

الكيمياء العامة General Chemistry

الفصل الاول

1. مقدمه في علم الكيمياء

- **علم الكيمياء :** يهتم علم الكيمياء بدراسة المادة من ناحية تركيبها وتحولاتها وتفاعلاتها وخصائصها المختلفة .
- **المادة :** المادة هي كل ما يشغل حيز من الفراغ وله كتلة ، ويمكن القول بأنه كل ما تتأثر به حواسنا أو يكون مصدراً لما يثيرها وحتى ندرك مفهوم المادة بشكل أعمق لابد من دراسة خواص المادة المختلفة لتحقيق المطلوب.

وتجدر الإشارة إلى أن المادة والطاقة عبارة عن وجهين لعملة واحدة ، فالمادة يمكن أن تتحول إلى طاقة ، فعملية احتراق الفحم يتحول فيها الفحم إلى مكونات أخرى هي الرماد والغازات والأبخرة والطاقة الحرارية ، فجزء بسيط جداً من المادة (الفحم) تحول إلى حرارة وبقية المادة تحول إلى مواد أخرى ، كما أن الحرارة المنطلقة يمكن أن تستهلك من قبل المادة كالبشر فمثلاً للتدفئة أو المواد الغذائية للطبخ .

1.1 خواص المادة

ويمكن تقسيم خواص المادة إلى ثلاثة أقسام رئيسية هي :-

- 1- الخواص الكيميائية
- 2- الخواص الفيزيائية
- 3- الخواص الميكانيكية

1- الخواص الكيميائية

من أهم خواص المادة الكيميائية قابلية هذه المادة أو المواد المختلفة للتفاعل الكيميائي وإنتاج مواد أخرى بصفات مختلفة وذلك عند الظروف المناسبة . مثل عملية احتراق الفحم وإنتاج الرماد ، وصدأ الحديد ، وتعفن الطعام ، واحتراق الوقود . ويعبر عن هذا التفاعل بالمعادلة الكيميائية والتي هي وصف موجز ودقيق لهاذ التغير الكيميائي .

2 - الخواص الفيزيائية

الخواص التالية مثل اللون - الطعم - الرائحة - درجة الغليان - درجة التجمد - الكثافة - الصلابة - الحجم - الكتلة - الحالة (صلبة - سائلة - غازية) ، وغيرها كثير تعتبر خواص فيزيائية للمادة ، ويمكن تقسيمها بأكثر من طريقة إلى أكثر من مجموعة ، فمثلاً هناك طريقة تقسمها إلى :-

- 1- خواص شاملة مثل درجة غليان المادة ولونها وكثافته وهي الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة .
- 2- خواص محدودة مثل الكتلة والحجم وهي التي تتغير بتغير كمية المادة .

وهناك طريقة أخرى تقسم الخواص الفيزيائية إلى قسمين :-

- (a) خواص نوعية وهي الخواص التي لا يمكن تحديد قيمة معينة للخاصية مثل الطعم والرائحة
(b) خواص كمية وهي الخواص التي يمكن تحديد كميتها مثل درجة الغليان والكتلة

3- الخواص الميكانيكية

مثل السرعة - القوة - الشغل .

2.1 أشكال المادة

تتواجد المادة في الطبيعة على ثلاثة أشكال :-

1- العنصر

تعنى كلمة عنصر الشيء الأساسي أو الجوهري ويعرف على أنه أي مادة لا يمكن تفكيكها إلى مواد أخرى بالطرق الكيميائية والفيزيائية ، هذا يدل على أن العنصر هو وحدة البناء للمادة بحيث يمكن أن توجد هذه الوحدة بشكل مستقل وحر أو بشكل غير مستقل بل مرتبط ، وقد بلغ عدد العناصر المعروفة 106 . عنصر رقم واحد هو الهيدروجين ورقم 106 لم تتم تسميته بشكل رسمي إلا أنه يسمى حالياً (أنيصرسيوم) ، ويقول علماء الاتحاد الروس وألمانيا أنهم قد تمكنوا من الحصول على العنصرين 107 و 108 وإن كان حصولهم هذا لا يستمر إلا لأجزاء بسيطة من الثانية كما يقولون ، ومن الجدير بالذكر أن عدد لا بأس به من العناصر لم يتم اكتشافه طبيعياً بل تم إيجاده عملياً فقط .

2- المركب

يتكون المركب دائماً من أكثر من عنصر واحد باتحادها كيميائياً مع بعضها البعض بطريقة محددة ، بحيث يحتوي المركب على العناصر المكون له بنسبة وزنية ثابتة ، ويتم تكوين المركب إما بتفاعل العناصر مع بعضها البعض أو بتفاعل المركبات مع بعضها البعض أو بتفاعل المركبات مع العناصر ، والمركبات لها أهمية كبيرة ، تتجاوز أهمية العناصر وفي كل يوم يكتشف مركبات جديدة ، وعدد المركبات المعروفة كبير جداً يتجاوز المليون مركباً ، والمركبات تختلف في صفاتها وتفاعلاتها كلياً عن العناصر المكونة لها ، ويمكن فصل عناصر المركب بالوسائل الكيميائية فقط .

3- الخليط

حينما يوجد عنصران أو أكثر متحدة اتحاداً غير كيميائي وبالتالي يمكن أن يكون بنسب وزنية غير ثابتة فإنه يقال أنها تكون مخلوطاً وليس مركباً ، بل إن الخليط قد يكون مجموعة من المركبات متحدة اتحاداً غير كيميائي ، بل فيزيائي ، وقد تكون المخاليط متجانسة مثل الماء المذاب به السكر ، وقد تكون المخاليط غير متجانسة مثل الزيت والماء ، وتتميز المخاليط بأنه يمكن فصل بعضها عن بعض بالطرق الفيزيائية ، كما أن كل مادة من الخليط محتقظة بخواصها الأصلية.

3.1 الخواص الدورية للذرات *Periodic properties of Elements*

لقد جرت محاولات عديدة لغرض تصنيف العناصر ويطرق مختلفة ألا أن أكثرها شيوعاً وإستخداماً هو ما توصل إليه العالم مندليف Mendleev عام 1896 والذي بيّن بموجبه إن الخواص العامة للعناصر لها علاقة بترتيبها الألكتروني وأوزانها الذرية .

رتب مندليف العناصر إلى مجاميع (زمر) groups عمودية والتي تمتلك فيها العناصر نفس العدد من الألكترونات في مدارها الطاقى الخارجي وإلى دورات Periods أفقية تمتلك فيها العناصر نفس عدد الكم الرئيسي (n) .

4.1 العدد الذري وعدد الكتلة

1.4.1 العدد الذري (Z) atomic number : عدد البروتونات الموجودة في كل ذرة من العنصر ويساوي عدد الالكترونات لنفس الذرة المتعادلة كهربياً .

2.4.1 عدد الكتلة (A) mass number (الوزن الذري): هو عدد البروتونات والنيوترونات في النواة. يوجد عدد الكتلة وحيد لكل نظير من نظائر العنصر ويكتب إما بعد اسم العنصر أو في أعلى يساره بحجم أصغر .

يمثل رمز العنصر X ويوضع العدد الذري أسفل الرمز وعدد الكتلة في الأعلى مثل ${}^A_Z X$ ، مثل ${}^{133}_{55}Cs$ ، ${}^{52}_{24}Cr$ ، ${}^{19}_9F$..

العنصر	العدد الذري	البروتونات	عدد الكتلة	النيوترونات
H	1	1	1	0
B	5	5	11	6
Na	11	11	23	12
I	53	53	127	74

عندما تفقد الذرة أو تكتسب اليكترون أو أكثر تتحول إلى ذرة مشحونة تسمى أيون ion وتكتب الشحنة(عددا وإشارة) في الخانة العلوية اليمنى

من رمز العنصر ... Al^{3+} و Mg^{2+} و S^{2-} و Cl^-

شحنة الأيون = عدد البروتونات - عدد الاليكترونات

الأيون	البروتونات	الاليكترونات	الشحنة
Al^{3+}	13	10	+3
Mg^{2+}	12	10	+2
S^{2-}	16	18	-2
Cl^-	17	18	-1

3.4.1 النظائر isotopes

ذرات العنصر الواحد التي تختلف في عددي النيوترونات، وبالتالي في عدد الكتلة (الوزن الذري). (القصدير له عشرة نظائر وللكربون ثلاثة نظائر: ${}^6_6\text{C}$ و ${}^{13}_6\text{C}$ و ${}^{14}_6\text{C}$)

5.1 التصنيف الدوري للعناصر Periodic Classification of Elements

1.5.1 الجدول الدوري

رتب الروسي مندليف والألماني ماير العناصر تصاعدياً بحسب ازدياد أوزانها الذرية. رتبت العناصر في الجدول الدوري الحديث periodic table تصاعدياً (من اليسار إلى اليمين) بحسب ازدياد أعدادها الذرية عدد الدورات periods (صفوف أفقية) : محددة بالأرقام 1,2,3,4,5,6,7.

المجاميع groups : تميز بأحرف وأرقام مجاميع A و B ، مجاميع A تميز بالأرقام من 1 إلى 7.

يحتوي الجدول الدوري على (7) دورات أفقية و(8) مجاميع عمودية وتبعاً لنوع الغلاف الثانوي الأخير.

تم تقسيم العناصر إلى الأصناف التالية :

1- العناصر النموذجية Representative Elements

هذه العناصر تمتلك أغلفة ثانوية غير مشبعة بالألكترونات من نوع S و P وتمثلها الزمر (IA, IIA) والتي يكون فيها الغلاف S غير ممتلئ بالألكترونات وتتصرف هذه العناصر كفلزات في حين يكون الغلاف الثانوي من نوع P غير ممتلئ بالألكترونات لعناصر الزمر (IIIA-VIIIA) والتي يتصرف قسم منها كفلزات والقسم الآخر كأشباه فلزات.

2- الغازات النبيلة Noble Gases

هذه العناصر تمثلها المجموعة الثامنة (VIII A) وتسمى عناصر المجموعة الصفيرية أيضاً حيث تماز هذه العناصر بكون جميع أغلفتها تكون مملوءة كلياً بالألكترونات وموقعها في أقصى الجدول الدوري .

3- العناصر الإنتقالية Transition Metals

هذه العناصر تمثلها المجاميع (IB-VIIB) والتي تمتلك غلafa ثانوية خارجياً من النوع (d) غير ممتلئ كلياً بالألكترونات حيث وضعت هذه العناصر في منتصف الجدول الدوري وجميعها فلزات.

4- العناصر الأنتقالية الداخلية Inner Transition Metals

تمتلك هذه العناصر غلافا ثانويا من النوع (f) وتتألف من 14 عنصرا والتي وضعت أسفل الجدول الدوري وتسمى أيضا بعناصر اللانثانات والأكتيينات . أما بالنسبة للدورات الأفقية فتبدأ من فلز قلوي من عناصر الركن (S) وتنتهي بعنصر من عناصر الغازات النبيلة وهي مرتبة كما يأتي :

1- الدورة الأولى (n=1) تحتوي فقط عنصرين هما H1 و He2.

2- الدورتين الثانية (n=2) والثالثة (n=3) كل منهما تحتوي 8 عناصر:

2 nd period = Li(3) → Ne (10)

3 rd period = Na (11) → Ar (18)

3- الدورات الرابعة (n=4) والخامسة (n=5) كل منهم تحتوي 18 عنصر

4 th period = K(19) → Kr (36)

5 th period = Rb(37) → Xe (54)

4- الدورة السادسة (n=6) تحتوي على 32 عنصر:

6 th period = Cs(55) → Rn (86)

5 - الدورة السابعة (n=7) وهي دورة غير مكتملة تحتوي على 23 عنصر (من المفترض ان تحتوي على 32 عنصر) :

Fr (87) →

Periodic Table of the Elements

© 2014 Todd Helmenstein
www.ck12.org

الفصل الثاني

الكيمياء التحليلية Analytical chemistry

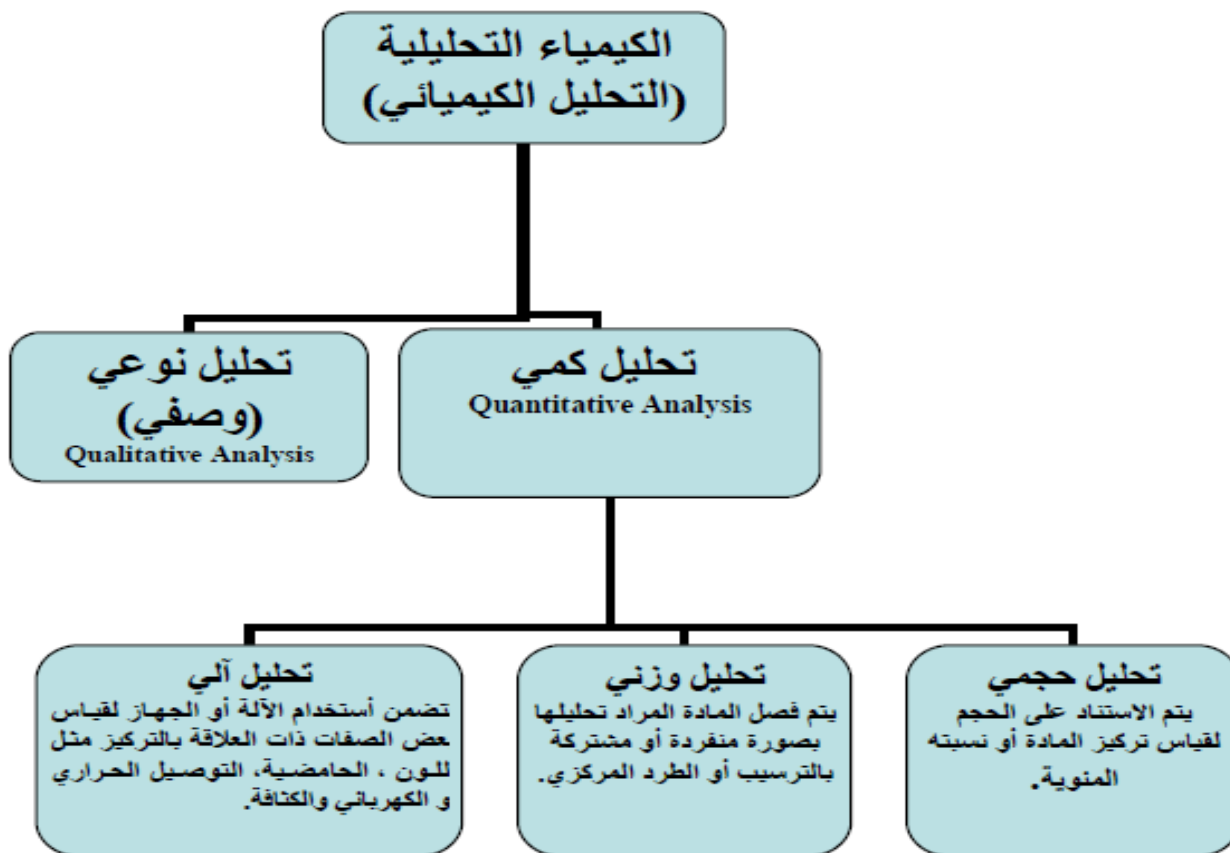
1-2 تعريف الكيمياء التحليلية وأهميتها Importance and Definition of analytical chemistry

إن الكيمياء التحليلية هي احد فروع علم الكيمياء وتعرف بأنها الوسيلة الكيميائية التي يتم بها الكشف عن العناصر والمواد وطرق فصلها ومعرفة مكونات تلك المواد خليط منها إضافة إلى تقدير هذه المكونات تقديراً كميّاً.

وتشتمل الكيمياء التحليلية على التحليل النوعي والتحليل الكمي ويختص الأول بمعرفة نوع العناصر الموجودة في المركب. إما الثاني فيختص بإيجاد كمية كل العناصر الموجودة.

يعد هذا النوع مهماً في إجراء البحوث العلمية الصرفة والتطبيقية حيث نلاحظ إن احد العقاقير الطبية يحتوي نسبة معينة كي يؤدي عمله داخل الجسم حيث يبرز دورها في تقدير النسبة الموجودة منه والتأكد من حدودا لنسبة المثوية المسموح بها ليقوم العقار بأداء عمله بصورة مفيدة.

في المجال الصناعي يستلزم الأمر إن تكون السلع الداخلة فيها المواد الكيميائية ذات تراكيز ثابتة وبمقادير معينة كي تأخذ الشكل النهائي المرغوب. وكذلك الحال في المجال الزراعي كمجال مبيدات الآفات لا بد من إجراء عملية التحليل الكيميائي اللازمة.



1-2 تصنيف الكيمياء التحليلية Classification of analytical chemistry

يتم اعتماد طرق مختلفة ومتعددة للتصنيف على أساس نوع أو حجم النموذج أو الغرض من التحليل أو وسيلة التحليل وعلى النحو التالي:

أولاً: حسب وزن النموذج

يمكن توضيح تصنيف طرق التحليل حسب وزن النموذج وكما في الجدول

المختصر	أقل وزن تقريبي	الاسم
macro	100 ملغم	الطرق الماكرونية
semi micro	10 ملغم	الطرق شبه المايكرونية
micro	1 ملغم	الطرق المايكرونية
ultra micro	0.001 ملغم	الطرق فوق المايكرونية
Sub microgram	0.01 مايكرو غرام	طرق أجزاء المايكروغرام

ثانياً: حسب الغرض من التحليل

1- الكيمياء التحليلية الوصفية Quantitative analytical chemistry

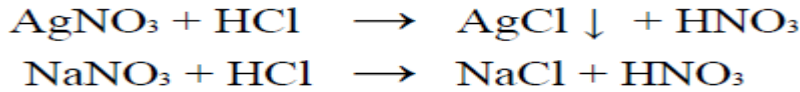
تعتبر الكيمياء الوصفية فرعاً من فروع الكيمياء وتبحث في كيفية فصل العناصر أو المواد من المخلوطات والتعرف عليها عن طريق الفصل وكذلك التعرف على الاسس الحامضية والقاعدية. ويمكن ان يتم ذلك كما يلي:

(a) استخدام الحواس

يمكن ان تكون الحواس طريقة للتعرف على بعض المركبات المعروفة مثلاً يمكن عن طريق المذاق ان نتعرف على مادتين احدهما سكر والاخر ملح (كلوريد الصوديوم) كما يمكن عن طريق اللون والشكل التمييز بين مادتين مثل الفحم والكبريت.

(b) استخدام المواد الكيميائية

وتستخدم هذه الطريقة عند عجز الحواس في التمييز بين المركبات الكيميائية فمثلاً من الصعوبة التمييز بين نترات الفضة $AgNO_3$ ونترات الصوديوم $NaNO_3$ حيث انهما يتشابهان في اللون والصفات الطبيعية الاخرى، لذلك يجب التمييز بينهما بوسائل اخرى كمعرفة درجة الانصهار ودرجة الذوبان او باجراء تفاعل كيميائي لها مع حامض الهيدروكلوريك. حيث تعطي نترات الفضة راسب (كلوريد الفضة) بنما لايتكون راسب مع نترات الصوديوم.



2- الكيمياء التحليلية الكمية Quantitative analytical chemistry

يقصد بالكيمياء التحليلية الكمية ذلك الفرع من فروع الكيمياء الذي يهتم بالتقدير الكمي للعناصر أو الجذور الحامضية والقاعدية أو المركبات الموجودة في عينة ما وذلك عن طريق تقدير هذه العناصر أو الجذور أو المركبات تقديراً كميًا ويتم تقدير المركب تقديراً كميًا على صورة المركب بأكمله أو على صورة احد نواتج تفاعله أو إحدى المواد التي يشتق منها.

ثالثاً: حسب وسيلة التحليل

يمكن تقسيم الكيمياء التحليلية تبعاً للوسيلة المستخدمة في التحليل إلى أقسام عدة وهذا النوع من التقسيم خاص بالكيمياء التحليلية الكمية ويكون ذلك كما يلي:

1- التحليل الكمي الحجمي Volumetric analysis

في هذه الطريقة يمكن تسحيح جميع أو جزء معلوم من محلول النموذج مع المحلول القياسي حتى نحصل على نقطة النهاية التي عندها تكون كمية المحلول القياسي تكافئ تماماً المادة المراد تحليلها. ويمكن تعيين نقطة نهاية التفاعل وتتم بـ :

- (a) باستخدام دلالات ذات طبيعة كيميائية ملونة **Colour indicators**
 (b) عن طريق قياس صفات المحلول الفيزيوكيميائية. مثلاً عن طريق قياس فرق جهد المحلول.

2- التحليل الكمي الوزني **Gravimetric analysis**

وفيه يتم تقدير العنصر أو المركب بعملية وزنيه وذلك بعد ترسيب المادة ثم فصلها ووزنها.

الفصل الثالث

مبادئ التحليل الحجمي **Principles of volumetric analysis**

1-3 التسحيح **Titration**

تتضمن عملية التسحيح تفاعل حجم معين من المادة المراد تحليلها مع المحلول القياسي **Standard Solution** الذي يضاف من السحاحة **Burette** ويكون عادة معروف التركيز، لذا يجب قياس حجم المحلول القياسي **Titrant** الذي يتفاعل بصورة تامة مع المادة المراد تحليلها (المسحح).

وباستخدام معادلة التكافؤ الكيميائية:

$$C_1 \times V_1 (\text{eq.1}) = C_2 \times V_2 (\text{eq.2})$$

حيث إن C_1 = تركيز المحلول القياسي (في السحاحة)

V_1 = حجم المحلول القياسي (النازل من السحاحة) اللازم لبلوغ نقطة التكافؤ

C_2 = تركيز المادة المراد تحليلها

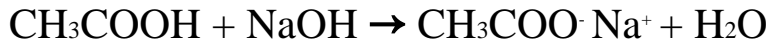
V_2 = حجم المادة المراد تحليلها

eq.1 = عدد مكافئات المحلول الأول.

eq.2 = عدد مكافئات المحلول الثاني المراد تحليله.

وهنالك متطلبات لعملية التسحيح يمكن إجمالها بما يلي:-

- (a) أن يكون التفاعل بين المادة المراد تحليلها والمحلول القياسي متوازناً أي يمكن تمثيلة بمعادلة كيميائية متوازنة ومعلومة، مثال على ذلك تفاعل حامض الخليك مع هيدروكسيد الصوديوم:-



(b) يجب أن يكون التفاعل سريعاً وهذا ما يحدث فعلاً في التفاعلات الأيونية التي تكون سريع جداً.

(d) عدم وجود تفاعلات جانبية أي أن يكون التفاعل خاصاً **Specific**

(e) يجب أن يكون التفاعل كميًا ويسير باتجاه اليمين.

(f) يجب أن يظهر المحلول تغيراً واضحاً في صفاته عند اكتمال التفاعل مثلاً تغير (اللون، أو بعض الصفات الكهربائية أو الفيزيائية الأخرى) بحيث يمكن إضافة دليل أو كاشف مناسب لإظهار هذا التغير

(g) إن النقطة التي يكون عندها كمية المحلول القياسي مكافئة تماماً لكمية المادة المراد تحليلها تدعى نقطة التكافؤ **Equivalence Point**

(نظرياً) وعملياً تدعى نقطة النهاية **End Point** وهي نقطة إنتهاء التفاعل حيث يجب أن تتطابق كلا النقطتين أو أن يكون الفرق ضئيلاً جداً بينهما وهو ما يدعى بالخطأ التسحيحي.

الخطأ التسحيحي : هو الفرق بين نقطة التكافؤ النظرية ونقطة إنتهاء المعايرة (التسحيح) ويجب أن تكون أصغر ما يمكن.

❖ المحلول القياسي **Standard Solution**

وهو المحلول الذي يحتوي الحجم المعين منه على وزن مضبوط من مادة قياسية أولية Primary Standard Substance أي تركيزه ثابت لا يتغير بمرور الزمن ومن شروطه (شروط التفاعلات الحاصلة في التحليل الحجمي) :-

• شروط مادة المقياس الأولي :-

- 1- يجب ان تكون نقاوة المقياس الاولي 100% كما يجب استخدام المواد الحاوية عل 0.01 الى 0.02 من الشوائب شريطة ان تكون نسبة هذه الشوائب معلومة بدقة.
- 2 - استقرارها عالي (لا تتأثر بالمحيط الخارجي) عند درجة الحرارة الاعتيادية ويجب ان تجفف دائماً قبل وزنها.
- 3 – بالرغم من انه ليس بالظروري ان يكون لها وزن صيغه عالي، فانه يجب اخذ كمية كبيرو نسبياً من الوزن لتكون كافية في عملية التسحيح اذ سوف يكون الخطأ النسبي في هذه الحالة اقل من الحال التي يكون فيها الوزن قليلاً.

❖ التكافؤ Valence

هو عدد مكافئات Equivalents العنصر أو المركب الموجود في 1 مول من (العنصر أو المركب).

2-3 التكافؤ والصيغة الكيميائية Valence and Chemical Formulae :

بمعرفة تكافؤ العنصر أو المجموعة يمكن كتابة الصيغة الكيميائية للمركب المؤلف منها. مثلاً يكون الألمنيوم Al ثلاثي التكافؤ أما الكلور Cl فهو أحادي التكافؤ. لذلك فإن 1 مول من الألمنيوم يمكن أن يتحد مع 3 مول من الكلوريد وستكون الصيغة الكيميائية لكلوريد الألمنيوم هي $AlCl_3$.

وبنفس الطريقة :

يكون تكافؤ الكبريتات SO_4 (ثنائي 2) فإن 2 مول من الألمنيوم Al سيتحد مع 3 مول من الكبريتات SO_4^{2-} وتكون الصيغة الكيميائية لكبريتات الألمنيوم هي $Al_2(SO_4)_3$ ولذا لك يجب مراجعة جداول تكافؤ العناصر أو أعداد تأكسدها لنتمكن من كتابة الصيغ الكيميائية للمركبات . مثال // إذا علمت إن الكروم ثلاثي التكافؤ وأيون الكبريتات ثنائي التكافؤ . ماهي صيغة كبريتات الكروم (كيف سيتم إتحاد الكروم مع الكبريتات) ؟

ج : بما إن الكبريتات ثنائي التكافؤ والكروم ثلاثي التكافؤ لذ لك فإن مولين من الكروم سيتحد مع 3 مولات من أيون الكبريتات. وستكون صيغة كبريتات الكروم $Cr_2(SO_4)_3$
س // إذا علمت إن الاوكسجين ثنائي التكافؤ ، أحسب تكافؤ العناصر الأخرى في كل من المركبات التالية:-
 N_2O , P_2O_5 , SO_3 , CO , FeO

3-3 طرق التعبير عن كمية المذاب

1. الوزن الذري الغرامي (At.wt) Gram Atomic Weight

وهو الوزن الذري للعنصر مقدراً "بالغرامات" والذي يحتوي على عدد معين من الذرات المسمى بعدد (أفوكادرو) الذي يساوي $(10^{23} \times 6.02)$ مثلاً $O=16$, $H=1$, $C=12$ (ولبقية العناصر راجع الجدول الدوري).

2. الوزن الجزيئي الغرامي (Gram Molecular Weight)

وهو وزن الصيغة الجزيئية للمركب أو الوزن الجزيئي للعنصر مقدراً بالغرامات (أي وزن عدد أفوكادرو) ويحسب وزن الصيغة الجزيئية للمركب على أساس مجموع الأوزان الذرية للعناصر الداخلة في تكوين المركب مقدرة بالغرامات.
الوزن الجزيئي للمركب = مجموع الاوزان الذرية

مثال :- جد الوزن الجزيئي للماء H_2O إذا علمت إن الوزن الذري ($H=1$, $O=16$)
الوزن الجزيئي H_2O = الوزن الذري لـ O x عدد ذراته + الوزن الذري H x عدد ذرات

$$1 \times 1 + 1 \times 16 = 18 =$$

5.2 طرق حساب عدد المولات (n)

(a) بالنسبة للعناصر أحادية الذرة مثل Na, K (فإن عدد المولات (n) يحسب كما يلي:

$$(n) = \frac{\text{Wt.}}{\text{At.Wt.}}$$

and

$$(n) = \frac{\text{no. of Atoms}}{6.02 \times 10^{23}}$$

(b) بالنسبة للعناصر ثنائية الذرة مثل F_2 , O_2 , N_2 , Cl_2 والمركبات فإن عدد المولات (n) يحسب كما يلي:

$$(n) = \frac{\text{Wt.}}{\text{M.Wt.}}$$

and

$$(n) = \frac{\text{no. of Molecules}}{6.02 \times 10^{23}}$$

مثال // ما وزن مول واحد من الكلوكوز وزنه الجزيئي 181 غم/مول؟

$$n = \frac{\text{Wt.}}{\text{M.Wt.}} \rightarrow \text{Wt.} = n \times \text{M.Wt.} = 1 \text{ Mole} \times 180 \text{ gm/mole}$$

$$\text{Wt.} = 180 \text{ gm}$$

مثال // ما عدد ذرات الكربون في مول واحد من الكلوكوز $C_6H_{12}O_6$ ؟

$$(n) = \frac{\text{no. of Molecules}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$\text{no. of Molecules} = n \times 6.02 \times 10^{23} = 1 \times 6.02 \times 10^{23} = 6.02 \times 10^{23} \text{ جزيئة سكر}$$

ولما كانت كل جزيئة سكر تحتوي على (6) ذرات كربون
 ∴ عدد ذرات الكربون في مول واحد من السكر = $6.02 \times 6 = 10^{23} \times 36.12 = 10^{23}$ ذرة

وبصورة أخرى:

$$\text{عدد ذرات عنصر في مركب} = \text{عدد ذرات العنصر} \times \text{عدد المولات} \times 10 \times 6.02^{23}$$

مثال // ماوزن 3.01 x 10²³ ذرة هيدروجين ، علماً ان و.ذ.ل.د = 1؟

ج: يجب استخراج عدد المولات ومنة يستخرج الوزن

$$n = \frac{\text{no. of Atoms}}{6.02 \times 10^{23}} \rightarrow n = \frac{3.01 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23}} = 0.5 \text{ mole}$$

$$n = \frac{\text{Wt}}{\text{At.Wt.}} \rightarrow \text{Wt. of H} = n \times \text{At. Wt.} = 0.5 \times 1 = 0.5 \text{ gm}$$

6.2 الوزن المكافئ الغرامي Gram Equivalent Weight

تتفاعل (تتحد) العناصر الكيميائية فيما بينها إستناداً الى نسب وزنية Weight Ratio وغالباً ماتكون هذه النسبة هي نسبة الأوزان الذرية للعناصر.

وعليه فإن 8 gm من الأوكسجين O ستتفاعل بدقة مع 20 gm من الكالسيوم Ca لتكوين أوكسيد الكالسيوم CaO .

(a) **الوزن المكافئ الغرامي للعنصر** :- هو عدد أوزان العنصر المتحدة منة أو التي تحل محل 8 أوزان من الأوكسجين أو وزناً واحداً من الهيدروجين أو 1 وزن من الكربون.

$\frac{\text{وزنه الذري At. Wt}}{\text{التكافؤ Valence}} = \text{Eq. wt للعنصر}$
--

فالوزن المكافئ للعناصر أحادية التكافؤ = وزنها الذري (K⁺, Br⁻, Na⁺, Cl⁻)
 والوزن المكافئ للعناصر ثنائية التكافؤ = نصف وزنها الذري (Fe⁺², Mg⁺², O⁻²)
 والوزن المكافئ للعناصر ثلاثية التكافؤ = ثلث وزنها الذري (Cr⁺³, Fe⁺³, B⁺³, Al⁺³)
 والوزن المكافئ للعناصر رباعية التكافؤ = ربع وزنها الذري (Pb⁺⁴, Ce⁺⁴, Pd⁺⁴)

$\text{للجزيئات} \quad \text{Eq.Wt} = \frac{\text{M.Wt}}{\text{Valence}}$
$\text{للعناصر} \quad \text{Eq.Wt} = \frac{\text{At.Wt}}{\text{Valence}}$

س // ما هو الوزن المكافئ للقصدير Sn إذا علمت إنه رباعي

التكافؤ ووزنه الذري هو 118.7 g/Mole ؟

$$\text{Eq.Wt} = \frac{118.7}{4} = 29.68 \text{ g/eq.}$$

(b) الوزن المكافئ الغرامي للمركب:-

هو وزن المركب الذي يتحد مع أو يحل محل وزن من الهيدروجين أو ثمانية أوزان من الاوكسجين أو اثنا عشر وزناً من الكربون. ويحسب كما يأتي:

1. الوزن المكافئ للحمض:-

وهو الوزن الجزيئي للحمض مقسوماً على عدد مايملكة من ذرات الهيدروجين الفعالة أو القابلة للانحلال أو على عدد مجاميع الهيدروكسيل (OH⁻) المتفاعلة معها.

$$\text{Eq.-Wt. of } \text{H}_2\text{SO}_4 = \frac{\text{M.Wt}}{2} = \frac{98}{2} = 49$$

$$\text{H}_3\text{PO}_4 = \frac{\text{M.Wt}}{3}$$

$$\text{HClO}_4, \text{HCl}, \text{HBr}, \text{CH}_3\text{COOH} = \frac{\text{M.Wt}}{1}$$

2. الوزن المكافئ للقاعدة:-

هو وزنها الجزيئي مقسوماً على عدد مجاميع (OH⁻) الهيدروكسيل الفعالة (القابلة للاحل) او عدد ذرات H المتفاعلة معها.

$$\text{KOH}, \text{NaOH}, \text{LiOH} = \frac{\text{M.wt}}{1}$$

$$\text{Ca(OH)}_2, \text{Mg(OH)}_2 = \frac{\text{M.wt}}{2}$$

$$\text{Al(OH)}_3, \text{Fe(OH)}_3 = \frac{\text{M.wt}}{3}$$

3. الوزن المكافئ للأملح:-

هو وزنها الجزيئي مقسوماً على عدد ذرات الفلز مضروباً في تكافؤه .

$$\text{AgCl}, \text{KCl}, \text{NaCl}, \text{NaNO}_3 = \frac{\text{M.Wt}}{1 \times 1}$$

$$\text{MgCl}_2, \text{CdCl}_2, \text{HgCl}_2, \text{MnCl}_2, \text{FeCl}_2 = \frac{\text{M.Wt}}{2 \times 1}$$

$$\text{FeCl}_3, \text{AlCl}_3 = \frac{\text{M.Wt}}{3 \times 1}$$

$$\text{SnCl}_4, \text{PdCl}_4 = \frac{\text{M.Wt}}{4 \times 1}$$

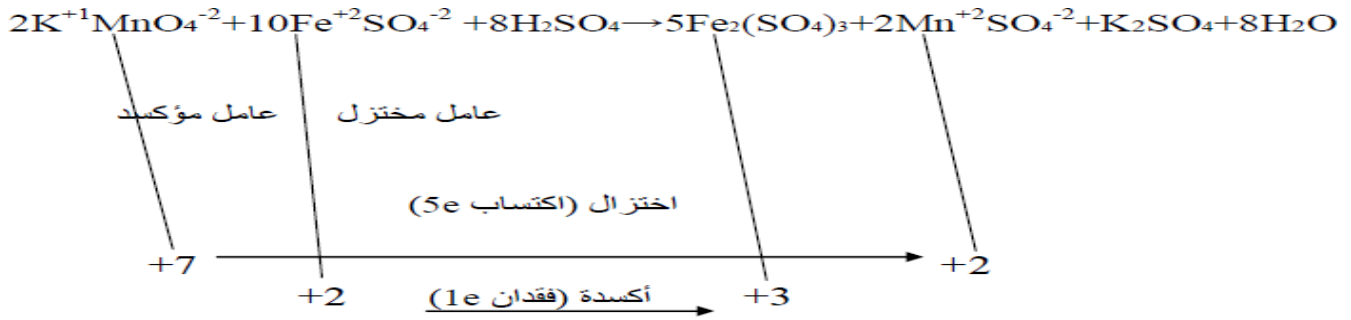
$$\text{Na}_2\text{CO}_3 = \frac{\text{M.Wt.}}{2 \times 1}$$

4. الوزن المكافئ للعامل المختزل والعامل المؤكسد: هو وزنها الجزيئي مقسوماً على عدد الكترولونات المفقودة أو المكتسبة

لمول واحد فقط.

العامل المؤكسد Oxidant Factor : هي المادة الكيميائية التي تؤكسد غيرها وتختزل هي أي تكتسب الكترولونات.

العامل المختزل Reducing Factor : هي المادة الكيميائية التي تختزل غيرها وتتأكسد هي أي تفقد الكترولونات.



$$\text{Eq.wt. KMnO}_4 = \frac{\text{M. Wt.}}{\text{عدد e المكتسبة}} = \frac{\text{M. Wt}}{5}$$

عامل مؤكسد

$$\text{Eq.wt. FeSO}_4 = \frac{\text{M. Wt.}}{\text{عدد e المفقودة}} = \frac{\text{M. Wt.}}{1}$$

عامل مختزل

7.2 طرق التعبير عن التراكيز

من أهم طرق التعبير عن التركيز مايلي:

1. الفورمالية (التركيز الفورمالي (Formality (F)
2. المولالية (التركيز المولالي (Molality (m)
3. المولارية (التركيز المولاري (Molarity (M)
4. النورمالية (العيارية (Normality (N)
5. التركيز بالجزء بالمليون (PPM) Part Per Million

6. التركيز بالنسبة المئوية الوزنية %W/W Weight Percentage Concentration

7. التركيز بالنسبة المئوية الحجمية %V/V Volume Percentage Conc.

1. الفورمالية (التركيز الفورمالي (Formality (F)

وتمثل عدد أوزان الصيغة الغرامية Formula Weight للمادة المذابة في لتر واحد من المذيب أو المحلول.

(a) للمواد الصلبة Solids

$$F = \frac{\text{عدد أوزان الصيغة}}{\text{حجم المذيب باللتر}} = \frac{\text{Wt} / \text{F.Wt}}{\text{V(L)}}$$

او من خلال العلاقة

$$F = \frac{\text{Wt}}{\text{F.wt}} \times \frac{1000}{\text{V(ml)}}$$

مثال / اذيب 284 غم من كبريتات الصوديوم Na_2SO_3 في الماء واكمل الحجم الى 4 لتر جد التركيز الفورمالي علما ان الاوزان الذرية $\text{Na}=23$, $\text{S}=32$, $\text{O}=16$.

الجواب:

$$\text{F.Wt} = \text{مجموع الاوزان الذرية}$$

$$= (23 \times 2) + 32 + (16 \times 3) = 126$$

$$F = (\text{Wt} / \text{F.Wt}) / \text{V(L)}$$

$$F = (284 / 126) / 4 = 0.5 \text{ F}$$

Liquids للمواد السائلة (b)

$$F = \frac{\% \times (d \text{ or Sp. Gr.}) \times 1000}{g \text{ F.Wt}}$$

تمثل وزن المذاب بالغرام	Wt
تمثل حجم المحلول	V
تمثل كثافة السائل	d
تمثل الوزن النوعي للسائل	Sp. Gr
تمثل وزن الصيغة الغرامية	g F.Wt
تمثل النسبة المئوية لنقاوة السائل	%

حيث أن :

$$F_1 \times V_1 \text{ (قبل التخفيف)} = F_2 \times V_2 \text{ (بعد التخفيف)} \quad \text{معادلة التخفيف}$$

مثال : أذيب 4.57 g من $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (F.wt = 244) في 251 ml . احسب التركيز الفورمالي لـ $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ؟
الجواب:

$$F = \frac{Wt}{F.wt} \times \frac{1000}{V(ml)}$$

$$F (\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{4.57 \text{ gm}}{244} \times \frac{1000}{250\text{ml}} = 0.074 \text{ F or (g/mole)}$$

واجب: تم إذابة 1.1753 غم من كلوريد الصوديوم NaCl في كمية كافية من الماء ليعطي 241 مل . أحسب فورمالية المحلول ؟ علماً بأن الأوزان الذرية (Na=23 , Cl=35.5).

2. المولارية (التركيز المولاري (Molarity (M))

هو عدد مولات المذاب في لتر واحد (ديسمتر³ d³) من المحلول وتقاس المولارية بوحدات الـ (مول / لتر) (أو مولاري (Mole/liter) أو M ويحسب كما يأتي:

$$\text{Molarity} = \frac{\text{Moles of solute}(n)}{\text{Volume of Solution}(L)}$$

$$n = \frac{Wt . \text{ of solute (gm)}}{M.Wt. \text{ of solute}}$$

$$1\text{Liter} = 1000 \text{ ml} = 1000 \text{ cm}^3$$

بالنسبة للمواد الصلبة Solids

$$\text{Molarity} = \frac{Wt(\text{gm})}{M.Wt} \times \frac{1000}{V(\text{ ml or cm}^3)}$$

أما المواد السائلة Liquids

$$M = \frac{\% \times (d \text{ or Sp. Gr.}) \times 1000}{M.Wt}$$

$$M_1 \times V_1 \text{ (قبل التخفيف)} = M_2 \times V_2 \text{ (بعد التخفيف)} \quad \text{معادلة التخفيف}$$

مثال:- أذيب 5.3 غم من كربونات الصوديوم Na_2CO_3 في الماء المقطر ثم أكمل الحجم الى ربع لتر . احسب مولارية المحلول ؟ علماً إن الأوزان الذرية $\text{Na}=23$ $\text{O}=16$ $\text{C}=12$
الحل:- يحسب الوزن الجزيئي لكربونات الصوديوم كما يأتي :

$$106 = (23 \times 2) + (12 \times 1) + (16 \times 3) = \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ غم/مول}$$

$$n = \frac{\text{Wt.}}{\text{M.Wt.}} = \frac{5.3}{106}$$

1Liter = 1000ml $\rightarrow 1/4\text{L}=250 \text{ ml}$

$$\text{Molarity} = \frac{\text{Moles of solute}(n)}{\text{Volume of Solution(L)}} = \frac{5.3/106}{1/4}$$

ويمكن أن يحل باستخدام العلاقة التالية :

$$\text{Molarity} = \frac{\text{Wt}(\text{gm})}{\text{M.Wt}} \times \frac{1000}{\text{V. of solution}(\text{ml or cm}^3)}$$

$$M = \frac{5.3}{106} \times \frac{1000}{250} = 0.2 \text{ Mole/liter}$$

مثال// ما وزن هيدروكسيد الصوديوم اللازم لتحضير نصف لتر من محلول 0.1 مولاري ، علماً إن $\text{O}=16$ ، $\text{H}=1$ ، $\text{Na}=23$ ؟

$$\text{ج. و. ج. } \text{NaOH} = 1 \times 1 + 1 \times 16 + 1 \times 23 = 40 \text{ غم/مول}$$

$$0.1 = \frac{\text{Wt}}{40} \times \frac{1000}{500\text{ml}} \rightarrow \text{Wt} = 2 \text{ gm من NaOH}$$

تأخذ 2 غم من هيدروكسيد الصوديوم وتخففه بالماء المقطر الى نصف لتر .

واجب:-

1. كم مل من حامض HCl بتركيز 10 مولاري يجب إضافته الى لتر من الماء المقطر لجعل تركيز المحلول 0.01 مولاري ؟

2.- احسب مولارية المحلول الناتج من إضافة 1مل من محلول 5 مولاري من H_2SO_4 الى لتر من الماء المقطر؟ (ج: 0.005 مولاري)

مثال// احسب التركيز المولاري لمحلول حامض الكبريتيك إذا علمت إن نسبته المئوية 98% ووزنه النوعي 1.84 sp.gr ؟

$$M = \frac{\% \times \text{sp.gr} \times 1000}{\text{M.Wt}} = \frac{100 \times 1.84 \times 1000}{98} = 18.4 \frac{\text{m.mole}}{\text{ml}} \text{ (M)}$$

مثال// احسب حجم محلول الأمونيا المركزة الواجب سحبه لتحضير محلول تركيزه 0.1 مولاري وحجمه 500مل علماً إن الوزن النوعي 0.90 والنسبة المئوية 28% ؟

3. النورمالية (العيارية) Normality (N)

وهي عدد المكافئات الغرامية للمادة المذابة في لتر واحد من المحلول وتقاس بوحدات مكافئ غرامي/ لتر (g.eq/L) ويرمز لها بالرمز N.

$$\text{Normality} = \frac{\text{No. of Gram Equivalents of the Solute}}{\text{Volume of Solution(L)}}$$

$$\text{No. of Gramm Equivalents} = \frac{\text{Wt.}}{\text{gm Eq. Wt.}}$$

ولذلك تكون العيارية هي عدد غرامات المادة المذابة في لتر واحد من المحلول مقسوماً على الوزن المكافئ الغرامي للمذاب . ويمكن تمثيل ذلك بالعلاقة التالية :

a - للمواد الصلبة Solids

$$N = \frac{\text{Wt(gm)}}{\text{Eq.Wt}} \times \frac{1000}{V(\text{ ml or cm}^3)}$$

b - للسوائل Liquids

$$N = \frac{\% \times (\text{d or Sp. Gr.}) \times 1000}{\text{Eq.Wt}}$$

$$N_1 \times V_1 (\text{ قبل التخفيف}) = N_2 \times V_2 (\text{ بعد التخفيف}) \quad \text{معادلة التخفيف}$$

مثال : احسب مولارية وعيارية محلول يحتوي على 10.6 غم من كربونات الصوديوم Na_2CO_3 في لتر واحد من محلوله المائي ؟
الحل: $\text{M.Wt. of Na}_2\text{CO}_3 = 106 \text{ gm/mole}$
أ. بالنسبة للمولارية :

$$M = \frac{\text{Wt(gm)}}{\text{M.Wt}} \times \frac{1000}{V. \text{ of solution(ml)}}$$

$$M = \frac{10.6}{106} \times \frac{1000}{1000} = 0.1 \text{ Mole/L (Molar)}$$

ب. بالنسبة للعيارية :

$$N = \frac{\text{Wt(gm)}}{\text{Eq.Wt}} \times \frac{1000}{V(\text{ ml})}$$

$$\text{Eq. Wt. of Na}_2\text{CO}_3 = \frac{\text{M.Wt}}{2 \times 1} = 106/2 = 53$$

$$N = \frac{10.6}{53} \times \frac{1000}{1000} = 0.2 \text{ N (g.eq / L)}$$

سؤال: ماهي العلاقة بين التركيز المولاري والتركيز النورمالي؟

مثال // احسب عيارية محلول $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ الذي مولاريتته 0.2 مولاري ؟

$$N = M \times \text{Eq}$$

$$N = 3 \times 0.2 = 0.6 \text{ N}$$

مثال // احسب مولارية محلول $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ الذي عياريتته 0.3 N . ؟

مثال : احسب عدد غرامات المادة المذابة في :

أ. واحد لتر من محلول 0.2 N Ba(OH)₂ .
الحل :

$$\text{Eq. Wt. of Ba(OH)}_2 = \frac{\text{M.Wt.}}{2} = 171.4/2 = 85.7$$

$$N = \frac{\text{Wt(gm)}}{\text{Eq.Wt.}} \times \frac{1000}{V(\text{ml})}$$

$$0.2 = \frac{\text{Wt(gm)}}{85.7} \times \frac{1000}{1000}$$

$$\text{Wt.} = 17.14 \text{ gm Ba(OH)}_2$$

ب. 5 لتر من محلول 0.2 N NaOH

$$\text{Eq. Wt. of NaOH} = \frac{\text{M.Wt}}{1} = 40/1 = 40$$

$$N = \frac{\text{Wt(gm)}}{\text{Eq.Wt.}} \times \frac{1000}{V(\text{ml})}$$

$$0.2 = \frac{\text{Wt(gm)}}{40} \times \frac{1000}{5000}$$

$$\text{Wt.} = 40 \text{ gm NaOH}$$

مثال// ما عدد المكافئات الغرامية لحمض الكبريتيك الذي يحتوي اللتر منه على 49غم منه ؟

$$\frac{\text{Wt}}{\text{عدد المكافئات}} = \text{Eq. wt} \quad \text{الوزن المكافئ}$$

$$1 = \frac{49 \text{ wt. gm}}{49 \text{ Eq. wt}} = \text{No. Eq.} \quad \text{عدد المكافئات الغرامية}$$

مثال// ما عيارية حامض الهيدروكلوريك HCl الذي يحتوي اللتر الواحد من محلوله على 37,413غم من غاز HCl ؟

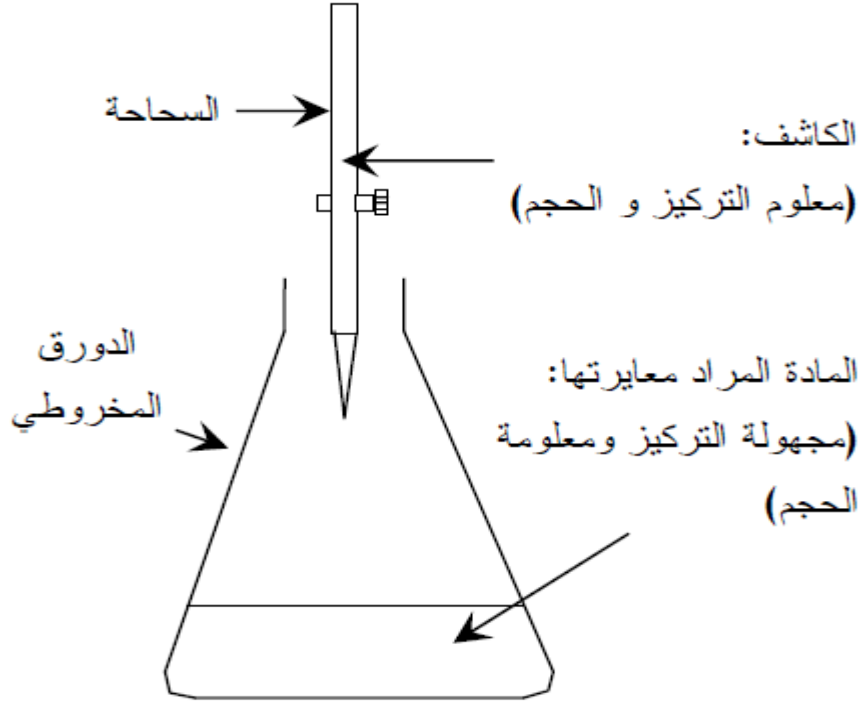
$$N = \frac{\text{wt. in L}}{\text{Eq. wt}} = \frac{\text{وزن المذاب في لتر}}{\text{الوزن المكافئ}} = \frac{37.413}{36.5} = 1.025 \text{ Eq/L (N)}$$

مثال// جد السنتمترات المكعبة (ملليترات) من حامض الكبريتيك المركز الذي كثافته (وزنه النوعي) 1.84 والذي تكون نسبة الحامض فيه 96% اللازمة لتحضير 5لتر من حامض الكبريتيك الذي عياريته 0.1N ؟

الفصل الرابع

عمليات التحليل الحجمي Volumetric Analysis

1.4 التسحيح Titration : تتضمن عملية التسحيح تفاعل حجم معين من المادة المراد تحليلها Analyte مع المحلول القياسي Standard Solution الذي يضاف من السحاحة Burette ويكون عادة معروف التركيز, لذا يجب قياس حجم المحلول القياسي (Titrant) الذي يت اعل بصورة تامة مع المادة المراد تحليلها (Analyte).



2.4 أنواع التسحيحات

1- تسحيحات الحامض - قاعدة Acid - base titration

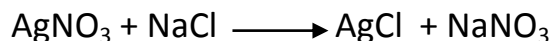
يتم فيها تسحيح مركبات كثيرة عضوية ولا عضوية وحوامض أو قواعد قياسية يكون قاعدة قوية او حامض قوي ويمكن تمييز نقطة الانتهاء في هذه التسحيحات بسهولة أما باستخدام دليل ملائم مثل الفينولفتالين والمثيل البرتقالي والبروموفينول الأزرق أو متابعة التغيير الحاصل في الأس الهيدروجيني (pH) بواسطة مقياس الأس الهيدروجيني (pH meter).

اسم الدليل	اللون في الوسط الحامضي	اللون في الوسط القاعدي
فينولفتالين	عديم اللون	احمر
المثيل البرتقالي Methyl orange	احمر	اصفر

ازرق	اصفر	البروموفينول الازرق Bromphenol blue
------	------	--

2- تسحيحات الترسيب Precipitation titration

يتكون راسب نتيجة تفاعل المادة القياسية المسححة مع المادة المحللة كما في تسحيح ايونات الكلوريد مع محلول نترات الفضة القياسي حيث يتكون كلوريد الفضة AgCl .



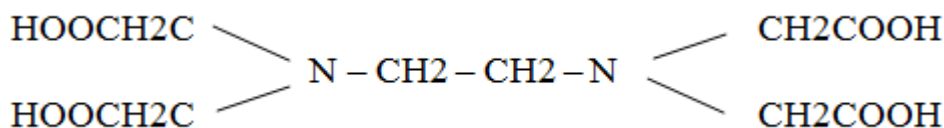
وتستخدم الدلائل ايضا لتمييز نقطة الانتهاء حيث يعطي لون مختلف مميز عندها .

3 - التسحيحات التأكسدية – الاختزال Oxidation-Reduction titration

حيث يحصل فيها تفاعل بين عوامل مؤكسدة مع عوامل مختزلة ومن اشهر العوامل المؤكسدة المستخدمة هي مادة برمنكنات البوتاسيوم وتسلك في التفاعل بعده طرق اعتمادا على الوسط الذي يتم فيه التفاعل.

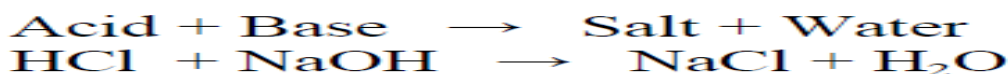
4- التسحيحات التعقيدية Complex Formation

يتم فيها تحديد نسب العديد من ايونات الفلزات بتسحيحها مع كواشف عضوية لها قابلية تكوين مركبات تتاسقية معها قابلة للذوبان في الماء ومن أمثلة هذه المواد هو مادة EDTA (Ethylene Diamine Tetra acetic Acid)



3.4 تسحيحات الحامض – قاعدة Acid – base titration

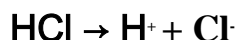
وهي التسحيحات المتضمنة تفاعل حامض أو ملح حامضي مع قاعدة أو ملح قاعدي لتكوين ملح وماء أي حتى الوصول الى وسط متعادل (PH≈7) لذلك تسمى ايضا بتسحيحات التعادل .Neutralization Titration



1.3.4 الحوامض والقواعد

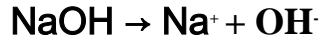
1. مفهوم أرينيوس Arrhenius

الحامض: هو المادة التي تطلق ايون الهيدروجين H⁺ في محلولها المائي.



أي إن صفة الحامضية في المحاليل المائية للحوامض تعزى الى وجود ايون الهيدروجين H^+ الناتج من تفكك جزيئات الحامض.

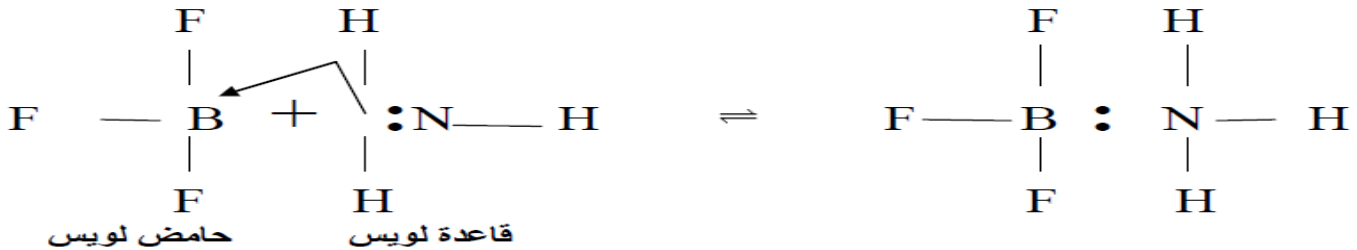
القاعدة: هي المادة التي تطلق على ايون الهيدروكسيد OH^- في محلولها المائي.



أي إن صفة القاعدية في المحاليل المائية للقواعد تعزى الى وجود ايون الهيدروكسيد OH^- الناتج من تفكك جزيئات القاعدة.

2. مفهوم لويس Lewis

الحامض: هو المادة التي تستطيع أن تتقبل زوج من الالكترونات.
القاعدة: هي المادة التي تستطيع تقديم زوج من الالكترونات الحرة.



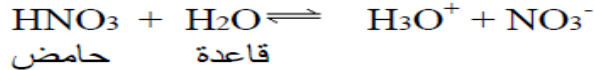
تعتبر جزيئة الأمونيا قاعدة بمفهوم لويس لوجود زوج حر (غير مشترك) من الالكترونات على ذرة النتروجين. ويعتبر ثلاثي فلوريد البورون حامض لأن ذرة البورون غير مكتملة الالكترونات حيث تحتوي على (6 الكترونات) في غلافها الخارجي فهي بحاجة الى إلكترونين لإشباع غلافها الخارجي ويتم ذلك بتقبلها الزوج الحر من الالكترونات على ذرة نتروجين الأمونيا وإشباع غلافها الخارجي بتكوين أصرة تناسقية.

المواد الامفوتيرية: هي المواد التي تسلك سلوكاً حامضياً عند تفاعلها مع القواعد وتسلك سلوكاً قاعدياً عند تفاعلها مع الحوامض. مثل

هيدروكسيدات بعض الفلزات كهيدروكسيد الخارصين $Zn(OH)_2$ وهيدروكسيد الألمنيوم $Al(OH)_3$ وهيدروكسيد الرصاص $Pb(OH)_2$ وهيدروكسيد الكروم $Cr(OH)_3$.

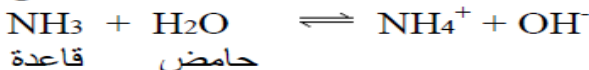
السلوك الامفوتيري للماء:

يعتبر الماء مادة امفوتيرية حيث :



حامض قاعدة

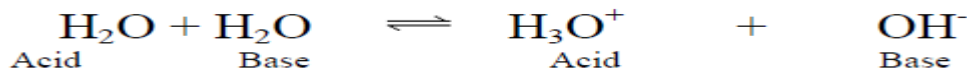
1- يسلك سلوك قاعدي عند تفاعله مع الحوامض



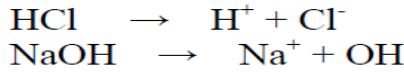
قاعدة حامض

2- يسلك سلوك حامضي عند تفاعله مع القواعد

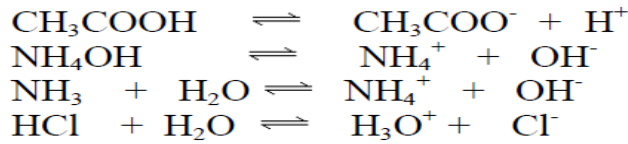
نلاحظ إن الماء يسلك سلوك حامض ثم قاعدة لذلك يسمى بـ (مادة امفوتيرية (Amphoteric) (وهي: المادة التي لها القابلية على فقدان واكتساب البروتونات في تفاعلات منفصلة مع مادتين مختلفتين في الخواص) مثل الماء والكحولات وبعض الهيدروكسيدات الفلزية.



الالكتروليت (المادة الالكتروليتية) **Electrolyte** :- هي المادة التي تتأين الى ايونات موجبة وسالبة لذلك توصل التيار الكهربائي وتصنف الى :-
 أ- الكتروليات قوية **Strong Electrolyte** :- تتفكك تفككاً تاماً (تأين تام) الى ايونات موجبة وسالبة أي حتى تنتهي المادة تماماً .



ب- الكتروليات ضعيفة **Weak Electrolyte** :- هي المادة التي تتفكك (تتأين) بصورة جزئية (نسبة معينة) الى ايونات موجبة وسالبة لذلك فهي ضعيفة أو رديئة التوصيل الكهربائي .



مثال // وجد أن 15 مل من محلول حامض الكبريتيك يتعادل بإضافة 10 مل من محلول هيدروكسيد المغنيسيوم 0.1 مولاري فما هي مولارية الحامض ؟

$$M_1 \times V_1 (\text{eq.}_1) = M_2 \times V_2 (\text{Eq.}_2)$$

$$\text{Mg(OH)}_2 \quad \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$0.1 \times 10 \times 2$$

$$1 \times 10 \times 2 = M_2 \times 15 \times 2 \rightarrow M_2 = \frac{0.1 \times 10 \times 2}{15 \times 2} = 0.066 \text{ Mole/l}$$

مثال // تعادل 0.320 غم من حامض مذاب في 50 مل من الماء مع 32.5 مل محلول 0.125 مولاري هيدروكسيد الصوديوم فإذا علمت بأن الحامض يحتوي على ذرة هيدروجين واحدة قابلة للتأين فما وزنه الجزيئي ؟

$$M_1 \times V_1 (\text{eq.}_1) = M_2 \times V_2 (\text{Eq.}_2)$$

$$\text{NaOH} \quad \text{Acid}$$

$$0.125 \times 32.5 \times 1 = M_2 \times 50 \times 1 \rightarrow M_2 = 0.08125 \text{ M الحامض}$$

$$\text{Molarity} = \frac{\text{Wt(gm)}}{\text{M.Wt}} \times \frac{1000}{V (\text{ml or cm}^3)}$$

$$\text{Molarity} = \frac{0.320}{\text{M.Wt}} \times \frac{1000}{50}$$

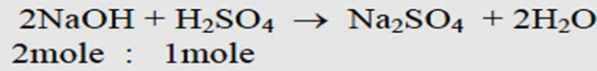
$$\text{M.Wt} = 78.77 \text{ gm/mole}$$

مثال:

- تمت معايرة 10 مل من هيدروكسيد الصوديوم NaOH مع حمض الكبريتيك H₂SO₄ (تركيزه 0.1 M) فإذا كان حجم الحامض عند نقطة التكافؤ 9 مل:
1. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل أعلاه.
 2. احسب مولارية NaOH.

الحل:

1. نكتب المعادلة الكاملة:



2. نحسب المولارية:

$$\frac{\text{number of mmoles of NaOH}}{\text{number of mmoles of H}_2\text{SO}_4} = \frac{2}{1}$$

$$\frac{M_{\text{NaOH}} \times V_{\text{NaOH}}}{M_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times V_{\text{H}_2\text{SO}_4}} = \frac{2}{1}$$

$$\frac{M_{\text{NaOH}} \times 10}{0.1 \times 9} = \frac{2}{1}$$

$$M_{\text{NaOH}} = \frac{0.1 \times 9 \times 2}{10 \times 1} = 0.18 \text{ M}$$

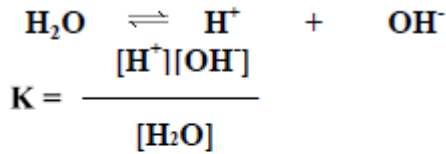
أسئلة

س1 // سحح 20 مل من حامض الكبريتيك تركيزه 0.2 مولاري مع 0.8 مولاري هيدروكسيد الصوديوم فكم مللتر من القاعدة استهلك للتبادل ؟

س2 // تعادل 10 مللتر من محلول حامض ثلاثي البروتون تركيزه 0.1 مولاري مع 15 مللتر من محلول هيدروكسيد الصوديوم احسب وزن القاعدة المتفاعلة ؟

و.ذ Na=32 , H=1 , O=16

ثابت التأيين الذاتي للماء Kw



$$K [\text{H}_2\text{O}] = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

$$K_w = K [\text{H}_2\text{O}]$$

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14}$$

$$10^{-7} < [\text{H}^+] \text{ or } [\text{OH}^-] < [\text{H}^+] \text{ في المحاليل المتعادلة}$$

$$10^{-7} > [\text{H}^+] \text{ or } [\text{OH}^-] > [\text{H}^+] \text{ في المحاليل الحامضية}$$

$$10^{-7} > [\text{H}^+] \text{ or } [\text{OH}^-] > [\text{H}^+] \text{ في المحاليل القاعدية}$$

الأس الهيدروجيني (الدالة الحامضية) PH Value

$$\text{PH} = -\text{Log} [\text{H}^+]$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{PH}}$$

$$\text{POH} = -\text{Log} [\text{OH}^-]$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{POH}}$$

$$\text{PH} + \text{POH} = 14$$

$$\text{PK}_w = \text{PH} + \text{POH} = 14$$

$$\text{PK}_w = -\text{Log } K_w$$

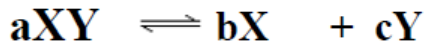
$$7 = \text{POH} = \text{PH} \text{ في المحاليل المتعادلة}$$

$$7 > \text{PH} \text{ في المحاليل الحامضية}$$

$$7 < \text{PH} \text{ في المحاليل القاعدية}$$

ثابت التوازن لزوج حامض- قاعدة :-

يمكن كتابة قانون ثابت التوازن لأي تفاعل عكسي وتميله بالعلاقة التالية:



$$K = \frac{[X]^b [Y]^c}{[XY]^a}$$

حيث ان :

K = ثابت التوازن (التفكك أو التآين)

XY = المادة المتفككة الأصلية

X, Y = نواتج التفكك أو التآين

a = عدد مولات المادة المتفككة الأصلية

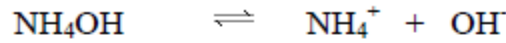
b, c = عدد مولات نواتج التفكك X, Y على التوالي

ثابت تفكك (تآين) الحامض K_a



$$K_a = \frac{[CH_3COO^-] [H^+]}{[CH_3COOH]}$$

ثابت تفكك (تأين) القاعدة K_b



$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]}$$

$$K_w = K_a \times K_b$$

$$K_a = \frac{K_w}{K_b}$$

$$K_b = \frac{K_w}{K_a}$$

حيث إن K_w = ثابت التأين الذاتي للماء
 K_a = ثابت تأين الحامض
 K_b = ثابت تأين القاعدة

درجة التأين : Ionization Degree

$$\frac{\text{الكمية المتأينة (المتفككة)}}{\text{الكمية الكلية}} = \text{درجة التأين Ionization Degree}$$

النسبة المئوية للتأين : Ionization Ratio

$$100 \times \frac{\text{الكمية المتأينة (المتفككة)}}{\text{الكمية الكلية}} = \text{النسبة المئوية للتأين}$$

$$100 \times \text{درجة التأين} = \text{النسبة المئوية للتأين}$$

ملاحظات حول المعادلات اللوغاريتمية (الأسية)

(اللوغاريتم هو أس للأساس 10 في الحسابات مثلًا " $\log 1 = 0$, $\log 10 = 1$, $\log 100 = 3$... وهكذا) .

وبصورة عامة يمكن كتابة المصطلح كالآتي :

$$pX = -\log x$$

وعليه يمكن استخدامها في التعبير عن تراكيز أيونات الفلزات C_m حيث

$$pC_m = -\log C_m$$

$$P^H = -\log[H^+]$$

$$[H^+] = 10^{-P^H}$$

$$\log 10^x = x \log 10 = x \times 1 = x$$

$$\log 10^{-x} = -x \log 10 = -x \times 1 = -x$$

$$\log 10^{-6} = -6 \times \log 10 = -6 \times 1 = -6$$

$$\log(x \times y) = \log x + \log y \rightarrow \log(2 \times 3) = \log 2 + \log 3 \text{ or } \log 6$$

$$-\log(x \times y) = -\log(x \times y) = -\log x - \log y$$

ex;

$$-\log 2 \times 10^{-8} = -(\log 2 + \log 10^{-8}) = -\log 2 - 8 \log 10 = -\log 2 - 8 \dots \text{etc}$$

$$\log \frac{x}{y} = \log x - \log y$$

$$\log \frac{3}{2} = \log 3 - \log 2$$

مثال // أحسب P^H ، P^{OH} وتركيز ايون الهيدروكسيل لمحلول التركيز المولاري
لأيون الهيدروجين $= 5 \times 10^{-3} M$ ؟

$$[H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14}$$

$$5 \times 10^{-3} [OH^-] = 1.0 \times 10^{-14} \rightarrow [OH^-] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{5 \times 10^{-3}} = 2 \times 10^{-12}$$

$$P^H = -\text{Log} [H^+] = -\text{Log} 5 \times 10^{-3} = 2.3$$

$$P^{OH} = -\text{Log} [OH^-] = -\text{Log} 2 \times 10^{-12} = 11.7$$

$$\text{or } P^H + P^{OH} = 14$$

$$2.3 + P^{OH} = 14 \rightarrow P^{OH} = 14 - 2.3 = 11.7$$

مثال // أحسب P^H ، P^{OH} لما يلي ؟

أ. محلول حامض الخليك $0.01 M$ ودرجة تأينه 0.135 ؟

ب. محلول هيدروكسيد الأمونيوم بتركيز $0.01 M$ وتأينه بنسبة 0.125 ؟

مثال // أحسب تركيز ايون الهيدروجين لمحلول $0.1 (N)$ عياري حامض الخليك إذا علمت إن ثابت تأين

الحامض $K_b = 1.85 \times 10^{-5}$ ؟

	$[H^+]$	pH	Example
Acids	1×10^0	0	HCl
	1×10^{-1}	1	Stomach acid
	1×10^{-2}	2	Lemon juice
	1×10^{-3}	3	Vinegar
	1×10^{-4}	4	Soda
	1×10^{-5}	5	Rainwater
	1×10^{-6}	6	Milk
Neutral	1×10^{-7}	7	Pure water
Bases	1×10^{-8}	8	Egg whites
	1×10^{-9}	9	Baking soda
	1×10^{-10}	10	Tums [®] antacid
	1×10^{-11}	11	Ammonia
	1×10^{-12}	12	Mineral lime - $Ca(OH)_2$
	1×10^{-13}	13	Drano [®]
	1×10^{-14}	14	NaOH

التحلل المائي للأملح

Hydrolysis of Salt

هو تفاعل في حالة توازن ايوني بين الايون الموجب أو الايون السالب أو كليهما مع الماء فيكون المحلول حامضياً أو قاعدي أو متعادلاً التأثير في الدلائل الكيميائية .

الأملاح:- هي المادة الناتجة من اتحاد ايونات موجبة من القاعدة (فلز أو جذر أمونيوم NH_4^+) مع ايونات سالبة من الحامض .
أنواع الأملاح:-

أملاح ثنائية	أملاح ثلاثية (او كسجينية)
تتكون من : ايون لاقترى (سالب) + ايون قترى (موجب)	تتكون من : مجموعة لاقترية (سالية) + ايون قترى (موجب)
التسمية / اسم اللاقتر + يد + اسم الفلز	التسمية / اسم المجموعة السالية للحامض + اسم الفلز

أمثلة (أملاح ثنائية) :-

كلوريد الصوديوم	NaCl
برومييد الفضة	AgBr
فلوريد الكالسيوم	CaF ₂
كبريتيد النحاس	CuS
يوريد اليوتاسيوم	KI

أمثلة (أملاح ثلاثية) :-

كبريتات اليوتاسيوم	K ₂ SO ₄
نترات الفضة	AgNO ₃
خلات الصوديوم	CH ₃ COONa
فوسفات الكالسيوم	Ca ₃ (PO ₄) ₂
كربونات الصوديوم	Na ₂ CO ₃

طرق تحضير الأملاح :-

يمكن تحضير الأملاح بالطرق التالية :

1. تفاعل فلز مع لاقتر
2. تفاعل حامض مع قاعدة
3. إذلال فلز محل هيدروجين حامض
4. تبادل الجذور

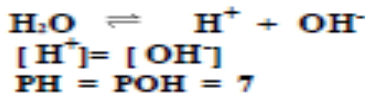
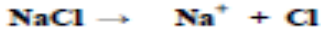
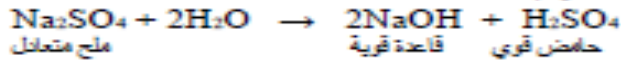
ملاحظة:

- من القواعد القوية : NaOH ، KOH ، Ca(OH)₂
- من القواعد الضعيفة : هيدروكسيد الأمونيوم NH₄OH ، هيدروكسيد النحاس Cu(OH)₂ ، الانييلين (مصيغه الكيميائية).
- من الحوامض القوية : H₂SO₄ ، HCl ، HNO₃ ، HBr
- من الحوامض الضعيفة : CH₃COOH ، HCOOH ، HF ، HCN

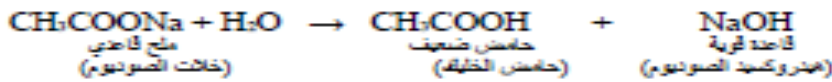
أصناف للأملح :-

تعتمد خواص الأملاح على خواص الأيونات السالبة والأيونات القلوية الموجبة فيها بعد تحللها مائياً" وبذلك فإن الأملاح تكون على أربعة أصناف:-

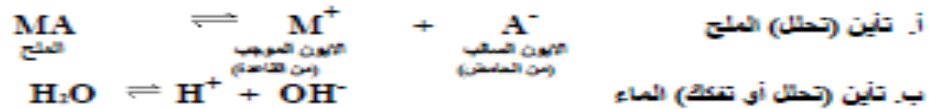
(أ) الأملاح المتعادلة : وهي الأملاح المشتقة من حامض قوي وقاعدة قوية مثل NaCl , KCl حيث تتأين تماماً في الماء (مالاتهاية = K_b) لكونها (الكتروليتات قوية) ويكون محلولها المائي متعادلاً".



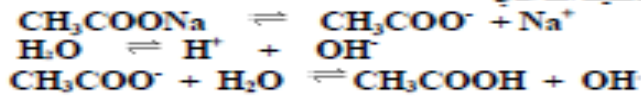
(ب) الأملاح القاعدية : وهي الأملاح المشتقة من حامض ضعيف وقاعدة قوية (ويكون محلولها المائي قاعدياً) مثل خلات الصوديوم و فورمات الصوديوم:-



خطوات التحلل المائي :



ج. تفاعل الأيون الذي مصدره (القاعدة أو الحامض) الضعيف لكون قرين قوي مع الماء حيث يتبقى H_3O^+ أو H^+ في المحيط الحامضي و OH^- في المحيط القاعدي



ثابت التحلل المائي للملح K_b

$$K_b = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = \frac{[\text{Acid}] [\text{Base}]}{\text{unhydrolyzed Salt}}$$

درجة التفكك a
C تمثل تركيز الملح

$$K_b = \frac{a^2 C}{1 - a}$$

$$K_w = K_b K_a$$

$$K_b = \frac{K_w}{K_a}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w K_a}{C}}$$

$$PH = \frac{1}{2} PK_w + \frac{1}{2} PK_a + \frac{1}{2} \text{Log } C$$

كما أنه في حالة تآين الأحماض أو القواعد الضعيفة فإنه يمكن التعبير عن ثابت التآين K_a , K_b باستخدام المعادلة السابقة كالآتي :

$$pK_a = -\log K_a$$

$$pK_b = -\log K_b$$

مثال واجب// احسب تركيز ايون الهيدروكسيل لمحلول 0.01 M هائيوكلوريت الصوديوم NaOCl علماً إن $K_b = 3.3 \times 10^{-7}$ ؟

مثال :

احسب قيمة pK_a لحمض الخليك ، علماً أن قيمة $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ ؟

$$K_a = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$pK_a = -\log K_a$$

$$= -\log 1.8 \times 10^{-5}$$

$$= 4.75$$

مثال// احسب $[\text{OH}^-]$ لمحلول الاثيلين (0.2 M) علماً إن $K_b = 4.2 \times 10^{-10}$

$$\text{B} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BH}^+ + \text{OH}^-$$

$$K_b = \frac{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{B}] - [\text{OH}^-]} = \frac{[\text{OH}^-]^2}{[\text{B}]}$$

$$4.2 \times 10^{-10} = \frac{[\text{OH}^-]^2}{0.2}$$

$$[\text{OH}^-]^2 = 4.2 \times 10^{-10} \times 0.2 \rightarrow \rightarrow [\text{OH}^-] = \sqrt{4.2 \times 10^{-10} \times 0.2}$$

مثال// احسب الأس الهيدروجيني PH و K_h لمحلول سيانيد البوتاسيوم 0.01 M KCN علماً إن $K_a(\text{HCN}) = 7 \times 10^{-10}$ ؟

$$PH = \left(\frac{1}{2} \times 14\right) + \frac{1}{2} (10 - \text{Log } 7) + \frac{1}{2} \times -2$$

$$PH = 7 + 4.57 - 1 = 10.57$$

(2) الأملاح المشتقة من قاعدة ضعيفة وحامض ضعيف مثل خلات الأمونيوم و فورمات الأمونيوم حيث يكون مظلها المائي أما (متعادلا" إذا كان $K_a = K_b$) أو أن يكون حامضيا" أو قاعديا" (إذا كان K_a لايسوي K_b) وان K_h يعتمد على تركيز الملح C ؟

$$K_h = \frac{K_w}{K_a K_b}$$

$$CH_3COONH_4 + H_2O = CH_3COOH + NH_4OH$$

$$CH_3COOH = CH_3COO^- + H^+$$

$$NH_4OH = NH_4^+ + OH^-$$

$$H_2O = H^+ + OH^-$$

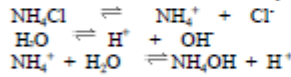
$$PH = \frac{1}{2} PK_w + \frac{1}{2} PK_a - \frac{1}{2} PK_b$$

ملاحظة : يتضح مما سبق ان التناسب عكسي بين (K_a او K_b) مع K_h ; حيث انه كلما كان (K_a او K_b) صغيرا" كان K_h كبيرا" والمثل يتظل مائيا" بدرجة اكبر .

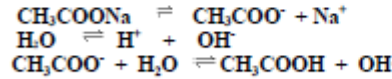
مثلا// احسب PH و K_h لمحلل فورمات الأمونيوم 0.05 N علماً ان $K_a(HCOOH) = 1.77 \times 10^{-4}$ ، $K_b = 1.79 \times 10^{-5}$ ؟

أسئلة :

س: ناقش ماذا يحدث عند اذابة كلوريد الأمونيوم NH_4Cl في الماء ؟
 ج : يتأين كلوريد الأمونيوم NH_4Cl عند ذوبانه في الماء بعد ذلك يتفاعل ايون الأمونيوم NH_4^+ (حامض قوين قوي لان مصدره قاعدة ضعيفة حسب نظرية برونشته) مع الماء فيتحدر H^+ أو H_3O^+ فيؤدي الى ان يكون المحلول ذو تأثير حامضي في الدلائل الكيميائية .



س: لماذا يكون المحلول المائي لخلات الصوديوم CH_3COONa قاعديا" ؟
 ج: المحلول قاعدي لان الملح مشتق من حامض ضعيف وقاعدة قوية حيث يبقى ايون OH^- في المحلول



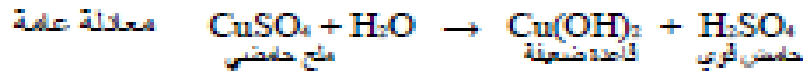
س : لماذا لايتحلل ملح كلوريد الصوديوم $NaCl$ مائيا" ؟
 ج: $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

لان هذا الملح مشتق من حامض قوي HCl وقاعدة قوية $NaOH$ لذلك فان كلا القريتين الناتجين عنهما يكونان ضعيفان فلا يتفاعلان مع الماء .

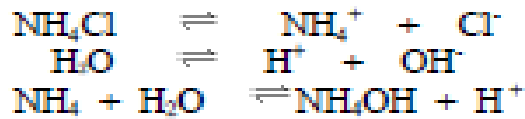
س : علل لماذا يكون المحلول المائي لخلات الأمونيوم متعادل التأثير في الدلائل الكيميائية؟
 ج : ان المحلول المائي لخلات الأمونيوم متعادل التأثير في الدلائل الكيميائية وذلك لتخلف H^+ , OH^- بترائيز متساوية حيث ان ($K_b = K_a$)

$$K_h = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{7 \times 10^{-10}} = 1.4 \times 10^{-5}$$

(ج) الأملاح الحامضية : وهي الأملاح المشتقة من حامض قوي وقاعدة ضعيفة مثل NH_4Cl و $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ حيث يكون محلولها المائي حامضياً :-



خطوات التحلل المائي :



$$K_h = \frac{[\text{Base}] [\text{Acid}]}{[\text{unhydrolyzed Salt}]} = \frac{[\text{NH}_4\text{OH}] [\text{H}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$$

$$K_h = \frac{a^2 C}{1 - a}$$

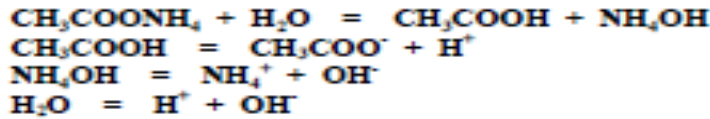
$$K_w = K_h K_b$$

$$K_h = \frac{K_w}{K_b}$$

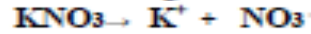
$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_w C}{K_b}}$$

$$\text{PH} = \frac{1}{2} \text{PK}_w - \frac{1}{2} \text{PK}_b - \frac{1}{2} \text{Log } C$$

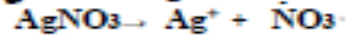
مثال: احسب الأس الهيدروجيني PH وثابت التحلل المائي للملح K_h لمحلول NH_4Cl 0.01 M
 علماً إن $K_{b\text{NH}_4\text{Cl}} = 1.8 \times 10^{-5}$ ؟



س: علل لماذا لا تتغير قيمة P^{H} الماء النقي (المقطر) عند إذابة نترات البوتاسيوم KNO_3 فيه ؟
ج: ان هذا الملح مشتق من حامض قوي HCl وقاعدة قوية KOH لذا فان محلوله المائي متعادل وقيمة $\text{P}^{\text{H}}=7$. لذلك يبقى المحلول متعادل ولا تتغير قيمة P^{H} الماء النقي وهي 7 .



س: لماذا تنخفض قيمة P^{H} الماء النقي (المقطر) عند إذابة نترات الفضة AgNO_3 فيه ؟
ج: ان هذا الملح مشتق من حامض قوي HNO_3 وقاعدة ضعيفة AgOH لذا فان محلوله المائي حامضي فتتخفض قيمة P^{H} الى اقل من 7 حيث يبقى H^+ في المحلول .



س: ناقش مع المعادلات ماذا يحدث عند إذابة سيانيد البوتاسيوم KCN في الماء ؟
س : علل: لماذا تزداد قيمة P^{H} الماء النقي عند إذابة فلوريد البوتاسيوم KF فيه ؟

المحاليل المنظمة Buffer Solution :-

هي المحاليل التي تقاوم التغير في الأس الهيدروجيني عند إضافة كمية قليلة من حامض أو قاعدة قوية أو عند التخفيف وهو يتكون من حامض ضعيف وملحه أو قاعدة ضعيفة وملحها .

$$\text{PH} = \text{PKa} + \text{Log} \frac{[\text{Salt}]}{[\text{Acid}]}$$

$$\text{POH} = \text{PKb} + \text{Log} \frac{[\text{Salt}]}{[\text{Base}]}$$

مثال // احسب PH لمحلول يتكون من 0.1 M حامض الخليك 0.01 M خلات الصوديوم علماً إن $\text{Ka} = 1.8 \times 10^{-5}$ ؟

$$\text{PH} = \text{PKa} + \text{Log} \frac{[\text{Salt}]}{[\text{Acid}]}$$

$$\text{PH} = \text{Log K} + \text{Log} \frac{[\text{CH}_3\text{COONa}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

$$\text{PH} = -\text{Log} 1.85 \times 10^{-5} + \text{Log} \frac{[0.01]}{[0.1]} = 3.37$$

مثال // احسب PH للمحلول المنظم المكون من 0.1 M هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH وكلوريد الأمونيوم NH_4Cl علماً إن $\text{Kb} = 1.76 \times 10^{-5}$ ؟

مثال // احسب الأس الهيدروجيني لمحلول منظم مكون من حامض البنزويك $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ 0.5 M ومحلول بنزوات الصوديوم $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$ بتركيز 10 g/L علماً إن $\text{PKa} = 4.1$ ؟

$$M_{\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}} = \frac{\text{wt}}{\text{M. wt}} \times \frac{1000}{\text{Vml}}$$

$$M_{\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}} = \frac{10}{144} \times \frac{1000}{1000} = 0.007 \text{ M}$$

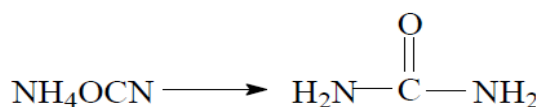
$$\text{PH} = \text{PKa} + \text{Log} \frac{[\text{Salt}]}{[\text{Acid}]}$$

ويكمل الحل؟؟

اساسيات الكيمياء العضوية

1. المقدمة

الكيمياء العضوية من الممكن أن تعرف ببساطة بأنها كيمياء مركبات الكربون. وكلمة عضوية Organic ناشئة من كون المركبات العضوية يمكن الحصول عليها فقط من مصادر نباتية وحيوانية، أي أنها تستمد من الكائنات الحية، وكان يعتقد أيضاً، بأنها لا بد من وجود ما يسمى بالقوة الحية. التي توجد فقط في أجسام الكائنات الحية، نباتية كانت أو حيوانية، لتصنيع المركبات العضوية. وبقي هذا الاعتقاد سائداً حتى تمكن العالم فولر Wohler 1828 من الحصول على مادة اليوريا (وهي مادة عضوية وإحدى مكونات البول) من مواد غير عضوية وذلك بتسخين سيانات الأمونيوم، كما في المعادلة التالية:



وبعد تلك التجربة، أصبح واضحاً، أنه يمكن الحصول على المركبات العضوية من مصادر غير حية، كما أنه يمكن تصنيفها في المختبر.

إن عدد المركبات العضوية المعروفة حتى الآن تزيد على ثلاثة ملايين مركب، وهذا العدد يفوق بهرات كثيرة عدد المركبات غير العضوية. كما أن الآلاف من المركبات العضوية الجديدة يكتشف كل عام. ويرجع السبب في ذلك أن المركبات العضوية تتكون بشكل رئيس من عنصر الكربون والذي له القدرة على عمل روابط مع نفسه ومع غيره من العناصر.

ودراسة الكيمياء العضوية مهمة جداً في كثير من المجالات التي تؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر في حياة الإنسان وسعادته. فهي كيمياء المكونات الأساسية للنباتات والحيوانات، كالبروتينات والكربوهيدرات والفيتامينات والمواد الدهنية والإنزيمات والهرمونات وغيرها، كما أن المركبات العضوية مهمة في صناعة الملابس التي نلبسها، والوقود الذي نستعمله في المصانع، ولتحريك السيارات والطائرات والسفن، كما تدخل الكيمياء العضوية في صناعة الأدوية والعقاقير، كما تدخل في صناعة الورق والمطاط والبلاستيك، والمبيدات الحشرية والأسمدة، والمتفجرات وغيرها.

ويعد البترول والغاز الطبيعي والفحم من أهم المصادر التي نحصل منها على الكثير من المركبات العضوية.

1.1. المركبات الهيدروكربونية

هي مركبات تحتوي على كاربون وهيدروجين فقط ويمكن ان تقسم الى صنفين رئيسيين:

أولاً - هيدروكربونات اليفاتية:

وتتضمن مركبات مستقيمة السلسلة ومتفرعة وحلقية ويمكن تقسيم الهيدروكربونات اليفاتية إلى مجموعتين، وذلك بموجب نوعية روابط الكربون - الكربون التي تتضمنها. وهاتان المجموعتان هما:

أ. الهيدروكربونات المشبعة saturated، وتحتوي على روابط كربون - كربون مفردة فقط وتسمى

الكانات alkanes مثل Ethane $\text{CH}_3\text{-CH}_3$

ب. الهيدروكربونات غير مشبعة unsaturated، وتحتوي على روابط كربون - كربون متعددة، وتشمل:

الألكينات alkenes، التي تحتوي على روابط كربون - كربون مزدوجة ($\text{C}=\text{C}$)،

والألكاينات alkynes التي تحتوي على رابطة كربون - كربون ثلاثية ($\text{C}\equiv\text{C}$)،

والمركبات التي تحتوي على أكثر من رابطة متعدد، سواء كان المركب مفتوح السلسلة أم حلقيا.

ثانياً - الهيدروكربونات الأروماتية العطرية Aromatic Hydrocarbons وتشمل البنزين ومشتقاته، و

الهيدروكربونات المتعددة الحلقة كالفثالين C_{10}H_8 وغيرها.

1.1.2. الألكانات Alkanes

الألكانات مركبات هيدروكربونية مشبعة، أي تحتوي على ذرات الكربون والهيدروجين،

وتوجد في الغاز الطبيعي والبتترول، وأول أفراد هذه المجموعة هو الميثان الذي يتكون بتحلل المواد النباتية

في قاع البرك حيث لا يوجد هواء وهو يعرف بغاز المستنقعات، ويطلق على الألكانات أحيانا البرافينات.

الصيغة الجزيئية العامة

جميع المركبات الهيدروكربونية المشبعة لها الصيغة الجزيئية التالية: $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ حيث n عدد

صحيح موجب ($n = 1, 2, 3, 4, \dots$ إلخ) ويبدل (n) على عدد ذرات الكربون. وتبين الصيغة الجزيئية هذه

أن هذه المركبات مشبعة، ترتبط كل ذرة فيها بأربع روابط فردية، بعضها يكون مع ذرة هيدروجين أو أكثر وبعضها مع ذرة أو ذرات كربون.

تسمية الألكانات:

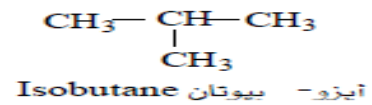
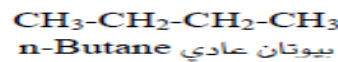
إن جميع الألكانات تنتهي دائما بالمتطوع (-ane) ، الألكانات الأربعة الأولى لها أسماء خاصة أما ما يليها فلها أسماء مشتقة من ذرات الكربون (باللغة الإغريقية) التي هي الجزيء وتنتهي بالمتطوع (-ane) ، وفيما يلي جدول (١) يوضح ذلك

جدول (١) تسمية الألكينات

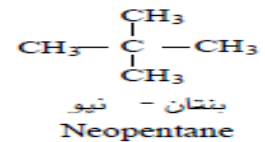
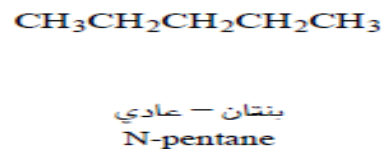
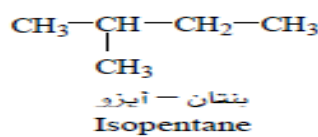
n	الصيغة	اسم المركب
1	methane	ميثان
2	ethane	إيثان
3	propane	بروبان
4	butane	بيوتان
5	pentane	بنتان
6	hexane	هكسان
7	heptane	هبتان
8	octane	أوكتان
9	nonane	نونان
10	decane	ديكان

واضح أن كل مركب من هذه المجموعة يزيد عن المركب السابق له زيادة ثابتة هي CH_2 وتسمى مثل هذه المجموعة ميثيلين Methylene ، ويمكن أن يكون لنفس الصيغة الجزيئية أكثر من مشابه كما يتضح من الأمثلة التالية:

المثال الأول : Butane C_4H_{10}



المثال الثاني: Pentane C_5H_{12}



مجموعة الألكيل (R-) Alkyl Group :

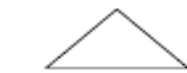
مجموعة الألكيل (R-) عبارة عن الكيان أزيلت منه ذرة هيدروجين فعند إزالة ذرة هيدروجين من الميثان نحصل على مجموعة methyl CH_3 ميثيل ، وعند إزالة ذرة هيدروجين من الإيثان نحصل على مجموعة اثيل (CH_3CH_2) Ethyl. ويبين الجدول (2) مجموعات الألكيل المهمة والشائعة الاستعمال في الكيمياء العضوية

الجدول رقم ٢ - أسماء مجموعات الألكيل الشائعة .

اسم مجموعة الألكيل	الصيغة البنائية لمجموعة الألكيل	الألكان
Methyl	$\text{CH}_3 -$	Methane CH_4
Ethyl	CH_3CH_2-	Ethane CH_3CH_3
N-Propyl	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-$	Propane $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$
Isopropyl n-Butyl sec- Butyl	$\begin{array}{c} \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2- \\ \\ \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_3 \end{array}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ n-Butane
Isobutyl	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{CHCH}_2- \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{CHCH}_3 \end{array}$
Tert-butyl	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{C} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Isobutane

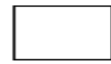
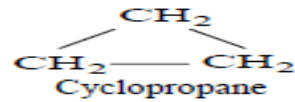
تسمية الألكانات الحلقية Cycloalkanes :

وتسمى بإضافة المقطع سايكلو أو حلقي لاسم الألكان المقابل لذرات الكربون المكونة للحلقة:



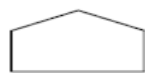
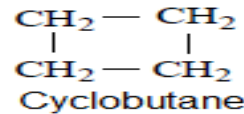
بروبان حلقي

أو

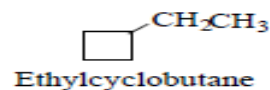
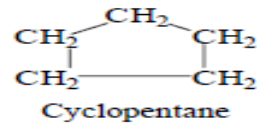


بيوتان حلقي

أو



بنتان حلقي



الطريقة النظامية لتسمية الألكانات IUPAC :

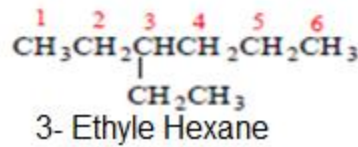
تسمى الألكانات المقترعة والمعقدة باتباع مجموعة من القواعد التي وضعها الاتحاد الدولي

للكيمياء البحتة و التطبيقية ، التي تعرف بقواعد : IUPAC

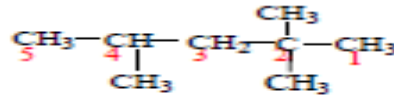
International Union of Pure and Applied Chemistry.

وهذه القواعد هي :

- (١) تُعد أطول سلسلة كربونية مستمرة في الصيغة البنائية هي المركب الأساس (الأم) أما المجموعات الألكيلية الجانبية فتعد فروعاً أو بدائل.
- (٢) ترقم السلسلة الرئيسية من الطرف أو النهاية الأقرب إلى الفرع الجانبي بحيث يأخذ الفرع اقل عدد من الأرقام. ويتم البدء في كتابة الاسم بوضع الرقم الدال على الفرع متبوعاً بخط قصير (-) ثم يليه اسم الفرع (البديل) وأخيراً اسم المركب الأساسي ، ويختتم الاسم بالمشطع **ane** ليبدل على أن المركب مشبع أما الفروع الألكيلية فكل منها يختتم بالمشطع **yl** كما يتضح من المثال التالي :

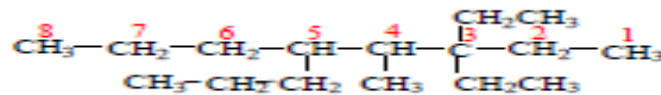


إذا تعدد وجود البدائل التي هي من نوع واحد (كالمجموعات الألكيلية المتشابهة) على طول السلسلة الكربونية الرئيسية ، تستخدم المقاطع **di** ، **tri** ، **tetra** ، **penta** وهكذا تدل على التكرار أي اثنين ، ثلاثة ، أربعة أو خمسة إلخ وموضع هذه البدائل يدل عليها بأرقام مناسبة تفصل بينهما فاصلة ، وهكذا وإذا تكرر البديل نفسه مرتين على ذرة كربون واحدة فيتكرر الرقم مرتين كما يتضح من المثال التالي :



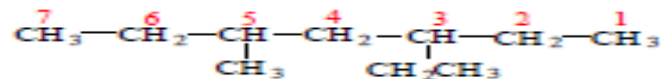
2-2-4-Trimethylpentane

إذا اتصلت عدة بدائل الكيلية مختلفة على السلسلة الرئيسية فتتم تسميتها وفقاً لنظام الترتيب الأبجدي مثال :



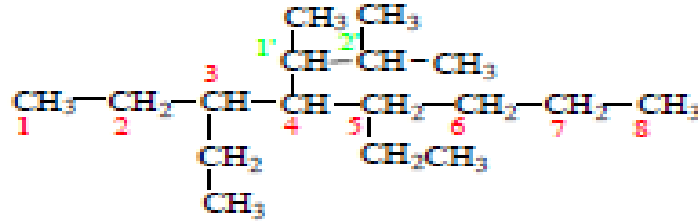
3,3-Diethyl-4-methyl-5-n-propyloctane

عندما تقع مجموعتان فرعيتان مختلفتان على بعد واحد من كلا طرفي السلسلة الرئيسية من الطرف الأقرب إلى الفرع الذي يبدأ أولاً في الهجاء اللاتيني كما يلي :



3-Ethyl-5-Methylheptane

إذا كان البديل (أو الفرع) سلسلة الكيلية ذات فروع أخرى متشعبة فإنه تتم تسميتها كما لو كانت مركبا قائما بذاته، إلا أنه ينتهي بالقطع (yl) بدل من القطع (ane)، كما أنه يتم ترقيمه ابتداء من ذرة الكربون المتصلة بالسلسلة الأم مع مراعاة وضع الاسم بين قوسين ويسبق هذين القوسين رقم ذرة الكربون التي يقع عليها الفرع المتشعب كما يتضح من المثال التالي:

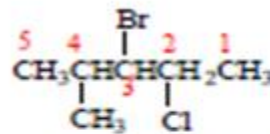


3-Ethyl-4(1',2',Dimethylpropyl) nonane

إذا وجدت بدائل أخرى على السلسلة الأم غير مجموعات الألكيل مجاميع البدائل (المجموعة) على تلك السلسلة يتم ترتيبها عن طريقة الحروف الأبجدية. ويوضح الجدول التالي أسماء لبعض البدائل (المجموعة) غير الألكيلية:

F: Fluoro	NO ₂ : Nitro
Cl: Chloro	NH ₂ : Amino
Br: Bromo	CN: Cyano
I: Iodo	

مثال :



3-Bromo-2-chloro-4-methylpentane

مما يجدر ذكره أنه عند استخدام نظام الحروف الأبجدية كأساس لترتيب المجموعة فإن البادئة iso- وكذلك البادئة neo- تؤخذ أحرفها الأولى بعين الاعتبار كجزء من الحروف الهجائية عند التسمية ، أما الحروف أو البوادئ tert- و sec- وكذلك di و tri فإنها لا تؤخذ بعين الاعتبار كجزء من الحروف الهجائية .

الخواص الفيزيائية للألكانات:

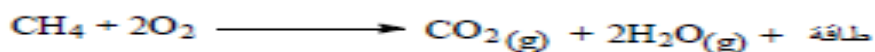
الألكانات مركبات غير قطبية *nonpolar*، تتميز بانخفاض درجات غليانها مقارنة بالمواد العضوية الأخرى، فالألكانات من C_1 إلى C_4 غازات عند درجات الحرارة العادية، أما الألكانات من C_5 إلى C_{17} فتكون سائلة، بينما نجد أن الألكانات التي يزيد عدد ذرات الكربون فيها على 18 تكون في الحالة الصلبة. أما فيما يتعلق في الذائبية، فإن الألكانات لا تذوب في الماء، ولكنها تذوب في المذيبات غير القطبية، كالبنزين والإيثر ورامع كلوريد الكربون حسب القاعدة العامة في الذائبية التي تنص على أن (المثل يذيب المثل) والألكانات أقل كثافة من الماء، إذ تطفو الألكانات السائلة على سطح الماء عند محاولة مزجها.

الخواص الكيميائية للألكانات:

تعد الألكانات مواد خاملة كيميائياً، لذلك يطلق عليها أحياناً لفظ البرافينات للدلالة على خمولها الكيميائي أما تفاعلاتها الرئيسية فهي:

١- الاحتراق combustion :

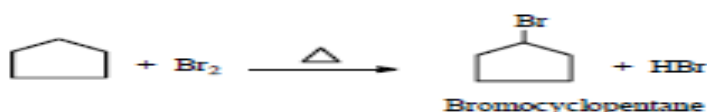
تتفاعل الألكانات شأنها في ذلك شأن معظم المركبات العضوية - مع كمية كافية من الأكسجين لإعطاء ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء. إضافة إلى كمية من الطاقة.



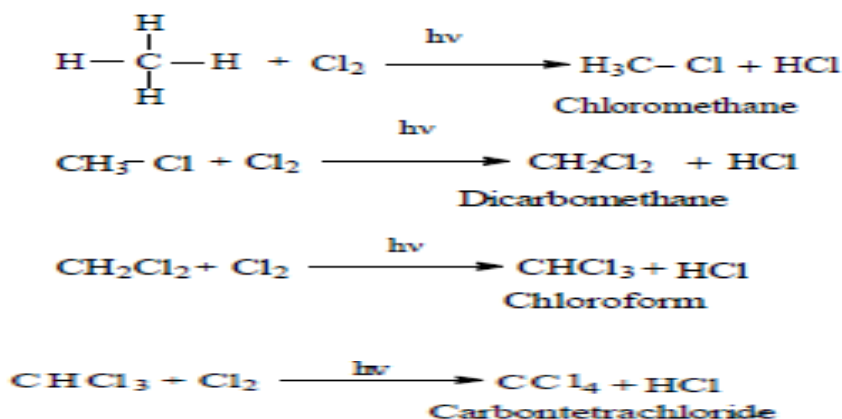
٢- الهلجنة Halogenation:

تتفاعل الألكانات (والألكانات الحلقية) مع الكلور Cl_2 والبروم Br_2 بوجود أشعة الشمس، أو بالتسخين لإعطاء هاليدات الألكيل، إذ تستبدل واحدة أو أكثر من ذرات الهيدروجين في الألكان بكلور أو بروم، كما في الأمثلة التالية:

مثال (١) :



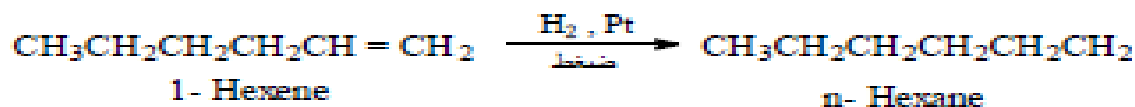
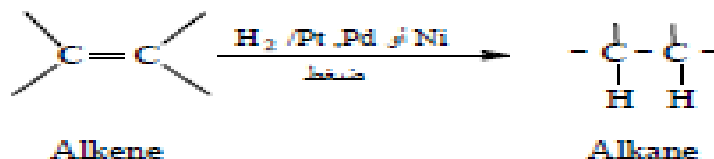
مثال (٢) :



- طرق تحضير الالكانات

أ. اختزال (هدرجة) الألكينات.

يمكن اختزال الألكينات بواسطة الهيدروجين في وجود عامل مساعد مثل البلاتين أو النيكل أو البالاديوم لتعطي الكانات.

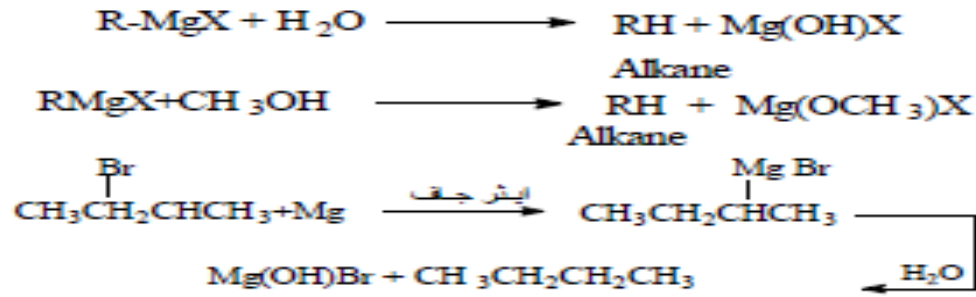


ب. تفاعل جرينارد:

يتفاعل معدن الماغنسيوم مع هاليدات الألكيل، في وجود الإيثر الجاف كمذيب، ليعطي مركبات تسمى كواشف جرينارد Grignard reagents. تشير هذه من أهم الكواشف المفيدة في التفاعلات العضوية.

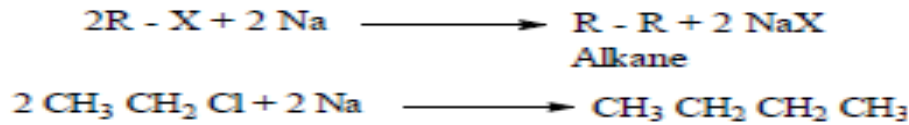


يتفاعل ذلك المركب القطبي مع الماء أو أي مركب يحمل ذرة هيدروجين حمضية مثل الكحولات ليعطي الألكان المقابل.



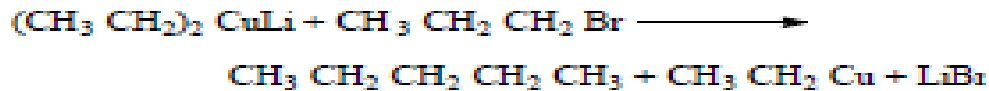
ج. تفاعل فورتنز:

يتفاعل معدن الصوديوم مع هاليد الألكيل ليعطي الكانات متماثلة متماظرة.

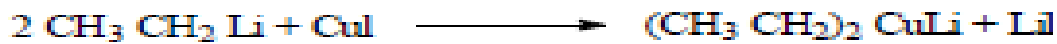
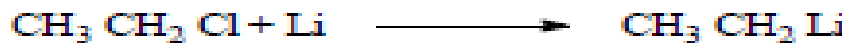


د. استخدام مركبات النحاس والليثيوم:

في هذه الطريقة يمكن الحصول على الألكانات من إجراء اتحاد سلسلتين الكيليتين متماثلتين أو مختلفتين وذلك بتفاعل هاليد الألكيل مع ليثيوم ثنائي الكيل النحاس، Lithium dialkyl copper (R_2CuLi) كما يتضح من خلال التفاعلات التالية :



هذا ويحضر ليثيوم ثنائي الكيل النحاس وفقاً للمعادلة التالية :

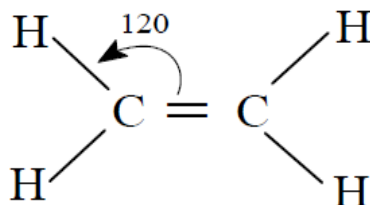


مصادر الألكانات

يعد البترول والغاز الطبيعي المصدرين الرئيسيين للألكانات، والهيدروكربونات بشكل عام. إذ يشكل الميثان أكثر من 80% من الغاز الطبيعي، أما المكونات الأخرى فهي الإيثان والبروبان والبيوتان. أما البترول فهو مزيج معقد من مواد عضوية مختلفة، وتشكل الهيدروكربونات معظمها. ويتم فصل مكونات البترول عن بعضها عن طريق عملية التكرير Refining. إلا أن الألكانات العليا يصعب ذلك.

2- الألكينات Alkenes

الألكينات هيدروكربونات غير مشبعة تحتوي على رابطة كربون - كربون مزدوجة (C=C)، وتسمى أحيانا بالاوليفينات olefins، والصيغة العامة للألكينات غير الحلقية هي C_nH_{2n} ، وللألكينات الحلقية C_nH_{2n-2} وأبسط عضو في عائلة الألكينات هو الإثيلين C_2H_4 .



2-1 تسمية الألكينات

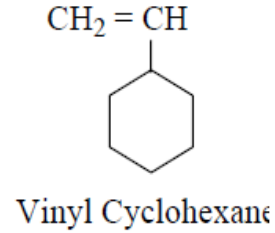
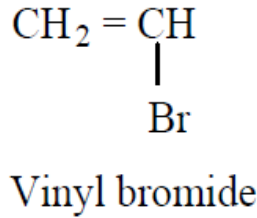
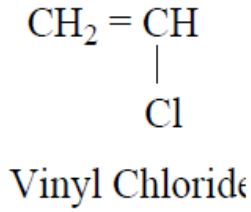
أ. التسمية الشائعة:

تستخدم التسمية الشائعة في حالة الألكينات ذات الأوزان الجزيئية الواطئة وذلك باستبدال المقطع -ane الذي يقع في نهاية اسم المركب الألكاني alkane بالمقطع -ylene ليصبح المركب الكيلين، كما هو موضح في الجدول التالي:

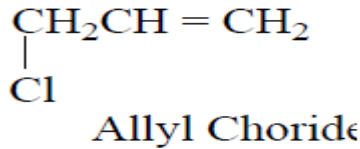
جدول (1) يوضح طريقة تسمية الألكينات الشائعة.

الإلكين Alkene	الألكان Alkane
Ethylene $CH_2=CH_2$	Ethane CH_3CH_3
Propylene $CH_3-CH=CH_2$	Propane $CH_3CH_2CH_3$
Butylene $CH_3CH_2CH=CH_2$	n-Butane $CH_3CH_2CH_2CH_3$
2-Butylene $CH_3CH=CHCH_3$	Isobutane $CH_3-CH(CH_3)-CH_3$
Isobutylene $CH_3-\underset{\substack{ \\ CH_3}}{CH}=CH_2$	

هذا ويمكن تسمية المركبات المشتقة من الأيثيلين $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ بأسماء خاصة حيث تعطي مجموعة - $\text{CH}=\text{CH}_2$ اسم مجموعة فاينيل (Vinyl group) كما يلي:



أما المجموعة المشتقة من البروبيلين $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ فتسمى مجموعة الليل (allyl group) مثال:



ب. التسمية النظامية IUPAC:

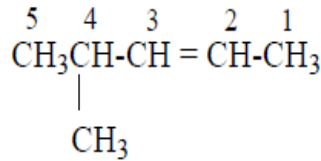
عندما يزداد حجم الجزيئات تزداد تبعاً لذلك صعوبة تسميتها، ولهذا فقد تم اتباع نظام التسمية المعروف بنظام أيوباك للتسمية IUPAC (التسمية النظامية) المستمد مما سبق أن درسناه في حالة الألكانات ولفهم هذه التسمية يمكن اتباع الخطوات التالية:

(٣) تختار أطول سلسلة تحتوي الرابطة الثنائية لتعبر عن السلسلة الأم (الأصل).

(٤) لتسمية هذه السلسلة يتم استبدال النهاية -ane الموجودة في نهاية اسم المركب الألكاني بالنهاية -ene.

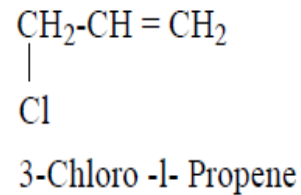
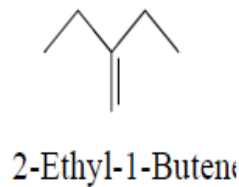
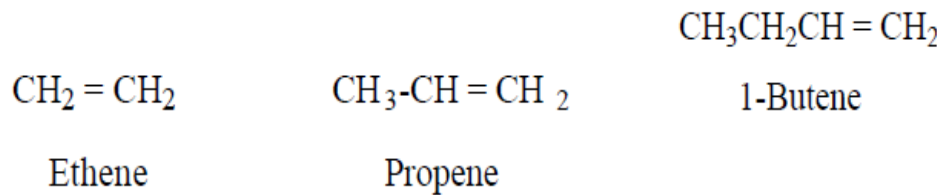
(٥) ترقيم السلسلة من الطرف الأقرب للرابطة الثنائية، بغض النظر عن المجموعات الفرعية التي تسمى كالمعتاد بعد تحديد مواضعها.

حيث إن الرابطة الثنائية تربط بين ذرتي كربون برقمين مختلفين، فإنه يتم اختيار أقل الرقمين عددا ليبدل على مكان الرابطة، كما يتضح من المثال التالي:

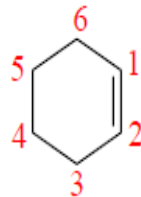


4- Methyl - 2- Pentene

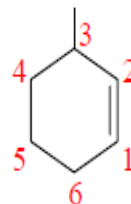
أمثلة أخرى لتوضيح القواعد السابقة:



تتم تسمية الحلقات الألكينية بحيث تقع الرابطة المزدوجة بين ذرات الكربون رقم واحد وذرة الكربون رقم اثنين بصفة دائمة، لذلك فلا داعي لوضع الرقم أمام الاسم. وعند وجود بدائل على الحلقة فإن الترقيم يستمر بحيث يعطي المجموعة البديلة أصغر الأرقام.

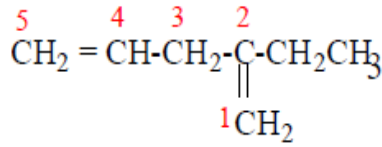


Cyclohexene
(وليس 1-Cyclohexene)

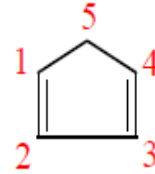


3-Methylcyclohexene
(وليس 6-Methylcyclohexene)

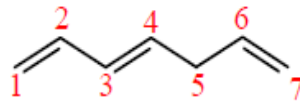
تستخدم المقاطع di ، tri ، tetra للدلالة على عدد الروابط المضاعفة وذلك قبل المقطع -ene مباشرة مع تحديد مكان الروابط الثنائية في السلسلة بأقل عدد ممكن كما سبق أن أشرنا إليه في حالة الرابطة الواحدة.



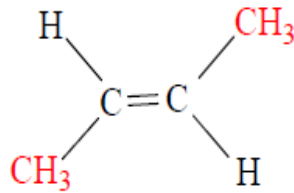
2-Ethyl,1,4-Pentadiene



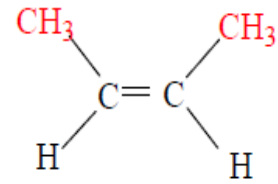
1,3-Cyclopentadiene



1,3,6-Heptatriene



trans-2-butene



Cis-2-butene

فعندما تكون المجموعتان المتماثلتان (مجموعتا الميثيل أو ذرتا الهيدروجين في المثال السابق) في الاتجاه نفسه، يسمى المركب (cis - سيس)، وعندما تكونان في اتجاهين مختلفين يسمى المركب (أو المتشكل) ترانس trans . والمتشكلان سيس وترانس مركبان مستقلان، يختلفان عن بعض في الخواص الفيزيائية، فدرجة غليان cis-2-butene ، على سبيل المثال ، ٣٧ م° ودرجة غليان trans-2-butene ٠,٩ م° .

2-3 الخواص الفيزيائية للالكينات

لا تختلف الألكينات كثيرا عن الألكانات في خواصها الفيزيائية فهي تشبه الألكانات المقاربة لها في الوزن الجزيئي، في درجات غليانها وذائبيتها، فهي كالألكانات لا تذوب في الماء، بل تذوب في المذيبات غير القطبية كالبنزين والأثير ورابع كلوريد الكربون، وهناك اختلاف بين الألكينات و الألكانات، وهو أن الألكينات تذوب في حمض الكبريتيك المركز بينما لا تذوب الألكانات في هذا الحمض.

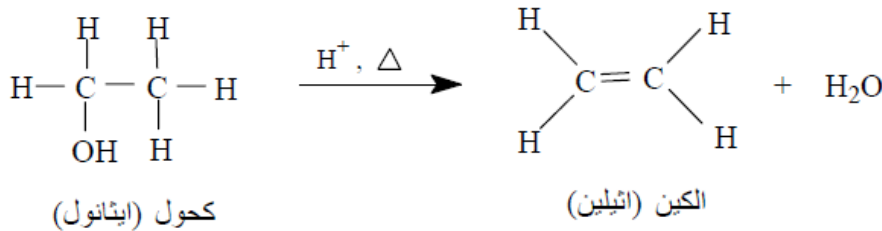
2-4 طرق تحضير الالكينات

تحضر الألكينات بطريقتين رئيسيتين في المختبر وهما:

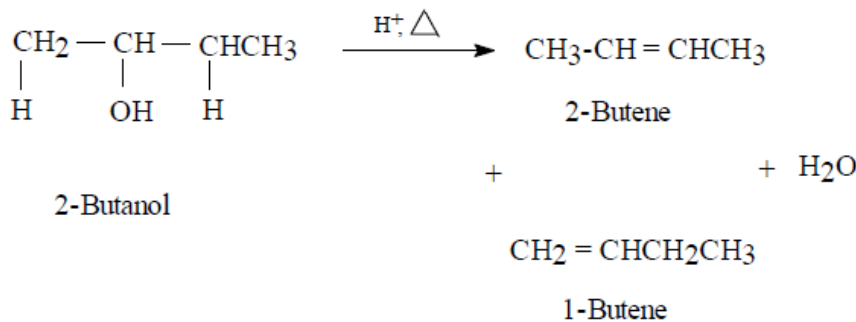
(1) انتزاع الماء من الكحول:

عند تسخين الأخير، بوجود كمية قليلة من حمض H^+ ، وأكثر الحموض استعمالا في هذا

المضمار هي حمض الكبريت H_2SO_4 وحمض الفسفور H_3PO_4 .

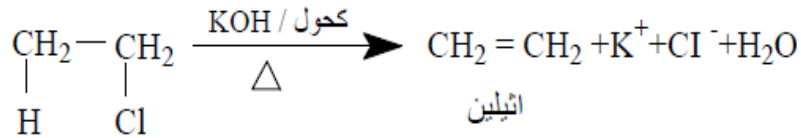


وعندما يؤدي انتزاع الماء إلى تكوين ناتجين مختلفين، فإن الإلكين الأكثر استبدالا (الإلكين الذي تحمل فيه ذرتا كربون الرابطة المزدوجة اكبر عدد من مجموعة الألكيل) هو الناتج الرئيس، كما المثال التالي:



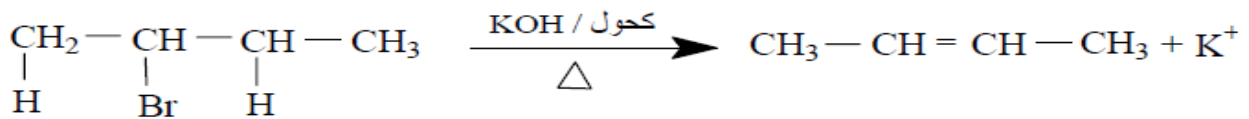
(2) انتزاع هاليد الهيدروجين من هاليد الالكيل:

يتم نزع جزيء HX (I , Br, Cl =X) من هاليد الالكيل عند تسخينه مع الكحول في وجود KOH .



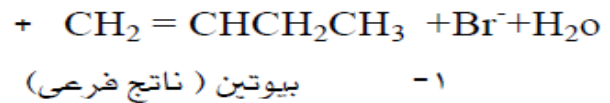
كلورو ايثان

وإذا أدى انتزاع هاليد الهيدروجين إلى تكوين ناتجين، فإن الإلكين الأكثر استبدالاً بمجموعات الألكيل هو الناتج الرئيس، كما في الكحولات، والمثال التالي يوضح ذلك:



-٢ برومو بيوتان

-٢ بيوتين (ناتج رئيس)

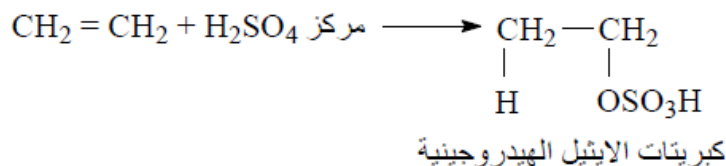


5-2 تفاعلات الالكينات

التفاعل الرئيس للالكينات هو تفاعل الإضافة، لأنها مركبات غير مشبعة. وتتم الإضافة إلى الرابطة. ومن أهم تلك التفاعلات ما يلي:

١. إضافة حمض الكبريتيك المركز H₂SO₄ البارد:

يضاف الحمض لإعطاء كبريتات الألكيل الهيدروجينية، بينما لا تتفاعل الألكانات مع هذا الحمض، ويستعمل هذا التفاعل في التفريق بين الألكانات و الإلكينات. وتتبع الإضافة قاعدة ماركوفنيكوف.



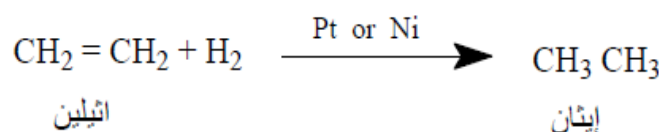
٢. البلمرة Polymerization:

تضاف جزيئات الإلكين إلى بعض - وتحت ظروف معينة - لإعطاء مركبات ذات وزن جزيئي

عال تسمى مبلمرات polymers.

٣. الهدرجة Hydrogenation:

يضاف الهيدروجين إلى الإلكين بوجود Pt أو Ni أو Pd (عوامل حفازة) Catalysts لإعطاء الإلكان .



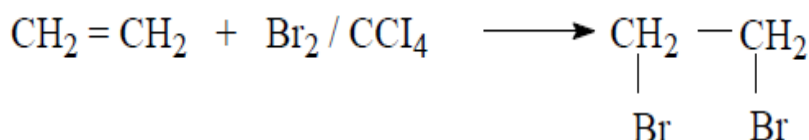
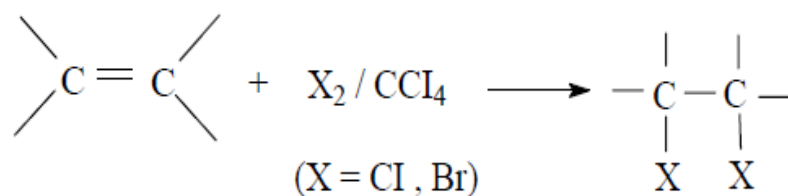
وفي هذا التفاعل، تضاف ذرة هيدروجين إلى إحدى ذرتي الرابطة المزدوجة، وتضاف ذرة

الهيدروجين الأخرى إلى الطرف الأخر من الرابطة المزدوجة

٤. الهلجنة Halogenations:

يضاف الكلور أو البروم المذاب في مذيب خامل إلى الإلكين لإعطاء ثنائي كلور أو ثنائي برومو

الكان.



ويستعمل تفاعل البروم مع الإلكين للكشف عن وجود الرابطة المزدوجة (والرابطة الثلاثية) ،

ويختفي لون البروم الأحمر عند إضافته إلى الكين .

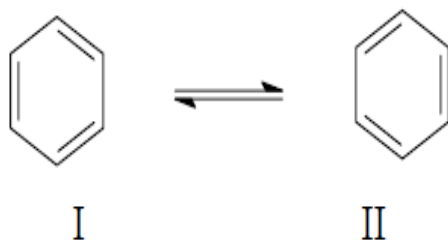
الهيدروكربونات الأروماتية

يطلق لفظ المركبات الأروماتية عموماً على المركبات الكيميائية العضوية الحلقية غير المشبعة وذات الخصائص المميزة. قد تكون هذه المركبات متجانسة أي أن حلقاتها مكونة من ذرات الكربون والهيدروجين فقط وقد تكون غير متجانسة يدخل في تركيب حلقاتها ذرة أو أكثر من ذرة أخرى غير ذرات الكربون والهيدروجين مثل الأكسجين والنتروجين والكبريت.

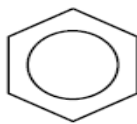
يستعمل المصطلح الروماني (Aromatic) عادة في وصف مشتقات البنزين (ذات الروائح العطرية) المستخلصة من النباتات إذ تحتوي هذه المركبات عادة على مجموعات مختلفة مثل OCH_3 ، COOH ، COOCH_3 - - - - إلخ متصلة بحلقة تحمل الصيغة الجزيئية C_6H_5 .

1- تركيب البنزين

يعد البنزين C_6H_6 أبسط المركبات الأروماتية وفي البنزين تتصل ذرات الكربون مع بعضها على شكل سداسي منتظم تتبادل فيه الروابط المفردة والمزدوجة. والبنزين جزيء مستو، تقع فيه ذرات الكربون والهيدروجين في مستوى واحد، إذ تستعمل ذرات الكربون أفلاك sp^2 المهجنة. وجميع روابط كربون - كربون في البنزين متساوية في الطول وتبلغ (139°A) ، وهي أطول من الرابطة المزدوجة $\text{C}=\text{C}$ (132°A) ، وأقصر من الرابطة المفردة $\text{C}-\text{C}$ (154°A) . وأما الصيغة البنائية للبنزين فقد مثلها الكيميائي الألماني كيكوليه Kekule كما يلي:



منتظم ويمثل الشكلان I ، II بنائي رنين. والبناء الحقيقي للبنزين هو مزيج Hybrid من البنائين I ، II. لذلك يمثل البنزين بشكل سداسي وبداخله حلقة للدلالة على أن الإلكترونات غير متركزة أو



- الخاصية الاروماتية

تتلخص الخواص العامة للمركبات الأروماتية بالنقاط التالية:

١. أن تكون المركبات العضوية على شكل حلقي وتكون ذرات الكربون في مستوى واحد (حلقة مستوية) حتى يمكن تداخل مدارات P بشكل أشمل ويسمح بالطنين (تحرك الإلكترونات) بشكل مستمر.
٢. أن تحتوي على روابط ثنائية متبادلة.
٣. ألا تكون ذرات الكربون المكونة للحلقة مفصولة بذرة كربون مشبعة.
٤. أن يطبق عليها قانون هيوكل (Huckels rule) الذي يحدد عدد الإلكترونات السالبة أو المكونة لروابط π ويأخذ الصيغة التالية $(4n+2)$ حيث $(n = 0, 1, 2, 3, \dots)$ فمثلا حلقة البنزين التي يوجد فيها ستة إلكترونات (مكونة لثلاث روابط π) تتماشى مع القانون حيث انه بالتعويض عن قيمة n ب (١) نجد أن العدد الناتج مساويا (٦) كما يلي :

$$(4 \times 1 + 2) = 6$$

- الخواص الفيزيائية للبنزين

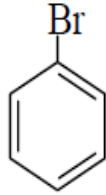
البنزين سائل عديم اللون، ذو رائحة عطرية مميزة. يغلي عند 80°C وإذا برد تحول إلى بلورات شفافة تنصهر عند 5.5°C وهو شحيح الذوبان في الماء لكنه يمتزج مع معظم المذيبات العضوية حيث إنه يعتبر جزيئا غير قطبي وذلك لأنه مكون من هيدروجين وكربون فقط إلا أنه نسبيا أعلى قطبية من الهيدروكربونات المشبعة لاحتوائه على إلكترونات π .

مشتقات البنزين هي نواتج استبدال ذرة هيدروجين أو أكثر بذرة أو مجموعة أخرى فعند تسمية

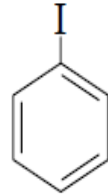
هذه المشتقات هناك ثلاث حالات هي كما يلي:

١. عند استبدال ذرة هيدروجين بذرة أو مجموعة أخرى فتكون التسمية على النحو التالي:

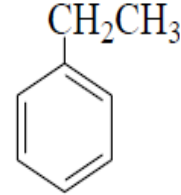
جرت العادة بذكر اسم المجموعة المرتبطة بحلقة البنزين أولاً ثم يختتم الاسم بكلمة بنزين:



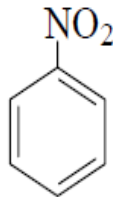
Bromobenzene



Iodobenzene

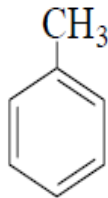


Ethylbenzene

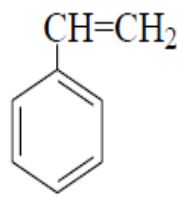


Nitrobenzene

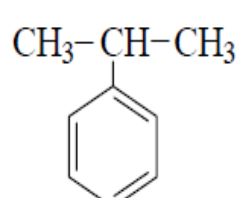
وقد تأخذ هذه المشتقات أسماء شائعة مثل:



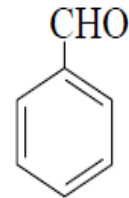
Toluene



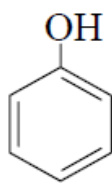
Styrene



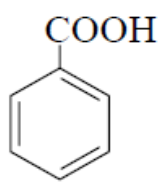
Cumene



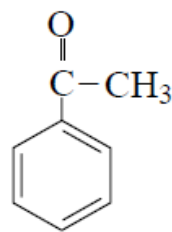
Benzaldehyde



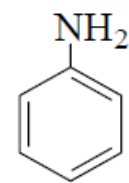
Phenol



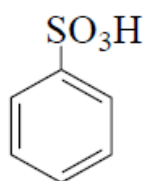
Benzoic acid



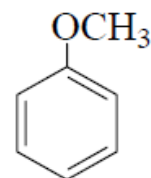
Acetophenone



Aniline

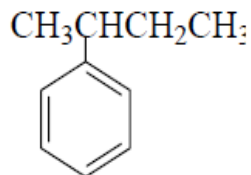


Benzenesulfonic acid

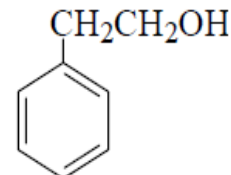


Anisole

وفي بعض الأحيان يستحسن أن تعتبر حلقة البنزين هي المجموعة البديلة، وتأخذ الاسم فينيل phenyl خاصة إذا كانت المجموعة المرتبطة بحلقة البنزين ليس لها اسم شائع أو بسيط.



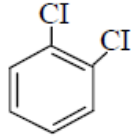
2-Phenylbutane



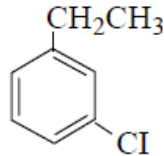
2-Phenylethanol

أما حين تستبدال ذرة هيدروجين واحدة في مجموعة ميثيل التولوين فتسمى تلك المجموعة Benzyl وفي حالة استبدال ذرتي هيدروجين تسمى Benzal، أما حين استبدال ثلاث ذرات هيدروجين فتسمى Benzo.

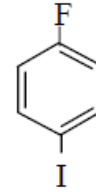
٢. عندما تحمل حلقة البنزين مجموعتين بديلتين فإنه يتوقع وجود ثلاث مركبات تبعاً لترتيب هاتين المجموعتين على الحلقة. ويطلق على المجموعتين المتجاورتين المقطع أورثو (O) وعلى المجموعتين اللتين تفصلهما ذرة كربون واحدة المقطع meta (m) أما المجموعتان المتقابلتان فيطلق عليها المقطع بارا (p). وعندما تكون المجموعتان مختلفتين فتسميان بترتيب المجموعتين بالحروف الأبجدية. ثم يختتم الاسم بكلمة Benzene أو قد تذكر مجموعة واحدة، ويختتم الاسم باسم مشتق البنزين، كما في الأمثلة التالية:



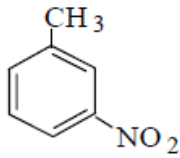
O-dichlorobenzene



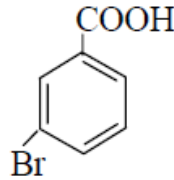
m-chloroethylbenzene



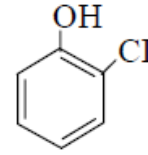
p-fluoroiodobenzene



m-nitrotoluene

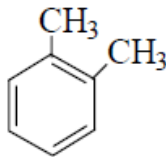


m-bromobenzoic acid

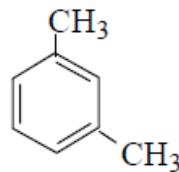


o-chlorophenol

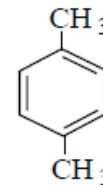
وفي حالة وجود مجموعتي -CH₃ فإنها تتبع التسمية الشائعة كما يلي:



o-xylene

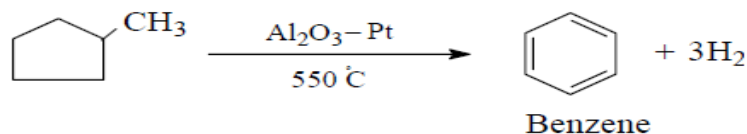
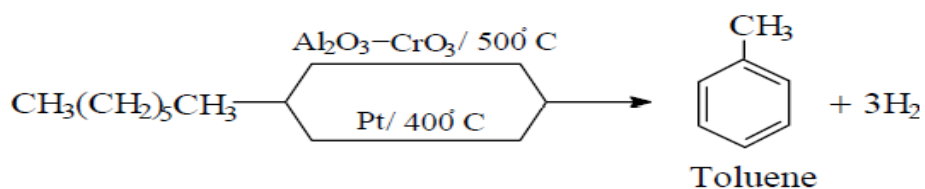


m-xylene



p-xylene

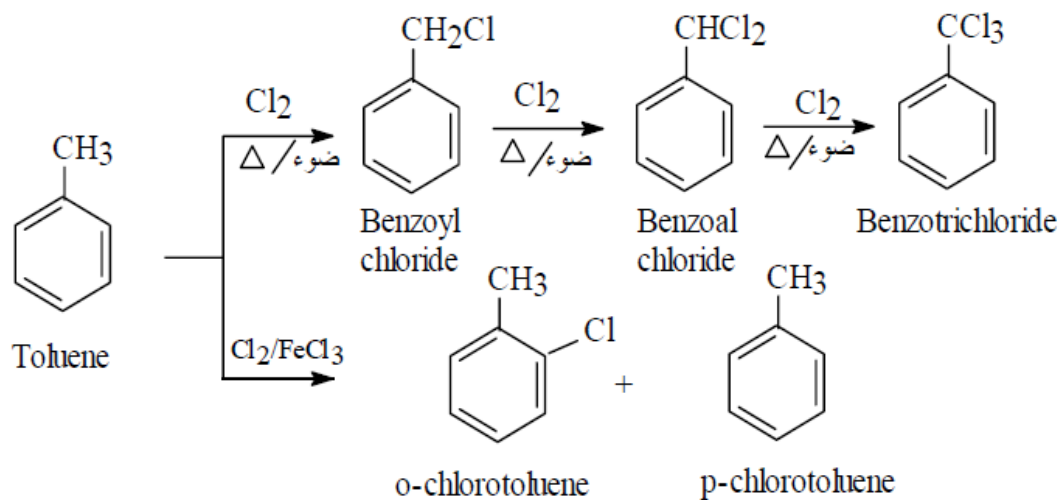
يوجد البنزين، مع غيره من المركبات الأروماتية مثل التولوين والزيلين والفينول وغيرها، في قطران الفحم الذي ينتج من التقطير الإتلافي للفحم الحجري. وقطران الفحم الناتج من تكثيف بعض الأجزاء المتطايرة عند التقطير الإتلافي للفحم في عدم وجود أكسجين في الهواء كما يمكن تحضير البنزين ومشتقاته من البترول بطريقة تحويل المركب أليفاتي إلى مركب أروماتي، وذلك من معاملة جزء خاص من قطارة البترول بالتسخين في وجود عوامل مساعدة.



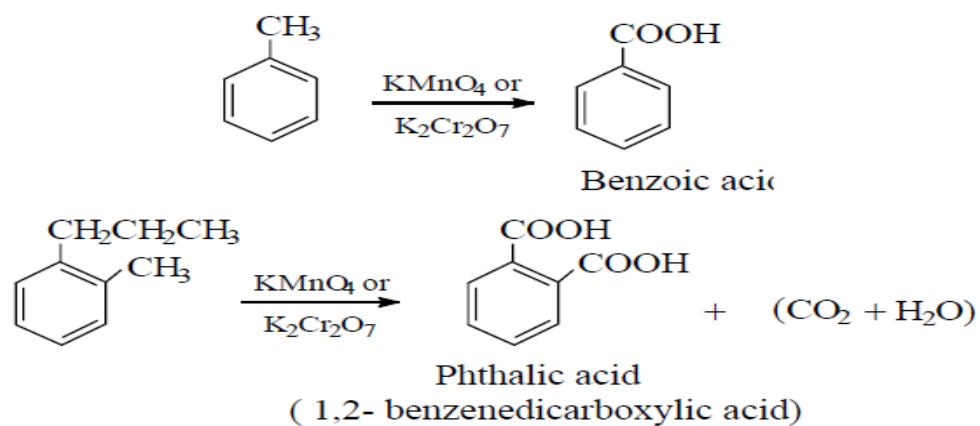
- تفاعلات المركبات الأروماتية

1- تفاعلات السلسلة الجانبية لالكيلات البنزين

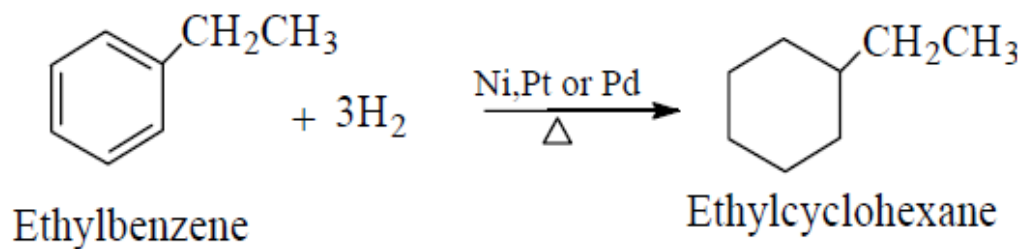
a- تفاعلات الهلجنة



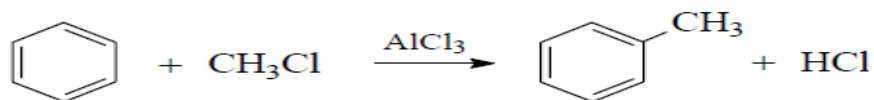
b- أكسدة السلسلة الجانبية



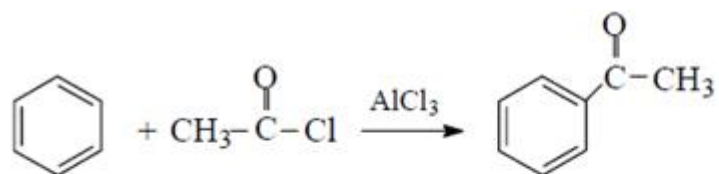
-2 تفاعلات حلقة البنزين
 -a هدرجة الكيالات البنزين



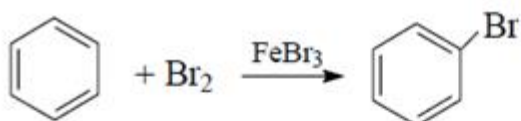
-b الاستبدال الاروماتي الاكتروفيلي
 -1 الكله فريدل - كرافت



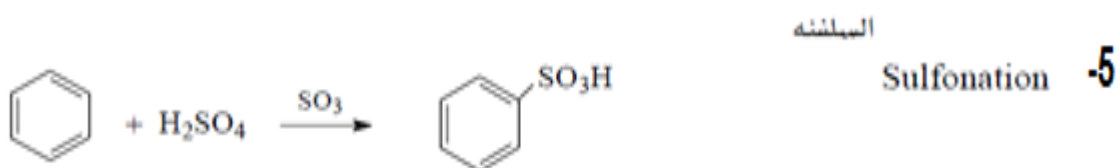
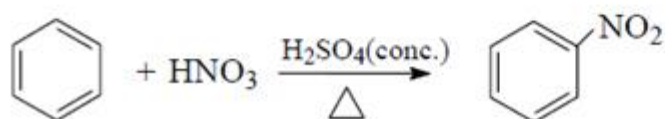
-2 اسيلة فريدل - كرافت



Halogenation الهلجنة -3



Nitroation النيترة -4



السلفنة

Sulfonation -5