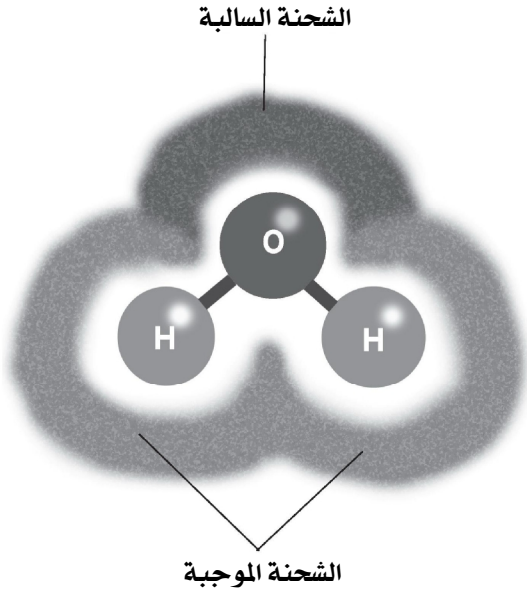
المحاليل. فالجزيئات القطبية لها القدرة أيضا على تكوين روابط مع الجزيئات القطبية الأخرى، من خلال (القوى ثنائية الاستقطاب بين الجزيئات)- حيث تتجاذب النهاية موجبة الشحنة لأحد الجزيئات مع النهاية سالبة الشحنة للجزيء الآخر والعكس صحيح.



التغير الكيميائي

التفاعل الكيميائي

تتسبب العناصر والمركبات الكيميائية المختلفة في إحداث تغيرات في بعضها البعض لتكوين مركبات جديدة، وهي عملية تُعرف باسم التفاعل الكيميائي، وأبسطها تفاعلات الاتحاد والتحلل، وفيها تتحد المواد الكيميائية معا أو تنفصل عن بعضها البعض لتكوين مركبات جديدة، لكن التفاعلات الكيميائية يمكن أن تأخذ صورا عدة، منها تفاعلات الإحتراق وتعادل الأحماض والقواعد.

وتُعرف المواد الداخلة في التفاعل الكيميائي بالمتفاعلات، بينما المواد التي تخرج منه فتُعرف باسم النواتج، وأحيانا لا تحتاج المتفاعلات سوى أن تضاف إلى بعضها البعض ليحدث التفاعل وفي أحيان أخرى تحتاج نوعا من المحفزات مثل التقليب أو التسخين كما هو الحال

في التفاعل بين البنزن والأكسچين في محرك السيارة، بل أن بعض التفاعلات قد تحتاج القليل من المساعدة الكيميائية من عامل حفاز وهو مادة تزيد من سرعة التفاعل ولكنها تبقى في النهاية دون تغيير، على سبيل المثال المحولات الحفازة في السيارات تقوم بتمرير العوادم خلال مرشح مشبع بالبلاتينيوم الحفاز، وهذا المعدن الثمين يحفز أول أكسيد الكربون السام الموجود في العوادم ليرتبط بالأكسچين لتكوين ثاني أكسيد الكربون الذي يتم إطلاقه فيما بعد ويترك البلاتينيوم دون تغيير.

طاقة التفاعل

تخزن الروابط الكيميائية طاقة، وكذلك تكوين تلك الروابط أو كسرها يؤدي إلى إطلاق طاقة أو امتصاصها على الترتيب، وتسمى التفاعلات التي تمتص طاقة باسم التفاعلات الماصة للحرارة، بينما التفاعلات التي تطلق طاقة تسمى تفاعلات طاردة للحرارة، وكما تشير اللاحقة (thermic)[1] فإن الطاقة تظهر نفسها في صورة حرارة.

وعملية البناء الضوئي مثال على التفاعلات الماصة للحرارة وفيها تمتص النباتات الحرارة من الشمس وتستخدمها في إحداث تفاعل بين ثاني أكسيد الكربون والماء لتكوين الجلوكوز والأكسچين.

ومن أمثلة التفاعلات الطاردة للحرارة تفاعلات الإحتراق- عندما تتحد المادة مع الحرارة والأكسچين لإطلاق حرارة أكبر، ويمكن قياس الطاقة الداخلة إلى التفاعل أو الناتجة منه من خلال استخدام المسعر.

ومن التفاعلات الطاردة للحرارة شديدة التفاعل، التفاعل الذي ينتج من حرق خليط من مسحوق الألومنيوم مع أكسيد الحديد (الصدأ)، ويصعب إشعال هذا المسحوق، لكن بمجرد أن تقوم بذلك فإن المتفاعلات تسخن سريعا مكونة سائلاً منصهرًا من الحديد وأكسيد الألومنيوم عند درجة حرارة 2500 درجة مئوية، ويستخدم تفاعل الثيرميت في الأجهزة العسكرية الحارقة وفي اللحام.

(1) تعني حراري.

المعادلة الكيميائية

يدون الكيميائيون المتفاعلات والنواتج الكيميائية التي تشترك في التفاعل الكيميائي على هيئة معادلات كيميائية تُكتب باستخدام سهم تُكتب المتفاعلات على يساره والنواتج على يمينه،وبالتالي على سبيل المثال إذا كان المركبان (A)،و(B) يتحدان معا لتكوين مركب ثالث (C)، فإن التفاعل يكتب: ($A + B \rightarrow C$) .

وإذا كان التفاعل قابل للعكس ذلك يعني إنه يمكن أن يتم في الاتجاه المعاكس أيضا وبالتالي يستخدم سهم مزدوج ($C \Leftrightarrow A + B$)؟

قياس اتحاد العناصر

تتحدد النسب بين المتفاعلات والنواتج في التفاعلات من خلال فرع من فروع الكيمياء يسمى (قياس اتحاد العناصر)، وأحيانا يضم التفاعل أكثر من جزيء واحد من المتفاعلات، على سبيل المثال المعادلة ($Al+O_2 \rightarrow Al_2O_3$) تصف تكوين أكسيد الألومنيوم إلا أنها معادلة غير متزنة - يدخل التفاعل ذرة من الألومنيوم وذرتان من الأكسجين، لكن يخرج منه ذرتان من الألومنيوم، وثلاث ذرات من الأكسجين، والصورة المتزنة لهذه المعادلة هي ($4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$).

وتشير الأعداد المكتوبة أمام كل عنصر إلى عدد الجزيئات الداخلة في التفاعل من كل عنصر مشترك في التفاعل - والآن أصبح هناك كميات متساوية من كل عنصر على كلا الجانبين ويقال للمعادلة أنها متزنة، ويطلق على تلك الأعداد اسم معاملات قياس اتحاد العناصر، والمركب النقي هو المركب الذي يتكون من متفاعلات بنسب أعداد صحيحة.

ويحدد مجال (قياس اتحاد العناصر) المخاليط المثلى للهواء والوقود المستخدم في محركات الإحتراق الداخلي التي تقوم بتشغيل السيارات مما يضمن وجود الكمية المناسبة من الأكسجين لإحتراق الوقود كله، أما بالنسبة للبنزن فإن نسب الهواء إلى الوقود تساوي 14.7:1.

تفاعلات الاتحاد والتفكك

تفاعل الاتحاد هو أبسط أنواع التفاعل الكيميائي، ويُعرف أيضا باسم تفاعل التركيب،

وفيه تكون المتفاعلات عنصرين أو مركبين كيميائيين أو أكثر ترتبط معا من خلال تكوين روابط كيميائية – لتكوين ناتج واحد. أما تفاعلات التفكك فهي العملية العكسية، حيث يتفكك متفاعل واحد إلى ناتجين أو أكثر، وغالبا يحدث ذلك بفعل بعض أنواع المحفزات مثل التسخين أو تمرير تيار كهربي، فعلى سبيل المثال تمرير تيار كهربي خلال الماء يؤدي إلى حدوث نوع من التفكك يُعرف باسم (التحليل الكهربي) فيه يعمل التيار على تفكيك جزيئات الماء إلى هيدروچين أكسچين والمعادلة الكيميائية المعبرة عن هذا التفاعل هي:

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

الأكسدة والاختزال

يُعرف التفاعل الذي يؤدي إلى إضافة أو إزالة إلكترونات من ذرات المتفاعلات أو جزيئاتها باسم تفاعل الأكسدة والاختزال وهو اختصار ل(أكسدة–اختزال)

الأكسدة تحديدا هي فقد إلكترونات، بينما الاختزال يشير إلى اكتساب إلكترونات، ويحدث التفاعلان معا لينتج عنهما انتقال إلكترونات من عنصر أو مركب إلى آخر، فعلى سبيل المثال يحدث تفاعل الأكسدة بين الهيدروچين (H2)، والفلور (F2) لتكوين فلوريد الهيدروچين الذي له الصيغة الكيميائية (HF)، والمعادلة الكيميائية المعبرة عن هذا التفاعل هي ($H_2 + F_2 \rightarrow 2F$) ويمكن تقسيمها إلى أكسدة الهيدروچين ($H_2 \rightarrow 2H + + 2e-$) واختزال الفلور.($2F- + 2H^2\ 2F^-$) وسميت الأكسدة بهذا الاسم لأنه كان من المعتقد في الأصل أن الأكسچين فقط هو القادر على إحداث هذا النوع من التغيير الكيميائي، وبالمثل كلمة اختزال تشير إلى نضوب الأكسچين عند حدوث التفاعل.

والآن هناك مؤكسدات معروفة أخرى مثل الفلور والكلور، بالإضافة إلى المواد المختزلة مثل الهيدروچين. وصدأ الحديد عملية أكسدة فيها تنتقل الإلكترونات من الحديد إلى الأكسچين قبل أن يرتبط الاثنان لتكوين مركب أحمر قشري يسمى أكسيد الحديد.

الأحماض والقواعد (القلويات)

الحمض هومركب يحتوي على هيدروچين بحيث يعطي عند ذوبانه في الماء آيونات

هيدروچين موجبة (+H) يمكنها تكوين روابط مع مواد أخرى ويكون لها تأثير هدام عليها، والأحماض موصلة للكهرباء ولها مذاق حامض ومر، وعلى ناحية أخرى القاعدة- يطلق عليها أحيانا (قلوي) عكس الحمض فهي تمتص آيونات الهيدروچين (+H)، وبالتالي تعمل على التقليل من حامضية المحلول.

وآيونات الهيدروكسيد سالبة الشحنة هي مثال بسيط للقواعد. وهي تتفاعل مع آيونات الهيدروچين لتكوين الماء العادي ومعادلته الكيميائية: ($H^2 + OH- \rightarrow H_2O$). واتحاد الحمض مع القاعدة بهذه الطريقة يسمى تفاعل التعادل، وعادة ينتج عن المحاليل الحمضية الأكثر تعقيدا بعض أنواع الأملاح بالإضافة إلى الماء، على سبيل المثال، عند معادلة حمض الهيدروليك (HCL) باستخدام هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) يتكون ماء وملح الطعام (NaCL)

الإحتراق

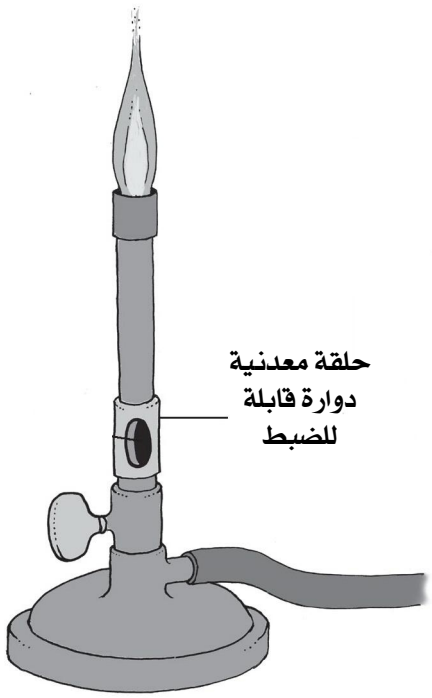
الإحتراق هو أحد الأمثلة على تفاعل كيميائي فيه تتسم طاقة التفاعل بأنها طاردة للحرارة، وتساعد الحرارة الناتجة على استمرار التفاعل أو حتى زيادة سرعته، لكن قد يؤدي الإحتراق السريع في بعض المواد إلى حدوث انفجار. وعادة يكون تفاعل الإحتراق صورة من صور الأكسدة حيث يندمج الوقود القابل للاشتعال مع الأكسچين لتكوين نواتج التفاعل وحرارة. وعندما يحترق غاز البوتان C_4H_{10} يدخل تفاعل إحتراق معادلته ($2_C4H_{10} + I_3O_2 \rightarrow 8CO_2 + 10H_2O$) وهو إحتراق خال من الدخان. وبعض المركبات تنتج بقايا صلبة أو غازية عند إحتراقها مما يؤدي إلى تكون الرماد، والسخام والسحب الدخانية -المكونة من غازات بالإضافة إلى جسيمات صلبة وسائلة، على سبيل المثال يشتعل مسحوق الألومنيوم في موقد بنسن طبقا للمعادلة الكيميائية ($4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$) لتكوين جسيمات أكسيد الألومنيوم.

موقد بنزن

موقد بنزن هوجزء أساسي من معدات المختبرات كثيرة الاستخدام في تسخين المخاليط

لتحفيز التفاعلات الكيميائية - ولأغراض أخرى مثل تعقيم المعدات، وقد اخترعه عالم الكيمياء الألماني روبرت بنزن عام 1852، حيث كانت جامعته تقوم بإنشاء مبنى جديد مزود بأنابيب غاز وقرر بنزن استغلالها الاستغلال الأمثل من خلال تصميم موقد يعمل بالغاز يقوم بتوصيل لهب مناسب ساخن ونظيف وقابل للتحكم فيه ومناسب للأغراض العلمية.

ويتكون موقد بنزن من أنبوب معدني رأسي يدخل فيه الغاز من قاعدته ثم يرتفع إلى قمته حيث، يخضع لعملية الإحتراق وكانت لفتة بنزن العبقرية أن يضيف مدخلاً للهواء أسفل الأنبوب قابلاً للضبط من خلال حلقة معدنية دوارة تسمح للغاز بامتصاص الهواء قبل أن يحترق، وفي وجود أكسچين الهواء يحترق الغاز بكفاءة- معطيا لهبا أزرق كثيف ونظيفًا بلا سخام ملوث للمعدات.



وعلى النقيض من ذلك يؤدي غلق مدخل الهواء إلى وضع الموقد في وضعية الأمان- للاستخدام بين التجارب. ودون وجود وفرة من الأكسچين يكون اللهب أصفر اللون وأكثر برودة ويترك رواسب سخامية على أي أوانٍ زجاجية موضوع عليها.

الترسيب الكيميائي

يُعرف التفاعل الكيميائي الذي يتسبب في تكوين جسيمات صلبة في السائل ثم ترسيبها في القاع باسم تفاعل الترسيب، فعند خلط محلولين معا وحدوث تفاعل كيميائي بين المذابين ينتج عنه مركب غير قابل الذوبان فإن جسيمات المركب الجديد تترك السائل.

وبعض تفاعلات الإحلال تحدث التأثير نفسه. ويسمى المركب الجديد باسم الراسب، وبمجرد استقراره تُعرف الطبقة التي تعلوه باسم (المادة الطافية).

يمكن أن يحدث الترسيب أيضا عند خلط محلول ما مع سائل فيه مذيب له ذوبانية أقل، وتُعرف تلك السوائل باسم (مضادات المذيبات)، ويجب مراعاة عدم الخلط بين الترسيب الكيميائي (Chemical precipitation) والعملية المتعلقة بالأرصاد الجوية والتي تسمى سقوط الأمطار(meteorological precipitation) التي هي اسم آخر لهطول الأمطار (rainfall).

تفاعلات الإحلال

أحيانا يتمحور التفاعل الكيميائي حول الروابط التي تربط المتفاعلات معا أكثر من تمحوره حول المواد الكيميائية نفسها. ففي تفاعل الإحلال يحدث تبادل بين الروابط الموجودة بين المادتين المتفاعلتين لتكوين مركب جديد، ومن أمثلة ذلك التفاعل الذي يعبر عنه بالمعادلة الكيميائية: ($N_aCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + NaNO_3$) وفيها يتبادل كل من كلوريد الصوديوم ونترات الفضة الروابط لتكوين كلوريد فضة ونترات صوديوم.

وتشتمل تفاعلات الإحلال على جزيئات مرتبطة معا بروابط آيونية- فيها ترتبط أزواج الآيونات معا بفعل تجاذب الشحنات المتعاكسة كهربيا. وتحدث التفاعلات عندما تصبح الأيونات التي تتكون منها المادتان المتفاعلتان أكثر استقرارا من خلال كسر روابطها الآيونية وتكوين روابط مع آيونات مختلفة من متفاعل آخر.، وتظهر تفاعلات الإحلال في تفاعلات الترسيب الكيميائي وتعادل الأحماض والقواعد.

الاتزان الكيميائي

عندما يحدث تفاعل كيميائي قابل للإنعكاس - وهو تفاعل يشار إليه بسهم مزدوج في معادلته الكيميائية - بالمعدل نفسه في الاتجاهين وتظل كميات المتفاعلات والنواتج ثابتة مع الزمن يقال لهذا التفاعل إنه في حالة اتزان كيميائي.

وإذا اختل اتزان التفاعل الكيميائي لأي سبب، فإن معدل التفاعل سيزداد في الاتجاه اللازم لمعالجة هذا الخلل، لنقل على سبيل المثال أن التفاعل($C \Leftrightarrow A + B$) وصل إلى حالة إتزان، والآن إذا قام أحدهم بإضافة كمية من المركب (C) والذي يؤدي إلى اختلال

الإتزان، فإن معدل التفاعل من اليمين إلى اليسار سيزداد محولا (C) إلى (A + B) بمعدل أسرع من إعادة تحولها وتستمر هذه العملية حتى يتحقق الإتزان مجددا- فيما يُعرف بمبدأ لوشاتلييه.

الشوارد الحرة

تميل الإلكترونات التي تدور حول الذرات والجزيئات إلى الاقتران بإلكترونات أخرى لها كم مغزلي معاكس، والشوارد الحرة هي مجموعة من الذرات والجزيئات التفاعلية للغاية لديها إلكترونات غير مقترنة في غلاف التكافؤ الإلكتروني. وميل هذا الإلكترون إلى الارتباط مع إلكترونات عناصر كيميائية ومركبات أخرى هو ما يجعل الشوارد الحرة تفاعلية إلى هذا الحد.

وفي الواقع تساهم الشوارد الحرة في بعض التفاعلات الكيميائية الهدامة بما فيها تفاعلات الإحتراق، وتلف المواد الغذائية،واستنفاذ الأوزون من الغلاف الجوي للأرض، ومن أمثلتها ثنائي الأكسجين (O_2) وآيون الهيدروكسيل (OH^-). أما في الأحياء فتعتبر الشوارد الحرة أحد مسببات عملية التقدم في العمر، وهي متورطة في ظهور الخرف، والسرطان والعديد من الأمراض الأخرى. ويمكن التصدي لتأثير الشوارد الحرة على الجسم باستخدام مضادات الأكسدة، وهي مواد كيميائية تمتص الشوارد الحرة وتمنعها من تفاعلات الأكسدة في الجسم التي تنتجها، ومن أمثلة مضادات الأكسدة فيتامين (E) وبيتا كاروتين والبولي فينول الموجود في النبيذ والشوكولاتة.

التحليل الكيميائي

الكيمياء التحليلية

عندما يقابل علماء الكيمياء مركبا أو محلولا كيميائيا غير معروف، كيف يحاولون اكتشاف ما بداخله؟ هنا تكمن نقطة تلاقي الكيمياء مع العلم التجريبي -ويطلق على ذلك اسم الكيمياء التحليلية. وبوجه عام نجد أن الكيمياء التحليلية عملية ذات مرحلتين: المرحلة الأولى هي التحليل النوعي وهو يتضمن تطبيق اختبارات كيميائية عامة لتحديد تكوين