ثالثاً: من عجائب الكيمياء

الكيميائيون القدماء وما بعدهم

كيف بدأت الكيمياء:

لكى نعرف كيف بدأت الكيمياء وجب أن نرجع إلى الماضى البعيد، ويعتبر البعض أن توبال كاين ***Tubal Cain***، أول مهرة الصناع فى المعادن، هو أب الكيمياء الحديثة، كما يعتبر البعض الآخر أن المصريين القدماء جديرون بشرف احتلال المقام الأول بين الكيميائيين.

وليس ثمة كبير شك فى أن القدماء من الصينين والهنود والمصريين قد زاولوا الزراعة والتعدين منذ أقدم الأزمان، كما عالجوا الفخار تشكيلاً وتلويناً وتزجيجاً، ومن الرسومات على القبور المصرية القديمة فى طيبة نرى أن المصريين لم يعرفوا صناعة الجعة والنبيذ وحسب، ولكنهم قدروا جيداً أثرها على الصحة والاتزان.

كما نرى من بقايا الأنسجة الكتانية المتناهية فى دقة الصنع والتى دثروا بها الموميات أنهم حذقوا معالجة ألياف الكتان، وفى بقاء أقدم الموميات آلاف السنين تقاوم عوامل الانحلال برهان ساطع على معرفتهم تركيب سوائل التحنيط، واستخدامها.

وقد أحاط هؤلاء القدماء أيضاً بقرابة سبعة معادن تلعب الآن دوراً مهماً فى حياتنا– الذهب والفضة، والنحاس، والقصدير، والرصاص، والحديد، والزئبق، وتوجد الثلاثة الأول منها على حالة شبه نقية فى الطبيعة، أما المعادن الأخرى فيجب استخلاصها من خاماتها، وهو عمل يحتاج إلى الكثير من الدراية التى لابد أن كانت لهؤلاء الكيميائيين الأوائل.

الكهنة القدماء

وكان كهنة المصريين أحذق أهل الكيمياء فى تلك العصور القديمة. يزاولون عملهم فى سرية تحميها جدران المعابد، وكان ينذر الطائش من هؤلاء الكهنة "بعقاب شجرة

المشمش" إذا أفشوا أسرار الكيمياء، فقد كان جزاء المفشى للسر جرعة من حامض البروسيك، أحد السموم القتالة والذى استخلصه هؤلاء الكهنة الكيميائيون من بذور المشمش واللوز.

العناصر:

واهتم الإغريق أيضاً بالكيمياء وحسب المفكرون من قدمائهم أن أبسط الأشياء فى الدنيا هى التراب، والهواء، والنار، والماء. وأن كل شئ يتركب من اثنين أو أكثر من هذه "العناصر" الأربعة كما أسموها، واستمرت هذه الفكرة سائدة عدة مئات من السنين، أو على التحقيق حتى قرابة مائة وثمانين سنة مضت. ولم يشذ الإغريق عن بقية الناس فى السعى وراء الذهب، وهناك أقصوصة تقول أن البحث عن "صوف الكبش الذهبى" لم يزد عن كونه محاولة للحصول على "كتاب" على رق من جلد الشاه، وفيه السر الخبىء عن كيف يصنع الإنسان الذهب.

حجر الفلاسفة:

كان قدماء المصريين أكثر نزوعاً إلى الكيمياء التجريبية من الإغريق، وقد عرفوا منذ أقدم الأزمان بالعمل الجدى فى أمور المعادن وشاعت الأقوال عن معرفتهم سر تحويل المعادن غير الثمينة إلى الذهب، وفى القرن الثالث أمر الإمبراطور الرومانى ديقاطيان بإحراق كل كتب الكيمياء حتى لا ينشر المصريون سر صنع الذهب والفضة، ظناً منه أن الوصول إلى صنع الذهب سيخلف المشاكل للرومان، ويهدم إمبراطوريتهم ، ولكن محاولة إحراق الكتب لم تكلل بالنجاح[1].

ويوجد راتينج صنبور الكاورى متحجراً فى المكان الذى كانت فيه غابات الكاورى على عمق بضعة أقدام من أسطح الأرض.

---

(١) امتدت يد العبث إلى مكتبة الإسكندرية قبل الإسلام ببضعة قرون، ففى سنة ١٤٥ ق.م قامت ثورة ضد بطليموس التاسع، ففر إلى قبرص وتولى ابنه العرش ولكنه عاد بعد ذلك إلى مصر وقتل ابنه وقمع الثورة، وأمر جنوده بنهب الإسكندرية فهدموا جزءاً كبيراً من المعهد والمكتبة، وفى سنة ٤٧ ق.م قدم يوليوس قيصر إلى الإسكندرية على أثر السلوك العدائى الذى أظهره لروما بطليموس الرابع عشر. وحين انتصر نهب جنود الرومان الإسكندرية وأحرقوا جزءاً آخر من المكتبة. وفى عام ٢٩٦ بعد الميلاد أمر دقلديانوس بحرق كتب الكيمياء فى الإسكندرية. وفى سنة ٣٨٩ بعد الميلاد نشب حريق فى المعهد أتى على ما تبقى من المكتبة من نفائس.

وفى عام ٦٤٢ دمرت مكتبة الإسكندرية العظيمة عاصمة مصر حينذاك، بما فيها من نفائس الحكمة المختزنة، حين غزا عمرو قائد جيوش الخليفة عمر مصر والبلاد المتاخمة لها[١]، والى هذا أعزا الفلاسفة ضياع أسرار تحول المعادن فى تغيير المعادن الرخيصة إلى الذهب، ومنذ ذلك الوقت جهد الكيميائيون أنفسهم أكثر من ألف عام لاكتشاف "حجر الفلاسفة" وهو الاسم الذى أطلقوه على المادة التى عزيت إليها القدرة على التحويل المنشود.

جابر:

ومضت مائتا عام ثم جاء الخليفة هارون الرشيد الذى اشتهر عند الكيميـاويين بأنه الرجل الذى جلب إلى بغداد كل كتب العلم لترجمتها حتى ينتفع بها الناس، وإليه يعود فضل معرفتنا بجابر أحد الكيماويين القدماء، الذين ذاع صيتهم، ولا نعرف على وجه التحقيق من كان ذلك الرجل، وأين عاش ومات[٢]، ولكن ما تركه من كتابات دلتنا على فهمه أكثر العمليات التى نستخدمها اليوم، كالإذابة، والبلورة، والتقطير، والتكليس، والتسامى، وهى أشياء ستعرفها كلما امتدت بك مطالعة الصفحات التالية، وقد عرف جابر الكثير عن الذهب، والفضة، والزئبق، والرصاص، والنحاس، والحديد، والقصدير، والزرنيخ، والكبريت، وكذا العديد من الأحماض والقلويات، إلى حد جدير بالإعجاب. وكان يقول بأن جميع الأشياء تتركب من الزئبق والكبريت بنسب متفاوتة، ولكنه مع ذلك لم يؤمن بتحويل المعادن إذ قال " إن تحويل معدن إلى آخر مستحيل استحالة تغيير الثور إلى جدى".

ورغم أن جابر الباحثون عن حجر الفلاسفة، يعمل البعض منهم على يقين وإخلاص، بينما كان البعض الآخر من أحط أنواع المحتالين، لا يبغى إلاَّ أن يعيش مترفاً فى بطانة أحد الأغنياء متظاهراً "بالبحث" عن تلك المادة العجيبة التى ستجلب لمولاه ما لم يحلم به من الثراء.

---

(١) انظر الهامشة السابقة.

(٢) تقول بعض المراجع إنه جابر بن حيان أشهر أطباء العرب وكيماوييهم القدماء والمتوفى فى القرن الثامن الميلادى، عرف بكتاباته التى ترجم بعضها إلى اللاتينية عن أحماض الكبريتيك والأزوتيك والخليك، وأكاسيد الزرنيخ وأحماضه، وكذا عن المعادن والأملاح والقلويات وطرق تحضيرها وتنقيتها بالبلورة والتقطير والترشيح والتسامى.

روجر باكون *(Roger Bacon)*

ولد فى عهد الملك جون، وكان من علماء الكهنة الفرنسيسكان وأحد مهرة الكيماويين القدماء، اكتشف فيما اكتشف البارود، واتهم بالشعوذة فسجن، كما آمن بوجود حجر الفلاسفة معلناً أن جزءاً من ذلك الحجر يحول مليون جزء من معدن رخيص إلى ذهب، فما أجمل الأحلام.

ذعر:

وحدث إبان حكم الملك إدوارد الثالث، وفى عام ١٣٢٩ بالذات، أن أعلن رجلان عثورهما على حجر الفلاسفة مما أحدث ذعراً شديداً فصدر الأمر فوراً بالقبض عليهما، وجاء فى الأمر المذكور "ليكن معلوماً للجميع أنه قد تأكد لدينا أن المدعوين جون رو ***John Rowe*** ووليام دالبى ***William Dalby*** يحيطان بصنع الفضة طبق فنون الكيمياء القديمة، وبما أن هذين الرجلين بمعرفتهما هذه عن المعدن الثمين قد يكونان نافعين لنا ولمملكتنا، فقد أمرنا محبوبنا وليام كارى ***William Carie*** بالقبض على جون ووليام المذكورين وإحضارهما لدينا مع كل معدات معهما فى الحفظ والصون، فاختفى الرجلان!.

ذعر أخر:

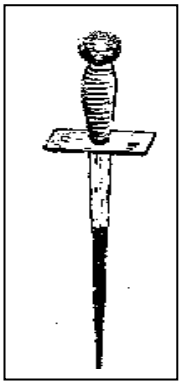
وفى عهد هنرى الرابع وصل الذعر من اكتشاف حجر الفلاسفة وانخفاض قيمة العملة تبعاً لذلك إلى حد أن صدر أقصر تشريع برلمانى فى تاريخ إنجلترا نصه "لن يسمح من الآن بتكثير الذهب أو الفضة، أو استخدام فن التكثير، ومن اقترف ذلك وقع عليه عقاب الجريمة العظمى".

وبلغت الكيمياء القديمة ذروة عزها فى عهد أسرتى تيودور ***Tudor*** وستيوارت ***Stuart***، إذ أضيف إلى البحث عن حجر الفلاسفة مطلب أعظم منه، ولد قبل ذلك بمائتى عام هو الوصول إلى إكسير الحياة، فنقطة منه تمنح الشباب الخالد! أحلام بديعة، فمن حياة

مخلدة، إلى ثروة لا حد لها، بل ما كان أبدع دنيانا هذه لو قدر يوماً لأحلام هؤلاء الكيمياويين القدماء أن تتحقق!.

وفى عام ١٥٤١ مات بومباستس باراسلسس ***Bombastes Paracelsus*** وياله من اسم! وكان قد أعلن من قبل أنه عثر على حجر الفلاسفة وكذا على إكسيرة الحياة! ومما يحزن حقاً أنه قد توفى بالفعل على أثر جرعة طاغية من إكسير الحياة، إذ لم يكن ذلك الإكسير المكتشف إلاَّ الكحول المعروف لنا الآن.

تحويل المعادن:



بين المخلفات الثمينة للملكة اليزابيث خنجر أهداه لها راهب، كان نصف نصله الأعلى من الصلب والنصف الأسفل من النحاس، وادعى مهديه أن نحاسه محول! وكان بعض الكيماويين القدماء المتجولين يعرض فعلاً عملية تحويل المعادن رجاء الحصول على ممول لهم، فيغمس الواحد منهم مسماراً من الحديد فى سائل عجيب ثم يخرجه من هذا السائل وقد انقلب إلى نحاس أو فضة، حتى إذا حصل على المال الذى ينشده لابتياع حاجاته اختفى أثره وضاع، ويندر طبعاً أن يكرر الكيماوى القديم نفس العملية حتى لا ينكشف أمره.

(خنجر الملكة إليزابيث)

حكى عن أحد الدوقات أنه استخدم كيماوياً قديماً ادعى أنه توصل إلى معرفة صنع الذهب، وسلم الرجل إلى الدوق جميع المكونات اللازمة وأشار عليه أن يضعها فى البوتقة ثم يقفل باب المعمل بالمفتاح، فلما فتح الباب بعد وقت وجد الذهب فى البوتقة! ولا عجب فقد كان ابن الكيميائى مختبئاً فى إحدى خزائن المعمل قبل إقفال الباب، وهناك قصص عديدة عن ضروب الاحتيال فى هذا الموضوع.

معمل الكيماوى القديم :

كان معمل هذا الكيميائى عجيباً يملأه الغموض وقد وصفه سكوت ***Scott*** فى كتابه كنلورث ***Kenilworth*** فيما يلى: "وكشف الحداد عن باب مسحور مغطى بالأعشاب، ففتحه وهبط منه مختفياً عن الأنظار، وسمع الزائر صوت الحداد من باطن الأرض يأمر الصبى أن يتبعه ثم يحكم إقفال الباب. ولم يتجاوز الهبوط بضع درجات تؤدى إلى ممر مستو طوله بضع ياردات، يظهر فى منتهاه ضوء خافت مصفر اللون، وبعد انثناءة إلى اليسار يرى قبوا صغيرا مربعا به كور حداد يشتعل فيه الجمر، وتملأ أبخرته الجو برائحة تكاد تكون خانقة تماماً لولا مخرجاً خفيفاً يتصل فى أعلاه بالهواء، ويرى على ضوء الجمر الأحمر والمصباح المدلى من سلسلة حديدية سندان، ومنفاخ، وماسكة، ومطرقة، وعدد من حدوات الخيل إلى جانب المواقد والمكثفات، والبوادق والمعوجات، ومعدات أخرى مما يحتاجه الكيماوى القديم، وكان منظر الحداد المسرف فى الغرابة بلباسه السحرى، وملامح الصبى القبيحة والطريفة معاً كما تبدو فى ضوء نار الفحم الواهى القابض للصدر، وضوء المصباح الخامد، كلها متسقة مع هذا الجهاز المليء بالأسرار، وفى ذلك العهد الزاهر بالخرافات مما ينال من شجاعة أغلب الرجال".

مغرب الكيمياء القديمة:

فى القرن السابع عشر أخذ نجم الكيمياء القديمة فى الأفول. ففى عام ١٦٦٦ أكد هلفتيس ***Helvetuis*** أنه عثر على حجر الفلاسفة وأنه حول الرصاص إلى ذهب مدعياً أن رئيس دار السك قد أقر هذا التحويل، وترينا الأبحاث المفيدة التى قام بها جلوبر ***Glauber*** الألمانى المتوفى فى ١٦٦٨ والتى نشرت بعد ذلك بعام واحد كيف شغلت أفكار الكيمياويين القدماء بأشياء أخرى غير حجر الفلاسفة، عرفنا منها تحضير الخل من تقطير الخشب، وكيفية الحصول على ملح جلوبر المعروف "سلفات الصودا" والمستعمل كثيراً الآن، وكيف تؤلف

صبغة للشعر مازالت تستخدم فى وقتنا الحالى، ومع ذلك فهو يصف طرقاً عـدة فى كتابـه لتحضير الذهب، وللأسف لم يصنع هؤلاء الكيمياويون القدماء الذهب لأنفسهم.

ولا تدين الكيمياء الحديثة للقديمة بشيء يذكر اللهم إلاَّ بضع كلمـات كالكيميـاء القديمة، والكحول، والقلوى، ومجموعة واسعة من الحقائق التى لم يحاولوا مطلقاً ضـمها إلى حقائق مماثلة ومعرفة سبب هذا التماثل.

آباء الكيمياء الحديثة:

يعتبر القرن الثامن عشر فى الحقيقة مولداً لهذه الكيمياء فظهر فى إنجلترا بريستلى ***Priestley*** الذى اكتشف غاز الأكسجين وكفندش ***Cavendish*** مكتشف الهيدروجين، وفى اسكتلندا بلاك ***Black*** الذى أعاد الكشف عن غاز ثانى أكسيد الكربون[1]. وفى فرنـسا لفوازييـه ***Lavoisier*** الذى استخدم المكتشفات السابقة واستعمل الميزان لمعرفة مقدار ما يستعمل من المواد، وله نـدين بمعلوماتنا الحالية عن الاحتراق، ولكنه عاش إبان تأجج الثورة الفرنسية، ورأى القـائمون بهـا أن الجهود فى غير حاجة "إلى الكيميائيين" فأعدموه بالمقصلة فى مايو عام ١٧٩٤م.

العمل المنظم:

وقد تعلم أن سير همفرى دافى ***Humphry Davy*** قد قام بالكثير فى الكـشف عـن معادن جديدة، كما أن الدكتور دولتون قد اكتشف "قوانين الاتحاد الكيميائى وهى أسـاس الكيمياء الحديثة، وأسهم غيره من كبار الكيمياويين فى ثروتنا العلميـة المتزايـدة، أمثـال فاراداى ***Faraday*** وديوار ***Dewar*** وكروك ***Crooke*** وذلك بعد أن حل العمل المـنظم منذ أيام لفوازييه محل التجارب الارتجالية، وتمت بذلك بعض الأعمال المدهشة حقاً، حتى أن حلم حجر الفلاسفة على استحالته البادية، قد يتحقق فى يوم من الأيام.

---

(١) ولد فى السويد شيلا الذى اكتشف الكلوروحامض الأكساليك، وفى ألمانيا ماجراف ***Marggraff*** الذى اكتشف السكر فى عصير البنجر.

التغيرات الكيمياوية والطبيعية:

من المعروف منذ قديم الزمان أن المادة قد توجد فى حالات ثلاث صلبة، وسائلة، وغازيـــة. فالماء يوجد فى صورة الثلج والماء والبخار، وبتحول كل منها إلى الصورة الأخرى بتغيير الحـــرارة، والحديد المتروك معرضاً للهواء الرطب يغطيه الصدأ، وهى مادة تختلف عن الحديد جل الاختلاف إذا تفتت بسهولة. ولا يمكن فى يسر إعادة الصدأ إلى الحديد مرة أخرى، فإن التغير الحاصل هنـــا أعمق بكثير من تغير الماء إلى البخار وبالعكس. وإذا أشعل عود الثقاب، فإن رأسه لا يمكن إعادته بسهولة إلى ما كان عليه، إذ تكونت منه مواد جديدة، وهناك طريقتان يعرفهما الكيميائى لتكوين مواد جديدة، إحداهما تجزىء الأشياء إلى صور أبسط، وثانيتهما تركيب الأشياء البسيطة وتحويلها إلى صورة معقدة، فالنحاس النقى يحضر بالطريقة الأولى، كما تستخدم الطريقة الثانية للحـــصول على مواد غريبة لا يكاد يحصرها العد.

العناصر والمركبات:

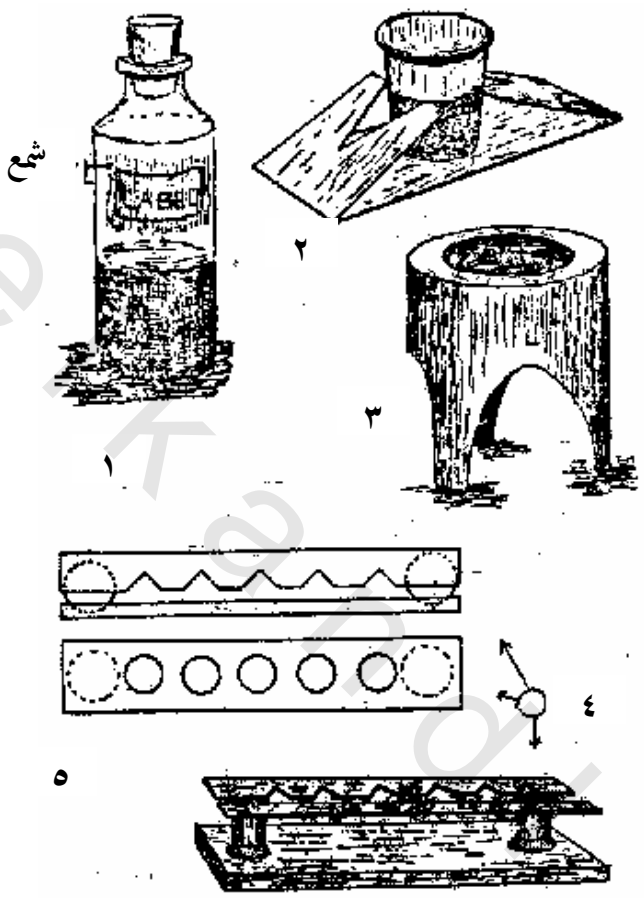
اعتبر القدماء– كما تعلم– أن الأشياء جميعها مكونة من اثنين أو أكثـــر ممـــا أسمـــوه بالعناصر وهى التراب، والهواء، والنار، والماء، ولكننا نعلم الآن أنهم كانوا جد مخطئين، ولا نزال نستعمل كلمتى"العنصر" و"المركب" وقد كشف الكيمياويون الحديثون، بواسطة العمل المنظم الشاق، أكثر من مائة وخمسة عناصر أو المواد البسيطة التى لم يستطيعوا تبسيطها أكثر مما هى عليه. وهذه العناصر يمكن اتحادها معاً لتكوين المركبات، وتختلف المركبات الناتجة فى أغلب الحالات كل الاختلاف عن العناصر المنفردة المكونة لها، فمن منا يتـــصور أن ملـــح الطعام أحد المواد الضرورية للحياة يتكون من تلك المادة الفضية النادرة الرخوة حتى ليمكن قطعها بالسكين والمسماة بالصوديوم، متحدة مع الكلور، ذلك الغاز السام الذى اســـتعمله الألمان خلال الحرب العالمية الأولى، وكم فى الكيمياء من أعاجيب...

الجزىء والذرة:

لو اخترنا حبة من ملح الطعام وقسمناها إلى جزئين، ثم قسمنا أحد هذين الجـــزئين إلى جزئين مرة أخرى، وكررنا هذه العملية مرات ومرات لوصلنا إلى قطعة لا نستطيع قسمتها إلى قسمين من الملح، ولو أننا نستطيع تجزئتها إلى قسمين أحدهما من الصوديوم والآخر مـــن الكلور وهما العنصران اللذان يكونان هذا الملح كما سبق القول. وتسمى هذه القطعة مـــن الملح التى لا نستطيع تجزئتها إلى قسمين من الملح "جزئيا" كما يسمى "بالذرة"، الجزء الصغير جداً من كل من الصوديوم والكلور اللذين يكونان الجزىء، وهكذا يرى الكيميائى الأشياء، فالشىء يتكون من جزئيات، وكل جزىء يتكون من ذرات، وفى البيان التالى أسماء بعـــض العناصر المعروفة.

مواد صلبة	من الفلزات :	الحديد، والذهب، والنحاس، والفضة، والرصـــاص، والقصدير، والخارصين (الزنك)، والألمونيوم.
	من اللافلزات:	الكربون، والكبريت.
مواد سائلة	من الفلزات :	الزئبق.
	من اللافلزات:	البروم
مواد غازية	من الفلزات :	الأيدروجين.
	من اللافلزات:	الأوكسجين، النتروجين، والكلور.

obeikandl.com



ولو عرفنا تأثير إمرار تيار كهربائى على أملاح المعادن، لوجدت أن جميع الفلزات تتجه إلى القطب السالب (الكاثود) فهى بذلك موجبة الكهربائية وأن اللافلزات تتجه إلى القطب الموجب (الأنود) لأنها سالبة الكهربائية، وتفضل الآن الكيمياء الحديثة استخدام هذا التعبير للتمييز بين الفلزات واللافلزات.

obeikandi.com

تطبيقات كيميائية

ينبغى شراء بعض اللوازم كأنابيب الاختبار، والدوارق، والكؤوس، وسدادات الفلين، وأنابيب الزجاج، وأنابيب المطاط، وكذلك بعض المواد الكيميائية التى لا توجد بالمنزل، ويمكن القيام بتجارب عديدة وبأبسط الأجهزة، فمنها تتعلم الكثير قبل العمق فى دراسة الكيمياء إذا شئت فيما بعد.

وهاك بيانات باللوازم المشار إليها:

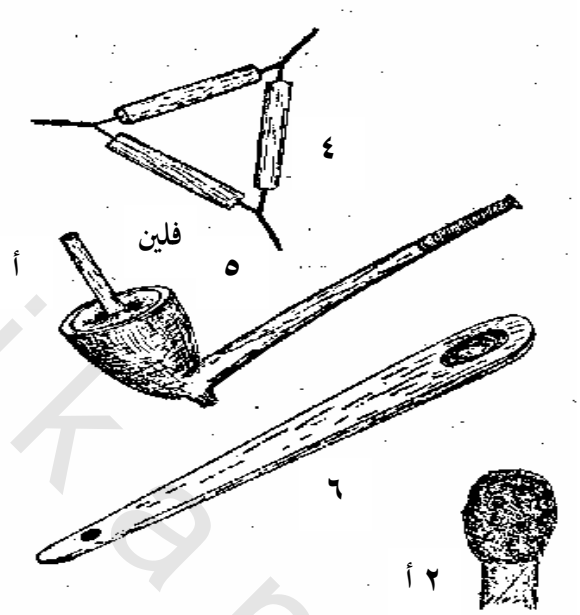
- كؤوس لها شفة، سعة ١٥٠ سم٣ تقريباً.
- أنابيب اختبار طولها ١٢ سم وقطرها ٢سم تقريباً.
- دوارق سعة الواحد ٢٠٠ سم٣ تقريباً.
- قمع ذو قائمة طويلة.
- أنابيب زجاجية قطر ٣، ٤ مم.
- أنابيب مطاط مناسبة.
- سدادات فلين تناسب أنابيب الاختبار والدوارق.
- مبرد لثقب الفلين.
- مواد كيماوية حسب الطلب.

وكلما زاد استعداد معملك المنزلى كلما زادت قيمة أجهزتك، وكثيراً من التركيبات يمكن استغلالها فى أحوال أخرى متعددة، كما يمكنك ابتكار طرق وأجهزة جديدة باستخدام أفكار تتعلمها من هنا ومن هناك.

١- اجمع بعض الزجاجات لتخزين المواد فيها، أعد لها البطاقات ولو من الأوراق المصمغة التى توجد عادة بأطراف طوابع البريد، واكتب عليها محتويات الزجاجة، وبعد لصقها على الزجاجة غطها بمصهور الشمع بواسطة فرشاة صغيرة.

٢- اصنع الحامل من علبة من الصفيح لا لحام فيها مستعملاً المقص العادى للقص.

obeikandi.com



٣- اصنع حامل الأنابيب كما فى الشكل مستخدماً بكرتين من بكر الخيط وقاعدة وبعض الخشب الرقيق.

٤- اصنع مثلثاً خزفياً بأخذ قطع من الأنابيب الخزفية طول الواحدة نحو ٤ سم، وأدخل فى كل منها قطعة من السلك ثم ثبت أطراف السلوك بثنيها كما ترى فى الشكل.

٥- لصنع البورى خذ شبكاً من الفخار وثبت فى الجزء المنتفخ منه قطعة من الفلين سمكها ٦مم كما فى الشكل، اثقب فى الفلين بواسطة مبرد ذيل الفار ثقباً مناسباً وثبت فى هذا الثقب الأنبوبة الفخارية أ، ولاحظ أن كل التركيبات محكمة لاينفذ منها الهواء.

٦- اصنع ملعقة من الخشب الصلب (كمسطرة قديمة) طولها نحو ١٥ سم، وشكلها كما ترى فى الشكل، احرق منخفضاً فيها ثم نعمه بورق الصنفرة لاستخدامه فى عيار "ملء ملعقة".

obeikandl.com

٧- الكيميائي القديم يحول الحديد إلى نحاس، اسحق بلورة من الزاج الأزرق، وأذبها بالماء الساخن فى أنبوبة اختبار، اغمس سلاح مطواتك فى المحلول لبضع لحظات، اسحبها وامسحها، فماذا ترى عليها.

٨- تحويل الخارصين إلى نحاس: استخدم قطعة أو شريطاً من الخارصين النظيف محل المطواة كما فى (٧).

٩- تحويل النحاس إلى فضة: أذب ملء ربع ملعقة من كلوريد الزئبق أو أزوتات الزئبقيك (كلاهما سام جداً) فى قليل من الماء فى أنبوبة اختبار، اغمس فى المحلول سلاح مطواتك الذى غطى بالنحاس فى رقم (٧) بضع لحظات، ثم اسحبها لترى أنك قد حولت الحديد إلى نحاس ثم إلى فضة.

١٠-تحويل الخارصين إلى الفضة: اغمس المعدن الذى حصلت عليه فى (٨) فى المحلول الذى حضرته فى (٩) للحظات، لاحظ ماذا يحدث.

١١-تغيير مؤقت: اصهر باحتراس قطعة من الشمع الأحمر فى غطاء من الصفيح ثم بردها، لاحظ أنها عادت إلى حالتها الأولى، فقد كان التغيير مؤقتاً.

١٢-تغيير دائم أو كيماوى: افحص رأس عمود من الثقاب، أشعله ثم أطفئه قبل أن يشتعل الخشب، افحص الرأس الآن، فماذا تلاحظ؟

١٣-تغيير مؤقت أم دائم؟ سخن قطعة من الطباشير فى غطاء من الصفيح على نار كأقوى ما يمكنك، هل تستطيع الكتابة بها الآن؟

١٤-تحضير مادة جديدة من عناصرها: خذ ملء ملعقة من برادة مسمار من الحديد، وأضف إليها ملئ ملعقة أخرى من الكبريت واخلطهما جيداً، لاحظ أن من السهل فصل المادتين باستخدام المغناطيس، فإنهما مخلوطتان فقط لا متحدتان لتكوين مادة جديدة، ضع المخلوط الآن فى حفنة من الفخار وسخنه بشدة فماذا تلاحظ؟ هل تستطيع الآن فصل الحديد بواسطة المغناطيس؟

الذوبان - التعليق - الفصل

أمر عادى:

كثيراً ما نشاهد قطعة من السكر توضع فى قدح من الشاى ثم تختفى حتى صار هـذا الأمر عادياً عندنا وحتى لا نعده غريباً أن يسألنا سائل عما حصل لقطعة السكر، والواقع أن هذا الاختفاء أمر عجيب حقاً، تفسيره أن قطعة السكر قد تفتت إلى أجزاء متناهية فى الصغر حتى لتستطيع احتلال المسافات الخالية بين جزيئات الماء الذى حضر به مستخلص الشاى.

هذه العملية تسمى "بالذوبان" فالشاى هو "المذيب" والسكر هو "المذاب" والاثنان معاً هما "المحلول" والمادة التى تذوب، مثل السكر، يقال عنها "قابلة للذوبان" أما التى لا تختفى فى المسافات التى بين الجزيئات فيقال عنها "غير قابلة للذوبان".

الحياة تتوقف على الذوبان:

وقليل من الناس يدركون أن الحياة تتوقف على الذوبان، فيه ينتقل الغذاء إلى خلايا النبات والحيوان، وبغير الذوبان إذاً تنعدم الحياة.

المذيبات:

أحسن المذيبات وأكثرها انتشاراً هو الماء طبعاً، على أن هناك مذيبات عديدة أخرى يصلح كل منها فى إذابة مادة معينة، فالكحول، والكحول المحول أو (السبرتو) يذيبان مواد عديدة لا يذيبها الماء. وتذوب أصماغ فى السبرتو، وبهذه الطريقة يصنع الورنيش، ويذوب المطاط فى البترول، وفى البترين ولكنه لا يفعل فى الماء. وتؤلف هذه الحقائق الأساس اللازم لصنع كثير من الأقمشة التى لا ينفذ منها الماء وذلك بإذابة المطاط فى البترين، ثم يطلى القماش بالمحلول فإذا ما تبخر البترين ترك طبقة رقيقة من المطاط تجعل القماش المطلى غير منفذ للماء، وهذا المحلول نفسه هو الذى تعالج به الثقوب التى تحدث فى إطارات السيارات أو مثانة كرة القدم.

البنزين والإثير:

والدهون كما هو معروف لا تذوب فى الماء ولكن هناك سوائل عدة تذيب هذه الدهون بسهولة، والبنزين يزيل الشمع فى سرعة من ثقاب الشمع، وكذلك يفعل الإثير، وكثيراً ما يستخدم هذا لتنظيف الملابس مما بها من البقع الشحمية، على أنه يجب عند إجراء هذا التنظيف تجنب الاقتراب من أى مصدر للنار أو اللهب.

البترول:

والبترول أيضاً مذيب جيد وكذلك الكيروسين إذ يذيب كلاهما الزيوت فى سهولة.. ويمكن الحصول على التربنتينا المعروفة منذ عصر الكيمياء القديمة من صمغ شجر الصنوبر، وهى مذيبة جيدة للزيوت، ولذا يستعملها الرسام لتخفيف ألوانه الزيتية حتى يستطيع نشرها فى يسر بفرشاة.

التشبع:

عرفنا أن المذيب كالماء مثلاً يذيب مادة ما، كالسكر. ولكن كمية معينة من الماء لن تستطيع إذابة كميات لا حد لها من السكر، إذا ما أخذت كمية من الماء فى كأس وأضفت لها السكر لذاب، وإذا استمررت فى الإضافة لوصلت إلى درجة لن تذوب عندها كمية أخرى من السكر مهما استعملت من الرج أو التحريك لأن الماء (قد تشبع) بالسكر. صحيح أنك لو سخنت المحلول لأذاب كمية أخرى من السكر لأن المسافات التى بين الجزيئات تتسع بالحرارة فتستطيع أن تستوعب كمية أخرى من المذاب، ولكن هناك أيضاً حداً لكميات المذاب فى درجات الحرارة المختلفة، إذ لكل منها نقطة تشبع، فماذا يحدث إذا أخذنا محلولاً ساخنا مشبعاً وتركناه ليبرد.

البلورات:

لن يستطيع المذيب طبعاً أن يحتفظ بكل المذاب وسينفصل هذا تدريجياً بانخفاض درجة الحرارة، ولكن تغيراً عجيباً سيحدث، فلن يرسب المذاب فى شكل حبيبات كالتراب مثلاً، ولكن فى شكل جميل، بالغ الانتظام، هو بلورات السكر النبات، وقد تكون البلورات مختلفة

الأحجام، ولكن الشكل واحد فى كل حال كما يرى ذلك بوضوح، وكما فى حالة السكر نجد أن لكل مادة شكلها البلورى الخاص بها، ولا حد لهذه الأشكال وبلورات مادة معينة تمثل تلك المادة فى أنقى حالاتها، ويتوقف النجاح فى صناعات عديدة، كصناعات الملح، والصودا، والشب، والنترات، على عملية التبلور.

ماء التبلور:

حين تنفصل بعض المواد من محاليلها لا تتبلور إلاَّ مع قليل من الماء يعينها على اتخاذ أشكالها وألوانها الخاصة بها، ويسمى هذا الماء بماء التبلور، ونجده فى الصودا، والشب، وكبريتات النحاس بين المواد المعروفة، وإذا سخنت هذه البلورات لدرجة عالية تطاير ماؤها، وتفتت إلى مسحوق، ولعلك قد لاحظت حصول هذا فى الصودا بعد تركها مدة طويلة فى مكان حار.

بلورات تكونها النار:

وفى الطبيعة تتكون آلاف البلورات المتباينة كما سبق القول، ولكن هناك طرقاً أخرى لتكوين بلورات دون تدخل المذيبات بالمرة، املأ بطن غليون من الفخار بمسحوق الكبريت، واصهر الكبريت حتى يصير سائلاً أصفر باهتا، ثم اتركه ليبرد حتى تتكون فوقه قشرة جلدية، اثقب هذه القشرة بسرعة فى جهتين متقابلتين، واسكب السائل من أحد الثقبين، اترك الغليون حتى يبرد تماماً، واكسر الكبريت المتبقى، تجد بللورات دقيقة من الكبريت قد تكونت هناك.

والمفروض أن أرضنا هذه كانت فى مبدأ الأمر كتلة من الصخر المنصهر، حتى إذا ما بردت تبلورت موادها الصخرية، كالجرانيت، وتستخدم هذه البلورات التى تكونت بالنار فى المبانى التى يراد لها القوة والبقاء على مر الأزمان، وكلما كان التبريد سريعاً، كان حجم البلورات الناتجة صغيراً، وذلك كما فى حالة انفصال البلورات من المحاليل الساخنة.

المهندس والبلورات:

يحتاج المهندس إلى معرفة الكثير عن البلورات، ذلك أن المعادن المنصهرة تتخذ بعد صبها وتبريدها أشكالاً بلورية، وقد نجمت عن إغفال ذلك فى الماضى حوادث خطيرة، فقد وجدوا أن الانثناءات الحادة فى تشكيلات الحديد تنكسر بسهولة، وتعلم الفاحصون لسطوح هذه الانكسارات المعدنية أنه إذا كانت البلورات مرتبة فى شكل عمودى على السطوح الخارجية لصارت التشكيلات أشد متانة.

ولذا اتبعوا طريقة الانحناءات بدل الثنيات الحادة فقلت متاعبهم كثيراً. ولابد من تغيير دناجل عربات السكك الحديدية بعد وقت معين لأن الاهتزازات المستمرة تدعو إلى بلورة المعدن مما يسبب الانكسار، كما أن ضربة شديدة على سور من الحديد الزهر تقصمه بسهولة لوجود ذلك التركيب البلورى فيه.

التعليق:

وهناك، غير حالة الذوبان فى الماء أو فى مذيب آخر، حالة الحبيبات السابحة فى المذيب، فيقال عن الحبيبات المذكورة أنها فى حالة "تعليق" ولفصلها عن السائل طريقتان: أولاهما ترك السائل ساكناً فتنفصل الحبيبات تدريجياًإما بالصعود إلى أعلى إذا كانت أخف من السائل، أو بالهبوط إلى أسفل إذا كانت أثقل منه.

مسحوق الطباشير الناعم:

لتحضير هذا المسحوق اسحق قليلاً من الطباشير، ثم حرك المسحوق فى الماء واتركه لترسب الحبيبات الثقيلة بعد وقت قصير، وتبقى الخفيفة معلقة فى الماء، اسحب الماء مع معلقاته الخفيفة

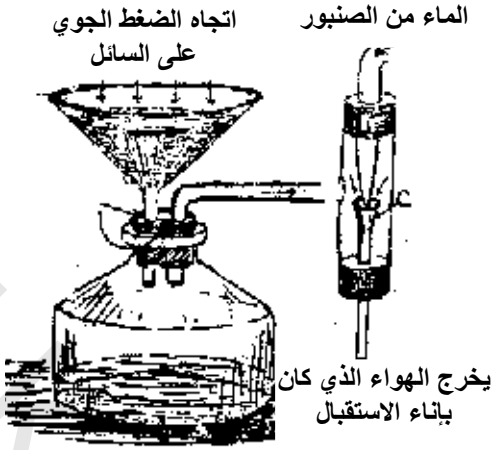
بالممص، واتركه ليستقر على مهل فى أوانى الترسيب، بعد ذلك اسحب الماء بواسطة الممص واترك المسحوق الناعم ليجف بعد أن خلا من الحبيبات الخشنة التى قد تخدش ما يستعمل له.

الترشيح:

وثانية الطريقتين هى الترشيح، أى إمرار السائل فى طبقة مسامية، ويمكن فصل الكميات الصغيرة من الملح عن الرمل بهذه الوسيلة، فيضاف الماء إلى المخلوط، ويحرك هذا جيداً، ثم يصب على المرشح فنجد أن الرمل قد بقى فوق المرشح، بينما مر الملح الذائب فى الماء ليجمع من أسفل، وبتبخير المحلول تحصل على الملح. ولإجراء عملية الفصل على نطاق واسع يجب استعمال طرق أسرع، إذ نلاحظ فى الطريقة التى استعملناها للكميات الصغيرة أن مرور المحلول من المرشح يبطؤ تدريجياً بمرور الوقت وذلك بسبب انسداد المسام شيئاً فشيئاً، وللتغلب على هذه الصعوبة استعملت فى الصناعة مرشحات (التفريغ الهوائى) .

مضخة الترشيح:

يتصل القمع كما ترى فى الشكل بإناء الاستقبال بواسطة سدادة محكمة لها ثقبان، أحدهما للقمع والثانى للاتصال بالمضخة، وحين يفتح الصنبور يندفع الماء منه بشدة فيسحب الهواء من إناء الاستقبال، ليخرجا معاً فى الاتجاهات المبينة فى الشكل، وهنا يدفع الضغط الجوى السائل المراد ترشيحه فيسرع مروره إلى إناء الاستقبال.



مرشحات "الأكياس"

يحتاج الأمر أحياناً، كما فى صناعة السكر، إلى فصل مواد لزجة، فتستعمل أكياس من أنسجة تختلف رقة أو خشونة حسب الحاجة، وتملأ بالسائل المراد ترشيحه، ثم تترك كى يرشح منها السائل ويحتجز الكيس المواد الصلبة، وواضح أن هذه الطريقة أبدأ مما يناسب المصانع، ولذا يستعمل المرشح الضاغط، وفيه تملأ الأكياس ثم توضع بين ألواح معدنية منبسطة بحيث يقع كل كيس بين لوحين، بعد ذلك يربط اللولب (القلاووظ) فيضغط الكيس بين اللوحين ويطرد السائل إلى خارجه، كذلك تستخدم الآلات المركزية الطاردة أحياناً لفصل المواد السائلة من الصلبة.

التقطير:

تكلمنا حتى الآن عن فصل السوائل من الأجسام الصلبة، ولكن الكيميائى كثيراً ما يحتاج إلى فصل سائل من سائل آخر، فإذا كان السائلان هما الزيت والماء، لسهل الأمر، لأن الأول يطفو على سطح الثانى، وبذلك تسهل إزالته.

التقطير الجزئى:

أما إذا كان أحد السائلين يذوب فى الآخر، وجب على الكيميائى استخدام وسائل أخرى. فيستخدم مثلاً ما يعلمه عن أن لكل سائل درجة غليان خاصة، ولنفرض أننا نريد

فصل الكحول من السائل المائى الذى يحضر عادة منه، أول ما يعمل هو ترشيح السائل، مما قد يكون معلقاً فيه، ثم يغلى السائل الصافى وبمرور البخار الناتج فى مكثف، والكحول يغلى فى درجة ٧٨ مئوية، أما الماء فيغلى فى درجة مائة، وبذلك يغلى الكحول أولاً ويمر فى المكثف، ثم يجمع فى القابلة، وبالطبع لن يخلو هذا الكحول تماماً من الماء، فإن بعض أبخرة الماء ستخرج معه حتى فى درجة ٧٨ درجة مئوية، ولكن الأغلبية الكبرى من الماء ستبقى، أما ما مر منه من الكحول فيمكن إزالته بواسطة الجير الذى سيمتص الماء وحده، ولا يؤثر على الكحول. ومع أن هذه أبسط حالة لفصل السوائل، إلاَّ أن المبدأ يصلح لأى مزيج من سوائل عديدة تختلف درجات غليانها.

تدريب عملى:

١- حضر محاليل: من (أ) صبغة الكرنب المخلل (ب) صبغة القشرة الحمراء للفجل الرومى (جـ) صبغة عباد الشمس، اغل كل محلول على حدة، رشحه، ثم احفظه فى زجاجة لاستعماله "دليلاً" فيما بعد، ويمكن استخدام ورق النشاف العادى للترشيح، وذلك بقص قطع مستديرة منه، وتطوى على مركزها مرتين كما فى الشكل، ثم تفتح الورقة بحيث يكون أحد جانبيها من طية واحدة والجانب الآخر من ثلاث طيات.

٢- حضر محلول مشبعاً من كل (أ) ملح البارود (ب) السكر (جـ) الشب اغل فى علبة من الصفيح ملء ملعقتى شوربة من الماء ثم أسقط فيه المادة المراد إذابتها شيئاً فشيئاً، حتى ينقطع ذوبانها واترك المحاليل لتبرد، وستجد فى حالة (أ) أن البلورات سترسب فى شبه كومة تبرز منها بلورات غريبة. علق فى وسط (ب) قطعة نظيفة من الدوبارة، تجد أن البلورات تتراكم عليها وافعل كذلك فى (جـ) .

٣- للحصول على بلورات كبيرة من كبريتات النحاس: حضر من المادة محلولاً مشبعاً فى كأس ثم صبه فى صحن فنجان، وألق فيه بلورة من كبريتات النحاس، تجدها تنمو باستمرار بشرط تقليبها يوميا.

obeikandl.com

٤- يذيب الأثير الدهون: (يجب إبعاد الأثير من أى لهب عار إبعاداً تاماً). ضع فى زجاجة صغيرة أو فى أنبوبة اختبار قليلاً من الإيثير ومعه ثلاثة أو أربعة من عيدان ثقاب الشمع، رج الجميع معاً ثم لاحظ ما يحدث، صب قليلاً من المحلول على قطعة من الورق واتركه، ماذا يحدث بعد ربع ساعة؟.

٥- الكحول (أو السبرتو) كمذيب (أبعد الكحول عن أى لهب): رج شيئاً من الصمغ مع السبرتو فيذوب، انشر المحلول بواسطة فرشاة على قطعة من الخشب، فماذا تلاحظ بعد جفافه؟

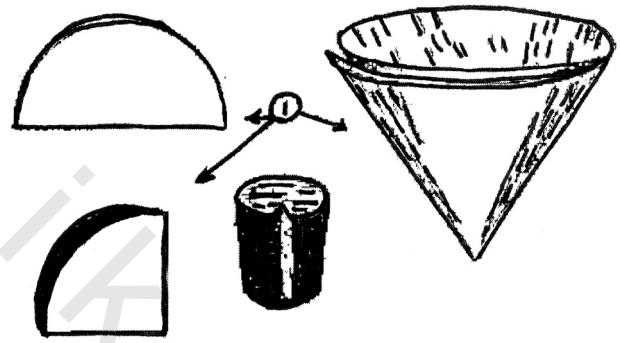
٦- يذيب البنزين المطاط: ضع نتفاً صغيرة من المطاط الأحمر فى غطاء علبة من الصفيح ثم أضف قليلاً من البنزين يكفى لتغطيتها، كرر إضافة البنزين كلما امتصه المطاط وانتفخ، تجد بعد يومين أنك قد حصلت على محلول المطاط المستعمل لإصلاح إطارات الدراجات... الخ.

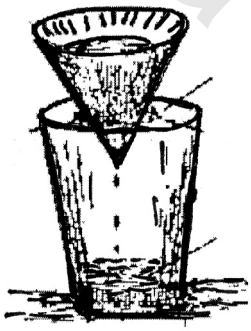
٧- ماء التبلور: سخن قليلاً من مسحوق بلورات الزاج الأزرق فى غطاء علبة من الصفيح لاحظ أن المسحوق سيبيض لفقدانه ماء التبلور، أسقط قليلاً من هذا المسحوق على ورقة نشاف رطبة، فماذا تلاحظ؟

٨- الحبر غير المنظور: حضر محلولاً مخففاً جداً لنترات الكوبلت، واكتب به خطاباً مستخدماً قلماً من ريش الطيور، لاحظ أن الكتابة تختفى عند جفاف المحلول "الحبر"، ولكنها إذا عرضت بعد ذلك لحرارة النار ظهر المكتوب مرة أخرى لتبخر ماء التبلور.

٩- دليل الجو: اصنع أجزاء الدليل المبين فى الشكل كما يأتى: سدادة من الفلين تقوم على قطعة من السلك وقد لصقت بأعلاها بندقة بالشمع الأحمر، الرداء من الورق الرقيق جداً بعد تشبيعه بمحلول نترات الكوبلت والذراعان من الورق المقوى وكذلك القبعة بقطر قدره سنتيمتران تقريباً، أما المظلة فقطرها ثمانية سنتيمترات تقريباً، استعمل

الصمغ العادى للصق واجعل يد المظلة عوداً من الخشب وثبته بالشمع الأحمر، لاحظ تحول لون الرداء إلى الزرقة متى جف الجو.





يقطع طرفة الريشة كما يرى

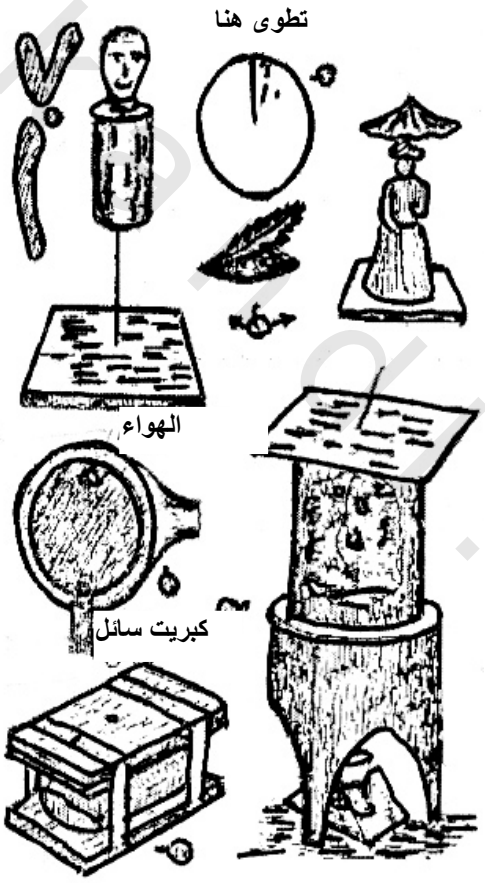
١٠- بلورات الكبريت: انظر الشكل تحت عنوان "جسر العمالقة".

١١- بلورات حامض البتروليك: ضع فى قاع علبة من الصفيح بعد نزع غطائها قليلاً من حامض البتروليك ثم علق غصن نبات ما بواسطة بطاقة من الورق المقوى كما يرى فى الشكل، سخن العلبة على الحامل، ولاحظ أن الغصن يتغطى بما يشبه الصقيع.

obeikandl.com

١٢- زجاج مصنفر: كما ذكر سابقاً مستخدماً كلوريد النشادر وقطعة من الزجاج بدل البطاقة والغصن فتتكون على الزجاج بلورات تشبه شكل أوراق نبات السرخس.

١٣- هل هناك مواد ذائبة فى تربة الحديقة: اغل قبضة من التربة المذكورة مع قليل من الماء فى علبة من الصفيح، ثم رشح سائل وهو ساخن، بخر قليلاً من الترشيح على غطاء علبة من الصفيح فهل تخلف عنه شئ؟ وما مغزى هذا؟



١٤- الترسيب: أضف قليلاً من محلول صودا الغسيل إلى محلول كبريتات النحاس، فماذا تلاحظ؟، كثيراً ما يستخدم الكيميائى هذه الحيلة للحصول على مادة جديدة، فالمادة الصلبة المتكونة لا تذوب فى الماء ، ولذا يمكن فصلها بالترشيح.

١٥- لعمل المرشح الضاغط: احصل على ثلاثة ألواح من الخشب سمك الواحد منها نحو سنتيمتر واحد وطوله ١٥ سنتيمتراً بعرض قدره عشرة سنتيمترات، والمهم أن تتساوى الألواح طولاً وعرضاً، اقطع شريطين من الصفيح عرض كل منهما سنتيمتران، ثم لفهما حول الألواح الثلاثة مع ترك فضاء قدره خمسة سنتيمترات بين اللوحين الثانى والثالث كما يرى فى الشكل، اثقب فى اللوح (١) ثقباً يدخله لولب (مسمار قلاووظ) طوله خمسة سنتيمترات بعد أن أزيل طرفه المدبب بالمبرد. وفى وسط اللوح رقم (٢) ثبت قطعة من الصفيح مساحتها نحو ثلاثة سنتيمترات لتستقبل طرف اللولب، رتب الألواح كما فى الشكل تاركاً اللوح الأوسط سائباً، ضع كيساً مليئاً بورق النشاف المعجون بالماء بين اللوحين رقمى (٢، ٣)، ثم اربط اللولب بشدة تسبب ضغطاً على الكيس فينساب منه الماء تاركاً المادة الصلبة فى داخله.

obeikandl.com

بعض خامات الكيميائى

عجائب:

قدمت أمنا الأرض إلى الكيميائى منذ أقدم الأزمان كثيراً من تلك المواد الأولية الـــتى أتى فيها بالعجيب من التغييرات، فمن غير الكيميائى يستطيع أن يتخيل أن هذا الألومنيـــوم الجميل يمكن استخلاصه من الطين؟ ومن غيره يفكر فى الحصول على أشد الأصباغ تألقاً من ذلك القطران الكريهة؟ على أن هاتين المادتين لا تعدوان أن تكونا مثلين فقـــط مـــن آلاف العجائب التى يبدعها الكيميائى.

الملح:

لعب الملح – ملح الطعام– منذ الأزل دوراً بالغ الأهمية فى الحياة. والواقع أن الحياة لا يمكنها الاستمرار بدونه، فالدم غنى بالملح، وكذلك العضلات، فإذا حرمت من الملح أدركها الفناء، وقد عرض الكيميائيون الفرنسيون برهانهم على هذه منذ سنين عديدة، حين انتزعوا كل أثر للملح من الطعام المقدم لبعض المحكوم عليهم بالإعدام، فمات هؤلاء ميتة أشد هولاً من ميتة الجيلوتين.

الملح والمرتب:

والحيوانات آكلة النباتات إذا أعوزها الملح الكافى فى طعامها الأخضر هرعت الأميال الطويلة إلى الكتل الملحة تلعقها، أما الحيوانات آكلة اللحوم، فتحصل على حاجتها من الملح بأكل العضلات.

وتستهلك الجزر البريطانية سنوياً أكثر من مليونى طن من الملح كل عام أو نحو ٢٥[١] كيلو جرام للشخص الواحد، وقد فطن الرومان لأهمية الملح فكانوا يدفعون للجندى جزءاً من مرتبه فى صورة ملح الطعام حتى اشتقت كلمة مرتب بالإنجليزية ***Salary*** من كلمة ملح ***Salt*** باللاتينيـــة، وحتى صار القول الإنجليزى عمن لا قيمة له بأنه "لا يستحق ملحه" وقد سمع أكثر صبيان المدارس

(١) قد يبلغ هذا الرقم للمصريين ثلاثين كيلو جراماً.

عن أهمية مخازن الملح فيما مضى من الأزمان، حين كان يجلس النبلاء مع ضيوفهم فوق المخزن وتحل الخدم أسفله، ولا يزال الملح عملة للدفع فى بعض بقاع أفريقيا كما تتركز بعض العادات حول تلك المادة.

الحصول على الملح بالتبخر من الحياض

يحكى أن رحالة يسمى ماركيجور *(Marcgrigor)* وقع فى أسر زعيم عربى وهدته رغبته الملحة فى الخلاص إلى دعوة آسرة لتناول شيء من السعوط، وما أن تناول الزعيم قبضة من علبة السعوط حتى أدرك أن الرجل قد ملأها بالملح، ولما كانت تقاليد العرب تحرم اعتبار من يشاركهم الملح عدواً، فقد اضطر الزعيم أن يعامل أسيره معاملة الضيوف، وأن يمنحه الأمان.

البحث عن الملح:

منذ أقدم العصور كان سكان الغابات يهاجرون إلى شاطئ البحر سعياً وراء الملح، فكانوا يكشطون تلك المادة الثمينة من شقوق الصخور حيث تراكمت فيها نتيجة لما قذفته فيها الرياح من مياه البحر. ونحن حتى الآن نحصل من البحر على كميات هائلة من الملح، فننشئ على الشاطئ حياضاً قليلة الغور، وبعد ملئها بماء البحر نتركه لحرارة الشمس ليتبخر منه الماء ويرسب الملح[1]. على أن هذه الوسيلة لم تعد كافية لحاجاتنا الحالية، ففى اليابسة طبقات هائلة من الملح قد يرجع أصلها إلى قيعان بعض المحيطات التى جف ماؤها منذ أزمان قديمة، ثم دفنت تلك الطبقات من الملح

(١) تسمى هذه الحياض فى مصر بالملاحات الموجودة منها بقرب الإسكندرية ورشيد.

تحت سطح الأرض خلال القرون الطويلة. ويوجد مثل هذه الطبقات فى بعض البلاد حيث يحصل على الملح بطريق الحفر بالمواسير، فإذا ما وصلت هذه إلى طبقة الملح ملئت بالماء ثم تترك فيها لتذويب الملح، وبعد مدة يرفع المحلول الناتج إلى خارج الأرض بواسطة المضخات ويبخر بواسطة حرارة النار فى أحواض قليلة الغور، تشبه الأحواض التى سبق الكلام عنها على مقبرة من البحار، والتى يستعاض فيها عن حرارة النار بحرارة الشمس، وقد حدث فى بعض الحالات، لكثرة ما استخرج من تلك الطبقات الملحية، أن تشقق سطح الأرض ثم هبط مما سبب سقوط بعض المنازل فى تلك الجهات، وصيرورة الطرق غير صالحة الاستعمال كما يرى بوضوح فى نورثويتش *Northwich* بمقاطعة تشتر بإنجلترا.

شقوق كبيرة بسطح الأرض فى نورثوتش نشأت من استنفاذ الصخورالملحقة من الطبقات السفلى ونرى أمثال هذه المناظر كثيراً فى النواحى التى يوجد بها الملح

بلورات الملح:

إذا أجرى تبخير الماء بسرعة من الحياض فقد تنتج العملية بلورات دقيقة جداً تصلح لمائدة الطعام، أما إذا تمت العملية فى بطء كانت البلورات كبيرة تصلح لتمليح الأسماك، وبلورات الملح عجيبة الشكل فهى عبارة عن مكعبات صغيرة، وقد يتجمع عدد منها أثناء البلورة فتشكل هرماً مفرغاً.

إخراج الملح بالحراث:

فى بعض بقاع الأرض يستخرج الملح دون الاستعانة بالماء، ففى سولت لايك ستى مثلاً ***Salt Lake City*** بالولايات المتحدة يتراكم الملح فى طبقات هائلة على سطح الأرض، وتستخدم للحصول عليه محاريث للملح على غرار محاريث التربة فى بلاد أخرى، كذلك يعدن الملح من طبقاته الصخرية الهائلة والواقعة تحت سطح الأرض بمئات الأمتار، وقد تكون أعجب تلك المناجم فى العالم بناحية ويليسكا ***Wieliczka*** بغاليسيا ***Galicia*** فى ألمانيا حيث استخرج منها الملح لمدة تزيد عن ٦٠٠ عام، وقد شقت فى صخور الملح الممرات والغرف العجيبة المضاءة بالكهرباء مما يبهر الناظر.

منافع الملح:

الملح هو المادة الأولية لتحضير مركبات الصودا مثل صودا الغسيل، وصودا الخبز، والصودا الكاوية، كما يستعمل الملح لتزجيج بعض أنواع الخزف الرخيص، ونعرف جميعاً فائدته فى حفظ الأغذية، فالواقع أن طرق الحفظ الوحيدة تقريباً التى عم استخدامها فيما مضى من الأزمان لم تتعد التمليح والتدخين، وكانت المؤونة العادية فى السفن هى اللحم المملح، حتى ليعزى انتشار داء الأسقربوط بين البحارة إلى الملح الذى يدخل أجسامهم عن هذا الطريق، لذلك انتشر نفس المرض بين سكان اليابسة إذ كان علف الشتاء للماشية فى تلك الأزمان محدوداً جداً فى نوعه، وكانت الماشية تذبح قبيل الشتاء، ثم يخلل لحمها فى محلول الملح، والمعروف أن الملح إذا زادت كميته تدخل فى العمليات الحيوية، ولذا يقتل الجراثيم، ويحفظ اللحم من الفساد.

كربونات الكالسيوم أو الطباشير:

وهى أيضاً إحدى الخامات القيمة للكيمياوى، وتوجد فى الأرض بكميات عظيمة، متعددة الأشكال وأهمها الطباشير، وحجر الجير، والرخام، والمرجان، وقد أطلق يوليوس قيصر على إنجلترا اسم "البيون" أو الأرض البيضاء حين ما شاهد صخور دوفر البيضاء[1].

الفورامينيفيرا

إذا فحصت هذه المادة تحت المجهر وردت مركبة من أصداف صغيرة جداً تخترق كلاً منها ثقوب دقيقة أو نوافذ تسمى باللاتينية فورامينا، لذلك أطلق على الحيوانات التى تسكن هذه الأصداف اسم فورامينيفيرا ***Foreminifira***، وقد هلكت الملايين العديدة منها ثم هبطت إلى قاع المحيط الذى كانت تعيش فيه، ولا تزال العملية مستمرة حتى الآن دون انقطاع، لتبنى مهداً من طين النضج المكون من هذه الأصداف الصغيرة التى تستلقى عليها أسلاك التلغراف البحرى الكبيرة، وكان من جراء تحركات الأرض أن رفعت ذلك الطين فوق الماء فكون تلك التلال الطباشيرية الممتدة أميالاً طويلة بيضاء فى بعض البلاد، وتنمو الحشائش على الطباشير، وعليها تعيش القواقع ثم تتغذى بها الأغنام وإليها تعزى جودة طعم ضأن تلك الجهات، كذلك يوجد نمو أشجار الزان على الأرض الجيرية، ومن خشبها تصنع الكراسى، فما أكبر التأثير الكيماوى للتربة على حياتنا اليومية.

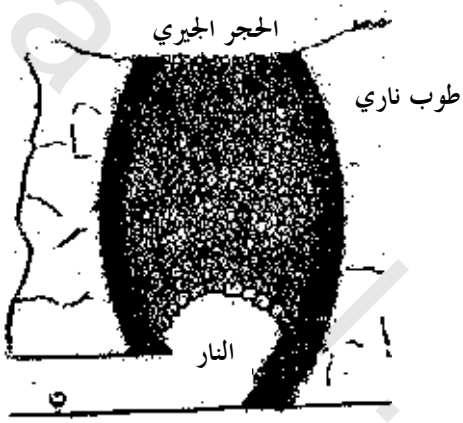
أصداف تخترقها آلاف النوافذ (فورامينا)

(١) ويوجد حجر الجير بمصر فى سلسلة من التلال الممتدة على جانبى وادى النيل ومنها تلال المقطم بجنوب القاهرة.

ويستخرج الطباشير من محاجره لأغراض شتى، فتستخدم منه مع الطين كميات هائلة لصناعة الأسمنت، وإذا ما سحق وخلط بالماء وقلب، طفت الحبيبات الخفيفة وبقيت معلقة، بينما هبطت الحبيبات الثقيلة إلى القاع فإذا سحبنا الجزء الأعلى من السائل المحتوى على "التراب" الدقيق وتركناه يستقر لرسب منه مسحوق الطباشير الناعم.

الجير:

تحرق كتل الطباشير أو حجر الجير من القمائن فتتحول إلى الجير المستخدم فى البناء ونرى القمائن البدائية أحياناً بجوار التلال الكباشيرية، ففى القسم العلوى من القمينة يوضع خليط من الطباشير والكوك، وفى أسفلها نشعل النار فتقوم حرارتها بالتغيير المطلوب.



حجر الجير:

تجرى خلال سلسلة البنين ***Pennine Range***[1]، وهى كتل صخرية تدعى بحجر الجير، ومع أنه أشد صلابة من الطباشير إلاَّ أنهما من وجهة النظر الكيميائية لا يختلفان، ويستعمل الحجر المذكور بكثرة فى أغراض البناء، ويمكن تحويله بالإحراق، كما فى حالة الطباشير، إلى جير رمادى اللون، كما يتحول إلى هذا الجير نفسه، وبالإحراق أيضا، حجر ثالث يسمى الحجر الجيرى الجبلى،

(١) أو المقطم فى مصر.

غير أنه يحتوى على كربونات المغنسيوم إلى جانب كربونات الكالسيوم الموجود فى طباشير الدونز، والجير الناتج عن هذا الحجر أقل نفعاً من سابقه.

المرجان واللؤلؤ:

وصخور المرجان التى تزخر بها المحيطات الدائمة[1] ما هى إلاَّ شكل آخر من حجر الجير. حيث يبنى صخر المرجان من متخلفات الآلاف من الأحياء المرجانية، كما أن كثيراً من جزر جنوب المحيط الهادى لا يتركب إلاَّ من دائرة من الصخور المرجانية تحتضن فى وسطها بحيرة أو منخفضاً من الماء، وفى المواضع المحمية من المياه قد يوجد محار اللؤلؤ، وما اللؤلؤ إلاَّ صورة أخرى عجيبة من صور كربونات الكالسيوم، ففى صدفة المحار تدخل حبة حادة الجوانب من الرمل فيتهيج لحم المحار الفضى، ويعجز المحار عن طرد تلك الحبة الخبيثة فيفرز لتغطيتها طبقة بعد طبقة من كربونات الكالسيوم، وتتراكم الطبقات متوالية، فتنتج اللؤلؤة، وللحصول على لؤلؤة واحدة يتعين صيد عدد كبير من المحار.

البحث عن اللؤلؤ

للحصول على لؤلؤة واحدة يفنى عدد كبير من المحار

(١) أو البحر الأحمر.

منافع الجير:

من أكثر الصخور نفعاً على وجه البسيطة كربونات الكالسيوم فى أشكاله المتعـــددة، والتى ترجع جميعاً فى أصل تكوينها إلى الحيوان، فهى تستخدم فى صورة الرخام للبناء، وتحرق إلى الجير الحى ذى المنافع العديدة، فيضاف إلى الأرض الحامضية لاستصلاحها، كما يدخل فى صناعة المونة، ولقطعة الجير الحى عند خروجها من القمينة خواص غريبة، فهى إذا وضـــعت فى جفنة وأضيف إليها ثلث حجمها من الماء تصاعد منها البخار، وانتفخت إلى حد كبير ثم استحالت تراباً، وتسمى حينذاك بالجير المطفأ، وللجير الحى دائماً شراهة للرطوبة فيمتصها ويخرج حرارة عالية، وقد يذكر القارئ كيف اصطف الأسطول الإنجليزى (معركة ســـلايز *Sluys* عام ١٣٤٠) تحت قيادة هيوبرت دوبراه ***Hubert de Burgh*** فى مهـــب ريـــح السفن الفرنسية يقذفها بتراب الجير الحى، وكيف حملت الريح هـــذا التـــراب إلى وجـــوه البحارة الفرنسيين تحرقها وتعميهم، وتعتبر هذه الواقعة من أقدم أمثلة الحرب الكيمياوية.

على ظهر سفينة من صائدات اللؤلؤ بعد صيد جيد

ويضاف الجير المطفأ المسحوق إلى الرمل لصناعة المونة، ومن فوائد الرمل هنا الحيلولة دون انكماش المونة تحت ثقل الطوب التى استخدمت لربطه معاً.

خراطيش الجير:

ويستخدم الجير الحى فى مناجم الفحم أيضاً لتكسير الفحم، إذ يصنع خرطوش من الجير ويوضع فى ثقب فتح فى كتلة حائط الفحم ثم يدفع الماء فى الخرطوش، فينتفخ ويفتت الفحم فى هدوء مع تجنب الخطر الذى قد ينجم من استعمال المفرقعات.

البوتاسا:

والبوتاسا أو كربونات البوتاسيوم كما تسمى أحياناً، مادة كيميائية أخرى استخدمت فى أزمان طويلة، ويمتص النبات عنصر البوتاسيوم من التربة، حتى أن القدماء يحرقون النباتات ثم يغلى رمادها مع الماء فى حلة حديدية، ويفصل السائل من الرماد ثم يبخر لتبقى بالحلة كتلة مبيضة اسمها "رماد الحلة" ولهذا الرماد ملمس صابونى متى بلل بالماء، ولذا استعمل محل الصابون للتنظيف حقبة طويلة من الزمن، وبما أن عنصر البوتاسيوم غذاء ضرورى للنبات فقد استخدمه الزراع سماداً، كما استخدم أحياناً كربونات البوتاسيوم نفسها، وفى أحيان أخرى تضاف المواد النباتية إلى التربة وتحرث فيها، وبانتهاء انحلالها يخرج منها عنصر البوتاسيوم غذاء للنبات.

ملح البارود:

يوجد هذا الملح أو سالتبيتر ***Saltpetre*** فى تربة البلاد الدافئة حيث عرف منذ أكثر من ألف سنة، وهو سهل الذوبان فى الماء، فتغسل التربة الحاوية له وتصفى ويبخر المحلول الصافى للحصول على الملح فى بلورات إبرية طويلة من نترات البوتاسيوم، وقد استخدم الملح المذكور كثيراً فى الماضى لصناعة البارود، وأعواد "الثقاب البطئ" وهى عبارة عن خيط القنب المبلل فى الملح المذكور وبإشعاله يحترق على مهل، ويمكن أن يشتعل بلهب إذا أردنا، وذلك بالتهوية عليه، وقد استعمل هذا الملح، بديلاً من الملح العادى لحفظ اللحوم دون أن يتلف كثيراً من لون اللحم.

بيريت الحديد:

إذا فتتنا قطعة من الفحم شاهدنا بها كثيرا من الأحوال ؛ مادة صفراء برونزية اللون ذات بريق معدنى يسمونها بإنجلترا "ذهب الأحمق" إذ هى عبارة عن مادة مركبة من الحديد والكبريت تسمى بالبيريت ***Pyrites***.

وتوجد هذه المادة أحياناً بكثرة، وبمنأى عن الفحم، فى شكل بلورات مكعبة، وقد استعملها الاسكيمو قروناً طويلة مع الكواتز للحصول على النار بحكمها معاً ثم إسقاط الشرارة الناتجة عن الطحلب الجاف، حتى إذا ما مسكت به اشتعل، وتستورد الآن من أسبانيا كميات كبيرة من البيريت لصناعة الزاج، الذى إذا عرض للهواء الرطب تحول لونه إلى الأخضر، وأعطانا الزاج الأخضر، والذى كان مصدراً لصناعة الزاج فى الكيمياء القديمة، وكثيراً ما يستعمل الزاج الأخضر محلولاً لتجديد رونق طوب المنازل، إذ يستحيل لونه إلى لون الطوب عند تعريضه للهواء.

الزاج الأزرق:

وهو مادة أخرى تشبه الزاج الأخضر، وجدها الكيميائيون القدماء فى مجارى المياه الخارجة من مناجم النحاس، ومن الزاج الأزرق يمكن تحضير النحاس بسهولة كما رأيت من قبل. ويستعمل الآن الزاج الأخضر والزاج الأزرق، لطرد الجرذان والفئران وذلك برش المادة حول مأويهما.

الكبريت:

يوجد الكبريت أو الحجر المحترق أو الـ ***Primstone*** كمادة صفراء فى المناطق القريبة من البراكين، فيعدونها فى صقلية كما يعدن الفحم، وكان الكبريت مطلوباً بكثرة فى عصر الكيميائيين القدماء، فقد استخدم فى صناعة البارود كما استخدم ملح البارود، ولعلك قد سمعت أن بيزارو ***Pizarro*** وجنوده قد استندوا فى رحلاتهم كل ما كان لديهم من البارود، فانعدمت فائدة بنادقهم التى تعمل بالصلب والحجر الصوان، وكانوا قد جمعوا

ملح البارود من سهول بيرو إبان مرورهم بها، فعمدوا إلى تسلق بركان كوتوباكسى *Cotopasci* الهائل للحصول على الكبريت وأدلوا أحد رجالهم فى سلة إلى داخله فقد يستطيع جمع بعض الكبريت من حيضانه حتى يتسنى لهم بذلك صنع ما يريدون من البارود، ولا يزال الكبريت مطلوباً حتى الآن لصناعة الثقاب وكذا لصناعة المطاط الجامد.

الكوارتز:

يتركب الجرانيت، كما يعلم القارئ، من ثلاثة أشياء– الميكا، والفلسبار والكوارتز، وللأخير اسم آخر هو البلور الصخرى، إذ يوجد بمنأى عن الجرانيت فى شكل بلورات، والبلورات الكاملة الصورة نادرة فى الطبيعة نظراً لتكونها مزدحمة معاً. وبلورات الكوارتز الكاملة منشورية الشكل ذات ستة أضلاع ينتهى طرفاها بهرم، وهى صلبة حتى أن سكينا من الصلب لا يخدشها، وهى صافية قد يشوبها لون خفيف، وما الجمشت (الأميثيست) الذى نراه عند تاجر الجواهر إلاَّ كوارتز وردى اللون، كما أن الكيرنجورن *Cairngorn* كوارتز أصفر، ويتفتت الكوارتز إلى حبيبات صغيرة جداً من الرمال التى تنتشر على سطح البسيطة. فإذا اندمجت هذه الحبيبات بعضها ببعض كونت الحجر الرملى الذى يكثر استخدامه فى رصف الشوارع.

بلورات الكوارتز

والرمل نافع جداً للكيمياوى، فمنه يصنع الزجاج بعد خلطه بمواد أخرى، بل منه وحده بعد صهره فى درجة حرارة عالية جداً يصنع الزجاج الذى يمكن تسخينه وتبريده بسرعة دون أن ينكسر، والكوارتز، أو السيليكا، أو ثانى أكسيد السيليكون إذ هى أسماء متعددة لشىء واحد– كثيرا ما صاحب الذهب والمعادن الثمينة الأخرى فى الطبيعة، ويتعين إذا للحصول على المعدن فصله من الصخر الموجود فيه.

حجر الصوان:

أشبه شىء بالإسفنج المتحجرة، وتتخلل طبقاته الطباشير، فقد نمت بقاع البحر عند تكون ذلك الطباشير، وما الصوان إلاَّ شكل آخر من الكوارتز، وبما أنه عبارة عن سيليكا نقية فإنه يصهر مع مواد أخرى لصناعة الزجاج الصوان، وهو المستخدم فى عدسات المجاهر والنظارات، وقد لعب الصوان فى العصر الحجرى دوراً مهماً جداً، إذ به قدحت النار، ومنه صنعت الآلات الحادة كالسكاكين، والفؤوس، والسهام.

وهناك بالطبع مئات من الأشياء الأخرى التى تكون جزءاً من سطح الأرض والتى يستخدمها الكيميائى من وقت إلى آخر، ولكن هناك واحداً من هذه الأشياء يجب أن لا يفوتنا ذكره هنا.

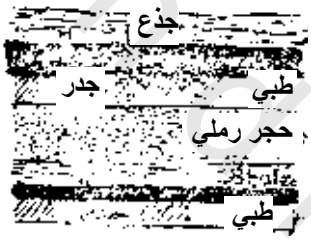
الفحم:

قد يكون الفحم أهم المواد الأولية التى يستخرجها الكيميائى من الأرض فى الوقت الحالى. وفى الأزمان الخالية التى لا يحيط بها الحصر، نمت نباتات السرخس الضخمة والطحالب وذيل الحصان فازدهرت بالمستنقعات الشاسعة الرقعة على مقربة من مصاب الأنهار، وبمحاذاة حواف البحار والبحيرات المنقرضة، ثم سقطت النباتات وماتت، وقديماً قبل أن يطأ الإنسان هذه الأرض بأزمان طويلة سطعت الشمس على هذه الأشجار الهائلة فى جو كان بالغ الرطوبة، فنمت هذه النباتات بغزارة منعدمة النظير فى الوقت الحالى، اللهم إلاَّ بعض نباتات المستنقعات التى تزركش شواطئ البحار وأفواه بعض الأنهار الاستوائية العظيمة، ولعله كان منظراً مملاً أن ترى غابات واسعة، بلا زهرة واحدة تزينها، فقد كانت

كل نباتات عصر الفحم عديمة الأزهار، وفى خلال العصور التى لا يحيط بها العد نمت النباتات الكثيفة، ونضجت ثم ماتت، مكونة بذلك مهاداً لنباتات أخرى ترفع أجسامها الجديدة على رفات القديمة.

كيف تكون الفحم:

إذا حدثت إحدى تلك التحركات الغامضة لقشرة الأرض، فهبطت الأدغال المتبلدة تحت وطأة الأمواج المتقدمة التى حملت معها تلك الكتل النباتية ثم دفنتها تحت طبقات متوالية من الرمال والطين. وكلما مضت السنون كلما غاصت الأدغال، وزاد تراكم الرمال والطين عليها، وبتأثير ضغط الطبقات الأرضية عليها انتابت الأشجار والنباتات القديمة تغيرات تدريجية غامضة أحالتها فى النهاية إلى طبقة هائلة من الفحم، أو كما أسموها قديماً إشعاع الشمس المختزن من الأزمان السحيقة الماضية.



غرف الفحم

ويكاد يكون من المقبول الآن أن هذه هى الطريقة التى تكونت بها عروق الفحم، إذ أن جذور تلك الشجار الضخمة من الأزمان الغابرة لا تزال ترى فى مكانها من الطين الحامل لعرق الفحم، كما أن الجذوع لا تزال آثارها ظاهرة فى طبقة الطفلة، وذلك بعد أن هبط أساس الغابة تحت البحر، وكثيراً ما وجدت أوراق نبات شبيهة بأوراق نبات السرخس الموجود بالأرض الآن، كما عثر على الملايين من بذور الطحالب الضخمة التى تعود إلى تلك الأزمان وذلك فى أى كتلة تتناولها من كتل الفحم.

الفحم كوقود:

لا نعلم بالتحديد تاريخ معرفة الإنسان بالفحم، وبما أن فى لانكشين بإنجلترا مناطق يظهر فيها الفحم على سطح الأرض فلابد أن يكون الإنجليز القدماء قد استخدموه، كما أن الرومان قد استخدموه بالتحقيق حين كانوا هناك، وكذلك الساكسون فى أيامهم، وتدل وثيقة من أقدم الوثائق على أن هنرى الثالث قد منح حق بيع الفحم لأهالى نيوكاسل فى عام ١٢٣٩. وجلى أنه لم يكن وقوداً محبوباً فى تلك الأيام حين لم تكن المداخن معروفة. فالواقع أن الشعب قد اشتكى إلى إدوارد الأول واعترض على استعمال الفحم بوصفه شيئاً كريهاً، وفى حكم الملكة اليزابيث الأولى صدر أمر بمنع استخدامه كما قدم أهالى لندن طلباً إلى البرلمان فى عام ١٦٤٩ بمنع استخدام الفحم لما يسببه من الروائح الكريهة عند احتراقه.

انطباع ورقة نبات السرخس على الفحم

ولما انتشر استعمال المداخن فى المائة سنة التالية انتشر معها استخدام الفحم، كما كثر تعدينه، وقام النساء فى إنجلترا بالقسط الأكبر من العمل، أما فى اسكتلندا فكان عمال المناجم عبيداً للأرض لا يملكون حرية التنقل من منجم إلى آخر، ولكنهم خاضعون لنظام التبادل أو المقايضة بواسطة أسيادهم، ويحكى أن شاباً صاحب منجم كان فى زيارة منجم صديق له فقال له الدليل: إننى أذكرك جيداً ، فهل تذكرنى أنت: لقد أبدلنى أبوك بمهر.

استعمال الفحم وقوداً بالمدن

كانت المناجم سيئة التهوية، وكان الفحم يرفع إلى السطح برافعات تدار باليد، أما الآن فالتهوية فى المناجم جيدة، ويرفع الفحم ويحمل بالآلات الكهربائية، أما استخدام الفحم وقوداً بالمدن فلا يزال مصدراً للمتاعب، فالدخان والغازات الكريهة الرائحة المنبعثة من إحراقه تنطلق إلى الجو فتفسده، كما يجعل الضباب بمدن إنجلترا الكبرى أقتم وأثق لما ينطلق فيها من الهباب باستمرار.

منافع الفحم:

لا تقتصر منافع الفحم بعد استخدامه من الأرض على إمدادنا بالوقود فى أشكال مختلفة كالكوك لصناعة الصلب، والفحم وغازاته لإنتاج الحرارة، ولكن هذه المنافع تمتد- بفضل الكيميائى الحديث- إلى إنتاج القطران لرصف الطرق، والمخصبات للمحاصيل الزراعية، وأعجب الأصباغ اللامعة التى عرفها العالم حتى اليوم.

داخل منجم فحم حديث فى ويلز الجنوبية

تطبيق عملى

١- بلورات الملح: حضر محلولاً مركزاً من ملح الطعام واتركه ليتبخر على مهل فى صحن فنجان، افحص البلورات وارسمها.

٢- مسحوق الطباشير الناعم: اسحق جزءاً من الطباشير إلى أنعم ما يكون التراب، ضعه فى كأس من الماء ثم حركه بقضيب رفيع من الخشب، فإذا استقر فى القاع الأجزاء الخشنة نسبياً من المسحوق فاسكب الجزء العلوى اللبنى فى كأس أخرى كما ترى فى الشكل. اترك هذا السائل ليستقر تماماً ثم اسكب فى المحلول الصافى أكثر ما تستطيع، واترك المتبقى ليجف.

٣- لتحضير الجير: خذ قليلاً من الطباشير أو مسحوقه الناعم، ثم خذ علبة من الصفيح لا لحام فيها وأثقب بقاعها بضع ثقوب بواسطة مسمار واربطها فى أعلى بأنشوطة من السلك كما ترى فى الشكل، ضع الطباشير فى العلبة، واغمرها فى نار متقدة، انفخ النار بمنفاخ لمدة ١٥ إلى ٢٠ دقيقة، ثم اسحب العلبة واتركها لتبرد، افحصها الآن، تجد أن الطباشير قد تغير إذ تحول إلى جير.

٤- طفى الجير: ضع قطعة من الجير الحى بحجم الجوزة فى غطاء علبة من الصفيح ثم أضف إليها نحو ثلث حجمها من الماء وراقب ما يحدث.

obeikandl.com

٥- خرطوش الجير: خذ صندوقاً صغيراً من الصفيح ذى غطاء يقفل بالضغط، اثقب بضع ثقوب فى قاع الصندوق ثم املأه بالجير وأقفله بإحكام، ضعه قائماً فى غطاء علبة من الصفيح قد ملئ، وراقب ما يحدث.

٦- عجينة الجير والمونة: خذ شيئاً من الجير المطفأ، الناتج فى ٤ واصنع منه عجينة من الماء فى غطاء من الصفيح، ثم اقسم العجينة قسمين، اخلط مع أحدهما رملاً، ثم اتركه حتى يجف مع القسم الآخر، جنباً إلى جنب، على قطعة من الزجاج، لاحظ أيهما يشتق قبل الآخر.

٧- ماء الجير: رج قليلاً من الجير المطفأ مع الماء فى زجاجة ثم اتركها بعض الوقت، رشح السائل وقد صار صافياً تقريباً، فالمترشح هو ماء الجير الذى يستخدمه الكيميائى كثيراً.

٨- البوتاسا: قطع بعض سوق وأوراق نبات عباد الشمس إلى أجزاء صغيرة وأضف إليها البذور، ثم سخنها إلى درجة الإحراق فى غطاء علبة من الصفيح، اجمع الرماد واغله فى الماء، رشح السائل وبخر المترشح فى غطاء صفيحى، تجد راسباً أبيض من البوتاسا، رطبه ببعض الماء والحظ ملمسه الصابونى.

٩- ملح البارود: سبق شرحه

١٠-البيريت: اجمع بعض حبات ذهب الأحمق من الفحم وضعها فى صحن فنجان مع بعض الماء حتى يغطيها، جدد الماء بين الفينة والفينة كلما تبخر منه شيء ، نجد أن الماء قد صار أخضر اللون بعد بضعة أيام، بسبب الزاج الأخضر الذى تكون فى المحلول.

١١-الزاج الأخضر: أذب مسحوق بلورة من كبريتات الحديد (الزاج الأخضر) فى الماء وانشرها على قطعة من الورق، اتركها ثم لاحظ ما يحدث.

١٢-الزاج الأزرق: سخن جيداً بلورة منه فى غطاء من الصفيح، فماذا تلاحظ.

١٣-الكبريت: ضع قليلاً من الكبريت على قطعة من الصينى ثم أشعله لاحظ السهولة التى بها يحترق، ولون الشعلة، والرائحة المتصاعدة، ألق بالسائل المتكون فى إناء من الماء قبل أن يسيل من قطعة الصينى.

الأحماض والقلويات والأملاح

الأشياء ذات الطعم اللاذع [الحامض]:

يتذوق أغلب الناس بين وقت وآخر الليمون الحامض، أو البرتقال الحامض أو العنب الحامض أو التفاح الحامض أو اللبن الحامض أو النبيذ الذى له طعم الخل. ويعزى الطعم اللاذع فى جميع هذه الحالات إلى ما يسميه الكيميائى بالحامض، ففى الليمون حامض الليمونيك، وفى التفاح حامض الماليك، وفى اللبن حامض اللبنيك، وفى النبيذ حامض الخليك، ويعرف الكيميائى أحماضاً عديدة جداً، وهذا الطعم اللاذع صفة مشتركة بينها جميعاً، كما أن لها خواصاً أخرى مشتركة ايضا، فهى قارضة تأكل المعادن، فإذا قطعت تفاحة بسكين عادية، لرأيت بعد وقت قصير آثار قرض الحامض فى نصلها، وإذا ترك الخل فى وعاء نحاسى لقرض المعدن المذكور، ونتجت عن ذلك مادة خضراء شديدة السمية تسمى الزنجار.

الحفر على المعادن:

وتستغل الخاصية المذكورة فى الحفر على المعادن، ولو أن الأحماض المستخدمة لهذا الغرض أكبر قوة وقرضاً من جميع الأحماض التى ذكرناها حتى الآن، وأقوى الأحماض لهذا الغرض هو ما سماه القدماء زيت الزاج، أو حامض الكبريتيك كما نسميه الآن، فخواصه القارضة شديدة جداً، وروح الملح أو ما نسميه الآن حامض الهيدروكلوريك حامض قوى جداً هو الآخر، وكذلك حامض النيتريك أو "الماء القوى" كما سماه القدماء.

زيت الزاج:

حضره القدماء سائلاً زيتى الشكل، من بلورات زجاجية الشكل هى الزاج الأخضر، مركبة من الحديد والزاج. فإذا سخنت هذه البلورات الخضراء فى وعاء فخارى ذى رقبة طويلة ملتوية (معوجة) لنفثت أبخرة بيضاء ثقيلة خانقة تذوب فى الماء لتنتج محلول زيت الزاج.

روح الملح:

ولما حصل الكيميائى على هذا الزيت أخذ يجرب تأثيره على مواد عادية شتى، وكان من هذه التجارب تسخين الملح العادى مع الزيت المذكور فى معوجة من الفخار، فحصل على أبخرة بيضاء ثقيلة ذابت فى الماء بسهولة ظاهرة، وأنتجت مادة حامضية جديدة هى روح الملح أو كما تسمى الآن حامض الأيدروكلوريك.

ثم سخن الكيميائى فى تجربة أخرى ملح البارود (نترات البوتاسيوم) مع زيت الزاج فى معوجة أيضاً، فحصل على حامض آخر جديد يدبغ الجلد والأظافر بلون أسمر أو أصفر، وإذا ما سقط على المعادن العادية كالحديد أو الخارصين أو النحاس كان فعله عنيفاً وأخرج غازات خانقة وسمى الحامض الجديد "الماء المقوى" ونسميه الآن حامض النيتريك.

كيف نعرف الأحماض:

من بين الخواص المشتركة لجميع الأحماض إحداثها فوراناً متى صبت على المواد المسماة بالكربونات وقد عرفنا منها صودا الغسيل، وصودا الخبيز، والرخام والطباشير، وسيرى القارئ هذه الظاهرة بنفسه إذا ألقى ببضع نقط من الخل على الصودا، أو بشيء من عصير الليمون على قشرة البيض.

القرض أو التآكل:

بما أن الجو يحوى آثاراً من الأحماض مثل حامض الكربونيك الناتج من تنفس الحيوان والنبات، وحامض النيتريك الذى يتكون بعد عواصف الرعد مباشرة، فإن أحجار المبانى يتآكل بالتدريج ما فيها من الكربونات، وتلاحظ هذه الظاهرة بوضوح فى المدن الكبرى حيث يتخلف فى جوها الحامض الناتج من احتراق الفحم المحتوى على الكبريت بجانب ما ذكرنا أعلاه من الأحماض الأخرى، ويضع المهندس المعمارى هذه الحقائق نصب عينيه عند اختيار الأحجار لما يتولى تشييده من مبان.

تغيير الألوان "الدلائل"

للأحماض خاصية عجيبة هى تغيير ألوان بعض المواد النباتية الملونة، ولعلك قد لاحظت أن كرنب التخليل الأرجوانى اللون إذا قطع وأضيف إليه الخل- وهو حامض الخليك الضعيف- استحال لونه إلى أحمر زاه بفعل الحامض المذكور، الذى أحال الصبغة الأرجوانية إلى حمراء قرمزية تقريباً، ويمكنك استخدام المحلول الأرجوانى الذى حصلت عليه (سابقاً) للكشف على المواد الحامضية، إذ لو أخذت منه قليلاً فى كأس ثم أضفت إليه ملء ملعقتين من الخل لرأيت فى الحال تغير اللون الذى وصفناه، فالسائل الأرجوانى إذا "دليل" تكشف به عن الأحماض، وأحد الدلائل التى يستعملها الكيميائى بكثرة فى العادة هى خلاصة عباد الشمس، وهى ذات لون بنفسجى أزرق، يتقلب فى سرعة بالأحماض إلى اللون الأحمر، وهناك من الدلائل ذات الأسماء الطويلة الفينول فيثالين ***Phecnol Pthalene*** الذى تغير القلويات لونه إلى الأحمر، والميثيل البرتقالى ***Methyl Orange*** لأن محلوله المائى ذو لون برتقالى يتحول بالأحماض إلى الأحمر الوردى وبالقلويات إلى الأصفر.

القلويات:

وهناك قسم كبير آخر من مواد كيمياوية فى غاية الأهمية تدعى بالقلويات، وقد أطلق اسم القلوى أول ما أطلق على رماد نتج عن حرق أعشاب البحر، إذ كان محلوله فى الماء

صابونى الملمس كما فى حالة البوتاسا، ولا تقرض القلويات المعادن عادة كما تفعل الأحماض، ولكنها تلاشى حامضية المواد الحامضة، والجير من أكثر القلويات شيوعاً، ويحصل عليه كما علمت من تسخين الطباشير، والقلويات، كالحوامض تؤثر على الدلائل، ومن اليسير إعادة أى دليل إلى لونه الأصلى بواسطة القلوى، إذ كان قد غير هذا اللون حامض ما، وتستطيع مشاهدة ذلك بوضع قليل من دليل عباد الشمس مثلاً فى كأس ثم إضافة عصير الليمون إليه فينقلب لونه إلى الأحمر، فإذا أضفت الآن إلى المحلول شيئاً من ماء الجير وقلبته معه لاستعاد عباد الشمس لونه الأزرق.

تأثير مدهش:

يحكى أن عالماً مشتهراً أعلن أنه سيذهب إلى مأدبة ما، وأن لون ملابسه ستنقلب أحمر كالدم فى نهاية المأدبة! ووصل العالم إلى قاعة المأدبة حيث استقبله مضيفه الأمير فى ملابس بيضاء ناصعة، فسترته بيضاء، وقميصه أبيض، وربطة عنقه بيضاء، وسرواله أبيض، وشرابه أبيض، وكذلك حذاؤه، وما كاد الطعام ينتهى حتى كانت ملابسه جميعاً حمراء كالدم، وتحقق بذلك ما وعد، ولا ندرى بالضبط كيف تم الأمر، فله سر لم يبح به ذلك العالم قط. ولكن المظنون أن ملابسه البيضاء كانت قد غمست جميعاً فى عصير البنجر، ثم فى ماء الجير الذى ذهب بلون البنجر، وفى جو قاعة المائدة ينبعث كثير من غاز حامض الكربونيك نتيجة ازدحامها بالناس، واستعمالهم لمقادير كبيرة من النبيذ، مما يلاشى تأثير ماء الجير، ويعيد إلى عصير البنجر لونه الأصلى الأحمر، ولذلك لم يكن هذا الحديث المثير إلاَّ عرضاً بسيطاً لحقيقة كيمياوية بسيطة، ويستعمل الحواة فى ألعابهم كثيراً من أمثال هذا وسيجد القارئ منها واحداً أو اثنين فى التطبيق العملى لهذا الموضوع.

التعادل - الأملاح :

والدلائل فى منتهى الأهمية للكيمياوى، فهى تدل على إتمام التغير الكيميائى، فقد قلنا أن القلويات تلاشى حامضية الحوامض، ولكن كيف لنا أن نعرف أننا أضفنا الكمية اللازمة

بالضبط من القلوى لإتمام المطلوب؟ اعصر فى كأس صغيرة قطرات من عصير الليمون واتبعها ببعض الماء ثم بقطرات من دليل عباد الشمس الأزرق ترى أنه يحمر فى التو. فإذا أضفت الآن كميات صغيرة من ماء الجير الصافى إلى ما بالكأس على مهل ومع التقليب الجيد دائماً فإنك ستصل إلى النقطة التى يعود فيها اللون الأحمر إلى الأزرق. وعندها يجب فى الحال وقف إضافة ماء الجير، فقد أضفت منه الكمية اللازمة فقط لمعادلة أو ملاشاة الحامض، والواقع الصحيح أنك أضفت زيادة طفيفة جداً لأن اللون الأزرق دليل على وجود القلوى بكمية تزيد عن كمية الحامض، وهذه العملية تحدث باستمرار فى جميع مصانعنا الكيمياوية الكبرى، فالقلوى "قتل" الحامض، وإحدى نتائج ذلك هى تحضير الملح.

وإذا كان الملح الناتج من عملية التعادل غير ذائب فى الماء، كما فى هذه الحالة التى فيها تتكون ليمونات الكالسيوم، فيمكن ترسيبه والحصول عليه بالترشيح، أما إذا كان الملح الناتج من العملية ذائباً فى الماء فسيبقى فى الماء، ويمكن تخليصه منه طبعاً بالتحضير، ومن أهم القلويات شيوعاً فى حياتنا اليومية الجير، والصودا الكاوية، والبوتاسا الكاوية، والنشادر.

قرص النمل ولسع النحل:

ويسببهما حقن الحشرة للجلد بحامض النمليك، ولكن نقطة من محلول النشادر المخفف تعادل الحامض المذكور فيخفف الألم كثيراً.

المواد المتعادلة:

وإلى جانب الأحماض والقلويات توجد مواد لا تأثير لها على الدلائل مطلقاً، ومنها الماء والكحول، والبترول والسكر... الخ، وتسمى بالمواد المتعادلة.

تطبيق عملى:

(ملاحظة: لا تحبذ فى هذه المرحلة أن يحضر القارئ بنفسه كميات محسوسة من الأحماض، وخير له أن يحصل عليها بطريق الشراء، فالأحماض مواد فى غاية الخطورة لمن لا يتناولها فى حرص وعناية زائدتين).

١- تحضير حامض الكبريتيك: بطريقة الكيمياويين القدماء.. سخن الزاج الأخضر فى بطن غليون من الفخار، ثم عرض للأبخرة البيضاء المتصاعدة قضيباً أو قطعة من الزجاج مبللة بالماء، قلبها فى ماء نصف فنجان من الماء ثم ذق المحلول بطرف لسانك، فماذا تلاحظ؟

٢- اختبار الزاج النقي: ارصد خصائصه الظاهرة، اسكب باحتراس وبطء نحو نصف ملعقة شاى منه فى نحو نصف فنجان شاى من الماء تجد أن للزاج شغفاً شديداً بالماء وأنهما يتحدان بسرعة فائقة (صب الزاج فى الماء واحذر من العكس).

٣- الزاج يستلخص الماء من المركبات التى تحويه.. أذب ملء ملعقة شاى صغيرة من السكر فى نصف فنجان من الماء، ثم أضف إليه نحو فنجان قهوة من الزاج باحتراس وبطء شديد، مع التقليب المستمر واترك الفنجان بعض الوقت على صحن، فماذا تلاحظ؟ (يتركب السكر من الفحم والماء).

٤- اكتب على قطعة من الورق بقضيب زجاجى قد غمس فى الزاج القوى واترك الورقة فى مكان دافئ فماذا تلاحظ؟

٥- حامض الكبريتيك حارق ضع نقطة من الحامض القوى على قطعة من الخشب، وأخرى على قطعة من القماش واتركهما، فماذا تلاحظ؟

٦- اختبارات حامض الكبريتيك : حضر محلولاً لصودا الغسيل وألق فيه باحتراس قليلاً من الزاج، فماذا تلاحظ؟ ضع نقطة من الزاج فى ملء نصف فنجان من محلول عباد الشمس المخفف فماذا يحصل؟ اسكب قليلاً من الزاج على قطعة صغيرة من النحاس فى فنجان قهوة، فماذا ترى؟ أضف قليلاً من الزاج إلى ماء الجير، واذكر ما يحصل.

٧- حضر روح الملح كما حضره الكيمياويون القدماء: ضع قليلاً من الملح فى بطن الغليون، وغط الملح بالزاج القوى، سخن كما فى (١) مستقبلاً الأبخرة بقضيب زجاجى مبلل كما فى (١).

٨- افحص روح الملح القوى/ ارصد خصائصه الظاهرة، هل يفعل ما يفعل الزاج إذا سكب فى الماء.

٩- اكشف تأثير روح الملح على:

أ - محلول صودا الغسيل. ب- محلول عباد الشمس الأزرق.

جـ- شظية من النحاس. د - ماء الجير.

١٠-حضر حامض الأزوتيك كما فعل الكيماويون القدماء. سخن فى بطن غليون جزءاً من ملح البارود بعد خلطه جيداً بجزئين من مسحوق ناعم للزاج الأخضر، استقبل الأبخرة بقضيب زجاجى كما فى (١، ٧)، ذق المحلول المخفف جداً بطرف اللسان.

١١-افحص حامض الأزوتيك القوى وارصد خصائصه الظاهرة. اختبر مفعوله مع محلول الصودا، ومحلول عباد الشمس، وماء الجير، وشظية من النحاس.

١٢-احفر اسمك على نصل سكين: سخن النصل، واسحبه على جسم شمعة بضع مرات حتى يتغطى كلية بالشمع، ثم احفر اسمك فى الشمع حتى تصل إلى المعدن، اترك النصل نحو عشر دقائق فى حامض الأزوتيك المخفف داخل فنجان حتى تظهر الحروف سوداء، اسحب النصل واغسله بالماء ثم اصهر الشمع بالحرارة وامسحه ترى اسمك مفحوراً على الصلب.

١٣-حامض الخليك: اترك قليلاً من الجعة معرضة للهواء حتى تقدم. رشح وخفف المترشح حتى يصير شبه صاف، ثم اختبره بعباد الشمس، اسكب قليلاً من المحلول غير المخفف على الصودا، فماذا تلاحظ؟ بخر بعضه فى بطن غليون حتى الجفاف، فهل تعرف الرائحة المنبعثة منه؟

١٤-استخلاص الأحماض: اسحق مع قليل من الماء فى صحن فنجان كلاً من المواد الآتية على حدة: ليمونة، برتقالة، تفاحة، شليك، كريزة، ثم رشح السوائل الناتجة، اختبر كلاً

منها بعباد الشمس، أو أى دليل آخر، واكتب ملاحظاتك، هل تحتوى كل الفواكه المذكورة على أحماض.

١٥-القلويات: حرك قليلاً من الجير فى الماء، ثم اتركه ليستقر، رشح واختبر المحلول المرشح الصافى بعباد الشمس الأحمر والأزرق، وارصد ما تجد، وتستطيع بدلاً من استخدام محلول عباد الشمس، أن تحضر منه أوراق اختبار كما يلى: حضر محلولاً مركزاً لعباد الشمس الأزرق، خذ نصف المحلول فأضف إليه قطرة من حامض الأزوتيك المخفف جداً لينقلب لون المحلول إلى الأحمر، قطع أشرطة من ورق النشاف، طولها ٢١ سنتيمتراً، وعرضها سنتمتر واحد. واغمس بعضها فى المحلول الأحمر، والبعض الآخر فى المحلول الأزرق، ثم اترك الشرطة معلقة فى الهواء بواسطة الدبابيس حتى تجف، قطع كل شريط إلى سبعة أجزاء واحتفظ بها، وتستعمل الورقة منها بغمسها فى المحلول المراد اختباره أو إسقاط نقطة منه عليها بواسطة قضيب من الزجاج.

١٦-أذب قطعة صغيرة من الصودا الكاوية فى الماء واختبر المحلول بورق عباد الشمس.

١٧-تحضير الأملاح: عرض قضيباً أو قطعة من الزجاج بعد التبليل بالماء إلى فوهة زجاجة أملاح استنشاق (كربونات النشادر) اكشف عما تكون على الزجاج، أحامض أم قلوى هو؟.

١٨-أ – كبريتات النشادر أضف إلى قدر ملعقتى شوربة من الماء فى فنجان نحو سنتيمتر مكعب من الزاج، ثم قطرة من محلول عباد الشمس، أضف بعد ذلك باحتراس محلول النشادر شيئاً فشيئاً مع التحريك المستمر حتى تتبقى مادة بيضاء (مشوبة بالزرقة من عباد الشمس) هى كبريتات النشادر، وكل أملاح الزاج تسمى "كبريتات".

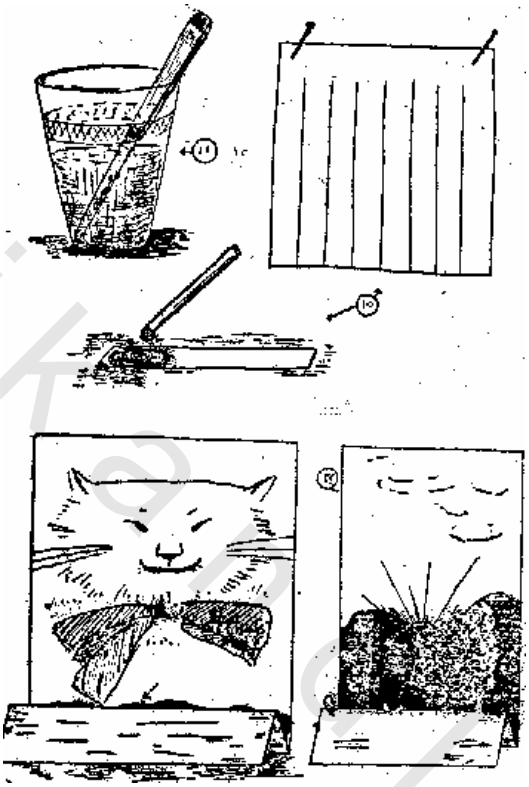
ب- كلوريد البوتاسيوم كما سبق أعلاه مع استعمال حامض الأيدروكلوريك والبوتاسا الكاوية فالملح الناتج هو كلوريد البوتاسيوم، وكل ملح من أملاح حامض الأيدروكلوريك يسمى "كلوريد".

جـ– نترات الكالسيوم: استعمل حامض النتريك المخفف جداً مع ماء الجير، فالملح الناتج هو نترات الكالسيوم، وكل ملح من أملاح النيتريك يسمى بالنترات.

١٩–تغيير ربطة عنق القط: ارسم على بطاقة بريد رأس قط له ربطة عنق كما فى الشكل، واصبغ الربطة بمحلول عباد الشمس الأحمر، اثن أسفل البطاقة كما ترى فى الرسم، وثبتها فى محلها بواسطة الدبابيس، بلل الربطة ثم ضع فى الحوض بعض الجير مع المسحوب بضع بلورات من كلوريد النشادر فماذا يجرى؟

٢٠–شروق الشمس: ارسم الشكل وثبته كما فى الشكل التالى، ضع فى الحوض بعض أوراق النشاف المشبعة بالخل، فماذا يحدث؟

تستطيع أن تستنبط بنفسك تجارب أخرى مماثلة.



الهـــواء وغازاتـــه

النار:

حينما درج الإنسان على الأرض، كانت النار أغرب ما استرعى انتباهه، فهى تختلف اختلافاً بيناً عن كل ما أحاط به، وقد يكون أول ما رآه منها هو مظاهرها الطبيعية الهائلـــة، كومض البرق، وثورة البراكين، واحتراق الغابات، واشتعال أراضى الزيت، فليس عجيباً أن يروعه المنظر، وتستبد به الرهبة، حتى انتشرت عبادة النار بين سكان البسيطة، وهى العبادة التى لا يزال لها كثير من الأتباع حتى الآن.

أسطورة:

من المحتمل جداً أن الإنسان قد تعلم كيف يحتفظ بالنار من مصادرها الطبيعية قبل أن يتعلم كيف يولد النار لنفسه بزمن طويل، وبالبلاد العديدة أساطير عن أصل النـــار علـــى الأرض، فيقص الإغريق كيف أن بروميثيوس ***Prometheus***، صديق الإنسان، سرق النار من الآلهة، وخبأها فى أنبوبة ثم حملها إلى الأرض، وكيف عاقبته الآلهة بأن قيدوه إلى صخرة لم يفك إساره منها إلا هرقل ***Hercules***.

استخدام النار قاصرة على الإنسان:

والإنسان هو المخلوق الوحيد على الأرض الذى يستخدم النار، إذ يحدثنا الرحالة عن جلوس النسانيس الكبيرة واجمة حزينة حول نار خيمة الصياد، تنظر إلى وميضها يخبو، وهى لا تستطيع لها تنشيطاً ولا إحياء، فليس لها من الذكاء ما يكفى حتى لـــصيانة النـــار الـــتى أصبحت الآن إحدى الضرورات الرئيسية فى حياة الإنسان.

وصيانة النار ترجع إلى أزمان بعيدة جداً، ففى دور بلديات المدن اليونانية القديمة كانوا يحتفظون بالنار مشتعلة فى موقد عام يحمل منه المهاجرون النار المقدسة لتكون نواة للذين فى

مستعمراتهم، وفى عهد الرومان استخدمت عذارى فستا ***Vesta*** (آلهة النار والدار) لغرض واحد هو مراقبة النار المقدسة حتى لا تخمد أبداً، وفى القرون الوسطى وما بعدها اشتعلت نار القناديل باستمرار فى كثير من الكنائس، ومنها استمد عباد الكنيسة النور لمصابيحهم، وكانت القناديل المذكورة عبارة عن أوان صغيرة ملأى بالزيت موضوعة حول عامود مركزى، تلتف حوله الفتائل ثم توقد أطرافها العليا.

إشعال النار:

لا نعلم بالضبط متى وكيف تعلم الإنسان أن يوقد النار، عدا قيامه بصيانتها فقط. وعلى كل حال فطرق ذلك متشابهة فى العالم كله، وفيها تلعب عملية الاحتكاك دوراً كبيراً، فالاستراليون الأصليون (أبوريجيين ***Aboriginese***) والهوتنتوت بجنوب أفريقيا، وهنود وادى الأمازون، لايزالون يستخدمون حك قضيبين من الخشب معاً، أحدهما يابس والآخر غض، فيلتهب التراب الناتج من القضيب الغض بحرارة الاحتكاك وتسلط شرارة منه على كومة من العشب اليابس على مدى ذراع، فيلتهب العشب، وهناك مناشر غاب البامبو بجزائر الهند الشرقية كما استعمل الصوان والصلب أسلافنا المباشرون، ولا يزال الاسكيمو والبتاجونيون يستخدمون الكوارتز وبيريت الحديد لنفس الغرض، أما الثقاب، أى الوسائل الكيمياوية، فلم يمض عليها أكثر من مائة عام.

صيانة النار:

يحتفظ الإنسان المتوحش بناره فيغطى بقاياه المتأججة بالرماد، وكثيرا ما حميها أيضاً بقطعة من قشر الشجر أو الجلد، حتى إذا ما أراد تنشيطها أزال الأغطية والرماد، ثم نفخ على البقايا المذكورة ، وهكذا يمدها بكفايتها من الهواء ، وكذلك يفعل الهوتنتوت حين يلوحون بالقش فى الهواء، والحداد حين يدفع بالهواء فى كوره، ومن هذا نفهم سر النار، فإذا انقطع الهواء خبأت النار المتأججة، وإذا مدت بحاجتها منه تأججت ثم اشتعلت، ومن ثم كان الهواء دون ريب وثيق الصلة بالنار، وقد بقى الدور الذى يلعبه الهواء فى اشتعال النار مجهولاً

لقرون طويلة، والواقع أن الكشف عن الدور المذكور هو أحد أحجار الأساس للكيمياء الحديثة.

الهواء الجوى:

يحيط الهواء الجوى الذى فيه نتنفس ونعيش بكرتنا الأرضية، وهو يرتفع إلى مدى مائتين من الأميال تقريباً، ولو أن قوامه يخف بعد خمسة أميال حتى ليتعذر التنفس فيه أيما تعذر كما يقول الطيارون، ونستطيع تكون فكرة عن امتداد الهواء إذا تصورنا أن حجم الأرض كرة القدم، وبذا يكون سمك الغطاء الهوائى المحيط بها أقل من ست ملليمترات. ونحن نعرف أن الهواء حوالينا، ولو أننا لا نراه، ولا نحس له طعماً، ذلك لأنه غير منظور لا رائحة له ولاطعم، ولكنه إذا تحرك أحسسنا بوجوده.

الهواء ليس عنصراً:

وظل الناس سنوات عديدة يعتبرون الهواء عنصراً واحداً حتى اكتشف الكيميائى بلاك ***Black*** فى أواخر القرن الثامن عشر غازاً، أو هواء آخر، يعكر ماء الجير فيحيله لبنى المنظر، كما لاحظ كذلك أن ماء الجير يستحيل لنا بتعريضه للهواء العادى أيضا، ولو أن ذلك يستغرق وقتاً أطول بكثير مما يستغرق فى الحالة الأولى، وهداه التفكير إلى أن الهواء العادى قد يحتوى ذلك الغاز الجديد، وإذا كان الأمر كذلك فالهواء ليس عنصراً.

تجارب بريستلى:

وكان الكيميائى بريستلى ***Priestley*** يقوم أيضاً ببعض التجارب على الهواء وذلك بإشعال شمعة وتركها فى كمية محدودة منه حتى تنطفئ فوجد أن نبات النعناع وغيره يستطيع بعد وقت إصلاح هذا الهواء الفاسد بحيث تشتعل فيه الشمعة مرة أخرى كما وجد أن الجرذان، أى الحيوانات، تفعل فى الهواء ما يفعله لهب الشمعة فاستنتج أن للحيوانات والنباتات عملين متعارضين وأن الهواء الذى يسمح للشمعة بالاشتعال يسمح للحيوان

والإنسان بالتنفس. وحدث أن أهداه أحدهم عدسة كبيرة، فأخذ يركز بها أشعة الشمس مجرباً تأثير حرارتها على أشياء عديدة فى معمله، وكان من بينها أكسيد الزئبق الأحمر الذى كثيراً ما يسمونه بالراسب الأحمر، فلاحظ أن الحرارة تخرج من هذه المادة كمية كبيرة من غاز عجيب، لأن الفأر يستطيع أن يعيش فيه وقتاً أطول بكثير مما يفعل فى كمية مساوية من الهواء، كما أن الشمعة أيضاً تشتعل فيه بضوء باهر ولوقت أطول، وجرب هذا "الهواء الجديد" على نفسه، فوجد أن التنفس فيه يجعله أخف وأنشط، وبما أن الراسب الأحمر يحضر بتحميض الزئبق فى الهواء، فلابد أن الغاز الجديد الناتج من تسخين هذا الراسب الأحمر، أو أكسيد الزئبق الأحمر، قد جاء فى مبدأ الأمر من الهواء، وعلى ذلك فالهواء ليس بالمادة البسيطة كما كان الناس يظنون وهكذا ترى أن هذين الكيمياويين العظيمين قد وصلا لأسباب مختلفة كل الاختلاف، إلى الحقيقة المعروفة الآن، وهى أن الهواء ليس عنصراً.

لافوازييه

فى نفس العصر عاش الكيميائى الفرنسى لافوازييه ***Lavaisier***، فقام بعدد من التجارب على الغاز الجديد تعقيباً على اكتشاف بريستلى، فوجد بين ما وجد، أن هذا الغاز يكون من الهواء خمسة، وقد وصل إلى هذه النتيجة من تسخين الزئبق باستمرار لمدة اثنى عشر يوماً تقريباً فى كمية محددة من الهواء، رأى الهواء فى أثناءها يتناقص تدريجياً بمرور الوقت، ثم توقف عن الانكماش رغم مداومة تسخين الزئبق، وبقياس الهواء الباقى وجد لافوازييه أنه أربعة أخماس الكمية التى ابتدأ بها فجمع بعناية كل المسحوق الأحمر الذى تكون على الزئبق، وسخنه كما فعل بريستلى، وحصل على الغاز العجيب الذى حصل عليه هذا الكيميائى من قبل، فوجد أن حجمه يساوى بالضبط ذلك الخمس من الهواء الذى اختفى باكتمال التجربة. وعلى ذلك فالهواء يحتوى بالحجم على الخمس من ذلك الغاز الذى جعل المواد تحترق أحسن وأبهر. وأحرق فيه لافوازييه أشياء عديدة، فوجد أن اللافلزات كالكبريت والفسفور والفحم أخرجت بالاحتراق فيه غازات إذا أذيبت فى الماء جعلت

طعمه لاذعاً، ولذا أسمى الغاز الجديد "أكسجين" أو "صانع الحامض" باليونانية. وكذلك احترقت الفلزات كالرصاص، والحديد، والنحاس، والخارصين فى الغاز الجديد، فأنتجت"أكاسيد" المعادن المذكورة.

تفسير جديد للاحتراق

واستطاع لافوازييه الآن أن يبرهن على خطأ الآراء التى كان الناس يتداولونها عن الاحتراق، فقد خيل للناس فى ذلك الوقت أن فى جميع المواد التى تحترق مادة عجيبة اسمها الفلوجستون ***Philogiston*** أو المادة التى تحترق، وأن المادة المتبقية اسمها كالس ***Calx*** كما قالوا بأن المواد التى لا تحترق بالجرانيت قد فقدت ما بها، وبناء على تلك النظرية يجب أن ينقص وزن المادة بعد احتراقها، ولكن لافوازييه قد بين للناس ما سبق أن لاحظه بعض الكيمياويين الآخرين من قبل، من أننا إذا جمعنا كل نواتج الاحتراق لزاد وزن المادة المحترقة، وقال لافوازييه أن السبب فى هذه الزيادة هو أن المادة قد اتحدت بالأكسجين الذى فى الهواء وبذا زاد وزنها، وهذه الحقيقة ما زالت قائمة حتى الآن.

الأكسدة بالهواء:

وتعلمنا كثيراً منذ أيام لافوازييه، فكل الأكاسيد الفلزية تعادل الأحماض وتكون أملاحاً، وانطفاء بريق الفلزات فى الهواء يرجع فى الأغلب إلى تكون غشاوة رقيقة من أكسيد الفلز نفسه. فالحديد يصدأ مكوناً أكسيد الحديد، والرصاص يتحول لونه إلى سنجابى بسبب طبقة من أكسيد الرصاص، والنحاس يحمر أولاً ثم يسود إذا ترك معرضاً للهواء ليكون أكسيد النحاس، ويبيض الخارصين والمغنسيوم والألومنيوم لتكون أكاسيدها، ويتأكسد الصوديوم والبوتاسيوم فى يسر إذا ما عرضنا للهواء، ولذا نضطر إلى صونهما مغمورين فى البترين حتى لا يصل إليهما الهواء، كذلك نحفظ الفسفور تحت الماء لنفس السبب.

الثيرميت:

ولأكسيد الألومنيوم أهمية تستدعى ذكراً خاصاً، ولعل القارئ قد رأى العمال فى مدينة كبيرة يصلحون أو يلحمون قضبان السكة الحديد، وهو عمل يحتاجون فيه إلى حرارة عالية يستمدونها من استخدام الثيرميت ***Thermit***، وهو عبارة عن خليط من مسحوق الألومنيوم وأكسيد الحديد. ولو أن الألومنيوم أشد شراهة للأكسجين من الحديد إلاَّ أنه لا يستطيع ابتزازه من المعدن الأخير فى درجات الحرارة العادية، ولكنه إذا سخن بمعزل عن الهواء لاغتصب الأكسجين من أكسيد الحديد متحداً معه، ومخرجاً فى نفس الوقت حرارة هائلة حقاً تكفى لصهر الحديد المتخلف من الأكاسيد، وبذا يستطاع لحام قضبان الترام أو غيرها من الحديد حسب الأحوال. وقد استعمل الثيرميت خلال الحرب العالمية الأولى من القنابل الحارقة التى كانت تلقيها الطائرات. ويستعمل أكسيد الخارصين أو أبيض الخارصين فى صناعة طلاء الأحواض بالميناء، كما تستخدم أكاسيد الرصاص بأنواعها الحمراء والصفراء والسمراء فى البويات.

صدأ الحديد:

كلما اتسعت استعمالات الحديد وتعددت فوائده للإنسان كلما تبع ذلك حرصه على إبقائه محمياً من التأكسد أو الصدأ الذى يؤدى إلى تفتيته، وقد جربت وسائل شتى لمنع الصدأ منها عملية الجلفنة والتى تتلخص فى تنظيف الحديد ثم غمسه فى الخارصين المنصهر، نرى الحديد المجلفن مستخدماً فى صناعة الدلو الحديد (ويسمى بالخارصين) وحوض الحمام الحديد، والحديد الممغنط... الخ ولا يتأكسد الخارصين بالسرعة التى يتأكسد بها الحديد، ولذا يستعمل غطاء واقياً للحديد. وقد يكسى الحديد بطبقة من الجرافيت الذى تصنع منه الأقلام الرصاص، أو بطبقة من الطلاء حتى يحول زيته بين الحديد والهواء. وعلى كوبرى فورث ***Forth*** باسكتلندا نرى ما لا يقل عن خمسين رجلاً يعملون طيلة العام ويستهلكون من الطلاء مئات الأطنان لحماية الكوبرى المذكور من الصدأ والانحلال.

الصفيح:

كثيراً ما يتكلم الناس عن علب الصفيح، وصناديق الصفيح، التى تستخدم للسجاير وللأطعمة المحفوظة... الخ، وهناك قدور من "الصفيح" وغلايات "الصفيح" وهكذا- وكل هذه الأوانى مصنوعة من صفائح من الحديد بعد تنظيفه وغمسه فى حمام من القصدير المنصهر، وبذلك يحمى الحديد من التأكسد بالهواء، ذلك أن القصدير بطيئ غاية البطء من التأكسد بالهواء، وتكاد تنحصر هذه الصناعة ببريطانيا فى جنوب ويلس ***Wales*** على مقربة من مناجم الفحم حيث نشأت الصناعة المذكورة بعد العثور على القصدير فى كورنوال ***Cornwall***، وناهيك بملايين العلب الصفيحية التى عملت هناك إبان الحرب الكبرى لاستعمالها فى حفظ أطعمة الجنود.

الاحتراق:

الاحتراق هو اتحاد مادة الأكسجين، وهو تفاعل كيميائى يصحبه دائماً ظهور الحرارة. ففى حالة صدأ الحديد ببطء فى الهواء تتبدد الحرارة فور انطلاقها، فلا نلاحظ ارتفاعاً فى مقياسها، ولا نرى لهباً، أما إذا احترقت قطعة من الفحم فى الموقد فإن اتحادها مع أكسجين الهواء تصحبه الحرارة واللهيب والضوء ويتم الاحتراق بسرعة، فالاحتراق هنا أسرع بكثير منه فى حالة الصدأ، وفى احتراق البترول فى اسطوانة احتراق السيارة مثلاً يحصل الاحتراق بسرعة هائلة حتى لنسميه ولو خطأ، بالاحتراق الفورى.

أخطار التأكسد:

رأيت الآن أن الحرارة تنشا كلما حصل الاحتراق، حتى فى أبطأ حالاته وإذا لم تتمكن الحرارة الناتجة من أن تتبدد ارتفعت درجة الحرارة، وقد يزداد هذا الارتفاع لدرجة يحدث معها الاحتراق السريع، ويحصل هذا فى كومات الدريس السيئة التخزين، إذ لو كان بالدريس رطوبة زائدة عند تخزينه فإن الحرارة الناتجة قد تتجمع لدرجة يحدث معها اشتعال

المخزون، وعلى أية حال فإن كثيراً من الدريس يتلف كل عام حين يشيط بالاحتراق البسيط داخل الكومات، والزارع الحريص يهيىء لكوماته عند تخزينها وسائل التهوية حتى لا تتجمع الحرارة فيها.

مخلفات زيت الصناعة:

وفى الورش وأشباهها يحصل احتراق بطىء مشابه لما سبق فى مخلفات الزيت حيث تتعرض للهواء سطوح كبيرة من الزيت على الخرق المستعملة للتنظيف، فيتجمع فيها من الحرارة ما يكفى أحياناً لاشتعالها.

تأكسد الحبيبات الدقيقة:

يحمل هواء مناجم الفحم أحياناً فى طياته كثيراً من تراب الفحم الناعم، ويتعرض بذلك أيضاً سطح كبير لفعل الهواء، فيتأكسد التراب ويشتعل مسبباً الانفجارات المعروفة، والتى لا ذنب فيها لمصابيح العمال.

وفى كثير من المصانع، كمطاحن الدقيق على أنواعه، ومحالج الجوت والقطن حيث تنتشر الحبيبات الدقيقة فى الهواء، يتقى خطر التأكسد والحرائق برش رذاذ الماء لتبريد البناء، وإزالة الأتربة من الهواء بواسطة المراوح. وكثيراً ما شبت الحرائق فى البواخر حاملات الفحم بسبب تأكسد ما بمخازنها من تراب الفحم الذى ينتشر ترابه الدقيق أثناء تخزينه والذى يزيد من انتشاره تأرجح السفينة حتى ليحترق التراب المذكور كما يحدث فى المناجم.

الانفجار:

يحصل الانفجار عند تأكسد مادة ما بسرعة عظيمة، وتحيل الحرارة الناتجة المواد المتأكسدة إلى غازات فى وقت غاية فى القصر، وتتمدد الغازات المذكورة بالحرارة تمدداً هائلاً حتى لينتج فجأة، من قدر صغير من مادة جامدة أو سائلة أو غاز فى حيز محدود- كمية هائلة من الغاز تضطر، بحكم هذا التمدد إلى إزاحة كل شىء من طريقها فيحدث ما يسمى

بالانفجار، وقد استغلت هذه الفكرة فى محركات البترول، ومحركات الغاز، وفى البارود، والديناميت، والمفرقعات الحديثة، ففى محركات البترول والغاز يستخدم أكسجين الهواء، وفى الأحوال الأخرى تحتوى المواد بنفسها على الأكسجين اللازم للاحتراق.

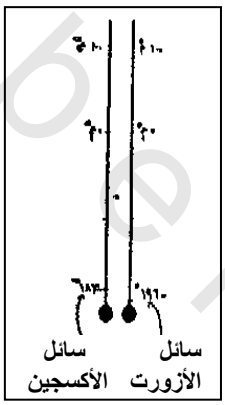
العوامل المؤكسدة:

تسمى أى مادة بالعامل المؤكسد إذا احتوت على قدر كبير من الأكسجين مع قدرتها على إخراجه بسهولة، فالأكسجين الموجود حراً فى الهواء عامل مؤكسد كما عرفنا، وملح البارود– وهو مادة حصل عليها فى الأصل من الهند، ولكنه يصنع الآن فى بلاد عديدة، عامل مؤكسد قوى، وقد صار الأكسجين عاملاً مهماً جداً فى الصناعة حتى لتنقل منه كميات هائلة من مكان إلى آخر حسب الحاجة بعد الحصول عليها من الهواء وضغطها فى اسطوانات من الصلب.

الحصول على الأكسجين من الهواء:

تتلخص الطريقة الحديثة للحصول على الأكسجين من الهواء فى تبريد الهواء حتى يصير سائلاً وبما أن الهواء خليط من الغازات، فالهواء السائل خليط من السوائل، وبما أن للسوائل درجات غليان مختلفة (يغلى الأكسجين فى درجة ١٨٣° والأزوت وهو الغاز الموجود بالكثرة الكبرى بالهواء فى درجة ١٩٦م°) فيمكن فصلهما بطريقة التقطير الجزئى، وبذا ينفصل الأزوت أولاً مع جزء من الأكسجين، ويصير الأكسجين المتخلف غاية فى النقاء. ويستخدم الأكسجين على مدى واع فى اللحام بالأكسى اسيتيلين (خليط من غاز الأكسجين وغاز الاسيتيلين) وفى آلات شق الصلب، وفى مد البحارة فى الغواصات بحاجتهم من الغاز، وفى عمليات الإنقاذ بالمناجم ولتنفس الطيارين فى الارتفاعات الكبيرة، وكذا للغواصين، وفى المستشفيات لإنعاش المرضى فى بعض الحالات.

أجسامنا والاحتراق:



وفى أجسامنا نحن تستمر عمليات الاحتراق، ومنها نستمد الدفء، وحين يدخل أكسجين الهواء فى رئتينا عند التنفس يربط نفسه ربطاً خفيفاً بالمادة الملونة الحمراء فى الدم، وبدوران الدم فى الجسم يدور معه الأكسجين فى أجزائه المختلفة وتلفظه المادة الحمراء أثناء ذلك الدوران، وتتأكسد المواد المتخلفة من الخلايا الحية بأجسامنا، ثم يحملها الدم فى عودته إلى الرئتين لتخرج فى هواء الزفير، وتعتمد الحيوانات التى تعيش فى الماء للحصول على حاجتها من الأكسجين على ما هو ذائب منه فى الماء وقدره بسيط جداً، أما النباتات فتتنفس كما نفعل أثناء الليل[1] فقط. وفى غيبة ضوء الشمس. ولذا يجب أن لا تترك النباتات فى غرف النوم أثناء الليل لأنها تستهلك من الأكسجين ما نحن بحاجة إليه[2].

النتروجين:

فى إحدى التجارب ترك بريستلى بعض الحديد فى إناء مملوء بالهواء ومنكس على حوض من الماء وذلك لحصر الهواء فى الإناء. ولاحظ بعد وقت أن نحو خمس الهواء قد اختفى، ولكنه لم يفطن إلى أهمية هذه الظاهرة، ونذكر أن لافوازييه كشف عن ظاهرة مشابهة، وكان الغاز المتبقى فى الإناء بعد استهلاك الأكسجين صافياً لا لون له، لا يحترق ولا يساعد على احتراق شيء فيه كما لم يكن للغاز المذكور طعم أو رائحة، ويظهر أنه لا يذوب

(١) حرفية هذه العبارة غير دقيقة تماماً. إذ الواقع أن النباتات تتنفس أثناء الليل وأثناء النهار أيضاً. ولكن بما أنها تقوم فى ضوء الشمس بعملية التمثيل الضوئى هى أخذ غاز ثانى أكسيد الكربون وإخراج الأكسجين، أى عملية عكس التنفس تماماً، وبما أن الأكسجين الناتج فى هذه العملية أثناء النهار أكثر كمية من الأكسجين الذى يحتاجه النبات للتنفس، فإن النبات يأخذ حاجته من هذا الأكسجين دون أن يستهلك شيئاً من أكسجين الهواء المحيط به كما أن ثانى أكسيد الكربون الناتج من عملية التنفس لا يظهر إذ يستهلكه النبات كله داخله أثناء عملية التمثيل الضوئى، وعلى ذلك يخيل للرائى إلى مظهر الأمر أن النبات لا يتنفس أثناء النهار.

(٢) الواقع أن هذا الحرص مبالغ فيه جداً اللهم إلاّ إذا امتلأت الغرفة بالنباتات وأقفلت جميع منافذها.

فى الماء، فأ سموا هذا الغاز "الميت" بالأزوت لانعدام مظاهر النشاط فيه، ثم أسماه الإنجليز بعد ذلك بالنيتروجين. ويظهر أن فائدة وجوده بالهواء هى تخفيف الأكسجين. وقد استطاع لافوازييه أن يصنع غازاً له خصائص الهواء وذلك بخلط حجم من الأكسجين بأربعة أمثاله من الأزوت. ومن الصعب جعل الأزوت يتحد مع عناصر أخرى، وحتى إذا فعل ذلك، كان من السهل فصم عرى هذا الاتحاد، ويتم هذا الانفصام بعنف بالغ فى أغلب الأحوال ولهذا السبب يلعب الأزوت دوراً نشيطاً فى صناعة المفرقعات الحديثة كما سنرى فيما بعد.

أكسيد الأزوت[1]:

من العسير أكسدة النيتروجين، إذ يتطلب اتحاده بالأكسجين لتكوين أكسيد الأزوت إلى درجة حرارة عالية جداً كدرجة الحرارة التى تصاحب حدوث شرارة البرق فعلى امتداد وميض البرق يتحد الغازان ليكونا غازاً يذوب بسهولة فى الماء، وفى البلاد الحارة حيث تكثر عواصف الرعد ينتج الغاز المذكور ويكون مع المطر حامض الأزوتيك المخفف جداً ، وبسقوطه إلى الأرض يتفاعل مع بعض المواد مكوناً النتراتات وهى أملاح قد عرفتها تجاربك قبل الآن، والنتراتات كلها تذوب فى الماء. وللحصول عليها من التربة تعالج هذه كما سبق، ومن الهند نحصل بهذه الطريقة على أزوتات البوتاسيوم، أما من شيلى وبيرو وبوليفيا فنحصل على أزوتات الصوديوم.

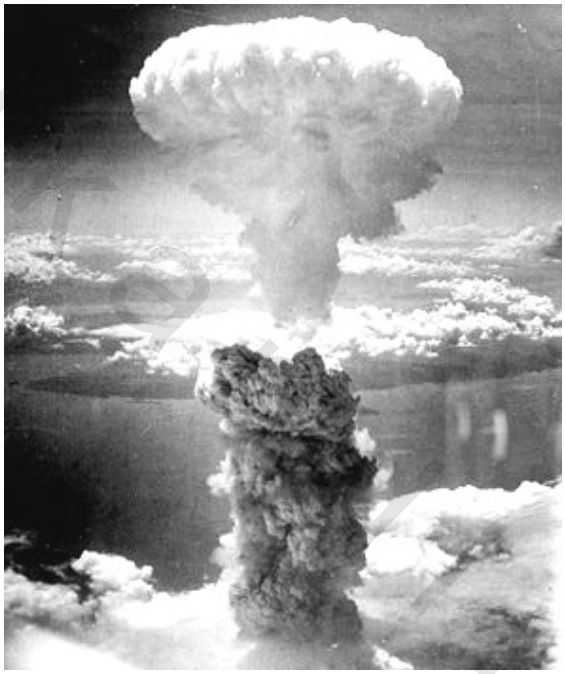
البارود:

فى الأزمان الماضية استعملت أزوتات البوتاسيوم لصناعة البارود فهى غنية فى الأكسجين وتستخدم لإمداد المكونات الأخرى للبارود بكمية كبيرة من هذا الغاز فى حيز مقفل ولإحراق تلك المكونات وتحويلها إلى غازات، وكانت أيضاً تستخدم فى صناعة أعواد الثقاب البطىء – وهو عبارة عن خيط غمس فى محلول ملح البارود ثم ترك ليجف، فإذا

(١) أزوت كلمة يونانية معناها "لاحيات" والنتروجين كلمة يونانية أيضاً معناها صانع النطرون (قديماً) وملح البارود (حالاً).

obeikandl.com

أشعل احترق ببطء شديد ودون لهب. وكان يزود كل جندى بذلك الثقاب البطىء اللازم لإطلاق بندقيته، فإذا حانت المعركة أذكى الجندى ثقابه بالنفخ عليه ، وبذا يكون واثقاً من إشعاله للبارود فى الوقت المناسب. وقد استعملت محاكم التفتيش هذا النوع من الثقاب لتعذيب الضحايا بربطه بين أصابعهم ثم إشعاله.



انفجار لغم آزوتى من غواصة

حامض النيتريك:

وتستهلك الآن مقادير كبيرة من ملح البارود لصنع حامض الأزوتيك الذى يستخدم لصناعة الأسمدة الزراعية، واشتد الإقبال إبان الحرب العالمية الأولى على الأزوت وحامض الأزوتيك لسد حاجة الحرب وحاجة الزراعة حتى شح الموجود منها وقد سبق أن تنبأ بذلك سير وليام كروكس ***William Crookes*** ولو أن القليلين توقعوا تحقق النبوءة بمثل هذه السرعة.

الأسمدة وتثبيت الأزوت:

واتجه التفكير إلى أزوت الهواء، واستخدموا الكهرباء لإحراق الهواء فى درجة حرارة عالية جداً تشبه شرارة البرق، فحصلوا على أكسدة الأزوت، وبإذابته فى الماء على حامض الأزوتيك، ثم عادلوا هذا بمحلول الجير لتحضير سماد أزوتات الكالسيوم (نترات الجير)، ويصنع هذا السماد فى النرويج والسويد حيث تتوافر الكهرباء الرخيصة من مساقط المياه ومن حامض الأزوتيك تصنع أيضاً الصباغ والمفرقعات، فأصبح بذلك استخدام الأزوت الجوى صناعة بالغة الأهمية.

أجسامنا والأزوت:

يوجد الأزوت فى أجسامنا بكثرة وخصوصاً فى العضلات، ونحن نتغذى على الخضر ولحوم الحيوانات، وهذه الحيوانات إما أن تكون من آكلة الأعلاف أو آكلة اللحوم ووجد الأزوت فى الفضلات، ومصدره من الحشائش، ولسبب من الأسباب الغامضة لا تستطيع أجسامنا الانتفاع المباشر بأزوت الهواء، ولو أن نسبته تفوق بكثير نسبة الأكسجين فيما حولنا وفيما نتنفسه من الهواء ، وكذلك النباتات لا تستطيع الانتفاع المباشر بالأزوت، ولكنها تحصل عليه من أملاح التربة المحتوية عليه، وفى أحوال محدودة يأخذ النبات الأزوت من الهواء بطريقة خاصة، فعلى جذور النباتات "البقولية" (كالفول والبسلة وغيرها) توجد عقد صغيرة كثيرة تحتوى كل منها على ملايين الأحياء الدقيقة، حتى لو وضعنا منها ٢٥٠٠٠ فى صف واحد لما تجاوز طول الصف ٢٥ ملليمتراً. ولكنها تتكاثر بسرعة فائقة حتى ليصل طول الصف المذكور بعد عام واحد إلى ١٢٥٦ ملليمتراً أو متراً وربع متر، ويعمل كل من هذه الجراثيم بنشاط، فتمتص أزوت الهواء ومن أجسامها ينتقل إلى النبات القرنى بعملية خاصة وينشط هذا الأزوت نمو النبات فتتكون أجزاؤه المختلفة الخضراء من سوق وأوراق ... الخ.

الضئيل المهم :

يؤلف الأزوت والأكسجين الغالبية العظمى دون شك من الهواء، ولكن هناك غـــازاً آخر من الأهمية بمكان عظيم، صحيح أن نسبته فى الهواء قد لا تتجاوز ثلاثة من كل عشرة آلاف جزء، ولكن هذا القدر ضئيل يلعب دوراً مهما فى الطبيعة.

ثانى أكسيد الكربون:

كان الكيميائى الهولندى فان هلمونت *Van Helmont* أول من اكتشف هذا الغاز عام ١٦١٦ ولكن لم يسمع عنه شيء حتى عام ١٧٣٥ حين أعاد اكتشافه الكيميائى بلاك، ولا يزال الجهاز الذى استخدمه معروضاً فى متحف مدينة أدنبره، وكان بلاك يحضر الغـــاز المذكور من صب روح الملح على الرخام فيحصل فوران شديد وتخرج كميات كبيرة مـــن الغاز، وحضر لافوازييه نفس الغاز من إحراق الكربون فى الأكسجين، وكان مـــن نـــصيب بريستلى أن يعلمنا كيفية جمع الغازات، إذ أنها– وكثير منها غير منظور – ليست أجـــسام جامدة أو سائلة حتى يمكن للناظر أن يحكم أن إناء معيناً قد امتلأ بهـــا أم لم يمتلـــئ، فكـــان بريستلى فى جهازه المذكور يملأ الأوانى التى سيجمع فيها الغاز بالماء أولاً من حوض كبير، ثم تنكس الأوانى المذكورة فى الحوض بحيث تكون فوهاتها تحت سطح الماء وتبقى بذلك ممتلئة بالماء، ثم توصل أنبوبة بين الزجاجة التى يولد فيها الغاز وبين فوهة إحـــدى الأوانى الممتلئـــة بالماء، وبذلك يصعد الغاز فيها ليزيح الماء منها ويحل محله، وبذلك نعرف تماماً متى يمتلأ الإناء بالغاز الذى تجمعه، وبالطبع لن تصلح هذه الطريقة لجمع غاز يذوب فى الماء وإلا فقدنا الغاز بمجرد الحصول عليه.

خصائص ثانى أكسيد الكربون - مطفئات الحريق:

ثانى أكسيد الكربون كالهواء فى انعدام اللون والرائحـــة والطعـــم وكـــذا فى عـــدم الاشتعال، ولكن يمكن تمييزه فى الهواء بسهولة إذ أنه يطفئ اللهب فى الحال، وهى خاصية فى

غاية الأهمية وقد استغلت استغلالاً عملياً فى مطفئات الحريق، وهناك أجهزة عديدة لاستخدام الغاز المذكور فى هذا الغرض، فبعض المواد المستعملة عبارة عن أملاح مسحوقة يخرج منها الغاز المطلوب عند تسخينها، ومثال ذلك صودا الخبيز التى يمكن إستعمالها لإطفاء الحرائق، إذ أن الغاز المنبعث منها يحول بين أكسجين الهواء واللهب فيختنق الأخير وينطفئ.

وفى الشكل المرافق صورة أحد الأجهزة المستخدمة لهذا الغرض وهو عبارة عن علبة من المعدن القوى مبطنة بالقار وفيها محلول مركز لكربونات الصوديوم، وفى أعلى العلبة قنينة صغيرة ملأى بحامض الكبريتيك ولها سدادة من الرصاص، ويبقى الحامض فى قنينته مادام الجهاز معتدلاً ورأسه إلى أعلى، أما إذا قلب الجهاز رأساً على عقب سقطت السدادة عن الحامض وانسكب هذا على الكربونات فأخرج منها كميات هائلة من غاز ثانى أكسيد الكربون، وبما أن الغاز لا يستطيع الانفلات إلى الخارج فإنه يذوب فى المحلول تحت الضغط الشديد الناتج، حتى إذا فتحنا صنبور الأنبوبة المرنة انطلق منها سائل مشبع بغاز ثانى أكسيد الكربون، فيخنق النار كما وصفنا من قبل كما يستمد الماء الحرارة اللازمة لتبخره من اللهب، وبهذين العاملين ينطفئ الحريق وهناك أجهزة أخرى ينبعث منها الغاز وحده عند الاستعمال.

ثانى أكسيد الكربون غاز ثقيل:

وثقل هذا الغاز أحد خواصه العجيبة، فهو أثقل من الهواء بمرة ونصف مرة، وهو لهذا يتجمع فى الحفر، والأغوار، والآبار، ومخازن السفن، وأحواض التخمير فى مصانع الجعة، ومعامل تقطير الخمور... الخ ، ويمكن إجراء تجارب طريفة لتبين هذه الخاصية، منها إمكان صبه– مع إنه غير منظور– من إبريق فى كؤوس كما يصب الماء، فإذا ثبتت شمعة مضيئة فى الكأس لاستطعت أن تعلم بالضبط متى يصل الغاز المصبوب إلى مستوى اللهب فيطفئه، وكما يطفئ هذا الغاز لهب الشمعة كذلك يطفئ الحياة نفسها، وقد عرفت هذه الحقيقة جيداً حتى أن عمال مواسير المجارى والمشتغلين فى الآبار يختبرون جوها ومدى محتوياتها من هذا الغاز قبل الهبوط فيها، وذلك بإدلاء شمعة مضيئة أو إسقاط حزمة مشتعلة من القش. وكان بريستلى أول من أشار بهذا بعد تجاربه على الجرذان.

جروتو ديلكانى:

على مقربة من مدينة نابلى وفى الجانب الداخلى من فوهة البركان، يوجد كهف صغير اسمه جروتوديلكانى ***Grotto Delcane*** (غاز الكلب) ينسكب فيه باستمرار تيار من غاز ثانى أكسيد الكربون، وبما أنه يتجمع فى القاع فإنه لا يصل إلى أنف الداخل، ولا يضره، أما الكلب إذا دخله فإنه يصاب فورا بغيبوبة عاجلة.

وادى السم:

وهناك مثل آخر لنفس الشيء فى جزيرة جاوه من جزر الهند الشرقية حيث يوجد وادى السم، وصفه لودون ***Loudon*** بأن محيطه يبلغ نصف ميل، بيضاوى الشكل، وعمقه نحو عشرة أمتار، والقاع سهل لا زرع فيه، وقد بعثرت بأرجائه الصخور وغطى قاعه بهياكل الآدميين، والنمور والخنازير، والغزلان والطواويس، وغيرها من شتى الطيور، ولم نلاحظ أبخرة أو فتحة فى الأرض فأشعلوا سجائرهم وهبطوا بمعاونة عصا من الخيزران إلى عد ستة أمتار من القاع، ولم نلاحظ صعوبة فى التنفس ولو أن رائحة خبيثة مقيئة ضايقتهم، فربطوا كلباً إلى خيزرانة طولها ستة أمتار وأدلوه بها، وبعد ١٤ ثانية تماماً حسب ساعاتهم سقط الكلب على ظهره، وأفلت منهم كلب آخر وسار إلى حيث كان يرقد الأول، وهناك وقف هادئاً لعشر ثوان ثم انكفأ على وجهه فلم يتحرك بعد ذلك، وفى الجهة المقابلة رأوا هيكلاً إنسانياً لابد أن يكون صاحبه قد سقط على ظهره، وقد ابيضت عظامه من التعرض للجو حتى صارت فى بياض العاج.

ثانى اكسيد الكربون يذوب بسهولة فى الماء:

يذوب غاز حامض الكربونيك بسهولة كبيرة فى الماء، ومع ذلك فطالما جمع بطريقة بريستلى وذلك لتيسر الحصول على كميات كبيرة منه، وإذا رج الغاز مع الماء صار الماء حامضياً خفيفاً.

الليمونادة وماء الصودا:

يعتبر ذوبان الغاز المذكور وخاصة تحت الضغط، أساساً لصناعات المياه الغازية، وماء الليمونادة وماء الصودا وأمثالهما إلاَّ ماء أعطى له الطعم والنكهة اللازمين ثم دفع فيه غاز ثانى أكسيد الكربون تحت ضغط كبير، فإذا أزيل الضغط خرج الغاز فى السائل الذى كان ذائباً فيه فى شكل فقاقيع، وكذلك يدفع ضغط الغاز السائل المذاب فيه من فتحة زجاجة المياه الغازية.

الكربونات:

تنتشر أملاح حامض الكربونيك، واسمها الكربونات، فى جميع أنحاء العالم، وهى أملاح ذات أهمية بالغة، وكلها تفور إذا عوملت بحامض ما فتخرج حامض الكربونيك، أو ثانى أكسيد الكربون كما يسميه الكيميائيون الآن.

ثانى أكسيد الكربون وماء الجير:

يمكن التفريق بسهولة بين الهواء وثانى أكسيد الكربون بتأثير هذا على ماء الجير، إذا لو عرض صحن من ماء الجير لتيار من حامض الكربونيك لاستحال بسرعة لبنى المنظر لتكون مسحوق أبيض فى السائل المذكور، ذلك أن الجير قد اتحد مع ثانى أكسيد الكربون فتكون كربونات الكالسيوم، وقد تذكر أننا سخنا فيما سبق كربونات الكالسيوم لطرد ثانى أكسيد الكربون والحصول على الجير الذى فيها.

التنفس:

يدخل الرجل فى رئيته فى الشهيق نحو أربعمائة لتر[1] من الهواء فى الساعة الواحدة، والهواء الخارج بالزفير من الرئتين عبارة عن خليط من الغازات– أزوت كما كان فى هواء الشهيق، ورطوبة من سطح الرئتين الذى لامسه الهواء وأكسجين لم يستهلك، وغاز حامض الكربونيك نتيجة تأكسد الكربون فى أنسجة الجسم بأكسجين الهواء.

الرئتان:

حسب عالم فرنسى أن مساحة الرئتين التى يلامسها الهواء الذى نتنفسه تقدر بجزء على عشرين جزءاً من الفدان، كلها تعرجات وانثناءات لا عدد لها وبها عدد لا يحصى من الأوعية الدموية الدقيقة التى تحمل الدم إلى الرئتين لينقيه الهواء ويؤكسده، ولهذا وجب أن يكون الهواء الذى نتنفسه على أنقى ما يمكن من الحالات، وهواء الريف والخلاء يحتوى على

(١) الرقم الذى يجمع عليه خبراء علم الصحة هو ٥١٠ لتر تقريباً.

obeikandl.com

٣ أجزاء فقط من غاز حامض الكربونيك فى كل عشرة آلاف جزء من الهواء، أما فى المدن فقد ترتفع هذه النسبة إلى ٧ أجزاء، وذلك لما فى المدن من عمليات الاحتراق المختلفة للفحم، والكوك، وغاز الاستصباح، والتى ينبعث منها جميعاً الماء وغاز حامض الكربونيك، وفى هواء غرفة مزدحمة قد ترتفع الأجزاء السبعة المذكورة إلى ستين، ويبدأ من فيها من الناس يحسون بالقلق، ويضجون من عدم التهوية، فقد أصبح جو الغرفة المذكورة ضاراً بمتنفسيه.

التهوية:

يحتوى هواء الزفير الخارج من الرئتين على ٤٥٠ جزءاً من غاز حامض الكربونيك لكل عشرة آلاف جزء منه، لذا وجب أن تتخذ كل الوسائل لتهوية الغرف والصالات ودور الملاهى باستمرار دون تعريض روادها للتيارات العنيفة، وإحدى الوسائل المذكورة هى المراوح التى تحلب الهواء الدافئ الفاسد حين يرتع إلى أعلى ليدخل هواء جديد من فتحات فى الأرضية بعد مروره- فى أغلب الحالات- فى مرشحات من الصوف أو الاستبسوس لتنقيته من التراب.

الهواء فى الغواصات:

فى الأماكن ذات الهواء المحدود، كالغواصات السابحة تحت الماء يتخلص من غاز أكسيد الكربون بواسطة البوتاسا الكاوية، وهى قلوى أشد فعلاً من ماء الجير، كما يعوض الأكسجين الذى استهلكه البحارة الأكسجين المضغوط فى الاسطوانات.

أين يذهب كل ثانى أكسيد الكربون؟

بما أن تركيب الهواء الجوى لا يكاد يختلف بين مكان وآخر إلاَّ اختلافات تافهة، فمن الطبيعى إذاً أن نتساءل: إلى أين يذهب كل غاز حامض الكربونيك الذى يخرج إلى الجو لا من عمليات تنفس الإنسان وحسب، بل من كل أماكن الاحتراق الأخرى، والواقع أن هناك شيئين يعاونان على إبقاء تركيب الهواء شبه ثابت كما قلنا (أولهما) قدرة النبات على امتصاص ثانى أكسيد الكربون فى ضوء الشمس ليصنع منه النشا والسكر اللازمين له، فكل

الجزء الصلب من النبات قد بنى من تلك الأجزاء الثلاثة فى العشرة آلاف جزء من الهـــواء، حتى قدر أن كل فدان من الفحم يستهلك، خلال شهر واحد، طناً كاملاً من كربون غـــاز ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الهواء الجوى.

تجربة تثبت أن النبات يخرج الأكسجين:

يخرج النبات غاز الأكسجين النقى بدل ما امتصه من غاز ثانى أكسيد الكربون فيبعد بذلك إلى الهواء ما يلزم لتنفس الإنسان والحيوان، ويمكن أن نشهد بأنفسنا هـــذه العمليـــة المدهشة إذا أخذنا قطعة من نبات النعناع أو نغشوش الحوت ووضعناها فى زجاجة من المـــاء منكسة فى كأس، ثم عرضناها لضوء الشمس، فسرعان ما نرى فقاقيع غاز تخرج من أوراق النبات، ثم تصعد متجمعة فى أعلى الزجاجة المنكسة، وهذا الغاز هو أكسجين نقى إذا جمعنا منه قدراً كافياً فى يوم أو يومين استطعنا أن نجرى عليه من التجارب ما بين خصائصه، وقـــد قدر أن ميلاً مربعاً من الغابات يجعل الهواء نقياً صالحاً لنمو عشرة آلاف شخص، فـــأوراق النباتات معمل كيماوى عجيب لتحضير الأوكسجين فى ضوء الشمس.

الانتشار:

والعامل الثانى فى إبقاء تركيب الهواء الجوى ثابتاً هو الانتشار الغـــازى، فلـــيس بـــين جزيئات الغاز أى التصاق يربط بينها، وعلى ذلك فهى حرة فى التحرك أينما شـــاءت وإلى هذا التحرك أو الانتشار يعزى اختلاط غازات الهواء اختلاطاً كاملاً.

بخار الماء فى الهواء:

يحتوى الهواء إلى جانب ما ذكرنا من الغازات كمية من بخار الماء تنشأ من تبخر المـــاء باستمرار من المحيطات، البحار، البحيرات، والأنهار، وهناك طرق عديـــدة للكـــشف عـــن الرطوبة، كما أن هناك مواد كيمياوية تتأثر بسرعة كبيرة بالرطوبة، فتمتصها بسهولة مـــن الهواء ثم تتحول بذلك إلى الحالة السائلة.

تطبيقات

١- تحضير أكسيد الرصاص سخن قليلاً من الرصاص فى طن شبك (غليون) من الفخار حتى ينصهر، لاحظ "الريم" الذى يتكون على السطح الفضى للرصاص المنصهر واكشطه بقطعة من السلك، فماذا يحصل بعد ذلك؟ أعد الكشط، هل يمكن الاستمرار فى هذه العملية؟ ما الذى يحدث للرصاص؟

٢- تحضير أكسيد الحديد خذ زجاجة صغيرة، بلل داخلها بالماء، ثم أدخل فيها ملء ملعقة شاى من برادة الحديد النظيفة الناتجة من برد مسمار مثلاً، قلب الزجاجة لتلتصق

البرادة بحوائطها ثم نكس الزجاجة فى فنجان به ماء كما يرى فى الشكل، واتركها يومين، لاحظ ما يحصل من التغيرات:

(١) فى الحديد (٢) فى محتويات الزجاجة. عدل الزجاجة حتى يكون مستوى الماء فيها وفى الفنجان واحداً، ثم أقفل فوهتها بإبهامك، وارفعها من الفنجان، أفرغ ما فيها من الماء فى كأس وقدر حجم الماء إلى حجم الزجاجة، وستجد أن الرصاص والحديد يستهلكان الأكسجين من الهواء، وأن حجم هذا الأكسجين هو خمس حجم الهواء.

٣- إشعال شمعة فى الهواء: ثبت شمعة فى صحن عميق الغور ممتلئ إلى نصفه تقريباً بالماء ثم أشعل الشمعة، ضع برطمان مربى فوق الشمعة المشتعلة مع تثبيت حافته على قطعة من ذات القرش الصاغ، فماذا تلاحظ فى الدقائق الثلاثة التالية؟ وما تفسيره؟.

٤- الحصول على الأكسجين: سخن فى بطن غليون من الفخار المواد الآتية، وعرض طرفى خيط متوهج من الدوبارة فوق كل منها إبان تسخينها، فماذا يحصل للخيط المتوهج، ولماذا؟

أ - الرصاص الأحمر ب- أكسيد الرصاص الأسمر.

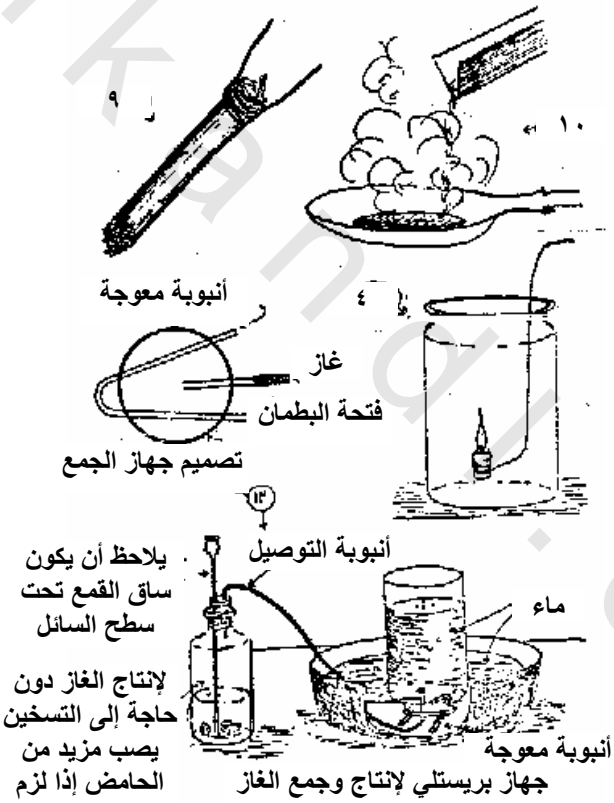
جـ- أكسيد الزئبقيك.

٥- الحصول على الأكسجين من أوراق النباتات: نكس زجاجة ملأى بالماء مع بعض نبات النعناع أو نغشوش الحوت فى قدح من ماء الينابيع (إذا أمكن) واتركها فى ضوء الشمس يوماً أو يومين، تجد بعض الغاز قد تجمع بأعلى الزجاجة، سدها بإبهامك واعدلها، ثم اختبر الغاز بقطعة دوبارة متوهجة، فماذا تلاحظ؟

٦- حماية الحديد من التأكسد: خذ ثلاثة مسامير، غط أحدهما بمسحوق الجرافيت الذى تحصل عليه من القلم الرصاص، وثانيها بطلاء زيتى واترك ثالثها كما هو، ثم علقها جميعاً كما فى الشكل فوق قليل من الماء لتصبح فى جو رطب، فماذا تلاحظ بعض مضى أسبوع من الزمان.

٧- لعمل ثقاب بطيء: اغمر خيطاً من الدوبارة طوله نحو ١٥ سنتيمتراً فى محلول مركز الملح البارود، ثم اسحبه واتركه ليجف، أشعل أحد طرفيه ولاحظ طول الوقت الذى يستغرقه وصول النار إلى الطرف الآخر وإلى ٢سم من طول الخيط.

٨- الكتابة بالنار: اكتب على ورق رقيق بواسطة عود ثقاب بعد غمسه فى محلول مركز الملح البارود، ولتكن كتابتك على مهل دون تقطع فى الكلمات، انتظر حتى تجف الكتابة، ثم المس أول كلمة بخيط متوهج، فماذا يحصل؟ ولماذا؟.



٩- ألعاب نارية: يحتوى ملح البارود على قدر كبير من الأكسجين حتى ليسمح للشىء بالاحتراق فى فضاء محدود، وحتى تحت الماء، اصنع أنبوبة من الورق بلف الورق مرتين

أو ثلاث مرات حول قلم من الرصاص، والحم الورق مع سد أحد طرفى الأنبوبة بالشمع الأحمر، أملئ الأنبوبة بخليط من أجزاء متساوية تقريباً من مسحوق ملح البارود والكبريت والفحم، على أن يسحق كل منها وحده ثم تخلط جيداً على قطعة من الورق. سد الطرف المفتوح من الأنبوبة ببعض الورق الرقيق الذى سبق غمسه فى محلول ملح البارود ثم تجفيفه، وأخيراً لف قطعة من السلك حول طرف الأنبوبة لتشغيلها كما ترى فى الشكل، أشعل الورق الرقيق، فإذا بدأت الأنبوبة فى الاحتراق أسقطها فى قدح من الماء، فماذا يحصل؟

١٠- طلاء الميناء الأبيض: اصهر بضع قطع من الخارصين فى ملعقة من الحديد، ثم الق على مصهور الخارصين قليلاً من مسحوق ملح البارود، تجد مادة بيضاء صوفية المنظر قد تكونت، وهى ما يستخدم لصنع "طلاء الميناء" الأبيض.

١١- النيتروجين: حضر ملء إناء من الغاز كما فى التجربة رقم (٢) ولاحظ أنه غاز صاف عديم اللون والرائحة لا يذوب فى الماء بسهولة، ولا يسمح باحتراق الشمعة فيه، هذا هو غاز النيتروجين الذى يكون أربعة أخماس هوائنا الجوى.

١٢- الفوران: أ - صب قليلاً من الخل على صودا الغسيل فى فنجان.

ب- اعصر قليلاً من عصير الليمون على بعض قشر البيض فى فنجان.

جـ- صب قليلاً من روح الملح على بعض الطباشير، أو قطعة من الرخام فى فنجان.

تجد فوراناً فى كل من الحالات المذكورة، نتيجة لتكون غاز غير منظور اسمه ثانى أكسيد الكربون، وتتفاعل كل الكربونات على هذا النحو إذا أضيف إليها حامض ما.

١٣- طريقة بريستلى لجميع الغازات: حضر زجاجة (أو أنبوبة اختبار) لها سدادة من الفلين، واثقب فى الفلينة، بواسطة مبرد ذيل الفار ثقباً يتسع لمرور أنبوبة زجاجة طولها نحو ثمانية سنتيمترات قد سويت أطرافها على اللهب. صل طرف هذه الأنبوبة بأنبوبة من المطاط طولها نحو ٤٥ سنتيمتراً فى طرفها الآخر أنبوبة زجاجية أخرى، ضع فى

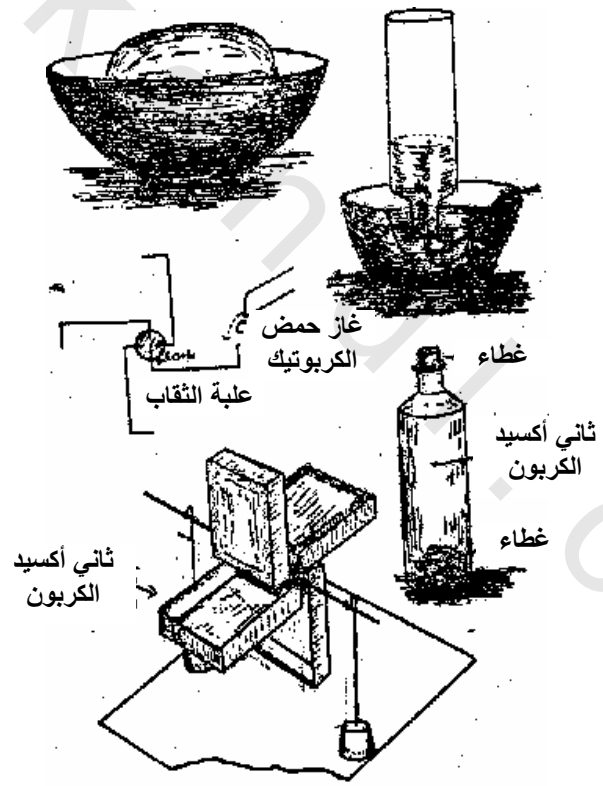
الزجاجة قليلاً من قطع الرخام ثم صب عليها نحو ملء ربع الزجاجة إلى روح الملح، تشهد فوراناً شديداً، ويمر الغاز المتصاعد فى أنبوبة التوصيل، اثن قطعة من أنبوبة معدنية لتكون على هيئة رقم ٧ أحد طرفيها طوله ١٠ سم، والآخر ١٥ سم، ثم ضعها فى قاع الإناء، املأ الإناء إلى ثلاثة أرباعه بالماء، واملأ برطماناً للمربى إلى حافته بالماء ثم غطه بقرص من الزجاج، أو بلوح فوتوغرافى قديم، ثم نكس البرطمان تحت سطح الماء الذى فى الإناء الكبير واسحب غطاءه الزجاجى، بحيث يرتكز البرطمان على أنبوبة رقم ٧، وضع طرف أنبوبة التوصيل تحت فوهة البرطمان تجد أن الغاز يصعد فى البرطمان على شكل فقاقيع طارداً منه الماء، حتى إذا امتلأ البرطمان بالغاز غطه بالغطاء الزجاجى تحت الماء وأخرجه ثم اعدله لتكون فوهته إلى أعلى ليكون البرطمان قد امتلأ بالغاز فقط، دون أن يختلط هذا الغاز بالهواء، اجمع الغاز فى برطمانات عديدة.

١٤- بعض خصائص ثانى أكسيد الكربون: أ-هل تحترق فيه الشمعة؟ (انظر الرسم لتوضيح طريقة الاختبار)ب-هل هو أثقل من الهواء ؟(انزع الغطاء عن البرطمان، وبعد دقيقتين اختبر بالشمعة كما فى أ) جـ- ماذا يحصل لو سكب ماء الجير فى برطمان من الغاز؟ (لا يشترك غاز آخر فى هذه الخاصية مع ثانى أكسيد الكربون) د- هل يذوب فى الماء؟ اجمع نصف زجاجة ضيقة الفوهة بالغاز بطريقة إزاحة الماء. سد فوهتها بإبهامك، ورج الغاز جيداً مع الماء، ثم انزع إبهامك عن الزجاجة تحت الماء فماذا يحدث؟ وما هو استنتاجك؟ هـ- هل يمتص الجير هذا الغاز؟ ضع قطعة من الجير المطفأ حديثاً بعد تبريدها، فى زجاجة ملأى بالغاز وسد الزجاجة سداً غير محكم، رج جيد ، ثم افتح الزجاجة تحت الماء بعد تنكيسها فيه، فماذا يحدث؟ ولماذا؟.

١٥- تجربة سحرية: صب بعض الخل على صودا الغسيل فى حوض عميق القاع، وبعد لحظات ألق فى الحوض كرة هوائية تر أنها تثب إلى أعلى ولا تلمس القاع قط، فلماذا؟

(فقاعة الصابون تفضل الكرة الهوائية لهذا الغرض، ولكن يصعب إرساؤها تماماً حيثما تريد).

١٦- طاحونة الغاز: خذ أربعا من علب الثقاب وسدادة من الفلين، اقطع السدادة وثبت الصناديق كما فى الشكل، ومرر سلكاً فى السدادة ليكون بمثابة محور وركب الكل كما فى الشكل، حضر مترلقاً أو قناة لتوجيه ثانى أكسيد الكربون، ثم صب الغاز من إناء فى قناة التوجيه، فإذا كانت الطاحونة جيدة التوازن دارت نتيجة لصب الغاز عليها.



١٧- جروتوديلكانى أو غاز الكلب: خذ صندوقاً من الورق المقوى ، غط مقدمته بورق مظلل بالقلم الرصاص ليمثل مدخل الغاز تاركاً الحافة السفلى بعمق عشرة

سنتيمترات، اصنع للغاز ظهراً وقاعاً وجوانب من ورق اللف المجعد، ثم ضع فى جانب من الغاز بعيداً عن الأنظار، صحنا صغيراً من صودا الغسيل مع الخل، اعمل ثقباً فى سقف الغاز يتدلى منه سلك وفى طرفه الأسفل قطعة من شمعة مشتعلة تجد أن الغاز المتجمع فى قاع الغاز يطفئها بسرعة.

١٨- ينبوع غير منظور: اصنع قمعاً من الورق كما (سبق شرحه) ثم ثبت فى أسفل القمع المذكور أنبوبة من الفخار بواسطة الشمع كما فى الشكل، ثبت الأنبوبة خلال سدادة من الفلين تسد بها زجاجة صغيرة بها بعض الرخام وروح الخل أو صودا الغسيل والخل، أسقط كرة من كرات البنج بنج فى القمع أو سدادة من الفلين، فماذا يحدث.

١٩- مطفئ اللهب: خذ إناء ذا سدادة محكمة، واعمل بها ثقباً تتدلى منه قطعة من الغاب مسدودة من أعلاها وبها ثقب تحت السدة كما ترى فى الشكل، مرر من السدادة قضيباً قد شق طرفه السفل ، وثبت كيساً صغيراً من الورق ممتلئاً ببلورات صودا الغسيل بربطه إلى الغاب كما ترى فى الشكل، ضع فى الإناء روح الملح المخفف أو الخل، ادفع القضيب إلى أسفل فتنفصل بلورات الصودا وتسقط فى الحامض، ويندفع سيل من الحامض والغاز معاً من فتحة الغاب (تذكر أن الحامض المندفع يتلف الملابس وخطره على الأعين شديد).

٢٠- مطفئ غازى للهب: فى التجربة السابقة اجعل قطعة الغاب أقصر من أن تنغمس فى السائل، فلا يخرج غير الغاز حين تجرى التجربة.

٢١- غواص يابانى: خذ قطعة من الغاب الرفيع بالحجم الظاهر فى الشكل مسدودة الطرف ويمر وسط هذا السد دبوس قبعة يتجه طرفه المدبب إلى الخارج وتثبت فيه بندقة لتمثل الرأس، ثم يلصق بالشمع الأحمر شريط يمثل الذراعين، وآخر يمثل الرجلين، وقطع من الرصاص تمثل اليدين والحذاء، ويبتر الدبوس بحيث يترك منه طول قدره ستة ملليمترات تقريباً ليكون بمثابة العنق، وعليه تركب البندقة بالضغط على ثقب يعمل

فيها، كما يتضح كل ذلك فى الشكل، اعمل شقين صغيرين فى الطرف الأسفل من قطعة الغاب ووصلها بقطعة من المطاط الرفيع، ثم اصنع خرطوشاً ذا حجم يتزلق بسهولة فى جسم الغاب، وذلك بلف قطعة من الورق حول قلم الرصاص والصقها بالشمع، ضع فى الخرطوش قليلاً من صودا الغسيل وحامض الطرطريك ثم سدها بالشمع، ضع الخرطوشة داخل الغاب، وأضف إليها من الرصاص ما يجعلها جميعاً تكاد تغوص تحت سطح الماء ثم أخرجها واثقب الخرطوشة بدبوس فى موضع أو موضعين وأعدها إلى مكانها ثم ضع الغواص فى الماء، لاحظ ما يحدث وفسره.

obeikandl.com