الثورات العلمية المعاصرة في الكيمياء

مدخل: في تاريخ المعارف الموسوعية تطلعنا كتب تاريخ العلم عن نقلات العقل الثورية وهي تبدد براثين الجهل، داحضة الفكر الخرافي والأسطوري، والفضل في ذلك يرتد لشذوذ العقل عن واقع أقل ما يقال عنه أنه لا إنساني في مراحل نشأة الحياة الأولى. لقد أبان العقل البشري عن طاقات باهرة، إذ فسر وحلل، فهم وأوّل، نظّر وغيّر ذاتويا وكونيا. لا أدل على عظمة العقل غير كشوفاته وإبداعاته المتواصلة في هذا العالم الكوني، إذ أحدث ثورات علمية في ميادين شتى سواء ما تجلى في العلوم العقلية أو في العلوم التطبيقية مثل الكيمياء. يعتبر علم الكيمياء من أبرز العلوم الطبيعية التي اشتغل باحثوها على المادة في مختلف تشكلاتها، متداخلة مع اختصاصات واصلة بينها مثل الفيزياء وعلوم الأحياء والجيولوجيا وغيرها من العلوم التي تداخلت موضوعاتها وطرائقها واهدافها مع مقتضيات علم الكيمياء. فكيف انتصر الفكر العلمي المعاصر لحاجات وتحديات العلم المعاصر؟ وما هي تمظهرات الوثبات الثورية التقدمية لعلم الكيمياء في الآزمنة المعاصرة؟ وهل بلغت الكيمياء مبلغ العلوم الرياضية والفيزيائية دقة وموضوعية ونجاعة في واقع الإنسان المعاصر؟.

01/ التعريف بعلم الكيمياء: هو العلم الذي يدرس المادة والتغيرات التي تطرأ عليها، فهو يقوم تحديدا بدراسة خواصها، بنيتها، تركيبها، سلوكها، تفاعلاتها وما تحدثه من خلالها. أيضا يقوم علم الكيمياء بدراسة الذرات والروابط التي تحدث بينها مكونة الجزئيات، وكيف تترابط هذه الجزئيات فيما بينها، لتكون المادة ويدرس أيضا التفاعلات التي تحدث بينها. وعرّفها الخوارزمي في كتابه **'مفاتيح العلوم'** قائلا: " **اسم هذه الصناعة الكيمياء وهو عربي، واشتقاقه من كمى يكمى إذا ستر وأخفى، ويقال كمى الشهادة يكميها إذا كتمها. والمحققون لهذه الصناعة يسمونها الحكمة على الإطلاق، وبعضهم يسميها الصنعة، ومن آلاتهم آلات معروفة عند الصاغة، وغيرهم من أصحاب المهن كالكور والبوطق والماشق والراط والزف الذي ينفخ، وهذه كلها آلات التذويب والسبك: والراط هو الذي يفرغ فيه الجسد المذاب من فضة أو ذهب أو غيرهما، ويسمى المسبكة وهي من حديد كأنها شق قصبة"**[1].

02/ طبيعة علم الكيمياء: علم الكيمياء لم يحظ بتشهير إعلامي ولا بصدى ثوراته بين الدارسين لتاريخ العلوم وثوراتها، فظل إلى حد ما شاذا بين علوم عصوره، لعوامل وأسباب معينة، ولكن وجب الإشارة إلى أن ثورات العلوم الموصولة بثورة الكيمياء (البيولوجيا والفيزياء) استفادت بنسب متفاوتة من كشوفات علماء الكيمياء ، خاصة في الأزمنة الحديثة والمعاصرة، مثل البيولوجيا الذرية والنظريات الفيزيائية الشهيرة مثل نظرية الكوانتم والنظرية الذرية والموجية وأخرى. وأيا كان مكمن الخلاف بين هذه العلوم فكلها تهتم لشأن الذرة (علم الجزيئات). و " بما أن الكيمياء هي علم الجزيئات، فلم

(1) ـ محمد بن أحمد بن يوسف الكاتب الخوارزمي: **مفاتيح العلوم**، إدارة الطباعة المنيرية، مصر، ص 146.

يكن من المستطاع إحراز تقدم كبير إلا عندما أصبح من الممكن إحصاء ووزن كل من الذرة والجزيء. وعندما نزن شيئا ما فدائما ما نقارن هذا الوزن بشيء قياسي"[2]. وعموما فإن مجمل الحقول البحثية التي احتوتها الاختبارات الكيميائية تركزت حول ثلاثة أنشطة رئيسية: 1 ـ التفاعلات الكيميائية(*) 2 ـ المركبات الكيميائية 3 ـ الروابط الكيميائية. " التفاعلات الكيميائية chemical reaction هو فعل تقوم به المواد التي تطرأ عليها تغيير كيميائي، ويشمل التفاعل الكيميائي تغيرات في نواة الذرة. وتحدث التفاعلات الكيميائية بسبب تشكيل نمط إلكتروني electron configuration في ذرات العناصر المشتركة...والتفاعلات الكيميائية أنواع نبينها من خلال الشكل التالي:

(2) ـ و. جراهام ريتشاردز: أسرار الكيمياء، تر، هاشم احمد محمد، الهيئة المصرية العامة للكتاب، 2000، ص 21.

(*) ـ فعل مادة في مادة أخرى، تؤدي إلى تغير في تركيبها الكيميائي. (حامد عبد الفتاح جوهر: **معجم الكيمياء والصيدلة**، الهيئة العامة لشؤون المطابع الأميرية، القاهرة، مصر، 1983، ص 73).

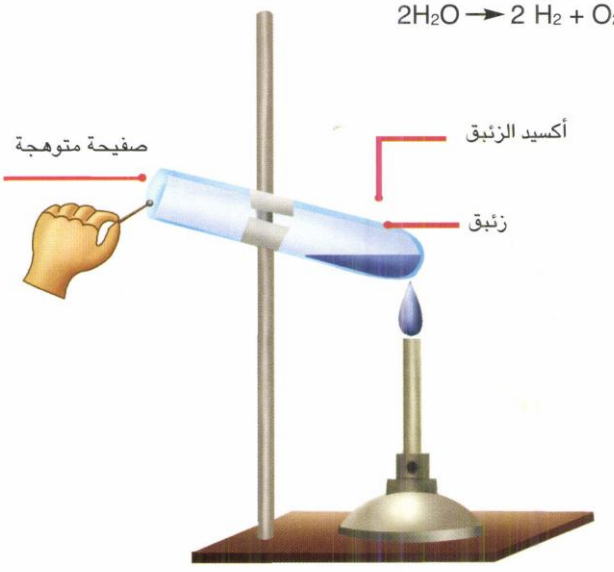
أنواع التفاعلات

التفاعلات الطاردة للطاقة exothermic reactions: هي تفاعلات تطلق طاقة حولها على شكل حرارة وضوء وصوت تحدث في الآن ذاته وبشكل عفوي. من أمثلة التفاعلات الطاردة للطاقة: تفاعل الكلور مع الصوديوم لإنتاج ملح الطعام الذي يطلق حرارة.

التفاعلات الماصة للطاقة endothermic reactions: وهي تحتاج لطاقة على شكل حرارة من محيطها لكي تعمل، ومثال ذلك عملية التمثيل الضوئي photosynthesis في النبات التي تستخدم طاقة الشمس لتحول ثنائي أكسيد الكربون والماء إلى غلوكوز وأكسجين. ومن الأمثلة الأخرى على التفاعلات الماصة للطاقة: ذوبان مكعبات الثلج، وذوبان الأملاح الصلبة، وتبخر الماء السائل، وتحول الصقيع إلى بخار ماء.

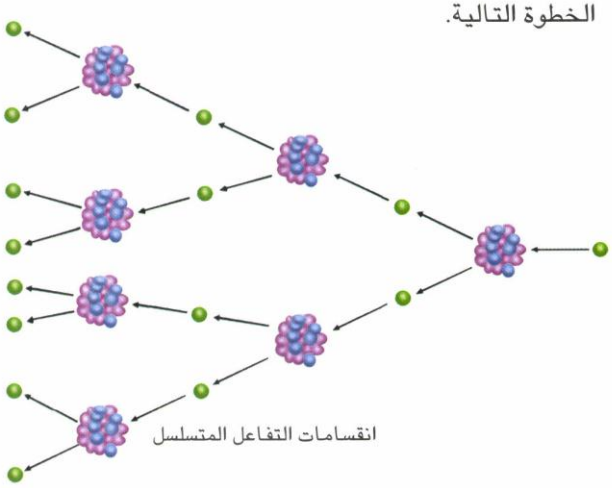
تفاعلات التحلل decomposition reactions: وتحدث حين تتجزأ مادة معقدة إلى عناصر أبسط في تفاعل تحللي بحيث يعطي أحد المتفاعلات ناتجين أو أكثر. مثال:

$$2H_2O \rightarrow 2\ H_2 + O_2$$



تأثير الحرارة على أكسيد الزئبق.

التفاعل المتسلسل chain reaction: وهو سلسلة من التفاعلات بحيث يكون الناتج في كل خطوة متفاعلاً في الخطوة التالية.



انقسامات التفاعل المتسلسل

التفاعل التركيبي synthesis reaction: وهو تفاعل تنضم فيه مادتين بسيطتين أو أكثر لتشكيل مادة معقدة. أو بمعنى آخر يعطي تفاعل متفاعلين أو أكثر ناتجاً واحداً.

مثال: $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

تفاعل الاحتراق combustion reaction: وهو تفاعل مولد للحرارة. يشمل تفاعل الاحتراق العادي اتحاد الأكسجين مع مركب آخر لتشكيل ثنائي أكسيد الكربون والماء.

تفاعل الأكسدة oxidation-redution reaction: وهو اختصار لتفاعل الأكسدة والاختزال، ويتميز هذا التفاعل بنقص في عدد ذرات الأكسجين، وانتقال الإلكترونات بين المواد الكيميائية.

$$\underset{4}{CO_{2(g)}} + \underset{0}{H_{2(g)}} \rightleftharpoons \underset{+2}{CO_{(g)}} + \underset{+1\ +1}{H_2O_{(g)}}$$

اختزال

أكسدة

تفاعل الاستعاضة (أو الاستبدال) replacement reaction: في هذا التفاعل تقوم العناصر باستبدال مواقعها فيما بينها.

هل تعلم؟

التفاعل الذي يحصل فور مزج عنصرين ببعضهما يدعى تفاعلاً فورياً spontaneous reaction.

المركبات الكيميائية chemical compounds هي نواتج التفاعلات الكيميائية بين ذرتين أو أكثر، لعنصرين أو أكثر. ويوجد حوالي 100 عنصر كيميائي معروف فيما بينها وفق نسب ثابتة، لتشكل مركبات كيميائية...

الروابط الكيميائية: الارتباط الكيميائي chemical bonding هو العلاقة الناتجة عن التفاعل بين ذرات أو جزيئيات المركبات الكيميائية. وتتعلق الروابط الكيميائية ببعضها بسبب قوى الجذب الكبيرة الموجودة بين الذرات..."[3].

(3) - أطلس الكيمياء، دار الشرق العربي للطباعة والنشر والتوزيع، بيروت، لبنان، ط2، 2013، ص ص 30 - 32.

خواص المركبات الكيميائية

- تتماسك المركبات الكيميائية بإحكام بواسطة روابط كيميائية chemical bonds قوية.
- يمكن للمركبات الكيميائية أن تكون صلبة أو سائلة أو غازية في درجة حرارة وضغط عاديين.
- وتختلف ألوان المركبات الكيميائية من واحد لآخر.
- بعض المركبات الكيميائية مفيدة في الحياة، إلا أن بعضها الآخر يعدّ سماً.
- يتغير لون أو رائحة أو سُمِّية مادة ما باستعاضة ذرة واحدة فقط ضمن المركب.
- تصنف المركبات الكيميائية إلى مركبات جزيئية molecular ومركبات أيونية ionic، كما تصنف إلى مركبات عضوية organic ومركبات لا عضوية inorganic.

توضع المركبات الكيميائيةداخل أوعية زجاجية خاصة لا تتفاعل معها

3

03/ تاريخ علم الكيمياء: علم الكيمياء كغيره من العلوم التي كان لها حضور فاعل في تاريخ الإنسانية قامت بشأنه محولات أولى منذ أقدم العصور، فيما تشير إليه الدراسات القديمة التي عرض لها مؤرخو العلم والمعرفة. وعليه "للكيمياء بداية يرجع تاريخها وفقا للتقديرات المعقولة إلى بضع مئات الآلاف من السنيين، من بعد الانفجار العظيم Big bang الذي يعد بمثابة لحظة بدء الكون حسبما نفهمه. ففي ذلك الحين تكونت الجزيئات، قبل زمن طويل من ظهور المجرات أو الأجسام الصلبة إلى الوجود. وتكون الجزيئات وما تلاها من تفاعلات، أدى إلى تكوين جزيئات جديدة، ثم أجسام

صلبة، وفي نهاية المطاف أصبح العالم على ما نحن عليه اليوم، وكل ذلك يشكل صلب مادة الكيمياء"[4]. نتحدث عن المادة في حدود عالميها المترامين في الكون الفسيح (الماكروفيزياء والميكروفيزياء) ولا سبيل لفهم وتفسير مسائل الكيمياء بمعزل عن موضوعها الأصل (المادة) في تشكيلاتها وتحولاتها وتفاعلاتها. بدءا بلحظة الانفجار العظيم. " ويرجع تاريخه فيما يعتقد إلى قرابة ثلاثة عشر ألف مليون سنة، عندما كانت كل المادة والطاقة مجمعة معا في نقطة واحدة، فحدث انفجار جعل كل جسيم من جسيمات المادة يندفع بعيدا عن الجسيم الآخر. ولا تزال هذه العملية مستمرة حتى وقتنا هذا، حيث تتباعد المجرات عن بعضها البعض، ومن ثم جاء وصف الكون بالكون المتمدد"[5]. ولا شك أن اشتغال علماء الكيمياء على جزيئيات المادة في البدء كان عسيرا، إذ لم تفلح محاولاتهم الجادة في تفسير وفهم طبيعة التحولات التي تطرأ على المادة، كذا شذوذ أبحاث العقل في مراحله الأولى بخصوص مشكلات الذرة. " الكيمياء التي بدأت من الجزيئات البسيطة في الكون البدائي وانتهت الى التركيبات الصلبة التي تتكون منها النجوم والكواكب، وأرضنا احتاجت إلى آلاف السنين لكي تصنع منتجات جزيئية معقدة نسبيا. ولقد كانت معظم المواد المتاحة للإنسان البدائي من التعقيد بالنسبة للكيميائيين القدامى، لدرجة أنهم قضوا قرونا عديدة في دراسة عديمة الجدوى، قبل أن يصلوا إلى أي فهم حقيقي، وهو ما يفسر سبب تأخر تطور الكيمياء كعلم".

04/ علم الكيمياء في حضارة العرب والمسلمين: لا شك أن شمس الإسلام سطعت على بلاد الإسلام وعم ضياؤها أرجاء أوربا، أقصد علوم العرب وغيرهم من المسلمين، إذ تجلت عبقريتهم العلمية في أيما مجال من مجالات المعرفة الإنسانية منها والفيزيائية، وفي علوم المنطق والرياضيات وغيرها كثير. الكيمياء علم له نبع تأصيل عربي وإسلامي. " بدأ الاهتمام بهذا العلم عند المسلمين منذ العصر الأموي على يد خالد بن يزيد بن معاوية، ودفعته إلى ذلك الفكرة التي كانت سائدة عند بعض العلماء في العصور القديمة والوسطى، وهي إمكانية تحويل المعادن الخسيسة إلى ذهب، فكلف بعض العلماء بترجمة كتب الكيمياء اليونانية إلى العربية، فنشأ بذلك ما عرف بعلم الصّنعة، الذي أسهم في تقدم علم الكيمياء، كما كانت العناية بالطب والصيدلة وتحضير الأدوية تستدعي الاهتمام بعلم الكيمياء"[6]. إن فضل تطوير علم الكيمياء وإحالته إلى علم تجريبي، نسبه إلى العرب أجل برغم طمس بعض المؤرخين لتلك الحقيقة، فقد تأسس العلم وضبطت قواعده، وتقرر له عهد بمنهجه التجريبي على يد 'جابر بن حيان' وبعده 'الرازي'. " أقبل المسلمون على دراسة هذا العلم وساروا فيه على أساس التجربة، فخطا خطوات ثابتة على طريق التقدم والتطور، فقد تحول علم الصنعة على يد 'جابر بن حيان' ومن بعده 'الرازي' إلى علم تجريبي، ولكثرة ما قدم العرب لعلم الكيمياء فقد وصف بأنه عربي،

(4) - المرجع نفسه، ص 07.
(5) - المرجع نفسه، ص 11.
(6) - محمد حسين محاسنة: أضواء على تاريخ العلوم عند المسلمين، دار الكتاب الجامعي، العين، الإمارات العربية المتحدة، ط1، 2001، ص 215.

وتوصل العرب نتيجة تجاربهم العلمية في هذا المجال إلى تحضير المواد التالية: 1 ـ حامض الكبريت ($H_2 SO4$) وحامض النيتريك (HN_{O3}).

وحامض الكلور دريك أو روح الملح (HCL) 2 ـ الصودا الكاوية($Na\ OH$) التي تستخدم في صناعة الصابون والحرير الاصطناعي. 3 ـ الكحول ($CH_3\ OH$) والنشادر ($NH_4\ OH$)"[7].

التجربة الكيميائية عند الخوارزمي: كان العلماء العرب والمسلمون على بيّنة جلية في أبحاثهم النظرية والعملية إذ كانت دراساتهم منهجية ومنطقية، بلغت من مراتب الدقة والموضوعية ما يبرر نمذجة كشوفاتهم التي ظلت مرجعا لكيمياء الغرب ومن نحا نحو أبحاثهم. فقد ثبت مراس التجربة في ميادين الكيمياء لدى الخوارزمي فيما اصطلح عليه في فصله الثالث من كتابه مفاتيح العلوم (في تدبيرات هذه الأشياء ومعالجتها) حيث طبق تجربته على عينات من الأشياء، إذ يقول: " التقطير هو مثل صنعة ماء الورد وهو أن يوضع الشيء في القرع، ويوقد تحته فيصعد ماؤه إلى الانبيق، وينزل إلى االقابلة ويجتمع فيه: التصعيد شبيه بالتقطير إلا أنه أكثر ما يستعمل في الأشياء اليابسة: والترجيم جنس من التصعيد: التحليلي أن تجعل المنعقدات مثل الماء: والمعقد أن يوضع في قرع ويوقد تحته حتى يجمد ويعود حجرا: التشوية أن يسقى بعض العقاقير مياها ثم يوضع في قارورة أو قدح مطيّن ويعلّق بآخر ويشد رأس القارورة ويجعل في نار إلى أن يشتوى: والتصدئة من الصدا مثل ما يعمل في صنعة الزنجار: التكليس أن يجعل جسد في كيزان مطينة ويجعل في النار حتى يصير مثل الدقيق..."[8].

الكيمياء في العصر الحديث: علماء الكيمياء على كثرتهم لا يسعنا عد مآثرهم وصنعاتهم في مقام يسير، وسنقصر حديثنا عن بعضهم ممن نعدهم روادا حقيقيون لعلم الكيمياء، كل في زمنه أو عصره. في العصر الحديث برز نجم ألمعيين في الكيمياء بينهم: " 'لافوازييه أنطوان لوران'.

علم الكيمياء عند لافوازيه أنطوان لوران (1736 ـ 1794م): بعد أن تخرج من كلية مازاران درس الرياضيات وتعلم الفلك على يدي العالم نيقولاي دي لاكاي، ثم درس الكيمياء على يدي راؤول، ثم درس علم النبات على يدي برنار دي جوسيه. نال الوسام الذهبي عن دراسة أجراها لإنارة مدينة كبرى كباريس، وذلك من قبل أكاديمية العلوم. حلّل مياه الأنهار والبرك والبحيرات، وجمع شتى النباتات والمعادن وصنّفها، ثم تدرّب على الطبيعة ودرس طبقات الأرض وطبيعة التربة وحدود الأرض بما فيها من تضاريس... صنع النشاء وقطّر الفوسفور وحلّل ملح البارود وخزّن مياه الشرب في

(7) ـ المرجع نفسه، ص 215.

([7]) ـ محمد بن أحمد بن يوسف الكاتب الخوارزمي: **مفاتيح العلوم**، ص ص 149 ـ 150.

البواخر، ونزع البقع عن المنسوجات الحريرية والصوفية، واتخرج الذهب من رماد النباتات. درس الحمم البركانية ودرجة حرارتها..."[9].

خاتمة: قال نتشه عن فضل الكيمياء على العلوم بمعية أخرى: " هل تظن ان العلوم كانت لتنشأ وتصبح رائعة لو لم يكن هناك سحرة وخيميائيون ومنجّمون ومشعوذون، الذين كانوا متعطشين لقوى محضورةّ؟"[10]. ظلت أبحاث الكيمياء تنمو ببطء، تترقب زلات العلوم الطبيعية لتنقذها، ظلت وفية للأشياء التي امتزجت بها أفكار العلماء، كان التحليل أسمى طرائقها بين مناهج المعرفة، أسهمت بجودة نظرياتها ودقة حقائقها في تعزيز منطق النظريات العلمية في العلوم الطبيعية الفيزيائية منها والبيولوجية. لا يسعنا عد أفذاذها من العلماء المخترعين لكثرتهم، وأخص ما مكّن لسموّ صنائعها امتزاج صنعاتها بحداثة تقنية جد متطورة، كان لها الفضل في تموضع الكيمياء وتبوئها مقعدا مرموقا بين علوم عصورها المتعددة.

([8]) ـ ماجد عدوان: موسوعة علم الكيمياء، دار عالم الثقافة للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ط1، 2001، ص ص 148 ـ 149.

([10]) ـ كاثي كوب ومونتي إل فيترولف: روعة الكيمياء، العلم المذهل للأشياء المألوفة، تر، فايقة جرجس حنا، مؤسسة هنداوي، المملكة المتحدة، 2020، ص 386.