القشرة الأرضية كلها.

#### أكثر العناصر شيوعاً في الجسم البشري

الأكسجين (في شكل الماء) هو أكثر العناصر شيوعاً في أجسامنا.

**س:** ما الكيمياء الخضراء؟

**ج:** الكيمياء الخضراء هي استخدام الكيمياء لمنع التلوث. وبالتحديد أكثر هي تصميم منتجات وعمليات كيميائية لتقليل أو منع استخدام وتكوين المواد الخطرة.

**س:** هل الكيمياء الخضراء وعلم البيئة شيء واحد؟

**ج:** لا. على الرغم من أن كلا مجالَي الدراسة يسعى لجعل

العالم مكاناً أكثر نظافة فإن علماء البيئة يتعرفون على المصادر ويحلون المشكلات في بيئة الأرض بينما يبحث علماء الكيمياء الخضراء عن حلول لهذه المشكلات بهدف منع التلوث من منبعه أثناء مرحلة تصميم منتج أو عملية كيميائية.

**س:** ما المبادئ التي تحكم الكيمياء الخضراء؟

**ج:** قام بول أنستاس وجون وارنر أصلاً بوضع المبادئ الاثني عشر الأساسية للكيمياء الخضراء عام 2000 وهي: منع تكوين النفايات؛ تصميم مواد كيميائية ونواتج أكثر أمناً؛ تصميم عمليات كيميائية تخليقية أقل خطراً؛ استخدام مواد أولية متجددة؛ استخدام التفاعلات الحفازة للتقليل من النفايات؛ تجنب المشتقات الكيميائية؛ تحقيق أقصى قدر من الاقتصاد في الذرات؛ استخدام مذيبات أكثر أمناً وتوفير ظروف آمنة للتفاعلات؛ زيادة كفاءة الطاقة؛ تصميم مواد كيميائية ونواتج تتحلل بيولوجياً بعد الاستخدام؛ إجراء التحاليل في الحال لمنع التلوث وتقليل احتمالات الحوادث بقدر الإمكان.

**س:** اذكر بعض الوظائف التي يشغلها الكيميائيون؟

**ج:** الصناعة هي أكبر مستخدم للكيميائيين وتلبيها المدارس والجامعات والحكومات. ويعمل الكيميائيون المتخصصون في الصناعة في مجال أبحاث أو إنتاج البوليمرات، أو الإلكترونيات أو الأدوية أو التكنولوجيا الحيوية أو الأطعمة أو النكهات أو المنظفات أو مستحضرات التجميل. وقد يقوم الكيميائيون العاملون بالحكومة بالأبحاث في المعامل القومية أو قد يعملون في مجالات العلوم الجنائية أو الكيمياء البيئية أو الكيمياء الزراعية أو الأبحاث الطبية أو أبحاث قوانين براءات الاختراع أو الكتابة التكنولوجية.

**س:** ما المادة الكيميائية؟ وكيف يعرفها العلماء؟

**ج:** الكيمياء هي دراسة المادة وتفاعلاتها مع المواد الأخرى، ولذا فإن أي شيء مصنوع من مادة - أي سائل أو صلب أو غاز - هو مادة كيميائية. وأي مادة نقية أو خليط من المواد عبارة عن مادة كيميائية. ولكن العلماء يستخدمون هذا المصطلح للإشارة إلى مادة تبدو متجانسة (هي نفسها) خلال تكوينها الذري.

**س:** ما الفرق بين الكيمياء العضوية وغير العضوية؟

**ج:** الكيمياء العضوية هي علم تركيب وخواص وتكوين وتفاعلات المركبات العضوية (المركبات التي تحتوي على الكربون). والكربون هو العنصر رقم 14 فقط من حيث توافره ولكنه يكون أكبر عدد من المركبات. والكيمياء غير العضوية تدرس المواد التي لا تحتوي على الكربون، والمعادن التي توجد في القشرة الأرضية على سبيل المثال من المواد غير العضوية.

**س:** ما الكيمياء التحليلية؟ وما الذي يقوم به إخصائيو التحليل الكيميائي؟

**ج:** في مجال علم الكيمياء الذي يعرف بالكيمياء التحليلية يبحث العلماء دائماً عن طرق أفضل لقياس التركيب الكيميائي للمواد الطبيعية والصناعية. وتستخدم أساليب هذا العلم للتعرف على المواد الموجودة في مادة ما ولتعيين الكميات التي توجد بها، ويقدم إخصائيو التحليل الكيميائي مساهمات مهمة للعديد من المجالات. ففي مجال الطب يُجرى الاختبارات العملية الطبية التي تساعد الأطباء على تشخيص الأمراض. وفي الصناعة، يختبرون المواد الخام ويؤكدون على جودة المنتج النهائي من الطلاب إلى العقاقير. والقيم الغذائية للأطعمة التي تراها على عبوات الطعام يحددها أيضاً إخصائيو التحليل الكيميائي.

**س:** ما الكيمياء الحيوية؟ وما الذي يدرسه عالم الكيمياء الحيوية؟

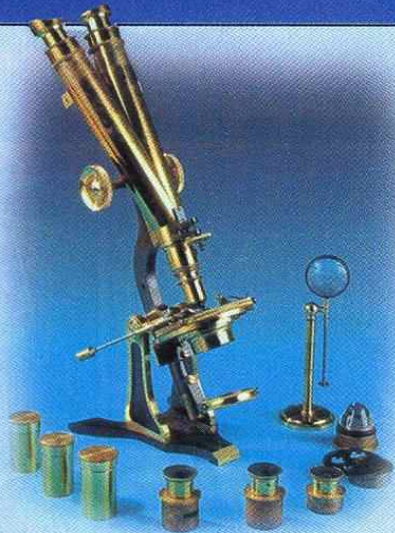
**ج:** الكيمياء الحيوية هي دراسة المواد الكيميائية والتفاعلات والتأثيرات التي تحدث داخل الكائنات الحية. ومن بين الموضوعات التي يدرسها عالم الكيمياء الحيوية التنظيم الكيميائي للأبيض وخواص الكائنات الحية مثل خلايا الدم وكيمياء الفيتامينات والمعادن.



صورة مجهرية لخلايا الدم الحمراء

# الخط الزمني

تعرف الكيمياء بأنها علم التغيير - وقد جلبت كمًا هائلاً من التغيير في حياتنا اليومية عبر التاريخ. ومنذ أن تعلم القدماء كيف يستعملون النار ويتحكمون فيها إلى جيلك الذي يسخن وجبة الطعام في فرن الميكروويف تحيط بنا الكيمياء دائماً. وفيما يلي خط زمني لبعض الأشخاص المهمين والتطورات الرئيسية والابتكارات الجوهرية في عالم الكيمياء.



المجهر (الميكروسكوب) المركب

1590م  
يخترع صانع العدسات الهولندي زكارياس يانسن الميكروسكوب (المجهر) المركب (مجهر يحتوي على أكثر من عدسة).

1610م  
ينشر العالم الفرنسي جان بيجان أول كتاب يتناول الكيمياء فقط.

1620م  
يضع العالم البلجيكي يوهانس فان هلمونت المصطلح «غاز». وتشق هذه الكلمة من الكلمة الفلمنكية التي تعني فوضى.

1660م  
يؤسس روبرت بويل الجمعية الملكية بلندن حيث تعقد جماعات من العلماء لقاءات منتظمة تدور حول موضوع معرفي مشترك عن طريق الدراسة التجريبية.

1748م  
يستخدم السياسي والمخترع الأمريكي بنيامين فرانكلين مصطلح «بطارية» لأول مرة للإشارة إلى لوحين زجاجيين مشحونين.

1755م  
يصبح الكيميائي الإسكتلندي جوزيف بلاك أول شخص يفصل ثاني أكسيد الكربون في حالة نقية تماماً.

1774م  
يكشف العالم الإنجليزي جوزيف بريستلي ما أسماه «هواء منقوص اللامحوب» الفلوجيستون، وسوف يسميه العالم الفرنسي أنطوان لافوازييه فيما بعد الأكسجين.

1775م  
يكشف جوزيف بريستلي حمض الهيدروكلوريك والكبريتيك.

1777م  
يعرض أنطوان لافوازييه التي تقول بأن المركبات الكيميائية تتكون من أكثر من عنصر.

1792م  
تؤسس أول جمعية مخصصة للكيمياء في فيلادلفيا بولاية بنسلفانيا.

حوالي 105م

يخترع الورق في الصين عن طريق خلط القنب ولحاء شجر التوت وخرق القماش بالماء. ولا تنشأ صناعة الورق الأوروبية إلا في حوالي عام 1150.

673م

«النيران الإغريقية» خليط من الكبريت والنفثا والجير من السلاح السري للجنود الرومان. ويطلق السائل خلال سيفونات على السفن المعادية التي تنفجر مشتعلة على الفور.

850م

في إسبانيا يبتكر مسلمو الأندلس شكلاً من الطلاء الكهربائي للنحاس محضرين النحاس النقي عن طريق إجراء تفاعلات بين أملاحه وبين الحديد.



«النيران الإغريقية» سلاح مميت في معركة بحرية

1000م

يخترع الصينيون البارود. ويستخدم البارود - وهو خليط من نترات البوتاسيوم والفحم والكبريت. لصنع الألعاب النارية والإشارات المضئية وفيما بعد الأسلحة المسماة «بالأسهم النارية».

حوالي 1000-1650م

عصر الكيمياء، يضع الكيميائيون أسس الدراسة العلمية كما نعرفها الآن وخصوصاً الكيمياء.

1250م

يكشف الكيميائي الألماني ألبيرتوس ماجنوس الزرنيخ وهو شبه فلز بلوري هش لونه رمادي مثل الصلب.

1477م

يكتب الكيميائي الإنجليزي توماس نورتون حول أهمية التذوق والشم في التحليل الكيميائي.

1540م

يصنف العالم الألماني فاليريوم كورداس الأثير على أنه مخدر ويصنع الأثير من الكحول وحمض الكبريتيك.

حوالي 8700 قبل الميلاد (ق. م)

استخدم النحاس في الحضارات القديمة، وذلك لصنع الأسلحة في المقام الأول. واستفاد قدماء المصريين لأقصى درجة من مقاومة النحاس للتآكل فصنعوا مسامير وأربطة لبناء السفن ومواسير نحاسية لحمل الماء.

حوالي 4000 ق. م

أول استخدام للحديد في الحضارات القديمة في العراق ومصر لصنع أسنة الرماح وأسلحة أخرى. وقد أدخلت أشغال الحديد إلى أوروبا حوالي عام 1000 ق. م.

حوالي 3000 ق. م

يصنع الزجاج في مصر عن طريق خلط الرمل والصدوا والجير. وتعطى إضافة أكاسيد الفلزات للخليط لونا للزجاج ويستخدم المصريون أيضاً البرونز وهو أشابة من القصدير والنحاس في ذلك الوقت.

600 ق. م

يقترح الفيلسوف الصيني لاو - تزو أن المادة تتكون من خمسة عناصر: الماء والفلز والأرض والخشب والنار. وقوى «ين» و«يانج».

500 ق. م

يستخدم النحاس الأصفر وهو أشابة من الزنك والنحاس على نطاق واسع في روما القديمة.

حوالي 460 ق. م

مولد الفيلسوف الإغريقي ديمقريطس الذي رأى (مستخدماً أفكار أستاذه ليوسيبس) أن المادة تتكون من العناصر الأربعة: التراب والهواء والنار والماء. وفيما بعد تؤيد هذه النظرية وتطور من قبل أرسطو. وهذا المفهوم يؤثر أيضاً على تطور الكيمياء.



حوالي 450 ق. م

يعلن الفيلسوف الإغريقي امبيدوكليس أن المادة كلها تتكون من العناصر الأربعة: التراب والهواء والنار والماء. وفيما بعد تؤيد هذه النظرية وتطور من قبل أرسطو. وهذا المفهوم يؤثر أيضاً على تطور الكيمياء.

أمبيدوكليس

1796م

يخترع الطبيب ورائد الطب إدوارد جينر لقاحاً لمرض الجدري. فيعطى للأشخاص تطعماً (حقنة) من فيروس جدري البقر المرتبط به حتى يتسنى لهم بناء مناعة ضد الجدري. ويطلق جينر على هذه العملية Vaccination المشتقة من الكلمة اللاتينية Vacca التي تعنى بقرة.



إدوارد جينر يطعم طفلاً

1805م

يثبت الكيميائي الفرنسي جوزيف جاى لوساك أن الماء مكون من جزئين من الهيدروجين إلى جزء واحد من الأكسجين حجماً.

1808م

يقترح الكيميائي البريطاني جون دالتون النظرية الذرية العصرية معلناً أن كل المادة مصنوعة من ذرات وأن الذرات غير قابلة للانقسام وغير قابلة للفناء.

1809م

تظهر مصابيح إضاءة الشوارع التي تعمل بالغاز لأول مرة في لندن بإنجلترا.

1827م

يخترع الإنجليزي جون ووكر أعواد الشقاب الفوسفورية. وتشتمل هذه الأعواد عند حكها بأى سطح كاشط.

1833م

يساعد العالم الإنجليزي مايكل فاراداي في إثراء المعرفة المتعلقة بالكيمياء الكهربائية، فيدخل قوانين التحليل الكهربائي ويصوغ مصطلحات مثل قطب ومصعد ومهبط وأيون والكتروليت.

1839م

يبتكر الكيميائي والمخترع الويلزي وليام روبرت جروف أول خلية وقود تجمع بين الهيدروجين والأكسجين لإنتاج الطاقة الكهربائية.

1848م

يبتدع العالم والمخترع اللورد كلفين مقياسه لدرجة الحرارة الذي يعرف درجة صفر كلفين على أنها الصفر المطلق وهي درجة الحرارة التي تقف عندها كل الحركة الجزيئية.

1850م

يخترع الكيميائي روبرت بنزن موقد بنزن واليوم لا يكتمل أى معمل علمى مدرسى إن لم يوجد فيه أحد هذه المواقد.

1856م

يبتكر المخترع الإنجليزي هنرى بيسمر محول بيسمر لإنتاج الصلب، وهي أول عملية لإنتاج الصلب على نطاق واسع بدون تكلفة باهظة.

1863م

يبتكر الكيميائي الفرنسي لويس باستور عملية البسترة.

1859م

ينشر العالم الروسي دمترى مندلييف أول جدول دورى للعناصر.

1869م

يكشف عالم الأحياء السويدي فريدريش ميشلر النويين، المادة التي تعرف الآن باسم «دي. إن. إيه» (الحمض النووي الريبي منقوص الأكسجين).

1897م

يكشف الفيزيائي الإنجليزي ج. ج. تومسون أن الإلكترونات جسيمات سالبة الشحنة ذات كتلة صغيرة جداً. مما يضع علامة بارزة على اكتشاف الجسيمات دون الذرية أى الوحدات البنائية الأساسية للمادة.

1898م

تكتشف عالمة البولندية المولد ماري كوري وزوجها الفرنسي بيير الراديوم والبولونيوم وهما عنصران نشطان إشعاعياً. وقد قضت ماري وبيير حياتهما المهنية فى دراسة ما أسمته ماري النشاط الإشعاعى.

1909م

يصمم الكيميائي الدنماركى سورين سورينسون مقياس الرقم الهيدروجيني PH لقياس درجة الحمضية.

1910م

يكمل المخترع الأمريكى توماس أديسون المركب «الحاشدة المخترقة» القلوى على النحو الأمثل وقد كلف ذلك أديسون ثمانى سنوات ومليون دولار.

1911م

تصبح ماري كوري أول من يحصل على جائزتي نوبل بفوزها بجائزة الكيمياء إلى جانب جائزة الفيزياء التي سبق أن حصلت عليها.

1951م

يستطيع العلماء أن يشاهدوا الذرات المنفردة لأول مرة باستخدام مجهر المجال الأيونى.

1951م

تكتشف عالمة البريطانية روزالند فرانكلين شكل الحمض النووي «دي. إن. إيه». ويعمل عدد من الفرق العلمية على دراسة الـ «دي. إن. إيه» فى نفس الوقت ولكن صور فرانكلين الفوتوغرافية غير العادية المعتمدة على الأشعة السينية للـ «دي. إن. إيه» تساعد العلماء على فهم شكل اللولب المزدوج الخاص به.

1961م

تكتشف البوليمرات الفائقة المقاومة للحرارة؛ وتخترع شرائح السيليكون فى نفس الوقت.

1962م

تنشر الكاتبة الأمريكية ريتشيل كارسون «الربيع الصامت» فتكشف مخاطر مبيد الـ «د. د. ت» وتزعزع إيمان الناس بالتكنولوجيا وتنبه إلى تأثيرها على البيئة.

1970م

يصمم العالم روالد هوفمان البولندي المولد القواعد التي تحدد المواضع المحتملة للإلكترونات حول النواة.

1985م

انطلاق مشروع الجينوم البشرى على يد وزارة الطاقة بالولايات المتحدة الأمريكية وهدفه المعلن هو التعرف على كل الجينات الموجودة فى الحمض النووى البشرى «دي. إن. إيه».

1986م

أول تجربة طبية لجلد تخليقى يسمى انتيجرا يستخدم لتوفير جلد لزراعته لضحايا الحروق.

1987م

تبتكر شركة يابانية مادة بلاستيكية ذات «ذاكرة». يمكن فى درجات الحرارة المنخفضة ليها وتشكيلها ولكن عندما يتم تسخينها تعود إلى شكلها الأصلي.

2001م

يكشف الباحثون عن تتابع الجينوم البشرى؛ وسوف يتطلب فهم وظائف كل الجينات الموجودة فى التتابع المزيد من الأبحاث لسنوات طويلة.

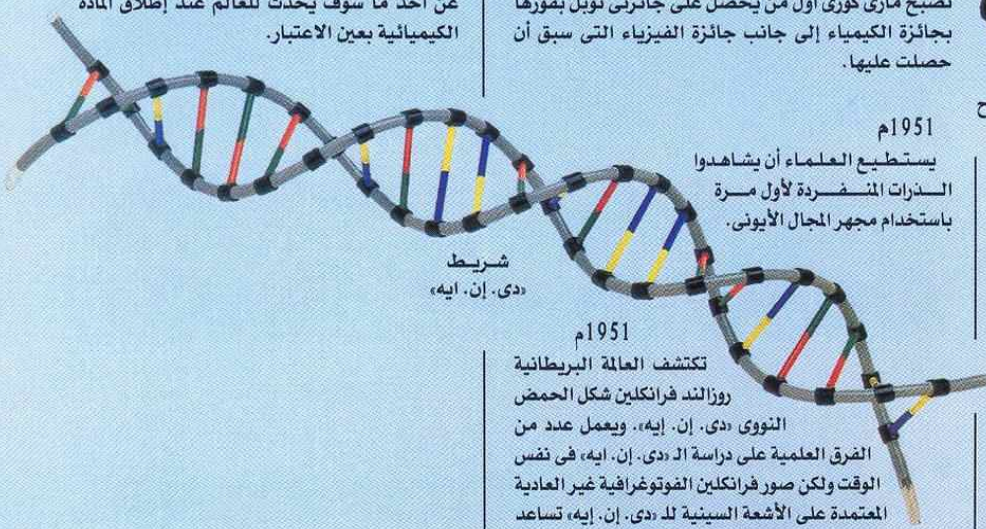
2003م

تهدف اتفاقية للأمم المتحدة تعرف باسم بروتوكول كارتاجينا للمزيد من الشفافية والتحكم فى التجارة العالمية للمحاصيل المعدلة جينياً.

2004م

تصبح «الكيمياء الخضراء» صناعة نامية كرد فعل للخسائر البيئية الناتجة عن الثورة الكيميائية. والفكرة الأساسية من ورائها تكمن فى اعتبار مصمم المادة الكيميائية مسئولاً عن أخذ ما سوف يحدث للعالم عند إطلاق المادة الكيميائية بعين الاعتبار.

شريط «دي. إن. إيه»



يستطيع العلماء أن يشاهدوا الذرات المنفردة لأول مرة باستخدام مجهر المجال الأيونى.

تكتشف عالمة البريطانية روزالند فرانكلين شكل الحمض النووي «دي. إن. إيه». ويعمل عدد من الفرق العلمية على دراسة الـ «دي. إن. إيه» فى نفس الوقت ولكن صور فرانكلين الفوتوغرافية غير العادية المعتمدة على الأشعة السينية للـ «دي. إن. إيه» تساعد العلماء على فهم شكل اللولب المزدوج الخاص به.

مصباح غازى

يبتكر الكيميائي والمخترع الويلزي وليام روبرت جروف أول خلية وقود تجمع بين الهيدروجين والأكسجين لإنتاج الطاقة الكهربائية.

يبتدع العالم والمخترع اللورد كلفين مقياسه لدرجة الحرارة الذي يعرف درجة صفر كلفين على أنها الصفر المطلق وهي درجة الحرارة التي تقف عندها كل الحركة الجزيئية.

يخترع الكيميائي روبرت بنزن موقد بنزن واليوم لا يكتمل أى معمل علمى مدرسى إن لم يوجد فيه أحد هذه المواقد.

# اكتشف المزيد

يمكن القول أن الكيمياء تشكل - أكثر من أى علم آخر - جزءاً مهماً من حياتنا اليومية. فمن وعاء الحبوب المخلاة (صناعة الغذاء) الذى يتناوله الأطفال فى الصباح إلى الوسادة التى ننام عليها فى المساء (أنسجة القماش المخلقة)، نجد أن الكيمياء تحيط بمختلف جوانب حياتنا بصفة دائمة. وفيما يلي ذكر لبعض السوائل التى يمكنك من خلالها اكتشاف المزيد عن الكيمياء. إن زيارةً إلى معمل الكيمياء فى إحدى الجامعات، أو لمتحف العلوم أو لمركز للعلوم ستسمح لك بتعلم المزيد عن الكيمياء بصورة عملية. ولعل أفضل الأساليب لتعلم الكيمياء يكمن فى محاولة تنفيذ مشروع علمى أو فى الالتحاق بأحد صفوف تعليم الكيمياء أو ورشة عمل فى أحد المراكز العلمية. كذلك، فإن بعض المراكز العلمية توفر للأطفال أندية علمية يمكن أن تكون بمثابة مصدر إلهام وتعليم أيضاً لهم.



## القيام بتجربة علمية

يجب علينا ألا نتنظر حتى نعتقد معرض للعلوم كى نقوم بتجربة كيميائية رائعة، مثل هذا «الركان» الثائر. بل يمكنك البحث على الإنترنت أو فى المكتبة عن دليل خاص بالمشاريع الكيميائية. ولن يتطلب الأمر منك استخدام أدوات أو مواد كيميائية خاصة - فمعظم المشاريع تستخدم مواد متوفرة بالقرب من منازلنا. وكما هو الحال مع أى تجربة علمية، فإن الأمر سيتطلب إشراف شخص بالغ على المشروع الذى تقوم به كى يتأكد من سلامتك.

يتوهج الزجاج  
المصهور بالحرارة

تشكل الأداة  
قاعدة الزهرية



## زيارة إلى أحد معامل نفخ الزجاج

مع تعلم القدماء كيفية التحكم فى النار، فقد شرعوا فى إجراء التجارب الكيميائية، مما أدى لاكتشافهم كيفية صهر الرمل والصودا لتكوين الزجاج، وكيفية إضافة الأكاسيد لتلوينه. هذا، ويعمل نافخو الزجاج العصريون فى الغالب بالأسلوب ذاته الذى اتبعه الحرفيون القدماء.

## يوم فى المتحف

هل يمكنك أن تحدد الفرق بين موقد بنزن وفرن بسمر؟ إن زيارة واحدة تقوم بها إلى متحف العلوم أو مركز للعلوم ستساعدك فى الإجابة على هذا السؤال. ويمكن القول أنك ستزى فى المتحف أمثلة للكثير من الأدوات والأجهزة العلمية الموجودة فى هذا الكتاب، كما ستعرف المزيد من المعلومات حول الرجال والنساء الذين كانت لهم ابتكاراتهم فى مجال الكيمياء. هذا، وقد تم تصميم الكثير من مراكز العلوم بحيث يتمكن الزوار من إجراء التجارب الكيميائية بأسلوب مرح ومشوق.



## كيمياء المطبخ

إن مطبخك هو معمل كيميائى متكرر. فالطهي - بدايةً من خبز الكعك إلى صنع عجينة البيتزا باستخدام الخميرة - هو ممارسة فعلية للكيمياء. وعليك عندما تقوم بالطهي محاولة اكتشاف مبادئ الكيمياء التى يتم تطبيقها بصورة عملية.

## مواقع إلكترونية مضيئة بالإنترنت:

يضم هذا الموقع ألعاباً ومواد مسلية ذات علاقة بالكيمياء مخصصة للأطفال. وهو خاص بالجمعية الكيميائية الأمريكية.

[www.chemistry.org](http://www.chemistry.org)

يتناول هذا الموقع أسس الكيمياء بأسلوب ملائم للأطفال.

[www.chem4kids.com](http://www.chem4kids.com)

يعرض هذا الموقع الموضوعات الكيميائية بأسلوب رائع، كما يضم مشاريع وألعاباً جذابة.

[www.chemmybear.com](http://www.chemmybear.com)

قم بطهي بعض الوصفات الكيميائية فى مطبخ حقيقى أو افتراضى.

[www.pbskids.org/zoom/games/kitchenchemistry/](http://www.pbskids.org/zoom/games/kitchenchemistry/)





### الكيمياء في الغرفة المظلمة

انضم لإحدى ورش العمل الخاص بالتصوير الفوتوغرافي أو أسأل مدرس الرسم في مدرستك إذا كانت هناك صفوف دراسية متخصصة في التصوير الفوتوغرافي. إن التعرف على كيمياء التصوير الفوتوغرافي وطباعة الصور الخاصة بك من الممكن أن يكون أمراً ساحراً ورائعاً أيضاً.



موقد بنزن



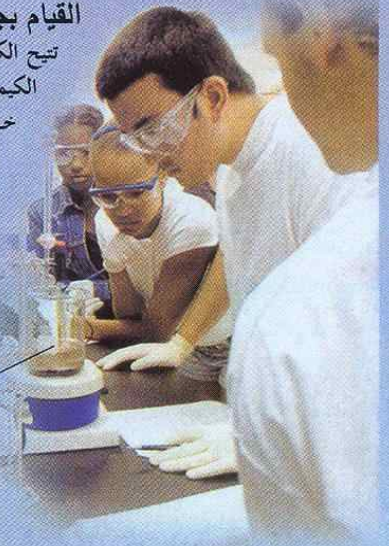
الهيليوم والمناطيد



إعادة تدوير البلاستيك

### القيام بجولة في معمل للكيمياء

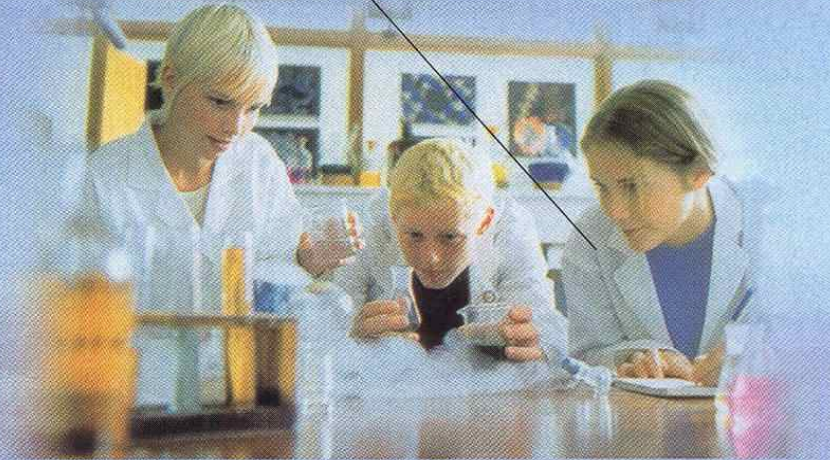
تتيح الكثير من الكليات والجامعات (وبعض الصناعات القائمة على الكيمياء) جولات لمعاملها الكيميائية للمجموعات المدرسية بصحبها خلالها مرشد من طرفها، وذلك كجزء من برامجها الموجهة للمجتمع. وقد يكون في استطاعتك رؤية معمل فعلى على أرض الواقع. علاوة على هذا، تتيح بعض الجولات الفرصة لإجراء التجارب العلمية باستخدام الأدوات العملية الرائعة. اطلب من معلمك أن يساعدك في إيجاد برنامج من هذا النوع بالقرب منك أو بكلية على مقربة منك مباشرة وأسأل عن الأيام «المفتوحة» القادمة التي توفرها للزيارة.



ينتظر المراقب النتائج

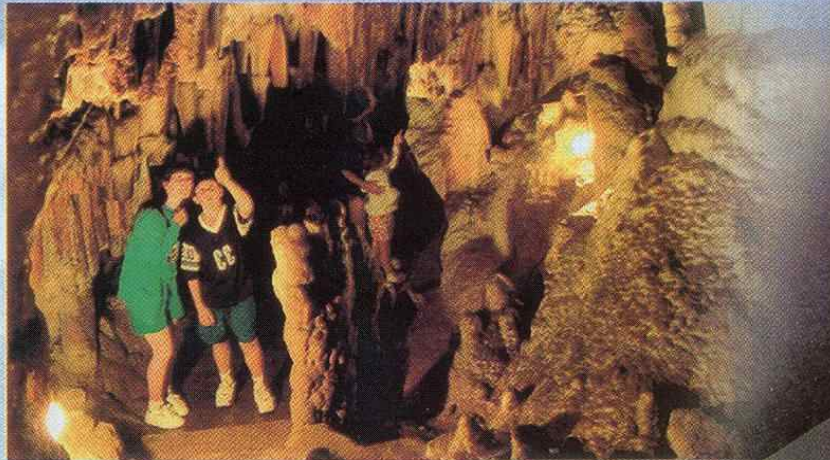
تجعل المواد الكيميائية الصورة تظهر

إن توثيق ما تقوم به من عمل هو جزء أساسي في ممارسة الكيمياء



### الالتحاق بصف الكيمياء

إذا كنت مهتماً بالكيمياء، فيمكنك القيام بالتجارب العملية واكتشاف عجائب الكيمياء من خلال صف الكيمياء في مدرستك. كما يمكنك الانضمام إلى ورشة عمل أو معسكر للكيمياء. هذا، وتتيح الكثير من المراكز العلمية والجامعات مجموعة متنوعة من الدورات التدريبية لكيميائي المستقبل الصغار، والتي تمتد من جلسات تعقد في يوم واحد إلى ورش عمل ذات ساعات عمل أطول. ابحث عبر الإنترنت للعثور على ناد أو ورشة عمل للكيمياء بالقرب منك.



### الكيمياء في الكهف

إن التكوينات الرائعة التي سترها إذا قمت بجولة في أحد الكهوف الواقعة تحت الأرض (مثل هذا الكهف الموجود في اليونان) هي نتيجة عمل الكيمياء. فتكوينات الكهوف تتكون عند مرور الماء عبر التربة الواقعة فوق الكهوف ثاقبة كميات ضئيلة من الحجر الجيري في أثناء ترشحها إلى الأسفل. ومع تقطر هذه المياه ببطء خلال سقف الكهف، تتبرخ قطرات المياه الصغيرة تاركة خلفها كميات صغيرة من الحجر الجيري على سقف الكهف والأرضية. وعلى مدار ملايين السنين، تتكون تكوينات الكهوف - جسماً تلو الآخر.

# المصطلحات

**الاختزال:** أى عملية تضاف فيها الإلكترونات إلى ذرة أو أيون.

**الأملاح:** مركبات يمكن أن تتكون عن طريق استبدال أيون هيدروجين أو أكثر من حمض بأيون موجب آخر.

**الإنبيق:** وعاء يستخدم للتقطير.

**الأنزيم:** بروتين يعمل كمادة حفازة، فيسرع معدل التفاعل الكيميائي.

**البخار:** معلق من جسيمات مادة ما فى الهواء.

**البروتون:** أحد الجسيمات الأساسية التى تكون الذرة. ويوجد البروتون فى النواة وله شحنة موجبة مساوية للشحنة السالبة للإلكترون. وللبروتون أيضاً كتلة مشابهة لكتلة النيوترون.



البروتون:

جزء كبير

يتكون من سلسلة

أو أكثر من الأحماض الأمينية

فى ترتيب محدد. والبروتينات

ضرورية لتركيب الخلايا والأنسجة

والأعضاء وقيامها بوظائفها وتنظيمها.

الإنبيق

**البلاستيك:** اسم عام للمواد المخلفة أو نصف المخلفة التى يمكن أن تتشكل عن طريق القوالب أو البثق فتنتج أشياء مثل الأفلام أو الخيوط أو تستخدم لصنع الطلاء.

**البولى إيثيلين:** إحدى المواد البلاستيكية وهو مصنوع من الإيثيلين ويستخدم فى صنع أكياس القمامة وزجاجات اللبن وزجاجات الشامبو وأغلفة الكابلات إضافة إلى أشياء أخرى.

**التأكسد:** العملية الكيميائية التى يتم فيها اتحاد الأكسجين بعنصر أو مركب وعلى سبيل المثال تأكسد الحديد ليكون الصدأ.

**التحليل الكهربائي:** عملية تكسير مركب كيميائي إلى عناصره عن طريق إمرار تيار كهربائي مستمر خلاله، فعلى سبيل المثال ينتج التحليل الكهربائي للماء الهيدروجين والأكسجين.

**التخليق:** عملية تجميع أجزاء معا ليتكون كل جديد، وتعد هذه العملية فى الكيمياء تكوين المركبات من عناصر أبسط منها.

**التركيب الجزيئي:** الترتيب ثلاثى الأبعاد للذرات فى الجزيء.

**التفاعل الكيميائي:** أى تغيير يؤدي إلى إحداث اختلاف فى خواص مادة، أو إلى تكوين مادة جديدة.

**التقطير:** عملية تسخين سائل حتى درجة غليانه ثم تكثيف البخار بالتبريد وتجميع السائل المكثف فى وعاء منفصل.

**الجدول الدوري:** لوحة تبين كل العناصر مرتبة فى أعمدة، حيث يضم كل عمود عناصر تتشابه خواصها الكيميائية.

**الجزء:** مجموعة من ذرتين أو أكثر تتماسك بواسطة الروابط الكيميائية، وهى أصغر وحدة لمركب تظهر فيها خواص هذا المركب.

**الجسيم:** كيان مجهز ذو كتلة وشحنة محددين.

**الحمض:** مادة كيميائية غنية بالهيدروجين تتفاعل مع الفلزات لتكوين الأملاح ومع أكاسيد الفلزات والقواعد لتكوين ملح وماء. وللأحماض طعم حمضى مميز، وهى تحول لون ورق عباد الشمس إلى الأحمر ويقل رقمها الهيدروجين عن 7.

**الحمض النووي (دى. إن. إيه):** (الحمض النووي الريبى منقوص الأكسجين) الجزء المسئول عن حمل المعلومات الوراثية اللازمة لتنظيم وتشغيل معظم الخلايا الحية والمسئول عن التحكم فى وراثه الصفات والميزات.

**الإخلاصة:** منقوع أو محلول يتكون عن طريق نقع أو غمر مادة ما، عادة فى الماء.

**الخييمياء:** من ممارسات العصور الوسطى وعصر النهضة السابقة للكيمياء العصرية. والخييمياء هى محاولة اكتشاف مفتاح تحويل المواد الكيميائية. وأساس الخييمياء هو النظرية القائلة بأن كل المادة تتكون من تجمعات مختلفة من أربعة عناصر أساسية: الهواء والماء والتراب والنار.

**دورة الكربون:** التبادل المستمر الذى يتحرك الكربون بمقتضاه فى الغلاف الحيوى، وعملية تحويل ثانى أكسيد الكربون إلى كربوهيدرات عن طريق التمثيل الضوئى ثم عودته إلى الغلاف الجوى عن طريق أيض الحيوانات وتحللها.

**الذرة:** أصغر مكونات العنصر التى يمكن أن توجد وحدها أو متحدة مع غيرها وتتكون الذرة من سحابة إلكترونية ونواة مركزية.

**الرابطة:** القوة التى تمسك بالذرات معا فى الجزيء. وعندما تتشارك ذرتان فى الإلكترونات أو عندما تعير ذرة إلكترون أو أكثر لذرة أخرى فإن الذرتين تتصلان برابطة كيميائية.

**الرابطة الأيونية:** رابطة كيميائية بين أيونين تنتج من قوة التجاذب بين الأيونات الموجبة والأيونات السالبة.

**الرابطة التساهمية:** رابطة بين ذرتين تتكون باشتراكهما فى زوج من الإلكترونات.

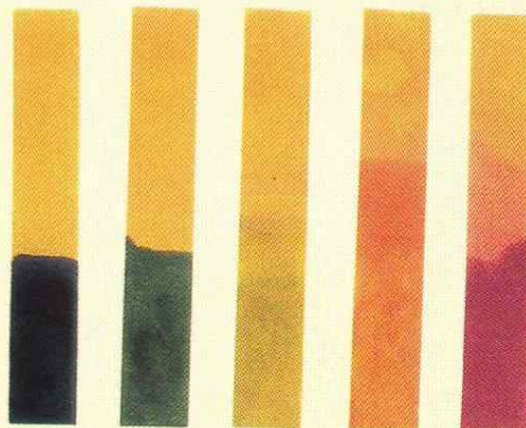
**الزيوت العطرية:** زيوت فعالة ذات رائحة قوية تستخلص من النباتات عن طريق التقطير أو التبخير أو العصر.

**السيبكية:** خليط يحتوى على فلزين أو أكثر، عادة ما يصهران معا أو يذاب كل منهما فى الآخر وهما سائلان.

**الصدأ:** غطاء أحمر أو بنى من الأكسيد الهش يتكون على الحديد أو أشابته. ويتكون الصدأ نتيجة للتعرض للهواء والرطوبة أو لمواد كيميائية.

**صبغة عباد الشمس:** مادة أرجوانية اللون يتم الحصول عليها من الأشنة (من الفطريات). ويستخدم صبغة عباد الشمس مع الورق لصنع ورق عباد الشمس. ويتحول لون هذا الورق إلى الأزرق فى المحاليل القلوية وإلى الأحمر فى المحاليل الحمضية، مما يجعل منه كاشفاً حمضياً -قاعدياً تقريبياً.

**العضوى:** المتصل أو المنتمى إلى فئة من المركبات الكيميائية التى تحتوى على الكربون.



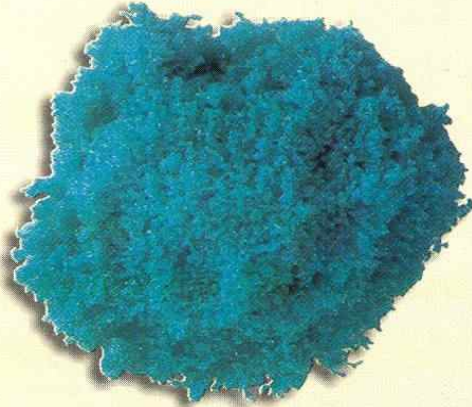
شراخ من ورق عباد الشمس



بالونات الهليوم

**المطر الحمضي:** تساقط (أمطار أو تلج أو ضباب) يحتوي على كميات ضارة من حمض النتريك والكبريتيك اللذين تكونا في الأصل من أكاسيد النتروجين والكبريت التي تنطلق إلى الجو عندما يحرق الوقود الحفري.

**المطياف:** جهاز علمي يقسم الضوء إلى الأطوال الموجية التي يتكون منها لإجراء القياسات.



ملح مشتق من النحاس

**مقياس الرقم الهيدروجيني:** مقياس يستخدم لقياس الحموضة. ويتراوح هذا المقياس بين 1 و14 بحيث يميز الرقم 7 المحاليل المتعادلة.

**الموصل:** أي مادة تنقل الكهرباء أو الحرارة بسهولة.

**موقد بنزن:** موقد غازي يستخدم في المعامل وهو مزود بصمام هوائي لكي ينظم خليط الغاز والهواء.

**النايلون:** أول نسيج مخلق صناعياً بالكامل. ويشتهر النايلون بقوته الشديدة ومرونته الممتازة.

**النواة:** مركز الذرة عالي الكثافة ذو الشحنة الموجبة.

**النيوترون:** أحد الجسيمات الأساسية التي تتكون منها الذرة. وكتلة النيوترون تساوي تقريباً كتلة البروتون ولكن ليس للنيوترون شحنة كهربائية.

**النيون:** عنصر غازي خامل لا لون له. وتصنع لمبات إضاءة النيون من أنابيب زجاجية مفرغة تملأ بغاز النيون بضغط منخفض.

**الهليوم:** ثاني العناصر من حيث خفة الوزن ومن حيث توافره وهو عبارة عن غاز تتكون نواة ذرته من بروتونين ونيوترونين.

طبقات من الكرتون  
بين أقراص من  
النحاس والزنك

العمود الفلظائي

**الكيمياء الحيوية:** العلم الذي يدرس كيمياء الكائنات الحية وتشمل البشر.

**المادة الحفازة:** مادة تسرع معدل التفاعل الكيميائي بدون أن تستهلك في التفاعل.

**المادة الكيميائية:** عنصر (على

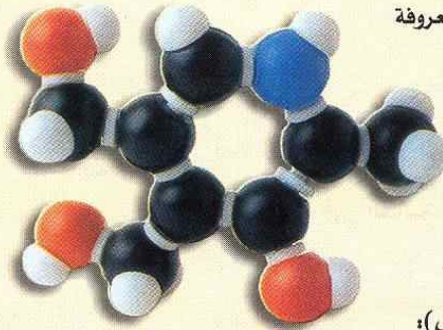
سبيل المثال الكلور) أو مركب (على سبيل المثال بيكربونات الصوديوم) ناتج عن تفاعل كيميائي.

**المتفاعل:** القابل للتفاعل بسرعة أو بنشاط شديد أو غير المستقر عند تعرضه للصدمة أو للحرارة.

**محلل المعادن:** شخص يقوم

باختبار أو تقدير المحتوى الفلزي في المعادن.

**المحلول:** خليط متجانس من مادتين أو أكثر، غالباً (ولكن ليس دائماً) ما يكون سائلاً.



**العنصر:** أحد المواد المعروفة التي تزيد عن مائة مادة (منها 92 توجد بصورة طبيعية) لا يمكن فصلها إلى مواد أبسط منها وهي التي تتكون أو تصنع منها كل المادة.

**الغاز الخامل (النبيل):**

واحد من مجموعة من الغازات النادرة (الهيليوم والزينون والأرجون وغيرها) التي تتسم باستقرار شديد ومعدلات تفاعل بالغة الانخفاض. ويطلق على الغازات الخاملة أيضاً اسم الغازات النبيلة.

**غير قابل للذوبان:** تعبير عن مادة ما لا يمكنها أن تذوب في سائل.

**غير المتفاعل:** لا يظهر أي بوادر للتفاعل الكيميائي.

**الفلز:** واحد من عدة عناصر كيميائية عادة ما تكون مواد صلبة لامعة يمكنها أن توصل الحرارة والكهرباء ويمكن تشكيلها بسهولة على هيئة ألواح.

**قابل للذوبان:** يمكنه أن يذوب في مادة أخرى.

**قابل للطرق:** يمكن تشكيله بواسطة الطرق أو الكبس أو التشكيل أو الشني.

**القاعدة:** أي من المركبات المتعددة التي تذوب في الماء وتحول لون ورقة عباد الشمس إلى الأزرق وتتفاعل مع حمض لتكون ملحاً وماء ورقمها الهيدروجيني يتراوح ما بين 7 إلى 14.

**القلوي:** وصف للماء أو التربة التي تحتوي على كمية كبيرة من المواد القلوية (أملاح مختلفة قابلة للذوبان). وعلى وجه العموم فإن هذه الكلمة تشير إلى أي مادة رقمها الهيدروجيني يزيد على 7. والقواعد قلوية دائماً على حسب تعريفها.

**الكثافة:** النسبة بين كتلة مادة ما والحجم الذي تشغله فإذا كان لجسمين نفس الحجم فسوف يكون وزن الجسم المصنوع من المادة الأكثر كثافة أكبر.

**الكيمياء:** علم المادة؛ وهو فرع العلوم الطبيعية الذي يتناول تركيب المواد وخواصها وتفاعلاتها.



وهج النيون يضيء الليل

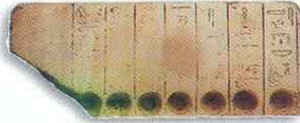
**المركب:** مادة متكونة من اتحاد عنصرين أو أكثر أو من مكونات بنسب محددة بالوزن.

**الترنج المعلق:** خليط جسيمات دقيقة في سائل.

**المستحلب:** معلق من قطيرات من أحد السوائل في سائل آخر (مثل الزيت في الماء). ولا يتحد السائلان بل يعلق كل منهما في الآخر.



- (أ)  
 الاحتراق 30، 31  
 الأحماض الجزيئية 16، 17  
 الأحماض والقواعد 42، 43، 44، 61  
 اختبار الذهب 59  
 أشباه الموصلات 27  
 أفوجادرو، أماديو 16، 17  
 الأكسجين 18، 23، 24، 26  
 الاحتراق 30، 35  
 الأكسدة 40، 41  
 العمليات الحية 31، 34، 51  
 الكربوهيدرات 49، 60  
 الماء 18، 20، 29  
 الهواء 28، 29  
 الألومنيوم 18، 24، 47، 60  
 الأملاح 44، 49  
 الأحماض والقواعد 42  
 الإلكترونيات 46  
 التحليل 31  
 غير القابل للذوبان 58  
 الفلز 19، 20، 24، 34  
 الأملاح المتبلرة 20، 21، 55  
 الأمونيا 32، 42، 43، 48، 63  
 الأنزيمات 34، 35، 37، 50  
 الأوزون 33، 34  
 أول أكسيد الكربون 36، 37  
 إيدوبومتري 29، 60  
 الأيونات 20، 42، 43، 44  
 التحليل الكهربائي 46، 47
- (ب)  
 باركسين 54  
 البارود 10، 38، 62  
 الباليستيك 53، 54، 57  
 البتروكيماويات 6، 15  
 البترول 36، 52، 63  
 البعوض 35، 53  
 العادم 36، 37  
 براج، لورانس 21  
 براج، ويليام 21  
 برتيلو، مارسلان 48  
 برزيليوس، يانس ياكوب 59  
 بركين، ويليام هنري 52  
 البروتونات 16، 22  
 البروتينات 51، 50، 34، 11، 8  
 بريستلي، جوزيف 28، 29، 30  
 البلازما 23، 26، 27، 37  
 بلاك، جوزيف 60  
 البلورات 8، 11، 16، 17، 44  
 البنزين 19، 31، 59  
 البنزين 48، 49، 52، 53  
 البوتاسيوم 22، 25، 34، 46، 63  
 البوكسيت 18، 25، 47  
 بولي إيثيلين 56، 57  
 بولي فينيل كلورايد (بي. في. سي) 55، 57، 56  
 البوليمرات 49، 54، 55، 57  
 بيكرينات الصوديوم 7، 63  
 بيكلاند، ليو 53، 55
- (ج)  
 التفاعلية 25، 33، 34، 36  
 التقطير 7، 12، 13  
 التجزيئي 52، 53  
 التقطير التجزيئي 15، 32، 52، 53  
 التلوث 29، 32، 36، 44، 63  
 الأوزون 34  
 التمثيل الضوئي 34، 50
- (د)  
 التاليموم 19، 23، 44  
 ثاني أكسيد الكبريت 6، 38، 63  
 ثاني أكسيد النيتروجين 6
- (هـ)  
 الجدول الدوري 21، 22، 23، 25، 26، 33، 32  
 الجرافيت 27، 48  
 الجزيئات 8، 14، 16، 17، 38  
 البوليمرات 54، 56، 57  
 تغير الحالات 7  
 السكر 50  
 المركبات 20  
 النشا 37  
 جهاز كثافة البخار 17  
 جهاز كيب لتوليد الغاز 58  
 جودير، تشارلز 52
- (ح)  
 حامض الستريك 9، 42  
 الحجر الجيري 9، 28، 40، 45، 48، 49  
 عملية سولفاي 62، 63  
 الحديد 11، 18، 20، 22، 45  
 الإنتاج 40، 41  
 الكبريت 20، 21، 34  
 كبريتيد النحاس 47  
 الحرير 8  
 الصناعي (الاصطناعي) 53  
 حمض الخليك 17، 42  
 حمض الكبريتيك 27، 36، 42، 44  
 الصناعة 62، 63  
 مطفئة الحريق 7  
 حمض البنيك 41، 48  
 حمض النتريك 6، 12، 39، 42، 54  
 تي. ان. تي 53  
 الملح 44  
 الحمض النتروى الربيبى منقوص الأكسجين (دى. ان. إيه) 51  
 حمض الهيدروكلوريك 12، 28، 38، 39، 42، 44
- (خ)  
 الخامات المعدنية 10، 12، 18، 25، 34  
 الإسترنتيوم 25  
 الألومنيوم 47  
 الحديد 40  
 النحاس 47  
 الخضاب (الصبغات) 10، 44، 60  
 الخلايا 50، 51  
 خلايا فولطانية 25، 46
- (د)  
 دالتون، جون 16  
 درجة الحرارة 24  
 الاحتراق 30  
 الأرض 51  
 التفاعلات 20، 39  
 الدم 6، 7، 9، 31، 51  
 الدهون 7، 40، 41، 49  
 ديسالفيد الكربون 53  
 ديفي، سير همفري 25، 46، 58  
 الديناميت 36، 62
- (ذ)  
 الذهب 15، 18، 46، 47  
 المحلولون 12، 42
- (ر)  
 الراديوم 19، 22، 33، 35  
 رامزي، ويليام 32  
 الرايون 53
- (ز)  
 زدفورد، أرنست 35  
 الرصاص 12، 23  
 الروابط 25، 28، 48، 49، 59  
 الروابط الأيونية 21، 20، 44  
 الروابط التساهمية 20، 49  
 الرواسب 35، 44، 58
- (ز)  
 الزئبق 23، 24، 28، 30، 31  
 الخلية 47  
 الزجاج 10  
 الصناعة 11، 13، 45، 46  
 الزنك 17، 18، 23، 36، 46  
 السبيكة 15  
 الزيوت 50، 58  
 الخام 6، 15  
 العطر 10  
 العطري 9، 12، 13
- (س)  
 السبيكة 11، 15، 24  
 السكر 37، 38، 49، 50، 60  
 السلولوز 50، 53، 54، 55  
 السيلكون 18، 23، 26، 27، 41  
 السيليكا 24، 40، 45
- (ش)  
 شتال، جورج أرنست 30
- (ص)  
 الصابون 42، 43، 53  
 التصنيع 62  
 الصبغات (الخضاب) 6، 10، 15، 42، 59، 61  
 المخلفة 52، 53، 62  
 الصدا 40، 41، 47  
 الصلب 8، 40، 41، 46، 47  
 الصوديوم 16، 18، 19، 22  
 استخلاص الألومنيوم 47  
 الأيونات 20، 21  
 الفصل 25، 36، 46  
 الصيغ 17
- (ط)  
 الطب الشرعي 6، 43  
 طلاء بالكهرباء 46  
 الطيف 19، 44، 59
- (ع)  
 العضلات 8، 31، 41، 51  
 العقاقير 6، 10، 52، 53  
 علم دراسة البلورات بالأشعة السينية 20  
 عملية سولفاي 62، 63  
 العناصر 16، 18، 19، 50  
 التحليل الكهربائي 46، 47  
 الجدول الدوري 21، 22، 23  
 الرموز 59  
 الفلزات 25، 24  
 المركبات 20، 34  
 العناصر المشعة 19، 53
- (غ)  
 الغازات الخاملة 20، 26، 29، 32، 33  
 الجدول الدوري 23
- (ف)  
 فاراداي، مايكل 46، 49  
 الفحم 49، 50، 52، 53، 63  
 الفسفور 26، 27، 37، 40، 63  
 فصل المخاليط 7، 13، 14، 15، 20  
 الفضة 12، 15، 23، 58  
 الفصل 42، 47  
 الفلزات 16، 18، 25  
 الاحتراق 30، 38  
 الأكاسيد 12، 30  
 الأملاح 19، 20، 44، 58  
 البطارية 46  
 التحليل 58، 59  
 التفاعلية 36
- (ق)  
 الخصائص 22، 24، 25  
 الخيمائيون 12  
 الذرات 38  
 الرموز 13  
 السبيكة 24  
 الصهر 10، 11  
 الطيف 19  
 الفضة 34  
 القاعدة 12  
 الفلكنة 52، 54  
 الفلورين 26، 27، 33، 34، 40  
 فولتا، أليساندرو 46  
 فون ليبيغ، يوستاس 63  
 الفيتامينات 20، 21، 29
- (ق)  
 القطب السالب (المهبط) 27، 46، 47  
 القلويات 8، 25، 42، 44، 53، 58، 62  
 القواعد 7، 12، 24، 39، 42، 43، 44
- (ك)  
 الكاشف 42، 61  
 الكاشف الشامل 42، 43  
 كافنديش، هنري 29  
 الكالسيوم 5، 18، 22، 44، 53  
 الكبريت 14، 20، 23، 27  
 الحديد 20، 21، 34، 40  
 الفلكنة 52، 54  
 كبريتيد النحاس 47  
 النظام الغدائي 18  
 كبريتات النحاس 14، 17، 38، 47  
 البلورات 15، 44، 49  
 كبريتيد النحاس 47، 58  
 إلكترونيات 46، 47  
 الكتل الذرية 16، 17، 32، 59  
 الجدول الدوري 22، 23  
 الكحول 7، 59، 61  
 الكربون 11، 27، 30، 40، 41  
 إنتاج الصلب 41  
 ثاني أكسيد الكربون 20، 31، 48، 49  
 العمليات الحية 34، 35، 50، 51  
 الغاز 28، 32، 36، 37  
 المركبات 48، 49، 50، 60  
 مطفئة الحريق 7  
 النحاس 38، 44، 45  
 كربونات الصوديوم 45، 62  
 كربونات كالمسيوم 9، 38، 44، 45، 49  
 الكربوهيدرات (الكربوهيدراتية) 34، 49، 50  
 كروكس، سير وليام 19، 32، 33  
 كستنر، هاميلتون 47  
 الكلور 20، 23، 26، 27، 46  
 كلوريد الصوديوم 20، 21، 44  
 التحليل الكهربائي 46  
 التحليل الكهربائي 46  
 الكهرباء 20، 21، 46، 47  
 كيمياء الغازات 28، 31  
 الكيمياء القديمة (الخيمياء) 12، 13، 27، 35، 63
- (ل)  
 لافوازييه، أنطوان 16، 18، 30، 31  
 اللاهوب (فلوجيستون) 29، 30  
 لوشاتيليه، هنري لويس 39  
 لونسديل، كاثلين 27  
 ليبيافوس، اندرياس 12
- (م)  
 الماء 7، 14، 17، 20، 28  
 البخار 48، 51  
 التبخر 15  
 التحليل الكهربائي 46  
 التفاعلات 6، 25، 34، 35، 44  
 التنقية 44  
 الرقم الهيدروجيني 42، 43  
 العسر 53  
 العمليات الحية 35، 50، 51  
 المركبات 18، 60
- (ن)  
 النحاس 6، 7، 32، 34، 38  
 الأملاح 44، 45  
 البطارية 46  
 السبيكة 11، 15، 24  
 السلك 24، 47  
 الفصل 24، 25، 47  
 نظرية القوة الحيوية 48  
 النظرية الذرية 16، 17، 20  
 النفط الخام 6، 15  
 النواة 6، 22، 35  
 نوبل، ألفريد 62  
 النتروجين 18، 23، 26، 37  
 الأمسدة 63  
 الأمونيا 39  
 الهواء 28، 29، 32  
 النيلون 56
- (هـ)  
 هابر، فريتز 39، 63  
 الهدرجة 7، 40  
 هودجكين، دوروثي 20  
 الهيدروجين 18، 40، 46  
 الغاز 25، 27، 33، 36، 39  
 الوزن الذري 16  
 الوقود 35  
 الهيدروكربون 36، 37، 49، 53  
 الهيدروكربون 7، 30، 48، 49، 60  
 الأيونات 42، 43، 44  
 الماء 20، 29، 46  
 هيدروكسيد الصوديوم 39، 46، 47  
 الهيموجلوبين 31، 51
- (و)  
 الوقود الحفري 50، 51



## الكيمياء

بين يديك كتاب يستحثك على قراءته لما فيه من معلومات غزيرة عن عالم الكيمياء الرائع. عرض بالصور الملونة للأدوات الأصلية كما استخدمها مبتكروها. نماذج ثلاثية الأبعاد، وتجارب تفسر الكثير من الأشياء الغامضة. ستقرأ عن الاكتشافات التي غيرت أسلوب حياتنا، من الكيمياء القديمة وحتى التكنولوجيا الحديثة.

### شاهد

كيف حنط قدماء المصريين الجثث. كيف يزيل المحول الحفاز الملوثات. كيف تتكون الصورة الفوتوغرافية. كيف يعمل المصباح الكهربائي ولافتات النيون. كيف يبتكر الكيميائيون الأطعمة الجديدة وكيف يختبرونها. كيف يؤثر سم الثعبان في صحته.

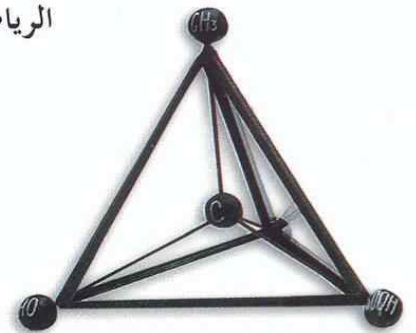
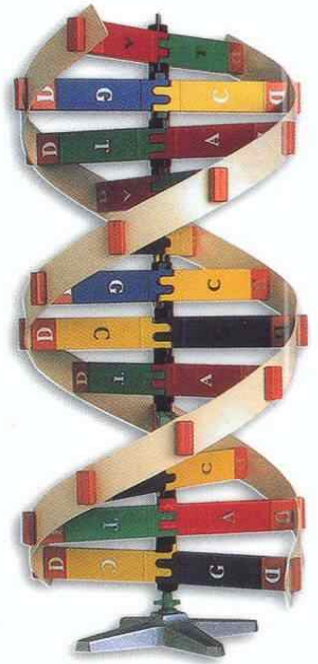
### تعلم

ما سبب ثقوب طبقة الأوزون. لماذا خيوط العنكبوت أقوى من الصلب. لماذا الليمون حامض. لماذا تشتعل بعض المعادن في الماء. كيف يصنع البلاستيك.

### اكتشف

كيف يستطيع العلماء كشف غموض الجرائم المعقدة. سبب «تأثير الصوبة الزجاجية». كيف تشتعل الألعاب النارية، وكيف تنفجر مادة «تي. إن. تي». ما هو الحمض النووي. لماذا ترهقك التمرينات الرياضية. كيف تستخدم الكيماويات كأسلحة قاتلة. لماذا تتغير ألوان الزهور أحياناً. كيف نهضم الطعام.

### وغير ذلك الكثير والكثير



عصير الكتب

[www.ibtesama.com/vb](http://www.ibtesama.com/vb)

منتدى مجلة الإبتسامه



عصير الكتب

[www.ibtesama.com/vb](http://www.ibtesama.com/vb)

منتدى مجلة الإبتسامه