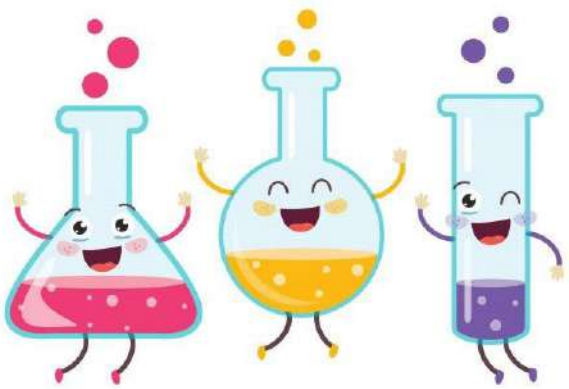
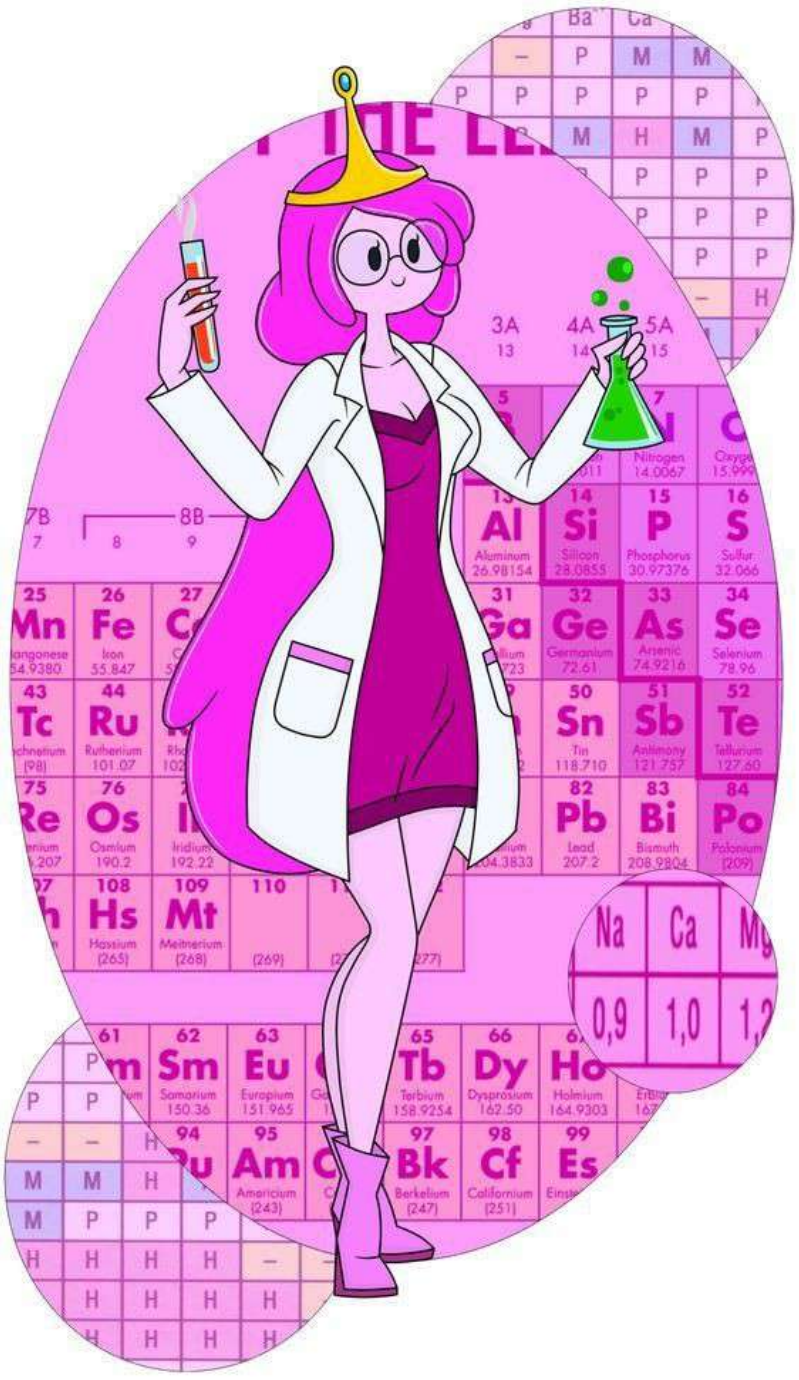
Chemistry

الكيمياء



الصف الأول ثانوي العلمي



2023 / 2022

اعداد المعلمة :

غـــادة محمد عبيدات

الفصل الثانـــي

جيـــل 2006

الوحدة الرابعة

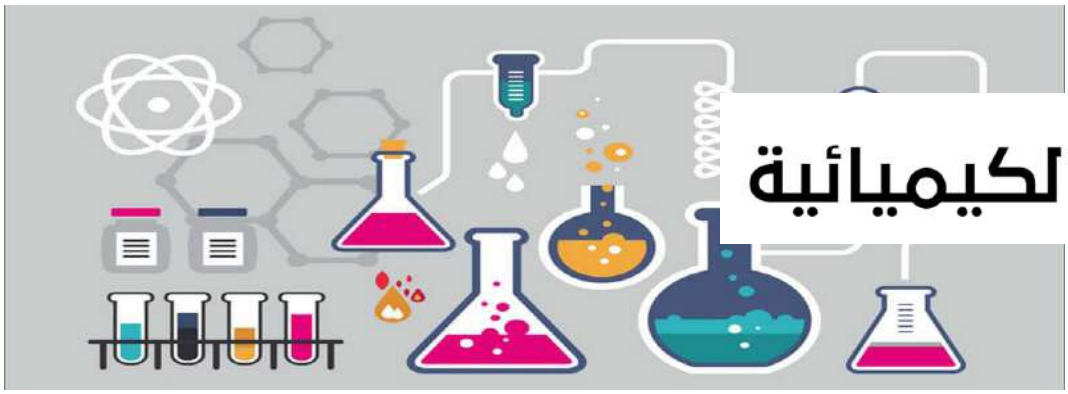
التفاعلات و الحسابات الكيميائية

الوحدة الـــرابعة : التفاعلات والحسابات الكيميائية

التفـــاعلات الكيميائية

انواع التفاعلات الكيميائية

- تفاعلات الاتحاد
- تفاعلات الإحلال الأحادي
- تفاعلات الإحلال المزدوج
  - تفاعلات الترسيب
  - تفاعلات منتجة للغازات
  - تفاعلات التعادل
- تفاعلات التحلل



1- تفاعل الاحتراق

2- تفاعل الاتحاد

3- تفاعل التحلل أو التفكك

4- تفاعل الاحلال الاحادي

5- تفاعل الاحلال الثنائي أو المزدوج

التفاعل الكيميائي

هي عملية تكسير الروابط بين ذرات عناصر المواد المتفاعلة و تكوين روابط جديدة بين ذرات عناصر المواد الناتجة ويتم فيه إعادة ترتيب للذرات دون المساس بنوعها وعددها .

- في التفاعل الكيميائي تختلف الصفات الفيزيائية و الكيميائية للمواد الناتجة عنها للمواد المتفاعلة ويتم التعبير عنه بمعادلة كيميائية موزونة تصف المواد المتفاعلة و الناتجة

- هناك دلائل لحدوث التفاعل الكيميائي منها نستدل على حدوث التفاعل الكيميائي من خلال :

1) تكوين راسب
2) انطلاق غازات
3) حدوث تغير في اللون
4) اختفاء المواد المتفاعلة
5) ظهور مواد جديدة
6) تغير في الحرارة

أولا :- تفاعلات الاتحاد

تفاعلات الاتحاد

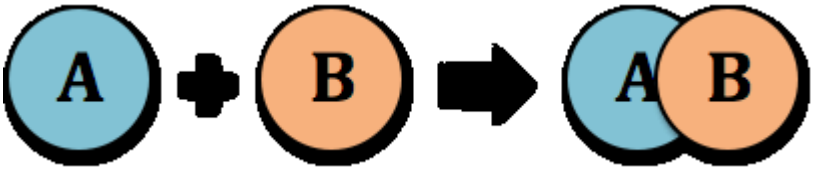
هو تفاعـــل كيميائي تتحد فيه مـــادتين أو أكثر (عناصر أو مركبات) لانتاج مادة واحدة جديدة تختلف في خصائصها عـــن خصائص مكوناتها

يسمى بتفاعل التكويـــن أو التحضـــــير

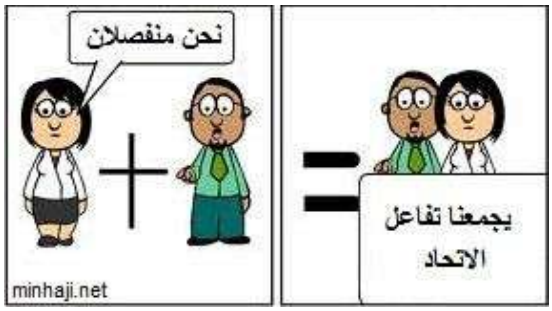
Combination Reactions

يمكن تمثيل تفاعلات الاتحاد بالمعادلة العامة الاتية :

$$A + B \rightarrow AB$$



وسمي تفاعل الاتحاد بتفاعل التكوين أو التحضير لانه يؤدي الى انتاج مادة جديدة



تصنف تفاعلات الاتحاد بناء على انواع المواد المتفاعلة كما يلي :

مثال :- تفاعل عنصر النحاس مع عنصر الكبريت لينتج كبريتيد النحاس (II)

$$Cu_{(S)} + S_{(s)} \xrightarrow{\Delta} CuS_{(s)}$$

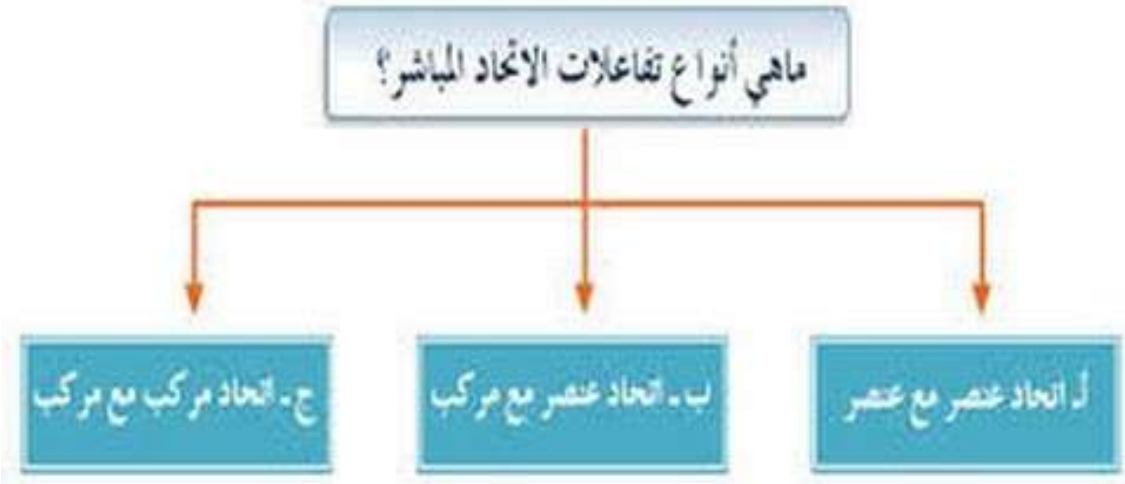
و تفاعل الأمونيا مع حمض الهيدروكلوريك لإنتاج كلوريد الأمونيوم

$$NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$$

تفاعل أكسيد المغنيسيوم مع غاز ثاني أكسيد الكربون لإنتاج كربونات المغنيسيوم

$$CO_{2(g)} + MgO_{(s)} \longrightarrow MgCO_{3(s)}$$

**أنواع تفاعلات الاتحاد :-



اتحاد عنصر مع عنصر :-

مثال : تفاعل الصوديوم مع غاز الكلور

عند إمرار غاز الكلور على فلز الصوديوم يشتعل فلز الصوديوم بضوء ساطع أصفر و ينتج مركب كلوريد الصوديوم

$$2Na_{(s)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2NaCl_{(s)}$$

كلوريد الصوديوم

اشتعال الصوديوم

** تفاعل فلز الحديد مع عنصر الكبريت :

$$Fe_{(s)} + S_{(s)} \xrightarrow{\Delta} FeS_{(s)}$$

** تفاعل الفلزات مع الأكسجين :

القاعدة العامة : أكسيد الفلز ⟵ أكسجين + فلز

مثال : تفاعل شريط المغنيسيوم مع الأكسجين :

احتراق المغنيسيوم

$$2Mg(s) + O2(g) \longrightarrow 2MgO(s)$$

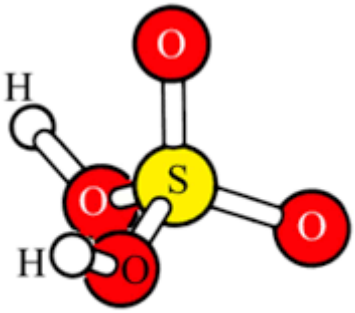
اتحاد عنصر مع مركب :-

مثال : تفاعل غاز أول أكسيد الكربون مع غاز الأكسجين لينتج غاز ثاني أكسيد الكربون :

$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$$

** تفاعل اتحاد حمض الكبريت (حمض الكبريتوز) H_2SO_3 مع غاز الأكسجين لانتاج حمض الكبريتك H_2SO_4 :

$$2H_2SO_{3(aq)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2SO_{4(aq)}$$



حمض الكبريتيك

اتحاد مركب مع مركب :-

مثال : تفاعل أكسيد المغنيسيوم مع غاز ثاني أكسيد الكربون لانتاج كربونات المغنيسيوم

$$CO_{2(g)} + MgO_{(s)} \longrightarrow MgCO_{3(s)}$$

تفاعل ثاني أكسيد الكبريت مع أكسيد الكالسيوم

$$SO_{2(g)} + CaO_{(s)} \longrightarrow CaSO_{3(s)}$$

وكذلك يتفاعلُ مُركّب (أكسيد الكالسيوم) الجير الحيّ (مع الماء) لإنتاج هيدروكسيد الكالسيوم(الجيرُ المُطفأ)$Ca(OH)_2$ (المُستخدَمِ في موادّ البناء، وطلاءِ سيقان الأشجار ودِباغةِ الجلود)

ويعبر عن التفاعُل بالمعادلةِ الآتية :

$$CaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Ca(OH)_{2(aq)}$$

أمثلة أخرى :

$$N_2O_{5(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow 2HNO_{3(aq)}$$

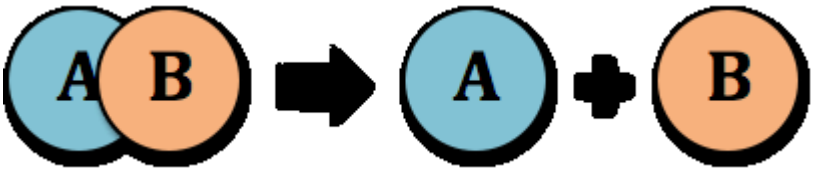
$$BaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow Ba(OH)_{2(aq)}$$

تفاعُلاتُ التحلُّل(التفكُّك) Decomposition Reactions

ثانيا :- تفاعل التحلل (التفكك) الحراري

تفاعل يتحلّلُ فيه مُركب واحد بوجود طاقة حراريّة أو ضوئيّة أوكهربائية لإنتاج مادّتينِ أو أكثر .

يمكن تمثيل تفاعلات التحلل بالصورة المبسطة التالية $AB \rightarrow A + B$



مثال :-

تحلل حمض الكربونيك منتجة غاز ثاني أكسيد الكربون والماء :

$$H_2CO_{3(s)} \longrightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

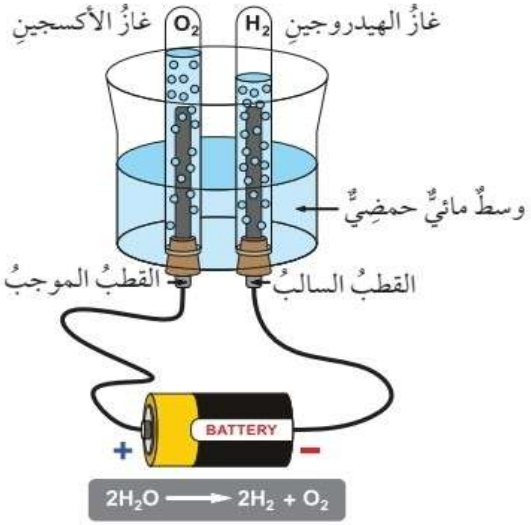
تُصنَّفُ تفاعُلاتُ التحلُّل إلى ثلاثةِ أنواع كما يأتي:

تحلُّلُ مُركب لإنتاج عنصرين: ينتُجُ عُنصرا الهيدروجينِ والأكسجينِ بالتحليل الكهربائيِّ للماء.

$$2H_2O_{(l)} \xrightarrow{\text{تحليل كهربائي}} 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$$

تحلل أكسيد الزئبق الى عناصره :-

$$2HgO_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2Hg_{(l)} + O_{2(g)}$$



كما يتحلّلُ بروميدُ الفَضّةِ (المستخدم في طلاءِ الأفلامِ الفوتوغرافيّة) بوجود الضوء، وينتِجُ عنصري الفِضةِ والبرومِ، وفقَ المعادلةِ الآتية :

$$2Ag_{(s)} + Br_{2(l)} \xrightarrow{\text{ضوء}} 2AgBr_{(s)}$$

تحلُّل مُركب لإنتاج مُركبينِ أو أكثر

تتحلّلُ كربوناتُ الفلزّاتِ الهيدروجينيّةِ مُنتجة كربونات الفلزِّ، وبخار الماء، وغاز ثاني أكسيد الكربون

$$2NaHCO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_{3(s)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(g)}$$

كما و يتحلل كربونات الكالسيوم لانتاج أكسيد الكالسيوم و غاز ثاني أكسيد الكربون

$$CaCO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

تتحلل كربونات الفلز لتعطي = أكسيد الفلز و غاز ثاني أكسيد الكربون

تتحلل بيكربونات الفلز لتعطي = كربونات الفلز و غاز ثاني أكسيد الكربون والماء

هيدروكسيدات الفلزات تعطي = أكسيد الفلز و بخار الماء

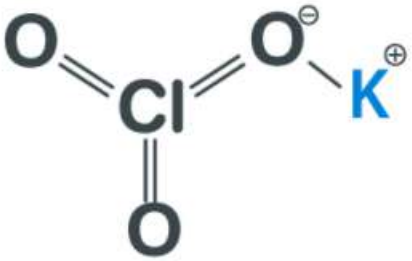
يتحلل هيدروكسيد الكالسيوم منتجة أكسيد الكالسيوم و بخار الماء

$$Ca(OH)_{2(s)} \xrightarrow{\Delta} CaO_{(s)} + H_2O_{(g)}$$

تحلُّل مُركب لإنتاج عناصر ومُركبات

تتحلل كلورات العناصر القلوية لتعطي = كلوريد الفلز و غاز الأكسجين

$$2KClO_{3(s)} \longrightarrow 2KCl_{(s)} + 3O_{2(g)}$$



تحلل دايكرومات الأمونيوم :-

$$(NH_4)_2Cr_2O_{7(s)} \xrightarrow{\Delta} Cr_2O_{3(s)} + 4H_2O_{(g)} + N_{2(g)}$$

فينتُجُ أكسيد الكرومِ وبخارُ الماءِ وغازُ النيتروجين

تفاعُلاتُ الإحلال $A + BC \rightarrow AC + B$

تفاعُل يحلّ فيه عنصر محلّ عنصر آخر في أحد مُركّباته ويسمى التفاعُل أيضا الاستبدالَ

ثالثا :- تفاعلات الإحلال الأحادي Displacement Reactions

هو تفاعل يحل فيه العنصر الأكثر نشاطا محل العنصر الأقل نشاطا منه في أحد أملاحه ويسمى الاحلال البسيط

تفاعلات الاحلال الأحادي

يمكن تمثيل تفاعلات الإحلال الأحادي بالصورة

تشير الرموز (A,B) الى فلزين أو لا فلزين

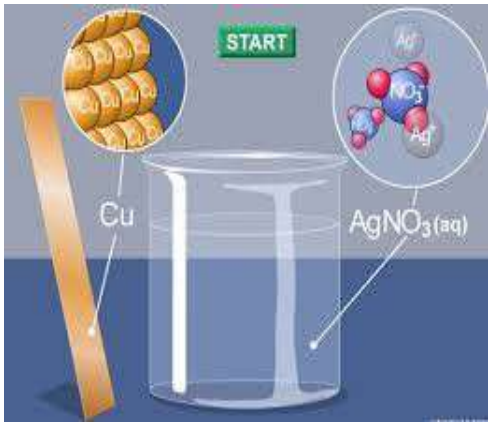
تُصنَّفُ تفاعُلاتُ الإحلال الأحاديّ الى ثلاثة أنواع كما يأتي :

إحلال فلزٍّ محل فلزٍّ آخر

تفاعل عنصر النحاس مع محلول نترات الفضة :-

يحل عنصر النحاس (الأكثر نشاطا) محل أيونات الفضة (الأقل نشاطا) في المحلول وينتج محلول نترات النحاس و تترسب ذرات الفضة الصلبة كما في المعادلة :

$$Cu_{(s)} + 2AgNO_{3\ (aq)} \rightarrow Cu(NO_3)_{2(aq)} + 2Ag_{(s)}$$



كذلك يحل الألمنيوم محلّ الرصاص في محلول نترات الرصاص فينتجُ محلول نترات الألمنيوم وتترسّبُ ذراتُ الرصاص كما في المعادلة :

$$2Al_{(s)} + 3Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow 3Pb_{(s)} + 2Al(NO_3)_{3(aq)}$$

لتفاعلات الاحلال الاحادي أهمية كبيرة في تحضير أو استخلاص بعض العناصر من مركباتها مثل تحضير غاز الهيدروجين

$$Zn_{(s)}+H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow ZnSO_{4(aq)}+H_{2(g)}$$

صوديوم Na، مغنيسيوم Mg، ألمنيوم Al، خارصين Zn، حديد Fe، نيكل Ni، رصاص Pb، نحاس Cu، فضة Ag.

وبناء على سلسلة النشاط الكيميائي كما في الشكل اعلاه يحل العنصر الأكثر نشاطا محل العنصر الأقل نشاطا منه كما في المعادلات الاتية :

$$Mg_{(s)} + NiSO_{4(aq)} \rightarrow MgSO_{4(aq)} + Ni_{(s)}$$

$$Ni_{(s)} + MgSO_{4(aq)} \rightarrow$$ لا يحدث تفاعل

إحلالُ فلزٍّ محل الهيدروجين في الماء أو محلول الحمض

تحل معظم الفلزات محل الهيدروجين عند تفاعلها مع الماء أو محلول الحمض ويتصاعد غاز الهيدروجين كما في المعادلتين الاتيتين :

$2Na_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2NaOH_{(aq)} + 2H_{2(g)}$

$Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow MgCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$

إحلالُ لا فلزٍّ محل لافلزّ:

أفكر ص16 : لايمكن لان الفضة أقل نشاطا من الخارصين لذا لايحل محله في محلول ملح الخارصين

تعد تفاعلات الهالوجينات من أبرز الأمثلة على هذا النوع من التفاعلات ، إذ يحل الهالوجين الأكثر نشاطا محل الهالوجين الأقل نشاطا

$Cl_{2(g)} + 2NaBr_{(aq)} \rightarrow 2NaCl_{(aq)} + Br_{2(l)}$

$Br_{2(l)} + 2NaCl_{(aq)} \rightarrow$ لايحدث تفاعل

أمثلة على تفاعلات إحلال احادي :

$2Al_{3(s)} + 3CuCl_{2(aq)} \longrightarrow 2AlCl_{3(aq)} + 3Cu_{(s)}$

$Mg_{(s)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \longrightarrow Mg(NO_3)_{2(aq)} + Pb_{(s)}$

Double Displacement

الإحـــلالُ المزدوجُ

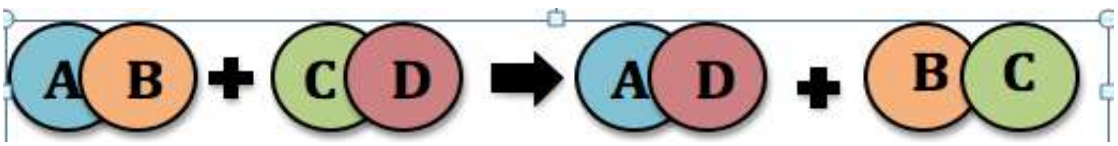
تفاعلات الاحلال المزدوج

رابعا :- تفاعلات الاحلال المزدوج

هو تفاعل يحل فيه عنصران كل منهما محل الاخر في المركبين أو المحلول المائي لأملاحهما :-

$AB + CD \rightarrow AD + CB$

أو تفاعل يحدث فيه مزج محلولين لمركبين أيونيين فتتبادل الأيونات في المركبيت أماكنها مكونة مركبات جديدة :- يمكن تمثيل تفاعلات الإحلال المزدوج بالصورة



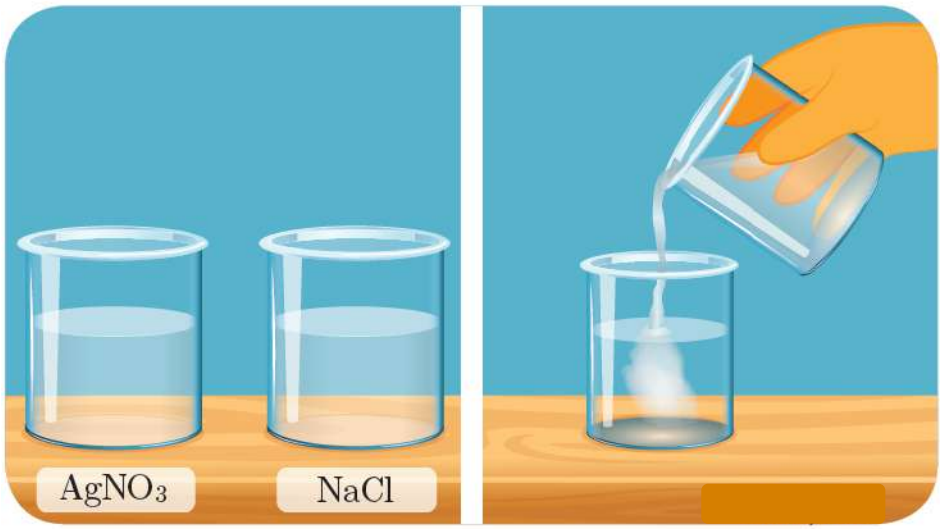
تُصنَّفُ تفاعُلاتُ الإحلال المزدوج الى ثلاثة أنواع :

تفاعُل الترسيب Precipitation Reaction

هو تفاعل تظهر فيه مادة راسبة نتيجة خلط محلولين لملحين ذائبين

مثال :-

تفاعل نترات الفضة مع كلوريد الصوديوم فينتج راسب من كلوريد الفضة



$$AgNO_{3(aq)} + NaCl_{(aq)} \longrightarrow \underline{\mathbf{AgCl}}_{(s)}\downarrow + NaNO_{3(aq)}$$

راسب أبيض

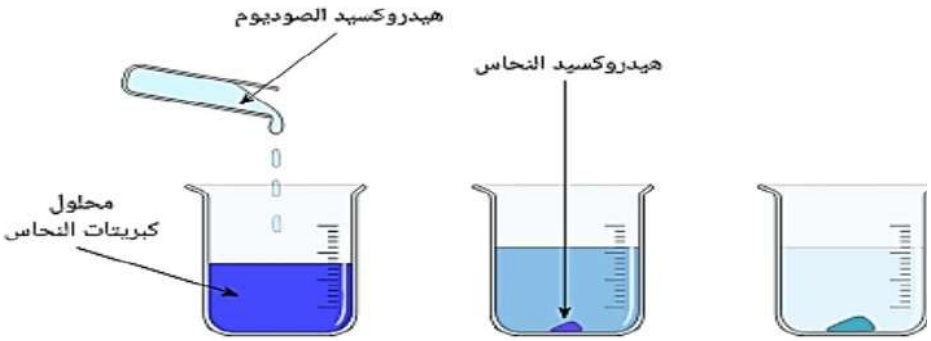
تفاعل كربونات الصوديوم مع محلول كبريتات النحاس

$$Na_2CO_{3(aq)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow Na_2SO_{4(aq)} + \underline{\mathbf{CuCO_3}}_{(s)}\downarrow$$

تفاعل محلول نترات الفضة مع محلول كلوريد البوتاسيوم :

$$KCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow \underline{\mathbf{AgCl}}_{(s)}\downarrow + KNO_{3(aq)}$$

تفاعل محلول كبريتات النحاس مع محلول هيدروكسيد الصوديوم :



$$CuSO_{4(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow \underline{\mathbf{Cu(OH)_2}}_{(s)}\downarrow + Na_2SO_{4(aq)}$$

تفاعلات يصاحبها انطلاق غاز:-

هي تفاعلات احلال مزدوج يستدل على حدوثها من انطلاق غاز .

مثال :- تفاعل كربونات الكالسيوم مع محلول حمض الهيدروكلوريك

$$CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow CaCl_{2(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

مثال :- تفاعل كبريتيد الحديد الثنائي مع محلول حمض الهيدروكلوريك

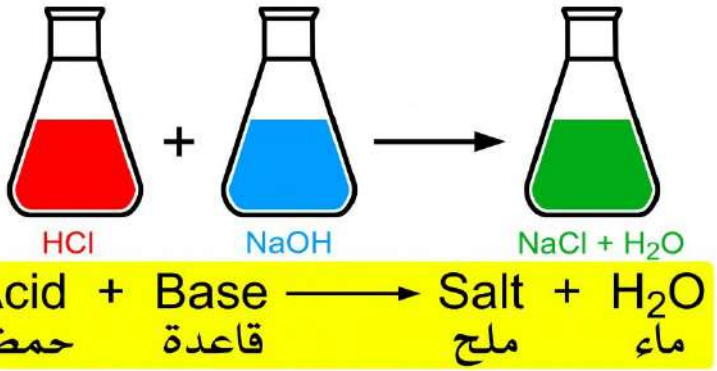
$$FeS_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow FeCl_{2(aq)} + H_2S_{(g)}$$

ويتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين السام

Neutrallization Reaction

تفاعلات التعادل

هو تفاعل يحدث بين محاليل الحموض والقواعد القوية وينتج عنه الملح والماء



مثال :-

تفاعل هيدروكسيد الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك:

$$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

تفاعل هيدروكسيد الصوديوم مع حمض الكبريتيك :

$$2NaOH_{(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

تفاعل هيدروكسيد الباريوم مع حمض البروميك

$$Ba(OH)_{2(aq)} + 2HBr_{(aq)} \longrightarrow BaBr_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

تفاعل هيدروكسيد الليثيوم مع حمض الكبريتيك :

$$H_2SO_{4(aq)} + 2LiOH_{(aq)} \rightarrow Li_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

مهم جدا :-

تفاعـــــلات الاتحاد و التحلل و الإحـــــلال الاحادي هي تفاعـــــلات تأكســـد و اختزال

التأكسد:- عملية فقدان المادة للإلكترونات

و تكتب الالكترونات مع النواتج ، مثال :- $Na_{(S)} \longrightarrow Na^{+}_{(aq)} + e^{-}$

الإختزال:- عملية اكتساب المادة للإلكترونات

و تكتب الالكترونات مع المتفاعلات ، مثال :- $Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow Cu_{(s)}$

ملاحظة :

الفلزات تفقد الالكترونات و تتحول الى أيونات موجبة

اللافلزات تكسب الالكترونات و تتحول الى أيونات سالبة

مجموع عدد الالكترونات التي تكتسبها ذرات العنصر الذي اختزل يجب أن يكون مساويا لمجموع عدد الالكترونات التي تفقدها ذرات العنصر الذي يتأكسد في التفاعل

* يساعد حمض الهيدروكلوريك الموجود في العصارة المعدية على هضم الطعام

* تسبب الزيادة في حمض الهيدروكلوريك الى شعور الفرد بالحرقة (حموضة المعدة)

تفاعل الخارصين مع الحمض :

$$Zn_{(s)} + 2H^{+}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + H_{2(g)}$$

حيث يفقد الخارصين الالكترونات :

$$Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^{-}$$

و يكتسب الهيدروجين هذه الالكترونات :

$$2H^{+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow H_{2(g)}$$

وعند جمع المعاداتين السابقتين ينتج التفاعل الكلي :

$$Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^-$$

$$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$$

$$Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + H_{2(g)}$$

فسري :-

لماذا لاتعد تفاعلات الاحلال المزدوج تفاعل تأكسد و اختزال

بسبب أن شحنات المواد المتفاعلة والناتجة لاتتغير أي لايتم فيها فقد أو اكتساب الكترونات

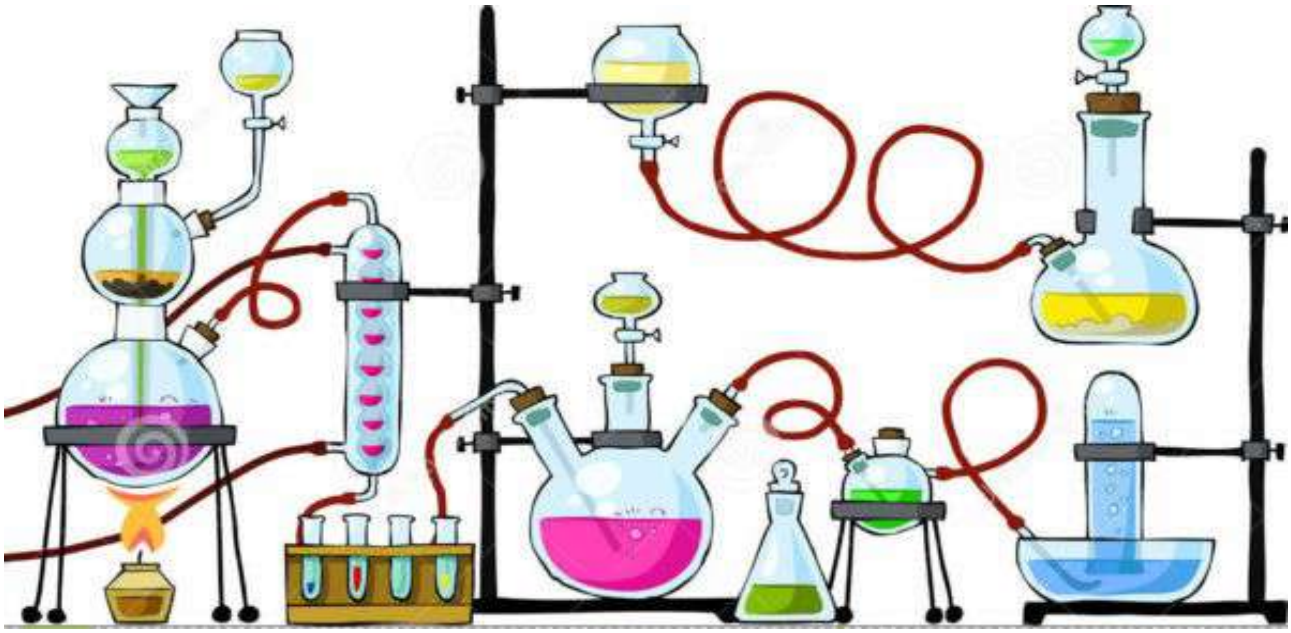
* يتم علاج حرقة المعدة بمركب قاعدي حيث يتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك في المعدة و يؤدي الى ازالة الحرقة مثل مركب (هيدروكسيد المغنيسيوم $Mg(OH)_2$) .

أتحقق صـــ 19 :

تفاعل التعادل : تفاعلات تحدث بين حمض وقاعدة تؤدي لتكوين ملح وماء ويختلف نوع الملح (قد يكون ملح حمضي أو ملح قاعدي أو ملح متعادل) بحسب طبيعة قوة الحمض والقاعدة المتفاعلة

$$\underset{\text{من القاعدة}}{OH^-_{(aq)}} + \underset{\text{من الحمض}}{H^+_{(aq)}} \longrightarrow H_2O_{(l)}$$

تفاعل الترسيب : تفاعلات تحدث عند مزج محلولين لمركبين أيونيين فيتحد الأيون الموجب من أحدهما مع الأيون السالب من الاخر فيتكون مركب أيوني غير ذائب يترسب في وعاء التفاعل



المعادلةُ الأيونيةُ Ionic Equation

هي معادلة تظهر فيها الجسيمات المتفاعلة أو الناتجة جميعها في المحلول سواء كانت جزيئات أو أيونات

مثال : تفاعل محلول نترات الرصاص مع محلول نترات البوتاسيوم ينتج محلول نترات البوتاسيوم و يترسب يوديد الرصاص

$$Pb(NO_3)_{2(aq)} + 2KI_{(aq)} \rightarrow PbI_{2(s)} + 2KNO_{3(aq)}$$

المعادلة الأيونية الاتية تبين التفاعل السابق :

$$Pb^{+2}_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)} + K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)} \longrightarrow PbI_{2(s)} + K^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$$

يتضح من التفاعل أن أيونات البوتاسيوم و أيونات النترات لم تتغير في طرفي المعادلة ، أي لم تشترك في التفاعل ولك يحدث عليها أي تغير كيميائي يطلق عليها : الأيونات المتفرجة

الأيونات المتفرجة : هي الأيونات التي لا تشترك في التفاعل الكيميائي و لا يحدث لها أي تغير كيميائي لذا يجوز حذفها كالتالي :

$$Pb^{+2}_{(aq)} + \cancel{NO_3^-{}_{(aq)}} + \cancel{K^+_{(aq)}} + I^-_{(aq)} \longrightarrow PbI_{2(s)} + \cancel{K^+_{(aq)}} + \cancel{NO_3^-{}_{(aq)}}$$

أما أيونات الرصاص و اليود تتفاعل لتكون راسب أصفر من يوديد الرصاص PbI_2

المعادلة النهائية تسمى المعادلة النهائية الصافية :

$$Pb^{+2}_{(aq)} + 2I^-_{(aq)} \longrightarrow PbI_{2(s)}$$

استعمالات يوديد الرصاص : يستخدم في صناعة الدهانات

الجدول في الكتاب (ص22) يبين تحقيق قانوني حفظ الكتلة و حفظ الشحنة في المعادلة الأيونية

تحقق المعادلة الأيونية الصافية القوانين الاتية :

- قانون حفظ الكتلة : " أن أنواع ذرات المواد المتفاعلة والناتجة وعددها قبل التفاعل و بعده تبقى ثابتة "

- قانون حفظ الشحنة : " أن المجموع الكلي للشحنات الموجبة والسالبة في المواد المتفاعلة يساوي مجموعهما في المواد الناتجة "

مثال (1) :-

تفاعل كلوريد النحاس الثنائي مع هيدروكسيد الصوديوم لينتج محلول من كلوريد الصوديوم وراسب من هيدروكسيد النحاس

المعادلة الكيميائية الموزونة :

$$CuCl_{2(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \rightarrow 2NaCl_{(aq)} + Cu(OH)_{2(s)}$$

المعادلة الأيونية :-

$$Cu^{+2}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)} + 2Na^{+}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)} \longrightarrow 2Na^{+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)} + Cu(OH)_{2(S)}$$

نحذف الأيونات المتفرجة من طرفي المعادلة :

$$Cu^{+2}_{(aq)} + \cancel{2Cl^{-}_{(aq)}} + \cancel{2Na^{+}_{(aq)}} + 2OH^{-}_{(aq)} \longrightarrow \cancel{2Na^{+}_{(aq)}} + \cancel{2Cl^{-}_{(aq)}} + Cu(OH)_{2(S)}$$

المعادلة الأيونية النهائية :-

$$Cu^{+2}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)} \longrightarrow Cu(OH)_{2(S)}$$

مثال (2) :

يتفاعل محلول نترات الفضة $AgNO_3$ مع محلول بروميد الصوديوم NaBr ليتكون محلول نترات الصوديوم $NaNO_3$ ويترسب مركب بروميد الفضة AgBr

المعادلة الكيميائية الموزونة :

$$AgNO_{3(aq)} + NaBr_{(aq)} \rightarrow AgBr_{(s)} + NaNO_{3\ (aq)}$$

المعادلة الأيونية :

$$Ag^{+}_{(aq)} + NO_3^{-}{}_{(aq)} + Na^{+}_{(aq)} + Br^{-}_{(aq)} \longrightarrow AgBr_{(s)} + Na^{+}_{(aq)} + NO_3^{-}{}_{(aq)}$$

نحذف الأيونات المتفرجة من طرفي المعادلة :

$$Ag^{+}_{(aq)} + \cancel{NO_3^{-}{}_{(aq)}} + \cancel{Na^{+}_{(aq)}} + Br^{-}_{(aq)} \longrightarrow AgBr_{(s)} + \cancel{Na^{+}_{(aq)}} + \cancel{NO_3^{-}{}_{(aq)}}$$

المعادلة الأيونية النهائية :

$$Ag_{(aq)} + Br^{-}_{(aq)} \longrightarrow AgBr_{(s)}$$

قد يكون الناتج في المعادلة الأيونية بجميع الحالات الفيزيائية صلب أو سائل أو غاز

مثال (3) : يتعادل محلول حمض الهيدروكلوريك HCl مع محلول هيدروكسيد البوتاسيوم كما KOH في المعادلة الاتية :-

$$HCl_{(aq)} + KOH_{(aq)} \rightarrow KCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

المعادلة الأيونية :-

$$H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + K^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow K^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

نحذف الأيونات المتفرجة من طرفي المعادلة :-

$$H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + \cancel{K^+_{(aq)}} + \cancel{OH^-_{(aq)}} \longrightarrow \cancel{K^+_{(aq)}} + \cancel{Cl^-_{(aq)}} + H_2O_{(l)}$$

المعادلة الأيونية النهائية :

$$H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)}$$

مثال (4) :

$$2HCl_{(aq)} + Na_2S_{(aq)} \rightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2S_{(g)}$$

المعادلة الأيونية :-

$$2H^+_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)} + 2Na^+_{(aq)} + S^{-2}_{(aq)} \longrightarrow 2Na^+_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)} + H_2S_{(g)}$$

نحذف الأيونات المتفرجة من طرفي المعادلة :-

$$2H^+_{(aq)} + \cancel{2Cl^-_{(aq)}} + \cancel{2Na^+_{(aq)}} + S^{-2}_{(aq)} \longrightarrow \cancel{2Na^+_{(aq)}} + \cancel{2Cl^-_{(aq)}} + H_2S_{(g)}$$

المعادلة الأيونية النهائية :

$$2H^+_{(aq)} + S^{-2}_{(aq)} \longrightarrow H_2S_{(g)}$$

أتحقق صـــ 25 :

$$AlCl_{3(aq)} + 3NaOH_{(aq)} \longrightarrow 3NaCl_{(aq)} + Al(OH)_{3(s)}$$

أ) المعادلة الأيونية :-

$$Al^{+3}_{(aq)} + 3Cl^-_{(aq)} + 3Na^+_{(aq)} + 3OH^-_{(aq)} \longrightarrow 3Na^+_{(aq)} + 3Cl^-_{(aq)} + Al(OH)_{3(s)}$$

ب) المعادلة الأيونية النهائية :

$$Al^{+3}_{(aq)} + 3OH^-_{(aq)} \longrightarrow Al(OH)_{3(s)}$$

مـــــراجعة الـــــدرس

-1

نوع التفاعل	المواد المتفاعلة	المواد الناتجة
تفاعل الاتحاد $A + B \rightarrow AB$	مادتين أوأكثر (عناصر أو مركبات	مادة واحدة جديدة
تفاعل التحلل $AB \rightarrow A + B$	مركب واحد	مادتين أو أكثر (عناصر أو مركبات)
تفاعل الاحلال الاحادي $A + BC \rightarrow AC + B$	عنصر نشط + محلول لعنصر اخر أقل نشاطا	محلول العنصر النشط + راسب من العنصر الأقل نشاطا
تفاعل الاحلال المزدوج $AB + CD \rightarrow AD + CB$	مركبين مختلفين	يحل كل عنصر محل الاخر في مركباته أو المحلول المائي لاملاحهما

2- التعاريف وردت خلال الدرس

3- المعادلة الكيميائية الموزونة :

$$Na_3PO_{4\,(aq)} + FeCl_{3(aq)} \rightarrow FePO_{4(s)} + NaCl_{\,(aq)}$$

المعادلة الأيونية :

$$3Na^{+}_{(aq)} + PO_4^{-3}{}_{(aq)} + Fe^{+3}{}_{(aq)} + 3Cl^{-}_{(aq)} \longrightarrow FePO_{4\,(s)} + 3Na^{+}_{(aq)} + 3Cl^{-}_{\,(aq)}$$

نحذف الأيونات المتفرجة من طرفي المعادلة :

$$\cancel{3Na^{+}_{(aq)}} + PO_4^{-3}{}_{(aq)} + Fe^{+3}{}_{(aq)} + \cancel{3Cl^{-}_{(aq)}} \longrightarrow FePO_{4\,(s)} + \cancel{3Na^{+}_{(aq)}} + \cancel{3Cl^{-}_{\,(aq)}}$$

المعادلة الأيونية النهائية :

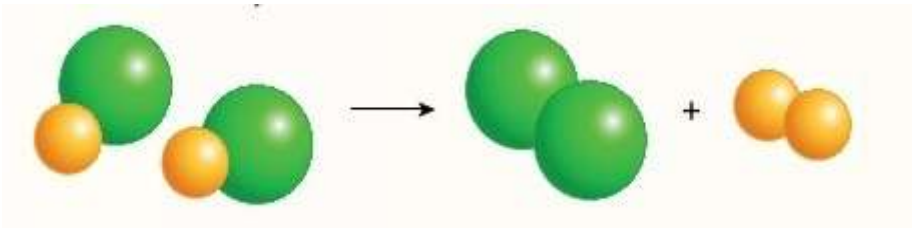
$$PO_4^{-3}{}_{(aq)} + Fe^{+3}{}_{(aq)} \longrightarrow FePO_{4\,(s)}$$

4- أ) إحلال مزدوج ب) إتحاد جـ) إحلال احادي د) تحلل أو تفكك

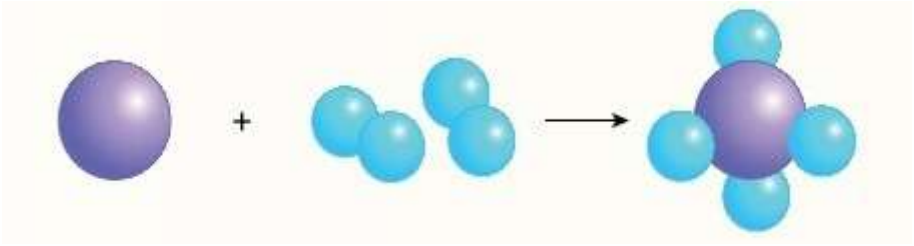
5- أ) إطلاق غاز ب) ترسيب جـ) تعادل

6 - حسب سلسلة نشاط اللافلزات (الهالوجينات) فإن الفلور يعد أكثر نشاطا من اليود لذا يحل محله

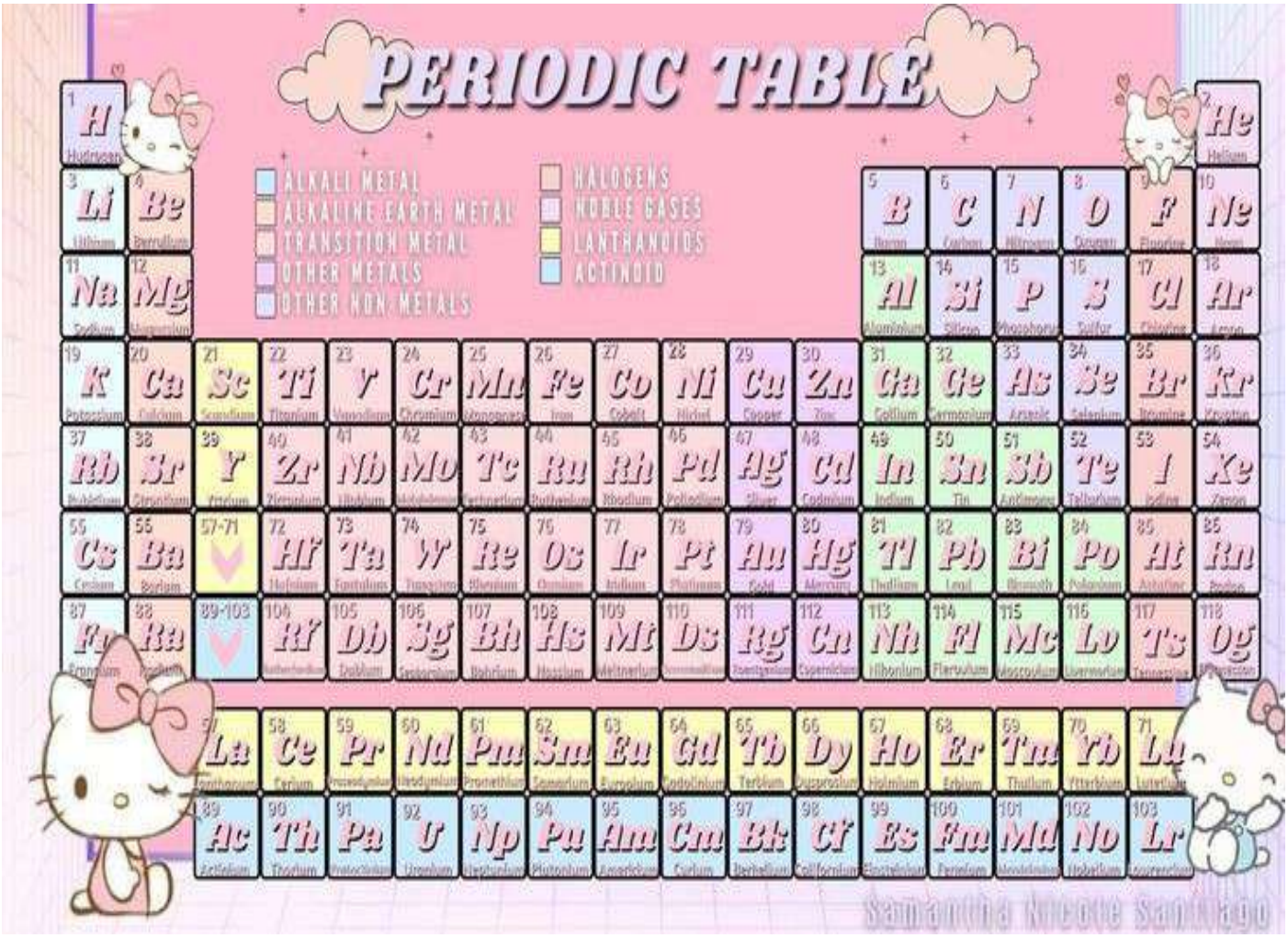
7 –



$$2HCl \longrightarrow Cl_2 + H_2$$



$$C + 2H_2 \longrightarrow CH_4$$



الحسابات الكيميائية

تعد المعادلة الموزونة الركيزة الأساسية للحسابات الكيميائية و يمكن عن طريقها تحديد عدد مولات المواد المتفاعلة و الناتجة مما يساعد في تحديد كتلتها بدقة و تحديد النسبة المئوية لكتلة عنصر في مركب و المردود المئوي لناتج تفاعل ما

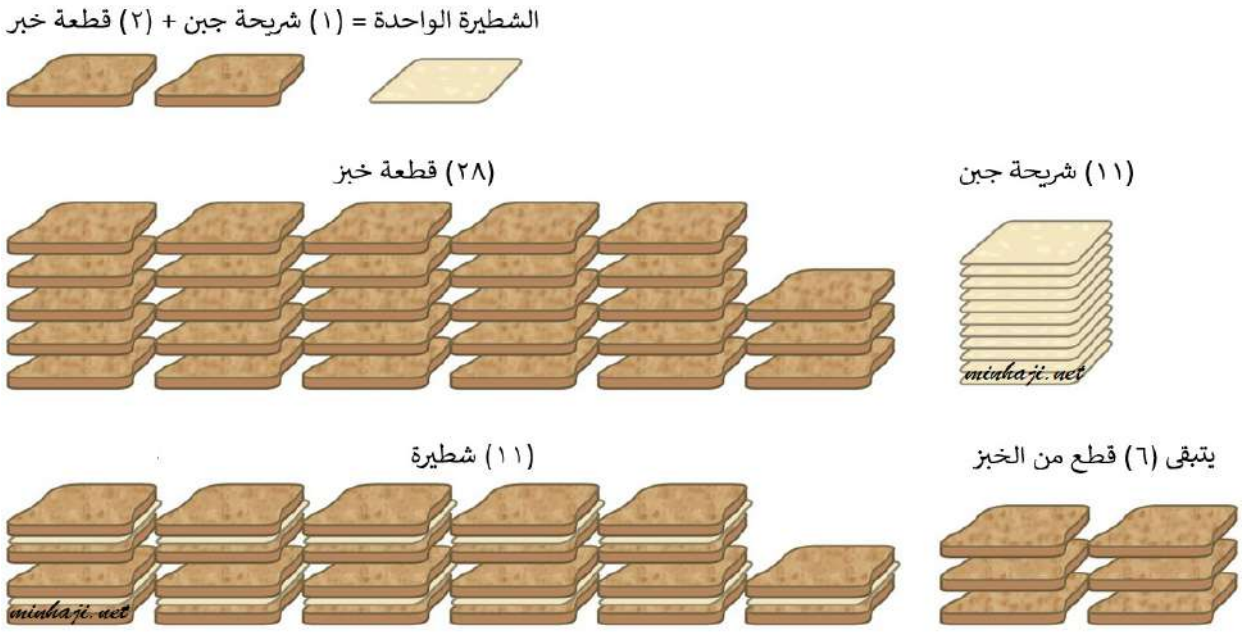
المادة المحددة للتفاعل

Limiting Reactant

المادة المحددة للتفاعل :- هي المادة المتفاعلة التي تستهلك كلها في التفاعل و تحدد كمية المادة الناتجة

مثال توضيحي :-

اذا اردت اعداد مجموعة من الشطائر بحيث تحتاج كل قطعتين من الخبز قطعة جبن واحدة كما في الشكل كم شطيرة ستعد ؟ و مالذي يحدد عدد الشطائر ؟



كل قطعة من الجبن تحتاج الى قطعتين من الخبز لإعداد الشطيرة فإننا سنستهلك قطع الجبن جميعها و يزيد قطع من الخبز في المثال السابق تمثل قطع الجبن المادة التي حددت كمية الناتج (المادة المحددة) و تمثل قطع الخبز المادة الزائدة (الفائضة)

المادة الفائضة :- هي المادة التي لم تستهلك كليا في التفاعل حيث يتبقى منها كمية زائدة

خطوات تحديد المـــــادة المحددة للتفاعل و المـــــادة الفائضة

$$aA + bB \longrightarrow C$$

الحالة الأولي : إذا أعطيت في السؤال عدد مولات

*** اقسم عدد مولات كل مادة متفاعلة (معطاه في السؤال) على معاملها

$$\frac{\text{عدد مولات } (A)}{\text{معامل } A\ (a)}$$

$$\frac{\text{عدد مولات } (B)}{\text{معامل } B\ (b)}$$

*** ناتج القسمة الأقل هو المادة المحددة للتفاعل

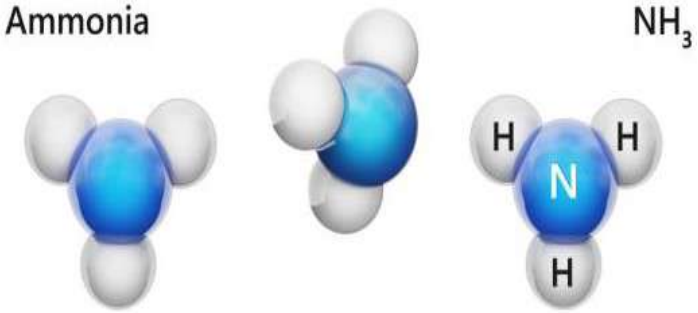
*** نحدد النسبة المولية للمواد المتفاعلة من المعادلة الموزونة

مثال (1) :-

يتفاعل غاز الهيدروجين H_2 مع غاز النيتروجين N_2، فينتج غاز الأمونيا حسب المعادلة الاتية

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$$

إذا خلط 2mol من N_2 مع 9 mol من H_2 ، أجيبي عن الأسئلة الاتية :



1- ما المادة المحددة للتفاعل ؟

2- ما عدد مولات غاز الأمونيا الناتجة ؟

3- ما عدد مولات المادة الفائضة ؟

الحل :-

من المعادلة الموزونة نجد أن النسبة بينN_2 و مولات H_2 هي :

$$\frac{\text{عدد مولات } N_2}{\text{معامل } N_2} = \frac{2}{1} = 2\text{mol}$$

$$\frac{\text{عدد مولات } H_2}{\text{معامل } H_2} = \frac{9}{3} = 3\text{mol}$$

ناتج القسمة الأقل للنيتروجين N_2 اذن هو المادة المحددة للتفاعل التي ستستهلك كلها و المادة الفائضة هي H_2

عدد مولات H_2 الفائضة = عدد مولات H_2 الموجودة – عدد مولات H_2 المتفاعلة

$$9-3 = 6 \text{ mol}$$

من المعادلة الموزونة نجد أن $\frac{\text{عدد مولات } N_2}{\text{عدد مولات } NH_3} = \frac{1}{2}$

أي أن عدد مولات N_2 المتفاعلة = نصف عدد مولات NH_3 الناتجة = 1 mol

مثال (2) :-

يتفاعل غاز الهيدروجين H_2 مع غاز الأكسجين O_2، فينتج الماء كما في المعادلة الاتية :-

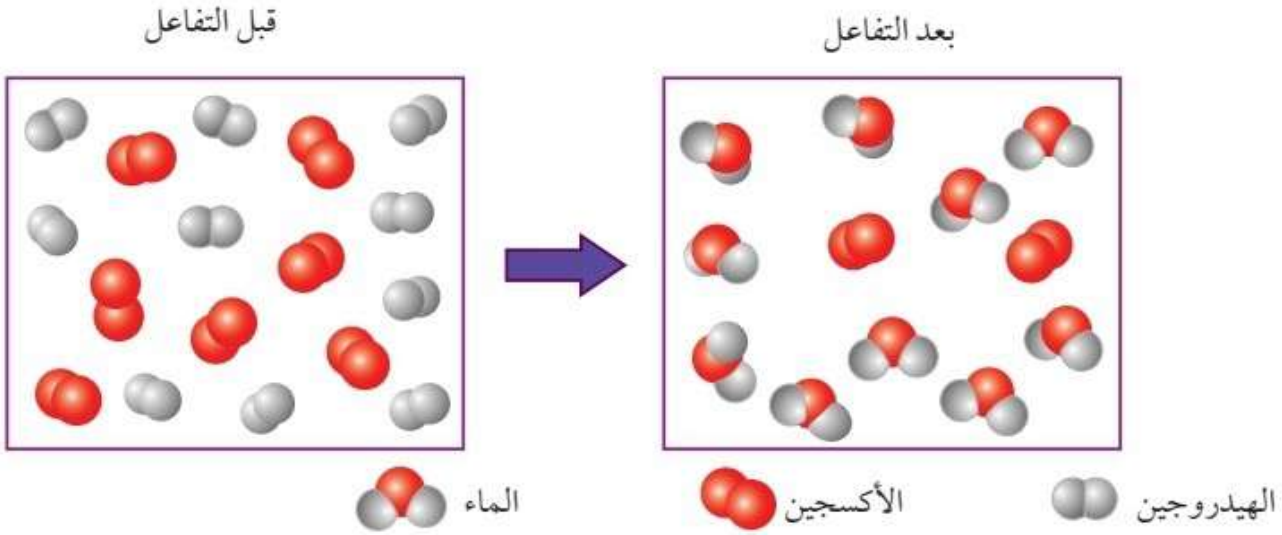
$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)}$$

إذا خلط 7 mol من O_2 مع 10 mol من H_2 ، أجيبي عن الأسئلة الاتية :

1- ما المادة المحددة للتفاعل ؟

2- ما عدد مولات الماء الناتجة ؟

3- ما عدد مولات المادة الفائضة ؟



الحل :- من المعادلة الموزونة نجد النسبة بين مولات O_2 و مولات H_2 حيث أن :

$$\frac{\text{عدد مولات } O_2}{\text{معامل } O_2} = \frac{7}{1} = 7\text{mol} \qquad \frac{\text{عدد مولات } H_2}{\text{معامل } H_2} = \frac{10}{2} = 5\text{mol}$$

ناتج القسمة الأقل للهيدروجين H_2 اذن هو المادة المحددة للتفاعل التي ستستهلك كلها و المادة الفائضة هي الأكسجين O_2

عدد مولات O_2 الفائضة = عدد مولات O_2 الموجودة – عدد مولات O_2 المتفاعلة

$$7-5 = 2 \text{ mol}$$

من المعادلة الموزونة نجد أن عدد مولات H_2 / عدد مولات H_2O = 1 / 1

أي أن عدد مولات H_2 المتفاعلة = عدد مولات H_2O الناتجة = 10 mol

الحالة الثانية : إذا أعطيت في السؤال كتلة

1- نحول الكتل الى عدد مولات باستخدام العلاقة

$$n\,(mol) = \frac{m\,(g)}{M\,(g/mol)}$$

2- نقسم عدد مولات كل مادة متفاعلة (معطاه في السؤال على معاملها)

3- ناتج القسمة الأقل هو المادة المحددة للتفاعل

4- نحدد النسبة المولية للمواد المتفاعلة من المعادلة الموزونة

مثال (3) :- يحترق غاز الأيثين بوجود الأكسجين احتراقا تاما ، وفق المعادلة الكيميائية الموزونة الاتية :

$$C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

إذا أضيف 18.7 g من غاز الأيثين C_2H_4 الى 7.4 g من غاز الأكسجين O_2 استنتج المادة المحددة للتفاعل علما بأن الكتل المولية كالتالي : ($C_2H_4 = 28$, $O_2 = 32$ g/mol)

الحل :- نحول الكتل الى أعداد مولات من قانون عدد المولات :

$n_{(C2H4)} = m / Mr$ ⟹ 18.7/28= 0.67 mol

$n_{(O2)} = m / Mr$ ⟹ 7.4/32= 0.23 mol

من المعادلة الموزونة نجد النسبة بين مولات O_2 و مولات C_2H_4 حيث أن :

$$\frac{\text{عدد مولات } C_2H_4}{\text{معامل } C_2H_4} = \frac{0.67}{1} = 0.67\text{mol} \quad \Big| \quad \frac{\text{عدد مولات } O_2}{\text{معامل } O_2} = \frac{0.23}{3} = 0.08 \text{ mol}$$

ناتج القسمة الأقل للأكسجين O_2 اذن هو المادة المحددة للتفاعل التي ستستهلك كلها و المادة الفائضة هي الإيثين C_2H_4

عدد مولات C_2H_4 الفائضة = عدد مولات C_2H_4 الموجودة – عدد مولات C_2H_4 المتفاعلة

$$= 1 - 0.67 = 0.33 \text{ mol}$$

أو : عدد مولات O_2 المتفاعلة = عدد مولات C_2H_4 الناتجة(0.67) ×3 = 2.01 mol

2.01 mol مول المطلوب للتفاعل و المتوفر أقل مما يلزم لذا يعد الأكسجين المادة المحددة للتفاعل

مثال (3) :- أضيف 50 g من الفسفور الأبيض P_4 الى 100 g من غاز الأكسجين لانتاج الأكسيد P_4O_{10} وفق المعادلة الكيميائية :

$$P_{4(s)} + 5O_{2(g)} \rightarrow P_4O_{10(s)}$$

إذا علمت أن الكتل المولية بوحدة g/mol ($P_4 = 124$, $O_2 = 32$, $P_4O_{10} = 284$) :

أ- أحسب كتلة المادة الناتجة

ب- أحسب كتلة المادة الفائضة

ج- أحسب المردود المئوي للتفاعل علما بأن المردود الفعلي له 84.6 g

الحل :- نحول الكتل الى أعداد مولات من قانون عدد المولات :

$n_{(p4)} = m / Mr$ ⟹ $50/124 = 0.40$ mol

$n_{(O2)} = m / Mr$ ⟹ $100/32 = 3.13$ mol

نحدد النسبة المئوية للمواد المتفاعلة من المعادلة الموزونة

$$\frac{5 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } P_4}$$

$$\frac{\text{عدد مولات } P_4}{\text{معامل } P_4} = \frac{0.40}{1} = 0.40\text{mol} \quad \Big| \quad \frac{\text{عدد مولات } O_2}{\text{معامل } O_2} = \frac{3.13}{5} = 0.62 \text{ mol}$$

ناتج القسمة الأقل للفسفور الأبيض P_4 اذن هو المادة المحددة للتفاعل التي ستستهلك كلها و المادة الفائضة هي الأكسجين O_2

أ- نحسب كتلة المادة الناتجة P_4O_{10} ، من المعادلة الموزونة نجد أن :

1mol من P_4 ينتج 1mol من P_4O_{10} و بالتالي عدد مولات P_4O_{10} = 0.40 mol

من قانون عدد المولات نجد أن :

$n = m / Mr$ ⟹ $m = n \times Mr$ ⟹ $0.40 \times 284 = 113.6$ g

ب- أحسب كتلة المادة الفائضة : نحسب أولا عدد مولات المادة اللازمة للتفاعل

عدد مولات O_2 المتفاعلة = عدد مولات P_4 الناتجة(0.40) × 5 = 2 mol

من قانون عدد المولات نجد أن :

$n = m / Mr$ ⟹ $m = n \times Mr$ ⟹ $2 \times 32 = 64$ g

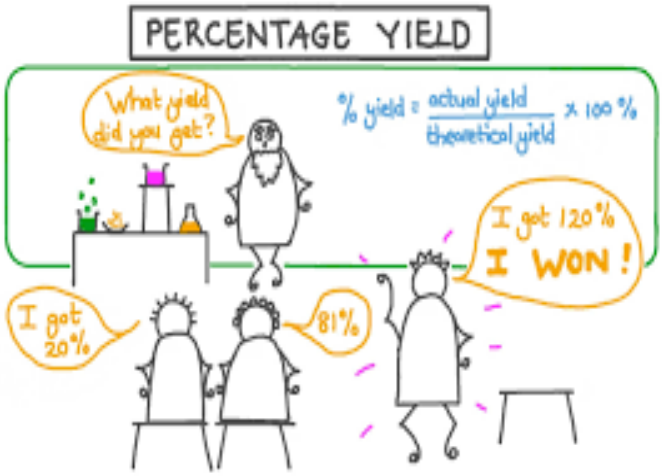
عدد مولات O_2 الفائضة = عدد مولات O_2 الموجودة – عدد مولات O_2 المتفاعلة

$= 100 - 64 = 36$ g O_2

ج- أحسب المردود المئوي للتفاعل علما بأن المردود الفعلي له 84.6 g

$$Y = \frac{Ay}{py} \times 100\%$$

نسبة المردود المئوية = $\frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100$



الحل :-

$$Y = \frac{Ay}{Py} \times 100\% =$$

$Y = 84.6 / 113.6 \times 100\% =$

74.5 %

مثال (3) :- أستنتج المادة المحددة للتفاعل عند إضافة 50 g نيكل Ni الى 500 ml من محلول حمض HCl تركيزه 0.01M ، كما هو موضح في المعادلة :

$$Ni_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow NiCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

الحل :- نحسب عدد المولات من قانون المولارية :

$$M = n/V$$

$n = 0.5 \times 0.01 = 0.005$ mol

عدد مولات النيكل من قانون عدد المولات حيث أن :

$n = m / Mr$ ⟹ $50/58.7 = 0.85$ mol

من المعادلة الموزونة نحدد النسبة بين مولات المواد المتفاعلة نجد أن :

عدد مولات الحمض HCl = ضعف عدد مولات النيكل Ni أي أن

1 mol Ni ⟶ 2mol HCl

0.85 Ni ⟶ ?? HCl

وبالتالي عدد مولات HCl = $2 \times 0.85 = 1.7$ mol

عدد مولات الحمض المطلوبة للتفاعل = 1.7 و عدد المولات المتوفرة 0.005 مول لذا الحمض هو المادة المحددة للتفاعل

مثال (5) :- أحسب كتلة AgCl الناتجة عند إضافة 100 ml من محلول نترات الفضة $AgNO_3$ تركيزه 0.1M الى 100 ml من محلول كلوريد الصوديوم تركيزه 0.05 M لانتاج راسب من كلوريد الفضة AgCl و محلول $NaNO_3$ وفق المعادلة الكيميائية الموزونة الاتية :

$$AgNO_{3\,(aq)} + NaCl_{\,(aq)} \rightarrow AgCl_{\,(s)} + NaNO_3(aq)$$

الحل :- نحسب عدد المولات من قانون المولارية لكل مادة متفاعلة :

$M_{(AgNO3)} = n/V$ ⟶ $n = 0.1 \times 0.1 = 0.01$ mol

$M_{(NaCl)} = n/V$ ⟶ $n = 0.05 \times 0.1 = 0.005$ mol

أحدد النسبة المولية من المعادلة الموزونة نجد أن :

عدد مولات نترات الفضة اللازمة للتفاعل = عدد مولات كلوريد الصوديوم = 0.01 mol

عدد مولات NaCl المطلوبة للتفاعل 0.01 و المتوفر 0.005 لذا NaCl هو المادة المحددة للتفاعل و $AgNO_3$ هي المادة الفائضة .

من المعادلة الموزونة نجد ان :

عدد مولات AgCl = عدد مولات NaCl = 0.005

من قانون عدد المولات نجد أن : $n = m / Mr \longrightarrow m = 0.005 \times 143.5 = 0.72\ g$

اقتصـــاد الذرة

Atom Economy

$$\% \text{ ATOM ECONOMY} = \frac{\text{Mr OF DESIRED PRODUCT}}{\text{Mr OF TOTAL PRODUCTS}} \times 100$$

هو مقياس لكفاءة التفاعل الكيميائي حيث يشير الى استخدام الذرات المتفاعلة جميعها بشكل فاعل لتكوين النواتج المرغوبة :

مثال :-

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \Rightarrow 2H_2O(g) + CO_2(g)$$

16.0 | 2 X 32.0 = 64.0 | 2 X 18.0 = 36.0

Total mass of reactant atoms = 16.0 + 64.0 = 80.0

Total mass of desired product atoms = 36.0

$$\text{Atom economy} = \frac{36.0}{80.0} \times 100 = 45.0\%$$

أتحقق صـــ 35 :

$$6Na_{(s)} + Fe_2O_{3(s)} \rightarrow 3Na_2O_{(s)} + 2Fe$$

أ- نحول الكتل الى أعداد مولات من قانون عدد المولات :

$n_{(Na)} = m / Mr \Rightarrow 40/23 = 1.74$ mol

$n_{(Fe2O3)} = m / Mr \Rightarrow 40/160 = 0.25$ mol

نحدد النسبة المولية من المعادلة الموزونة : $1\ mol\ Fe_2O_3 \longrightarrow 6mol\ Na$

$0.25\ mol\ Fe_2O_3 \longrightarrow ??\ mol\ Na$

مولات Na المطلوبة للتفاعل = 1.5 mol الموجود في وعاء التفاعل =

1.74mol و هي كمية فائضة و بذلك تكون Fe_2O_3 هي المادة المحددة للتفاعل .

ب - $1\ mol\ Fe_2O_3 \longrightarrow 2mol\ Fe$

$0.25\ mol\ Fe_2O_3 \longrightarrow ??\ mol\ Fe$

عدد مولات Fe = 0.5 mol و بالتحويل الى كتلة من قانون عدد المولات =

$n = m / Mr \longrightarrow m = 0.5 \times 56 = 28\ g$

ج- كتلة المادة الفائضة :

مولات الفائض من Na= 1.74 – 1.5 = 0.24 mol و من قانون عدد المولات :

$n = m / Mr \longrightarrow m = 0.24 \times 23 = 5.5\ g$

<u>طريقة أخرى للحل :</u>

عدد مولات الصوديوم اللازمة للتفاعل = 1.5 mol ثم نحول عدد المولات الى كتلة من قانون عدد المولات :

$n = m / Mr \longrightarrow m = 1.5 \times 23 = 34.5\ g$

نحسب الكتلة الفائضة : 40 – 34.5 = 5.5 g

مـــــراجعة الدرس

1- تكمن أهمية المادة المحددة للتفاعل في إجراء حسابات كيميائية لحساب كمية المادة الناتجة و كمية المادة الفائضة من التفاعل حيث أن في بعض التفاعلات الكيميائية تخلط كتل المواد بنسب تختلف عن تلك التي تحددها المعادلة الموزونة .

2- التعاريف وردت خلال الدرس

3- أ – المادة المحددة للتفاعل :

$$2CH_{4(g)} + S_{8(s)} \rightarrow 2CS_{2(l)} + 4H_2S_{(g)}$$

نحول الكتل الى أعداد مولات من قانون عدد المولات :

$n_{(S8)} = m / Mr \Rightarrow 35.8/256 = 0.14 \text{ mol}$

$n_{(CH4)} = m / Mr \Rightarrow 84.2/16 = 5.26 \text{ mol}$

نحدد النسبة المولية من المعادلة الموزونة : $2 \text{ mol } CH_4 \longrightarrow 1 \text{mol } S_8$

$5.26 \text{ mol } CH_4 \longrightarrow ?? \text{ mol } S_8$

مولات S_8 اللازمة للتفاعل = 2.63 mol و الموجود في وعاء التفاعل 0.14 وهي أقل من المطلوب لذا S_8 المادة المحددة للتفاعل و يكون الميثان هو المادة الفائضة

ب- نحدد كتلة المادة الفائضة :

$1 \text{ mol}S_8 \longrightarrow 2\text{mol}CH_4$

$0.14 \text{ mol}S_8 \longrightarrow ??\text{mol}CH_4$

عدد مولات CH_4 اللازمة للتفاعل = 0.28 mol وكتلتها = $0.28 \times 16 = 4.48$ g

كتلة الفائض من CH_4 = $84.2 - 4.48 = 79.72$ g

ج- نحدد كتلة المادة الناتجة CS_2 : $1 \text{ mol}S_8 \longrightarrow 2\text{mol } CS_2$

$0.14 \text{ mol}S_8 \longrightarrow ??\text{mol } CS_2$

يكون عدد مولات CS_2 = 0.28 mol وكتلتها من قانون عدد المولات =

$$0.28 \times 76 = 21.28 \text{ g}$$

د- $$Y = \frac{Ay}{Py} \times 100\% =$$

$$Y = 12 / 21.28 \times 100\% = 56.4\ \%$$

4- $$CaC_{2(S)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow C_2H_{2(g)} + Ca(OH)_{2(aq)}$$

1 mol CaC_2 ⟶ 2mol H_2O

6 mol CaC_2 ⟶ ?? mol H_2O

عددلا مولات الماء اللازمة للتفاعل = 12 mol والمتوفر في وعاء التفاعل 6 mol وهي أقل مما يلزم وبالتالي يكون الماء H_2O هو المادة المحددة للتفاعل و كربيد الكالسيوم CaC_2 المادة الفائضة عن التفاعل

5 - $$Zn_{(s)} + 2HNO_{3(aq)} \rightarrow Zn(NO_3)_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

نحول الكتل الى أعداد مولات من قانون عدد المولات :

$n_{(Zn)} = m / Mr$ ⟹ 40/65.39 = 0.61 mol

$M_{(HNO3)} = n/V$ ⟹ n= 0.02×0.15=0.03 mol

نحدد النسبة المولية من المعادلة الموزونة :

1 mol Zn ⟶ 2mol HNO_3

0.61 mol Zn ⟶ ?? mol HNO_3

عدد مولات HNO_3 اللازمة للتفاعل = 1.22 mol والموجود في وعاء التفاعل 0.03
وبالتالي يكون الحمض HNO_3 هو المادة المحددة للتفاعل و الخارصين Zn هو المادة الفائضة

6- الحل :- $$2HI_{(aq)} + 2KOH_{(aq)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + 2KI_{(aq)}$$

نحسب عدد المولات من قانون المولارية لكل مادة متفاعلة :

$M_{(HI)} = n/V$ ⟶ n= 0.04×0.250=0.01 mol

$M_{(KOH)} = n/V$ ⟶ n= 0.02×0.250=0.005 mol

أحدد النسبة المولية من المعادلة الموزونة نجد أن :

عدد مولات HI = عدد مولات KOH و بالتالي = 0.01 mol والموجود في الوعاء 0.005 mol و بالتالي يكون KOH هو المادة المحددة للتفاعل

مـــــراجعة الـــــوحدة

1- التعاريف وردت خلال الدرس

2- $4Na_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2Na_2O_{(s)}$

أ- النسبة المولية للصوديوم = $\frac{4 \text{ mol Na}}{1 \text{ mol } O_2}$

ب- نحول الكتل الى أعداد مولات من قانون عدد المولات :

$n_{(Na)} = m / Mr \Rightarrow 200/23 = 8.70 \text{ mol}$

$n_{(O2)} = m / Mr \Rightarrow 200/32 = 6.25 \text{ mol}$

نحدد النسبة المولية من المعادلة الموزونة :

$4 \text{ mol Na} \longrightarrow 1 \text{ mol } O_2$

$8.70 \text{ mol Na} \longrightarrow ?? \text{ mol } O_2$

عدد مولات O_2 اللازمة للتفاعل = 2.18 mol والموجود في وعاء التفاعل 6.25 أكثر من اللازم وبالتالي يكون الأكسجين O_2 هو المادة الفائضة و الصوديوم Na هو المادة المحددة للتفاعل

ج- كتلة الناتج Na_2O :

$4 \text{ mol Na} \longrightarrow 2 \text{ mol } Na_2O$

$8.70 \text{ mol Na} \longrightarrow ?? \text{ mol } Na_2O$

مولات Na_2O = 4.35 mol ومن قانون عدد المولات تكون الكتلة =

$4.35 \times 62 = 269.7 \text{ g}$

د- مولات المادة الفائضة = 4.07 mol = 6.25 – 2.18

كتلة الفائض = 130.24 g

أو نحول المولات اللازمة للتفاعل الى كتلة ثم نطرحها من الكتلة المعطاه :

$2.18 \times 32 = 69.76\ g$ ⟹ $200 - 69.76 = 130.24\ g$

-3

$$3CuCl_{2(aq)} + 2K_3PO_{4(aq)} \longrightarrow 6KCl_{(aq)} + Cu_3(PO_4)_{2(s)}$$

ب- $3Cu^{+2}_{(aq)} + 6Cl^{-}_{(aq)} + 6K^{+}_{(aq)} + 2PO_4^{-3}{}_{(aq)} \longrightarrow 6K^{+}_{(aq)} + 6Cl^{-}_{(aq)} + Cu_3(PO_4)_{2(s)}$

ج- $3Cu^{+2}_{(aq)} + 6Cl^{-}_{(aq)} + 6K^{+}_{(aq)} + 2PO_4^{-3}{}_{(aq)} \longrightarrow 6K^{+}_{(aq)} + 6Cl^{-}_{(aq)} + Cu_3(PO_4)_{2(s)}$

$$3Cu^{+2}_{(aq)} + 2PO_4^{-3}{}_{(aq)} \longrightarrow Cu_3(PO_4)_{2(s)}$$

-4

$$4NH_{3(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 6H_2O_{(g)} + 4NO_{(g)}$$

نحسب النسبة المولية من المعادلة الموزونة كالتالي :

$4\ mol\ NH_3 \longrightarrow 5\ mol\ O_2$

$6\ mol\ NH_3 \longrightarrow ??\ mol\ O_2$

مولات O_2 اللازمة للتفاعل $= 7.5\ mol$ والموجود في وعاء التفاعل $25\ mol$ أكثر من المطلوب لذا يكون الاكسجين O_2 هو المادة الفائضة و تكون الأمونيا NH_3 المادة المحددة للتفاعل

عدد مولات $NO = 6\ mol$ من المعادلة الموزونة حيث أن :

عدد مولات الامونيا NH_3 = عدد مولات NO

$$MnO_{2(s)} + 4HBr_{(aq)} \rightarrow MnBr_{2(aq)} + Br_{2(l)} + 2H_2O_{(l)}$$ -5

نحسب عدد المولات للمواد المتفاعلة :

عدد مولات MnO_2 : $n = m / Mr$ ⟹ $0.4 / 87 = 0.0045$

عدد مولات HBr :

$M_{(HBr)} = n/V \longrightarrow n = 0.02 \times 0.050 = 0.001\ mol$

نحسب النسبة المولية من المعادلة الموزونة كالتالي:

1 mol MnO_2 ⟶ 4 mol HBr

0.0045 mol MnO_2 ⟶ ?? mol HBr

عدد مولات HBr اللازمة للتفاعل = 0.018 mol و الموجود في وعاء التفاعل 0.001mol

أقل مما يلزم للتفاعل لذا يعد الحمض HBr هوالمادة المحددة للتفاعل MnO_2 وهوالمادة الفائضة .

لحساب كتلة المادة الفائضة كالتالي :

1 mol MnO_2 ⟶ 4 mol HBr

?? mol MnO_2 ⟶ 0.001mol HBr

عدد مولات MnO_2 = 0.00025 mol

مولات الفائض = 0.005- 0.00025= 0.00475

كتلة الفائض = 0.413 g = 0.00475×87 =

-6 $2Cu_{(s)} + S_{(s)} \rightarrow Cu_2S_{(s)}$

- نحول الكتل الى أعداد مولات من قانون عدد المولات :

$n_{(Cu)} = m / Mr$ ⟹ 80/63.5 = 1.26 mol

$n_{(S)} = m / Mr$ ⟹ 25/32 = 0.78 mol

نحدد النسبة المولية من المعادلة الموزونة : 1 mol S ⟶ 2 mol Cu

0.78 mol S ⟶ ?? mol Cu

عدد مولات Cu اللازمة للتفاعل = 1.56 mol والموجود في وعاء التفاعل 1.26 أقل من اللازم وبالتالي يكون الصوديوم Cu هو المادة المحددة للتفاعل و الكبريت S هو المادة الفائضة

ب- كتلة الناتج Cu_2S : 2 mol Cu ⟶ 1 mol Cu_2S

1.26 mol Cu ⟶ ?? mol Cu_2S

مولات الناتج Cu_2S = 0.63 mol

كتلة الناتج = $0.63 \times 159 = 100.17\ g$

ج-

$$\text{نسبة المردود المئوية} = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100$$

$$Y = \frac{Ay}{Py} \times 100\% =$$

$$Y = 14.8 / 100.17 \times 100\% = 14.78\ \%$$

7- $Na_2CO_{3(aq)} + CaCl_{2(aq)} \rightarrow CaCO_{3(s)} + 2NaCl_{(aq)}$

- نحول الكتل الى أعداد مولات من قانون عدد المولات :

$n_{(Na2CO3)} = m / Mr \Rightarrow 25/106 = 0.24\ mol$

$n_{(CaCl2)} = m / Mr \Rightarrow 20/111 = 0.18\ mol$

نحدد النسبة المولية من المعادلة الموزونة:

$1\ mol\ Na_2CO_3 \longrightarrow 1\ mol\ CaCl_2$

$0.24\ mol\ Na_2CO_3 \longrightarrow ??\ mol\ CaCl_2$

عدد مولات $CaCl_2$ اللازمة للتفاعل = $0.24\ mol$ والموجود في وعاء التفاعل 0.18 أقل من اللازم وبالتالي يكون كلوريد الكالسيوم هو المادة المحددة للتفاعل و كربونات الصوديوم هو المادة الفائضة

ب- كتلة الناتج $CaCO_3$: عدد مولات $CaCl_2$ = عدد مولات $CaCO_3$ = $0.18\ mol$

كتلة الناتج من قانون عدد المولات : $0.18 \times 100 = 18g$

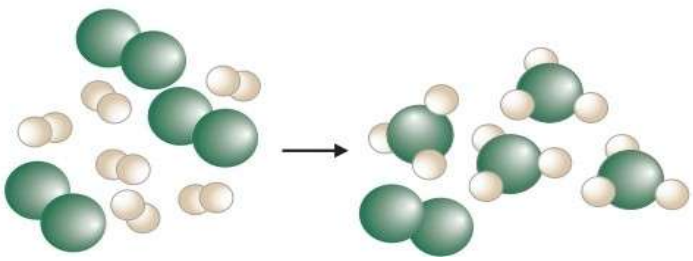
8-

رقم السؤال	1	2	3	4	5
رمز الإجابة	ج	ج	ب	ج	أ

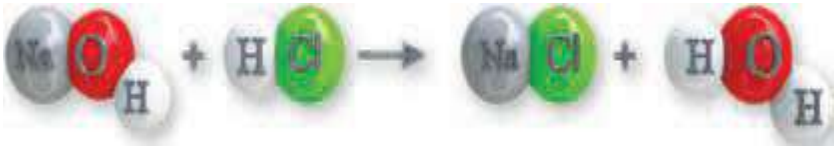
9-

المادة المحددة الكرات البيضاء Y_2

المادة الفائضة الكرات الخضراء X_2



10- أ-



$$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

ب- $H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)}$

ج- نحسب أعداد المولات للمواد المتفاعلة من قانون المولارية :

$M_{(HCl)} = n/V \longrightarrow n= 0.1\times0.025=0.0025$ mol

$M_{(NaOH)} = n/V \longrightarrow n= 0.5\times0.01=0.005$ mol

من المعادلة الموزونة نستخرج النسبة المولية :

عدد مولات HCl يساوي عدد مولات NaOH = 0.005 mol يلزم للتفاعل

المولات الموجودة في الوعاء = 0.0025 وهي أقل مما يلزم لذا يعد HCl المادة المحددة للتفاعل و NaOH المادة الفائضة .

د – بعد اكتمال التفاعل يوجد في وعاء التفاعل ماء غير متأين و ملح كلوريد الصوديوم ذائب في الماء و كمية فائضة من هيدروكسيد الصوديوم .

11- احلال مزدوج $2HNO_{3(aq)} + Ca(OH)_{2(aq)} \rightarrow Ca(NO_3)_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$

تحلل $2KClO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} 2KCl_{(s)} + 3O_{2(g)}$

احلال احادي $Sn_{(s)} + 2AgNO_{3(aq)} \rightarrow 2Ag_{(s)} + Sn(NO_3)_{2(aq)}$

احلال احادي $Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow MgCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$

اتحاد $2Na_{(s)} + Br_{2(l)} \rightarrow 2NaBr_{(s)}$

12- $Cu^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \longrightarrow Cu(OH)_{2(s)}$

$Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + H_{2(g)}$

الوحدة الخامسة

الإتـــزان الكيميائـــي

حالة الاتزان الديناميكي

تحدث كثير من التفاعلات و تنتهي باستهلاك إحدى المواد المتفاعلة أو جميعها

مثلا : إحتراق المغنيسيوم

$$2Mg_{(S)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2MgO_{(S)} + Heat$$

حيث يشير السهم الى اتجاه سير التفاعل .

تقسم التفاعلات الكيميائية حسب اتجاه حدوثها الى :

1- تفاعلات غير منعكسة :

هي تفاعلات تتحول فيها كل من المواد المتفاعلة الى مواد ناتجة (أي أن التفاعل يسير باتجاه واحد)

مثال : تفاعل احتراق سكر الغلوكوز مع كمية كافية من الاكسجين

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + ATP$$

2- تفاعلات منعكسة :

هي تفاعلات يمكن فيها للمواد الناتجة أن تعود و تشكل المواد المتفاعلة (يعبر عنها عادة بسهمين)

مثال : تفاعل تفكك الهيدرازين في وعاء مغلق

$$N_2H_4 + H_2O \rightleftharpoons N_2H_5^+ + OH^-$$

في التفاعلات المنعكسة يحدث التفاعل باتجاهين متعاكسين و يقسم الى قسمين :-

1- تفاعل أمامي 2- تفاعل عكسي

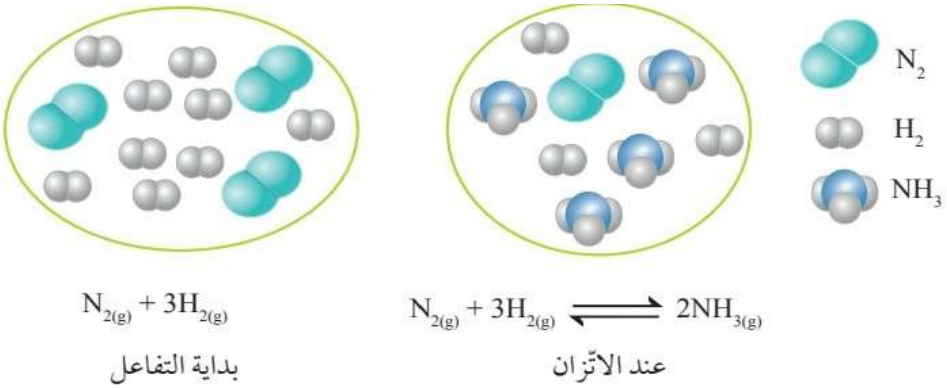
التفاعل الأمامي :- هو تفاعل المواد المتفاعلة مع بعضها البعض لتكوين المواد الناتجة

التفاعل العكسي :- تفاعل المواد الناتجة معا فور تكونها و تعيد تكوين المواد المتفاعلة مرة أخرى

مثال :- تحضير غاز الأمونيا

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$$

وعندما يتكون غاز الأمونيا في وعاء التفاعل فإنه يبدأ بالتفكك و و يتكون كل من غاز النيتروجين و غاز الهيدروجين في ما يعرف بالتفاعل العكسي



التفاعلات المنعكسة :-

تفاعُلات تحدث بالاتجاهين الأماميّ والعكسي في الوقت نفسه ويعبر عنها بمعادلة كيميائية حيث يكتب فيها سهمان بإتجاهين متعاكسين ($\rightleftharpoons$) .

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$$

سرعة التفاعل الأمامي (Forward reaction Rate): السرعة التي تتحول فيها الموادّ المُتفاعلة إلى موادّ ناتجة في التفاعُلِ المنعكس.

سرعة التفاعل العكسي (Reverse Reaction Rate) : السرعةُ التي تتحول فيها الموادّ الناتجة إلى مواد مُتفاعلة في التفاعُلِ المنعكس.

وعندما تصبح سرعة التفاعل الأمامي مساوية لسرعة التفاعل العكسي يصل التفاعل الى حالة من الاتزان .

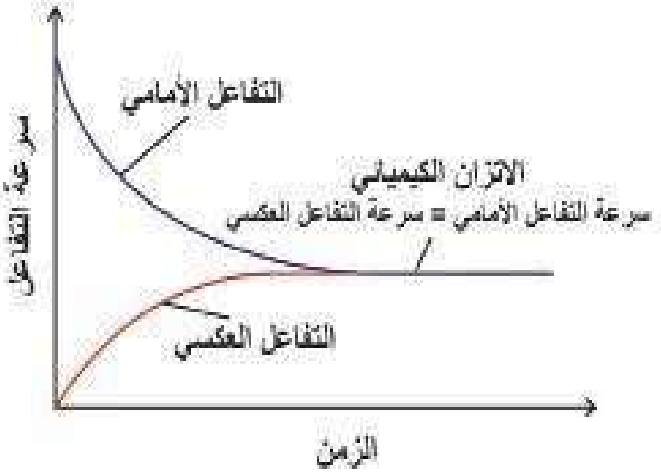
الاتزان الديناميكي (Dynamic Equilibirium) :- حالة يصل إليها التفاعُل ويستمر عندها حدوث التفاعُل بالاتجاهين الأماميّ والعكسي بالسرعة نفسها.

مثال : تفكك غاز رباعي أكسيد ثنائي النيتروجين N_2O_4

$$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$$

يبدأ التفاعل الأمامي بتحول غاز رباعي أكسيد ثنائي النيتروجين N_2O_4الى غاز ثنائي أكسيد النيتروجين NO_2 بسرعة عالية نسبيا

$$N_2O_{4(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$$



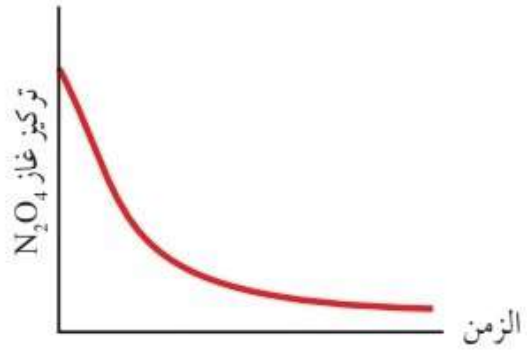
في بداية التفاعل تكون :

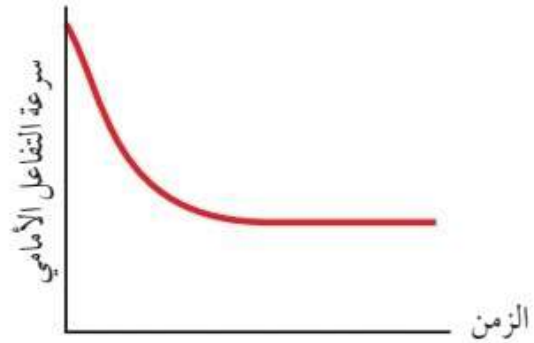
** سرعة التفاعل الامامي عالية نسبيا لأن تركيز NO_2يكون أكبر ما يكون

** سرعة التفاعل الأمامي تقل تدريجيا بسبب تفاعله في المقابل

** سرعة التفاعل العكسي تكون صفرا في بداية التفاعل لأن تركيز يزداد تدريجيا مع مرور الزمن حتى يصبح مساوي لسرعة التفاعل الأمامي

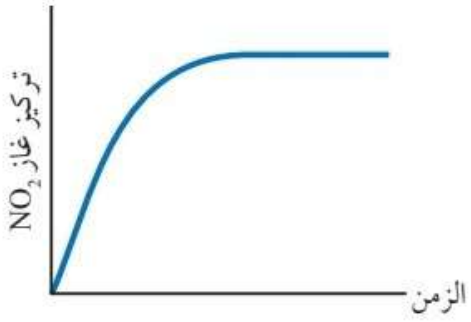
وبمرور الوقت يقل تركيز N_2O_4 و تتناقص سرعة التفاعل الأمامي

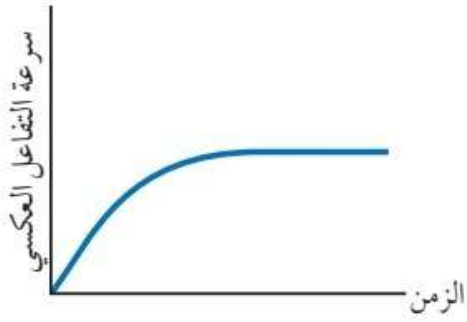




أما غاز NO_2 فيكون تركيزه عند بداية التفاعل صفرا وسرعة التفاعل العكسي صفرا و بسبب تفكك غاز N_2O_4 يبدأ تكون غازNO_2 وظهور اللون البني في وعاء التفاعل و يبدا التفاعل العكسي بالحدوث و تحول غازNO_2 الى غازN_2O_4 بسرعة بطيئة

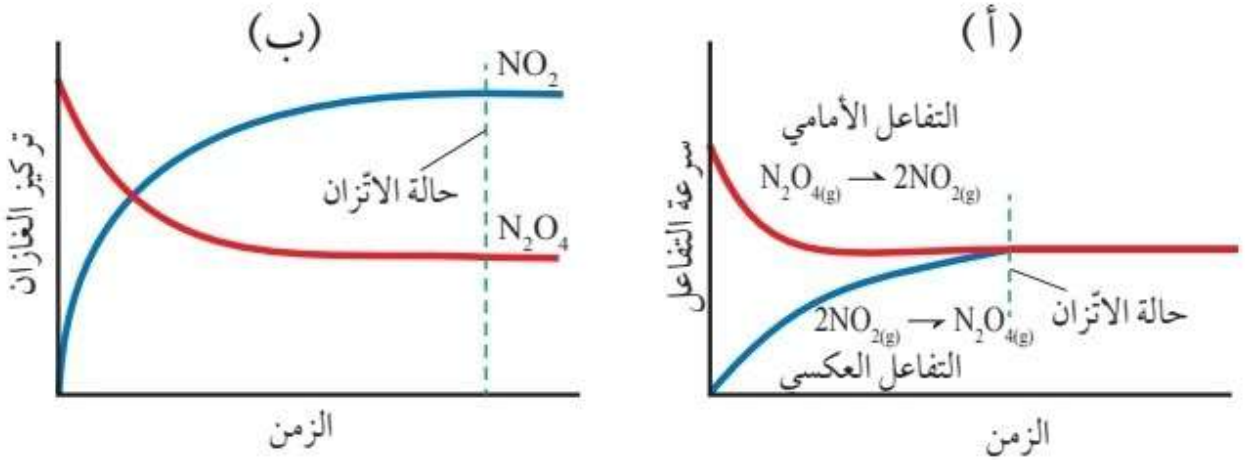
$$2NO_{2(g)} \longrightarrow N_2O_{4(g)}$$





وبما أن تراكيز المواد المتفاعلة و سرعة التفاعل الامامي يتناقصان بمرور الزمن و في الوقت نفسه يتزايد تراكيز المواد الناتجة و تتزايد سرعة التفاعل العكسي الى ان يصل التفاعل الى حالة الاتزان حيث تصبح سرعة التفاعل الامامي مساوية لسرعة التفاعل العكسي وتثبت تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة

سرعة التفاعل الامامي = سرعة التفاعل العكسي



مهم جدا :

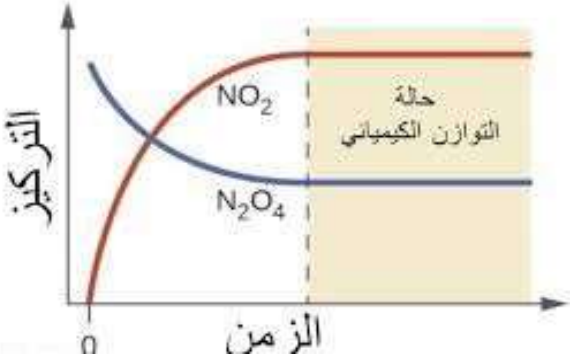
في حالة الاتزان الدينامكي

1- تصبح سرعة التفاعل الأمامي مساوية لسرعته في التفاعل العكسي

2- تثبت تراكيز المواد التفاعلة والناتجة

وبهذا فإن وعاء التفاعل يحتوي على خليط من الغازين بنسب ثابتة و يصبح لون الخليط بنيا باهتا و يعبر عن التفاعل المتزن السابق بالمعادلة الاتية :

$$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$$



أتحقق صـــ 48 :

الحل :

$$2SO_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3\,(g)}$$

	قبل الاتزان	عند الاتزان
تركيز O_2 / SO_2	أكبر مايمكن وتقل تدريجيا	ثابت
تركيز SO_3	صفر و يزداد تدريجيا	ثابت
سرعة التفاعل الأمامي	سرعة عالية تقل تدريجيا	مساوية لسرعة التفاعل العكسي
سرعة التفاعل العكسي	صفر و تزداد تدريجيا	مساوية لسرعة التفاعل الأمامي

العوامـــل المؤثرة في الاتـــزان

قبل البدء بمعرفة العوامل المؤثرة على الاتزان
يجب توضيح بعض المصطلحات

موضع الاتزان :

حالة الاتّزان التي تكون عندها نسبة المواد الناتجة أكبر من المواد المتفاعلة ، ويَكون الاتزان مُزاحا جهة المواد الناتجة ، أو تكونُ نسبة المواد المتفاعلة أكبر من المواد المتفاعلة ، ويكونُ الاتّزانُ مُزاحا نحو المواد المتفاعلة .

أو هو ميل الاتزان باتجاه النواتج أو المواد المتفاعلة

درس العلم لوتشاتلييه التغيرات التي يمكن أن تؤثر في موضع الاتزان و توصل الى مبدأ سمي باسمه

مبدأ لوتشاتلييه :

ينص على أن " إذا حدث تغيير في أحد العوامل المؤثرة في الإتزان لتفاعل كيميائي متزن مثل التركيز أو الضغط أو درجة الحرارة ، فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الإتزان للتقليل من أثر ذلك التغيير "

أتحقق صـــ 49 :

العوامل التي درسها لوتشاتلييه :

1- التركيز

2- الضغط

3- درجة الحرارة

أولا : التركيز Concentration

تأملي التفاعل الاتي لبيان أثر التركيز في الاتزان الكيميائي :

$$A_{(aq)} \rightleftharpoons B_{(aq)} + C_{(aq)}$$

- عند زيادة تركيز A يؤدي الى نقص في تركيز **النواتج** فيدفع الاتزان نحو **النواتج** ، فتزداد سرعة التفاعل الأمامي لتعويض النقص في تركيز النواتج

- عند زيادة تركيز B أو C يؤدي الى نقص في تركيز **المتفاعلات** فيدفع الاتزان نحو **المتفاعلات** فتزداد سرعة التفاعل العكسي لتعويض النقص في تركيز المتفاعلات

- سحب B أو C من التفاعل يؤدي الى حدوث نقص في تراكيز **النواتج** ، فيدفع الاتزان نحو **النواتج** ، فتزداد سرعة التفاعل الأمامي لتعويض النقص في تركيز النواتج

أثر زيادة تركيز غاز PCl_5 على التفاعل المتزن الاتي :

$$PCl_{5\ (g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$$

- عند اضافة PCl_5 يزداد تركيزه في المحلول ويختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتّزان وإزاحته جهة اليمين التي تُقلّل من أثر هذه الزيادة

- بالتالي تزداد سرعة التفاعل الأمامي و ويتكون كميات جديدة من النواتج PCl_3 و Cl_2 وتزدادُ تراكيزُها

- تبدأ سرعة التفاعُل العكسي بالتزايد، وسرعة التفاعُل الأماميّ بالتناقص الى أن تتساوى السرعتان فيعودُ التفاعُل إلى حالة الاتّزان من جديد .

$$PCl_{5\ (g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$$

وتحدث التغيُّرات ذاتها فيما لو جرت إزالة كمية من أو سحبها من وعاء التفاعل Cl_2 أو PCl_3

أثر زيادة تركيز غاز Cl_2 على التفاعل المتزن الاتي :

$$PCl_{5\ (g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$$

- عند اضافة Cl_2 يزداد تركيزه في المحلول ويختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه سوف تزداد سرعةُ التفاعُل العكسي للتقليل من أثر هذه الزيادة،ويُزاح موضع الاتّزان جهة اليسار

- ونتيجة لذلك؛ تنتج كمية جديدة من غاز PCl_5 ويزداد تركيزُه لذلك ؛ تبدأ سرعة التفاعُل العكسي بالتناقص وسرعة التفاعُل الأمامي بالتزايد، إلى أن تصبح السرعتان متساويتين، فيعودُ التفاعُل إلى حالة الاتّزان من جديد.

أتحقق صـــ 51 :

-1 $$4HCl_{\ (g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2H_2O_{(g)} + 2Cl_{2(g)}$$

عند اضافة HCl يزداد تركيزه في المحلول ويختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتّزان وإزاحته جهة اليمين التي تُقلّل من أثر هذه الزيادة

- بالتالي تزداد سرعة التفاعل الأمامي و ويتكون كميات جديدة من النواتج H_2O و Cl_2 وتزدادُ تراكيزُها

-2 $$N_{2\ (g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{\ (g)}$$

عند سحب O_2 يقل تركيزه في المحلول ويختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتّزان وإزاحته جهة اليسار (العكسي) التي تُقلّل من أثر هذا النقصان

- يقل تركيز NO و يزداد تركيز N_2

ثانيا : الضغط Pressure

أثر الضغط في التفاعلات المتزنة التي تحوي غازات حيث لا تتأثر المواد الصلبة أو السائلة بتغيرات الضغط في وعاء التفاعل

ضغط الغاز يتناسب عكسيا مع حجم الوعاء و طرديا مع عدد مولاته أو جزيئاته .

تأملي التفاعل الاتي لبيان أثر الضغط في الاتزان الكيميائي :

$$2A_{(g)} \rightleftharpoons 3B_{(g)} + C_{\ (g)}$$

عند زيادة الضغط على وعاء التفاعل يؤدي الى انزياح الاتزان نحو **المتفاعلات** ، لأن عدد مولات الغاز A (2) mol بينما مجموع عدد مولات الغاز B , C (4) mol .

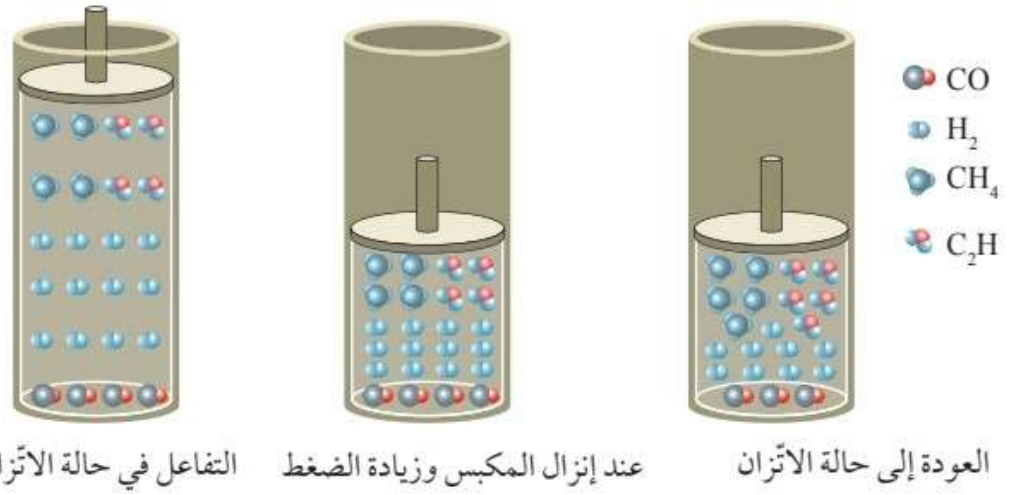
** زيادة الضغط يدفع الاتزان نحو الحجم الأقل (عدد مولات أقل)

مثال :- تأملي التفاعل الاتي لتحضير غاز الميثان صناعيا :

$$CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_{4(g)} + H_2O_{(g)}$$

يمكنُ زيادةُ كمية غاز الميثان الناتجة بالتحكم في موضع الاتّزان عن طريق تغيير ضغط الغازات في وعاء التفاعُل؛

من معادلة التفاعُل نلاحظ أن هناك أربعة مولات من الغازات المُتفاعلة ($CO_{(g)} + 3H_{2(g)}$) ، ومولينِ من المواد الناتجة ($CH_{4(g)} + H_2O_{(g)}$)،



- عند إنزال المكبسِ للأسفل يقلُّ حجم الوعاء ويزداد ضغط الغازات في وعاء التفاعل

- للتقليل من أثر زيادة الضغط يعمل التفاعُل على إزاحة موضعِ الاتّزان إلى الجهة التي تحتوي عدد مولاتٍ أقلّ من المواد الغازية، أ ي جهةَ الموادّ الناتجة، ويقلُّ بذلك عدد المولات الكُلّي في وعاء التفاعُل ويقلُّ الضغط

- وبذلك تزداد سرعة التفاعُل الأماميّ ويزداد تكوين غازِ الميثان

وبعد مدّة قصيرة؛ تبدأ سرعةُ التفاعُل الأماميّ بالتناقص وتتزايدُ سرعة التفاعُل العكسيّ إلى أن تتساوى السرعتان ، ويعود التفاعُل إلى حالة الاتّزان من جديد .

أتحقق صـــ 54 : 1- $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3\ (g)} + Cl_{2(g)}$

من معادلة التفاعُل نلاحظ أن هناك مولين من الغازات المُتفاعلة $PCl_{3\ (g)} + Cl_{2(g)}$ و مول واحد من المواد الناتجة PCl_5

زيادة الضغط تؤدي الى انزياح موضع الاتزان نحو عدد المولات الأقل أي بإتجاه النواتج التفاعل الأمامي

$$3H_{2\ (g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$$ -2

بما أن ضغط الغاز يتناسب عكسيا مع حجم الوعاء فإن زيادة حجم الوعاء يؤدي الى تقليل الضغط

من معادلة التفاعل نلاحظ أن هناك اربع مولات من الغازات المتفاعلة $3H_{2\ (g)} + N_{2(g)}$ و مولين من المواد الناتجة $2NH_{3(g)}$

انخفاض الضغط تؤدي الى انزياح موضع الاتزان نحو عدد المولات الأعلى أي بإتجاه المتفاعلات (التفاعل العكسي)

أفكر صـــ 53 : لأن غاز الهيليوم غاز خامل و نبيل لن يتفاعل مع المتفاعلات أو النواتج لذا لا تأثير له على موضع الاتزان

ثالثا : درجة الحرارة Temperature

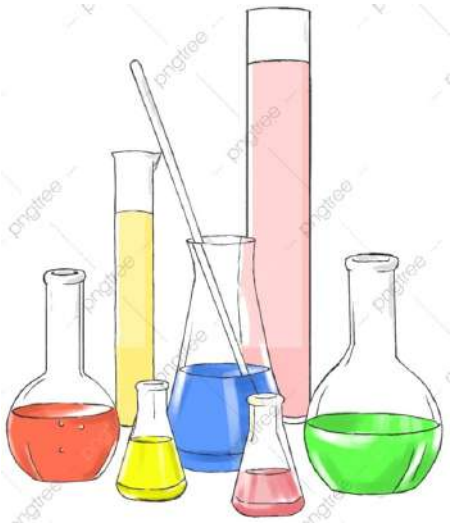
أثر درجة الحرارة على النظام المتزن

يختلف تأثير درجة الحرارة على النظام المتزن باختلاف نوع التفاعل (ماص أو طارد) للحرارة

** عند **زيادة** درجة الحرارة على التفاعل **الماص** للحرارة يدفع الاتزان نحو **النواتج**

** عند **زيادة** درجة الحرارة على التفاعل **الطارد** للحرارة يدفع الاتزان نحو **المتفاعلات**

المؤثر	ماص للحرارة $\Delta H = +$	طارد للحرارة $\Delta H = -$
زيادة درجة الحرارة	يتجه التفاعل نحو اليمين فيزيد من تراكيز النواتج وتزيد قيمة ثابت الاتزان	يتجه التفاعل نحو اليسار فيقل من تراكيز النواتج وتقل قيمة ثابت الاتزان
نقص درجة الحرارة	يتجه التفاعل نحو اليسار فيقل من تراكيز النواتج وتقل قيمة ثابت الاتزان	يتجه التفاعل نحو اليمين فيزيد من تراكيز النواتج وتزيد قيمة ثابت الاتزان



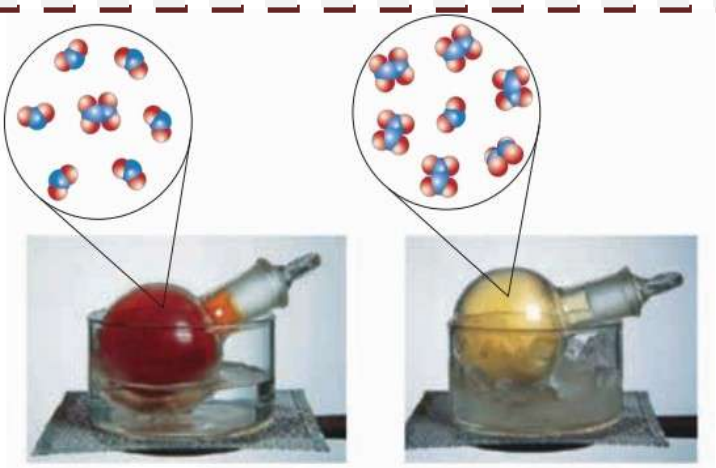
مثال : دراسة أثر تغيير درجة الحرارة لتفاعُل مُتّزن ماصٍّ للحرارةِ مثل تفاعُل تحلُّلِ رباعيِّ أكسيد ثنائي النيتروجين N_2O_4.

$$N_2O_{4(g)} + 58kJ \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$$

لون بني محمر　　عديم اللون

يكونُ التفاعُل في حالة اتّزان عند درجة حرارة الغرفة ، وعند تسخين خليط الغازات تزدادُ درجة حرارته، ممّا يدفعُ التفاعُل إلى تعديلِ موضع الاتّزان ويتّجهُ نحو الجهة التي تستهلك الحرارة الزائدة ؛ أي جهة إنتاج NO_2 لذا يُلاحظُ حدوثُ زيادة في شِدّة اللّونِ البُنيّ المُحمرِّ، وتستقر شدته بعد مدّة من الزمن، ويصلُ التفاعُل إلى حالة اتّزان جديدة ولا يعود إلى اللون الباهت مرة أخرى

ملاحظة مهمة جدا :- أن تغيير درجـــة حرارة التفاعُـــل المُتّزن يـــؤدي إلى حـــالة اتّزان جديدة، لا يعودُ فيهـــا التفاعُل إلى حالـــة الاتّزان التي كان عليها.



أتحقق صـــ 55 :

-1 $$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)} + Heat$$

التفاعل طارد للحرارة لان الحرارة على جهة النواتج و عند رفع درجة الحرارة يعدل الاتزان نفسه فيتجه بالاتجاه العكسي ليقلل من الحرارة فيزيد تركيز SO_2 ، أي يزاح الاتزان نحو الاتجاه العكسي .

-2

$$[CO(H_2O)]^{+2}{}_{(aq)} + 4Cl^-{}_{(aq)} + Heat \longrightarrow COCl_4{}^{-2}{}_{(aq)} + 6H_2O_{(l)}$$

التفاعل ماص للحرارة لان الحرارة على جهة المتفاعلات و عند رفع درجة الحرارة يعدل الاتزان

نفسه فيتجه بالاتجاه الأمامي ليقلل من الحرارة فيزيد تركيز $COCl_4^{-2}$ فيظهر اللون الأزرق أي يزاح الاتزان نحو الاتجاه الأمامي .

مـــــراجعة الدرس

1- الاتزان الديناميكي

حالة لا يبدي فيها النظام أي تغيير في خصائصه إذ تكون سرعة التفاعل الأمامي مساوية لسرعة التفاعل العكسي و يتأثر الاتزان بثلاث عوامل :- - التركيز - الضغط - درجة الحرارة

2- التعاريف وردت خلال الدرس

3- $PCl_{3(g)} + 3NH_{3(g)} \rightleftharpoons P(NH_2)_{3(g)} + 3HCl_{(g)}$

أ- زيادة تركيز PCl_3 في المحلول يختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتّزان وإزاحته جهة اليمين بإتجاه النواتج التي تُقلّل من أثر هذه الزيادة وبالتالي يقل تركيز NH_3

ب- عند سحب HCl يقل تركيزه في المحلول ويختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتّزان وإزاحته جهة اليمين (الأمامي) التي تُقلّل من أثر هذا النقصان ويقل تركيز NH_3

ج- زيادة تركيز $P(NH_2)_3$ في المحلول يختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتّزان وإزاحته جهة اليسار باتجاه المتفاعلات التي تُقلّل من أثر هذه الزيادة وبالتالي يزداد تركيز NH_3

4- $P_{4(s)} + 6Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 4PCl_{3(s)}$

لان غاز الكلور له أكبر عدد مولات (6 mol) و هو الغاز الوحيد و باقي المواد صلبة

يؤثر الضغط في التفاعلات المتزنة التي تحوي غازات حيث لا تتأثر المواد الغازية أو السائلة بتغيرات الضغط في وعاء التفاعل

5- أ- $C_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2Co_{(g)}$

زيادة الضغط تؤدي الى انزياح موضع الاتزان نحوعدد المولات الأقل أي بإتجاة **المتفاعلات**

ب- $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$

زيادة الضغط تؤدي الى انزياح موضع الاتزان نحوعدد المولات الأقل أي بإتجاة **النواتج**

و يتم انتاج كمية أكبرمن SO_3

ج- $CO_{(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons COCl_{2(g)}$

زيادة الضغط تؤدي الى انزياح موضع الاتزان نحوعدد المولات الأقل أي بإتجاة **النواتج**

د- $4NH_{3(g)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2N_{2(g)} + 6H_2O_{(g)}$

زيادة الضغط تؤدي الى انزياح موضع الاتزان نحوعدد المولات الأقل أي بإتجاة **المتفاعلات**

6- $C_2H_{4(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons C_2H_5OH_{(g)} \quad \Delta H = -46\ kJ/mol$

أ- بما أن ضغط الغاز يتناسب عكسيا مع حجم الوعاء فإن زيادة حجم الوعاء يؤدي الى تقليل الضغط

من معادلة التفاعل نلاحظ أن هناك (2 mol) من الغازات المتفاعلة $C_2H_{4(g)} + H_2O_{(g)}$ و (1 mol) من المواد الناتجة $C_2H_5OH_{(g)}$

انخفاض الضغط تؤدي الى انزياح موضع الاتزان بحسب لوتشاتلييه نحو عدد المولات الأعلى أي بإتجاه المتفاعلات (التفاعل العكسي)

ب- بما أن التفاعل طارد للحرارة (إشارة ΔH سالبة) و عند رفع درجة الحرارة يعدل الاتزان نفسه بحسب لوتشاتلييه فيتجه باتجاه المتفاعلات ليقلل من الحرارة فيزيد تركيز $C_2H_{4(g)} + H_2O_{(g)}$ ، أي يزاح الاتزان نحو الاتجاه العكسي .

ج- زيادة تركيز بخار الماء H_2O في المحلول يختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتّزان وإزاحته جهة اليمين بإتجاه النواتج التي تُقلّل من أثر هذه الزيادة

تعبيرات ثابت الإتزان والحسابات المتعلقة به

ثـــــابت الاتـــزان

Equilibrium Constant

هو تعبير يعبر عن العلاقة بين تراكيز المواد الناتجة و المواد المتفاعلة عند حالة الاتزان

تعبيرُ ثابت الاتّزان Equilibrium Constant Expression

توصّلَ العالمان النرويجيان كاتو جولدبيرج وبيتر وييج عن طريقِ دراستهما للتّفاعُلات المُتّزنة إلى علاقة تصفُ حالة الاتّزان سُمّيت ب :

قانون فعل الكتلة (Mass Action Law) :

وينصُّ على أنه عند درجة حرارة معينّة يصل التفاعُل إلى حالة تكون عندها نسبة تراكيز المواد المُتفاعلة إلى تراكيز المواد الناتجة مرفوعا كلٌّ منها إلى قوّة تساوي معاملاتها، قيمة ثابتة تُسمّى

ثابت الاتزان Equilibrium Constant [K_{eq}]

يتم التعبير عن ثابت الاتزان بالعلاقة الرياضية كما في التفاعل الاتي :

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

$$K_{eq} = \frac{[C]^c\,[D]^d}{[A]^a\,[B]^b}$$

فسري :

**** لاتدخل تراكيز المواد الصلبة في تعبير ثابت الاتزان لأنها نقية و تركيزها ثابت مهما اختلفت كتلتها

يُعبّر عن ثابت الاتّزان بدلالة التراكيز المولارية للمواد المُتفاعلة والناتجة ، ولذلك يُرمز لثابت الاتّزان في هذه الحالة K_C بدلا من K_{eq}

مثال :- تُصنعُ الأمونيا NH_3 بطريقة هابر وفقَ المعادلة الآتية :

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$$

وتعبيرُ ثابت الاتّزان للتفاعُل على النحو الآتي :

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2]\ [H_2]^3}$$

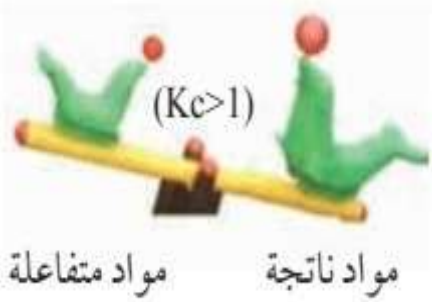
يستفادُ من قيمةِ ثابت الاتّزان في تحديدِ الجهة التي يُزاح إليها الاتزان وحسابِ كميّات المواد الناتجة والمُتفاعلة عند الاتّزان كما يلي :-

** إذا كانت قيمةُ ثابت الاتّزان أكبر من واحد($Kc>1$) ؛

* يكونُ موضع الاتّزان مُزاحا إلى جهة المواد الناتجة

* تراكيزُ الموادّ الناتجة أكبر من تراكيز المواد المُتفاعلة

* مردودُ التفاعُل أكبر.



** إذا كانت قيمة ثابت الاتّزان أقلّ من واحد ($Kc<1$) ؛

* يكون موضع الاتّزان مُزاحا إلى جهة المواد المُتفاعلة

* تراكيز الموادالناتجة أقلّ من تراكيز المواد المُتفاعلة

* مردود التفاعُل قليلا.

نلاحظ في تفاعل الأمونيا أنّ المواد تكون جميعُها في الحالة الغازية ، ولذلك يمكن التعبيرُ عن ثابت الاتّزان للتفاعُل بدلالة الضغوط الجزئية للغازات في وعاء التفاعُل بدلا من تراكيزها ،

ويُرمَز إلى ثابت الاتّزان في هذه الحالات بالرمز(K_p)

على النحو التالي :

$$K_p = \frac{(P_{NH_3})^2}{(P_{N_2})\ (P_{H_2})^3}$$

كثير من التفاعُلات الكيميائيّة تكون فيها المواد في حالات

فيزيائيّة مختلفة ولذلك يمكنُ تصنيف الاتّزان تبعا إلى الحالة الفيزيائية للموادإلى نوعين هما

1-اتّزان متجانس 2- اتّزان غير متجانس

الاتــزان المتجــانس

Homogeneous Equilibrium

الاتزان المتجانس :- حالة الاتّزان التي تكون فيها الموادّ المُتفاعلة والناتجة جميعها في حالات الفيزيائية نفسِها سواء أكانت غازات أم محاليل.

مثال :- تفاعل غاز الأمونيا مع غاز الأكسجين :-

$$4NH_{3(g)} + 7O_{2(g)} \rightleftharpoons 4NO_{2(g)} + 6H_2O_{(g)}$$

ويكتب ثابت الاتزان على النحو الاتي :-

$$K_c = \frac{[NO_2]^4\ [H_2O]^6}{[NH_3]^4\ [O_2]^7}$$

أفكر صـــ 60 :

$$2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$$

$$K_c = \frac{[NO]^2\ [Cl_2]}{[NOCl]^2}$$

الاتــزان غير المتجــانس

Heterogeneous Equilibrium

الاتزان غير المتجانس :-

حالة الاتّزان التي تكون فيها الموادّ المُتفاعلة والناتجة في حالة فيزيائية متنوعة (صلبة، أو سائلة، أو غازية) .

مثال :- تتحلُّل كربونات الكالسيوم الصلبة $CaCO_3$ بالحرارة في وعاء مغلق كما يلي :-

$$CaCO_{3(s)} \xrightleftharpoons{\Delta} CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

نلاحظ أن ثابت الاتّزان يعتمد فقط على تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 :-

$$Kc = [CO_2]$$

مثال :- يتحلّلُ الماء السائل وفق المعادلة الاتية :-

$$2H_2O_{(l)} \rightleftharpoons 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$$

وحيث إنَّ الماء في التفاعُل مادّة سائلة ؛ فإنّ تركيزَهُ يبقى ثابتا، لذا لا يُؤثّر في ثابت الاتّزان؛ لذا لا يكتب في تعبير ثابت الاتّزان الذي يُعبّر عنه كما يلي :-

$$Kc = [H_2]^2 [O_2]$$

أتحقق صـــ 61 : أ)

$FeO_{(s)} + CO_{(g)} \rightleftharpoons Fe_{(s)} + CO_{2(g)}$	$Kc = \frac{[CO_2]}{[CO]}$
$ZnCO_{3(s)} \rightleftharpoons ZnO_{(s)} + CO_{2(g)}$	$Kc = [CO_2]$
$Cr_2O_7^{-2}{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons 2CrO_4^{2-}{}_{(aq)} + 2H^+_{(aq)}$	$Kc = \frac{[CrO_4^{2-}]^2[H^+]^2}{[Cr_2O_7^{-2}]}$

ب)

$CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_{4(g)} + H_2O_{(g)}$	$K_p = \frac{(P_{CH4})\ (P_{H2O})}{(P_{H2})^3(P_{CO})}$
$2AsH_{3(g)} \rightleftharpoons 2As_{(s)} + 3H_{2(g)}$	$K_p = \frac{(P_{H2})^3}{(P_{AsH3})^2}$
$CuO_{(s)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons Cu_{(l)} + H_2O_{(g)}$	$K_p = \frac{(P_{H2O})}{(P_{H2})}$

الحساباتُ المُتعلقة بثابت الاتزان

يمكن استخدام قانون فعل الكتلة في حساب تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة عند الاتزان حيث انه يمثل النسبة بينهما

وقد عرفنا في ما سبق أن نسبة تراكيز المواد الناتجة إلى تراكيز المواد المُتفاعلة التي يُعبّر عنها ثابت الاتّزان Kc عند درجة حرارة معينة تبقى ثابتة مهما اختلفت تراكيزُ المواد المستخدمة في التفاعُلِ

في تفاعل الامونيا :-

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$$

يتّضحُ من الجدول أنّ قيمة ثابت الاتّزان لا تتأثر بالتراكيز الابتدائية

التجربة	التركيزُ الابتدائي (بوحدة M)	التركيزُ عند الاتّزان (بوحدة M)	ثابتُ الاتّزان
1	$[N_2]_o = 1$ $[H_2]_o = 1$ $[NH_3]_o = 0$	$[N_2] = 0.921$ $[H_2] = 0.763$ $[NH_3] = 0.157$	$K_c = 6.02 \times 10^{-2}$
2	$[N_2]_o = 0$ $[H_2]_o = 0$ $[NH_3]_o = 1$	$[N_2] = 0.399$ $[H_2] = 1.197$ $[NH_3] = 0.203$	$K_c = 6.02 \times 10^{-2}$
3	$[N_2]_o = 2$ $[H_2]_o = 1$ $[NH_3]_o = 3$	$[N_2] = 2.59$ $[H_2] = 2.77$ $[NH_3] = 1.82$	$K_c = 6.02 \times 10^{-2}$

بل تعتمد على تراكيز المواد في وعاء التفاعُل عند الاتّزان .

حسابُ ثابت الاتّزان

يُستخدم تعبيرُ ثابت الاتّزان Kc في حساب قيمة ثابت الاتّزان للتفاعُلات التي تحدث في أوعية مغلقة ويستخدم في حسابِ تراكيز المواد عند وصول التفاعُل إلى حالة الاتّزان ،

مثال (1) :- يصنع غاز الميثان كما يلي :-

$$CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_{4(g)} + H_2O_{(g)}$$

تحليلُ السؤال :- المطلوب حساب ثابت الاتزان للمواد في التفاعل المتزن و المعطي أعداد مولات لهذه المولات

بإستخدام قانون المولارية نحسب تركيز المواد جميعها :-

$M_{(CO)}=n/V \Rightarrow M_{(CO)}=0.6/2=0.3M = [CO]$

$M_{(H2)}=n/V \Rightarrow M_{(H2)}=0.2/2=0.1M=[H_2]$

$M_{(CH4)}=n/V \Rightarrow M_{(CH4)}=0.12/2=0.6M = [CH_4]$

$M_{(H2O)}=n/V \Rightarrow M_{(H2O)}=0.04/2=0.02M = [H_2O]$

$$Kc = \frac{[CH_4]\,[H_2O]}{[CO]\,[H_2]^3} \Rightarrow \frac{0.06 \times 0.02}{0.3 \times (0.1)^3} = 4$$

مثال (2) :-

$$2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$$

$[HI] = n/V = 4/5 = 0.8\ M$

$[I_2] = n/V = 0.442/5 = 0.0884\ M$

$$2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$$

التراكيز عند بداية التفاعُل:	0.8 M	0	0
التغيُّرات التي تطرأ على التراكيز :	-2X	+X	+X
التراكيز عند الاتّزان :	(0.8-2X)	(X)	(0.0884)

يتضح من المعادلة أن : $[H_2] = [I_2] = 0.0884\ M$

$[HI] = 0.8-2x = 0.8 - 0.1768 = 0.623$

نحسب ثابت الاتزان كما يلي :-

$$Kc = \frac{[H_2]\,[I_2]}{[HI]^2} \Rightarrow \frac{0.0884 \times 0.0884}{(0.623)^2} = 0.02$$

المثال (3) :- حساب ثابت الاتزان باستخدام الضغوط الجزيئية :-

$P_{(NO)} = 0.05$ atm , $P_{(Cl2)} = 0.3$ atm , $P_{(NOCl)} = 1.2$ atm

للتفاعل الاتي :- $2NO_{(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2NOCl_{(g)}$

$$K_p = \frac{(P_{NOCl})^2}{(P_{NO})^2(P_{Cl})} = \frac{(1.2)}{(0.05)^2\,(0.3)} = \frac{1.44}{0.00075} = 1920$$

أتحقق صـــ 65 :-

$$COCl_2(g) \rightleftharpoons CO_{(g)} + Cl_{2(g)}$$

$[CO] = [Cl_2] = n/V = 0.071/0.4 = 0.178$ M

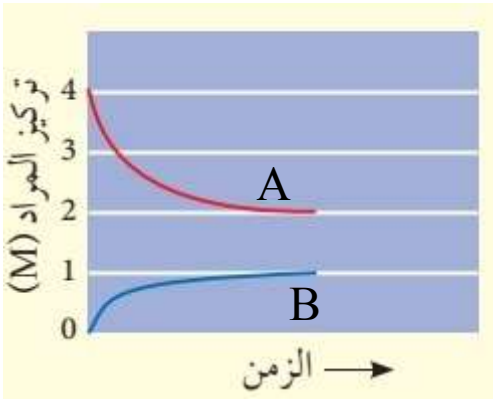
$[COCl_2] = n/V = 3/0.4 = 7.5$ M

$$Kc = \frac{[CO]\,[Cl_2]}{[COCl_2]} \Rightarrow \frac{0.178 \times 0.178}{(7.5)} = 0.0042$$

أفكر صـــ 65 :-

$A \rightleftharpoons B$

$$Kc = \frac{[B]}{[A]}$$

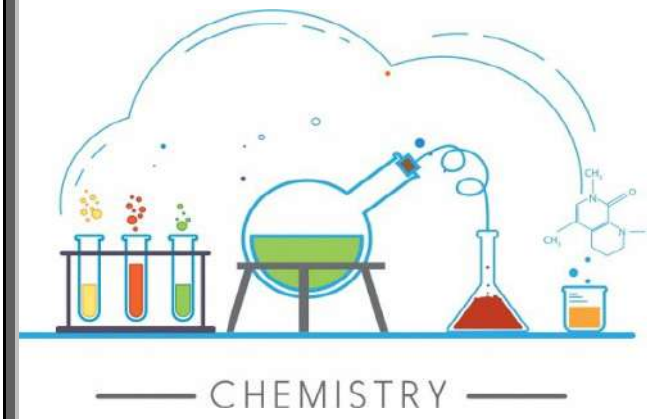


تراكيز المواد عند الاتزان كالتالي :-

$[B] = 1$, $[A] = 2$

$$Kc = \frac{1}{2} = 0.5$$

حســـابُ تراكيز المواد عند الاتّزان



يرافقُ حدوث التفاعُلاتِ الكيميائية تغيُّرات في تراكيز المواد المُتفاعلة والناتجة إلى حينِ وصول التفاعُلِ إلى حالة الاتّزان

- ويمكنُ حساب تراكيز المواد في التفاعُلِ عند الاتّزان باستخدام ثابت الاتزان .

مثال(1) :- $CO_{(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + H_{2(g)}$

الحل :- نحسب التراكيز الابتدائية لكل غاز

$[CO]_\circ = [H_2O]_\circ = [CO_2]_\circ = [H_2]_\circ = n/V = 1M$

وهذا يعني أنه عندما ينقص تركيز CO بمقدار X ، فإنّ تركيز H_2O ينقص بمقدار X وتزداد تراكيز المواد الناتجة بالمقدار X نفسه .

	$CO_{(g)}$	$H_2O_{(g)}$	$\rightleftharpoons$	$CO_{2(g)}$	$H_{2(g)}$
التراكيز عند بداية التفاعُل:	1M	1M		1M	1M
التغيُّرات التي تطرأ على التراكيز :	-X	-X		+X	+X
التراكيز عند الاتّزان :	(1-X)	(1-X)		(1+X)	(1+X)

$$Kc = 5.1 = \frac{(1+x)(1+x)}{(1-x)(1-x)} = \frac{(1+x)^2}{(1-x)^2}$$

وبأخذ جذر الطرفين نحصل على ما يلي : $\sqrt{5.1} = 2.26$

و بالتالي :- $2.26(1-x) = 1 + x$

$x = 0.387$

نحصل على تراكيز الغازات عند الاتّزان بتعويض قيمة X كما يأتي :

$[CO] = [H2O] = 1 - x = 1 - 0.387 = 0.613\ M$

$[CO2] = [H2] = 1 + x = 1 + 0.387 = 1.387\ M$

مثال(2) :-

$$H_{2\,(g)} + I_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$$

نحسب التركيز الابتدائي لكل غاز :-

$[H_2]_\circ = n/V = 1/1 = 1M$

$[I_2]_\circ = n/V = 2/1 = 2M$

نُنظّم التغيُّرات التي تطرأ على تراكيز المواد على النحو الآتي :-

$$H_{2\,(g)} + I_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$$

التراكيز عند بداية التفاعُل:	1M	2M	0
التغيُّرات التي تطرأ على التراكيز :	-X	-X	+2X
التراكيز عند الاتّزان :	(1-X)	(2-X)	(2X)

أطبق قانون ثابت الاتّزان:

$$Kc = \frac{[HI]^2}{([H_2]\,[I_2])}$$

$$Kc = \frac{(2x)^2}{(1 - x)\,(2 - x)} =$$

$(1 - x)\,(2 - x) = 4X^2/50 = 0.08\,X^2$

$X^2 - 3X + 2 = 0.08X^2$

$0.92X^2 - 3X + 2 = 0$

نجد أنّ X لها قيمتين :- $x = 2.32\ ,\ x = 0.935$

فتكون القيمة المقبولة : $x = 0.935$

وبهذا تكون تراكيز الغازات عند الاتّزان كما يأتي :

$[H_2] = 1 - 0.935 = 0.065\ M$

$[I_2] = 2 - 0.935 = 1.065\ M$

$[HI] = 2x = 2 \times 0.935 = 1.87\ M$

أتحقق صـــــ 69 :- 1- نحسب التراكيز الابتدائية للمواد جميعها :-

$[PCl_5]_\circ = n/V = 1/2 = 0.5\ M$

$PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$

التراكيز عند بداية التفاعُل:	0.5M	0M	0M
التغيُّرات التي تطرأ على التراكيز :	-X	+X	+X
التراكيز عند الاتّزان :	(0.5-X)	(X)	(X)

$$Kc = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]}$$

$$5 = \frac{(x)^2}{(0.5 - x)}$$

$$5\ (0.5 - x) = (x)^2$$

و بالتالي :-

$$+x^2 + 5x + 2.5 = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

فتكون قيمة X تساوي :- $x_2 = +0.45$

القيمة المقبولة للتركيز:-

$[PCl_5] = 0.5 - X = 0.5 - (0.45) = 0.05\ M$

$[PCl_3] = (X) = 0.45\ M$

$[Cl_2] = (X) = 0.45\ M$

2- نحسب التراكيز الابتدائية للمواد جميعها :-

$[H_2]_\circ = n/V = 3/3 = 1\ M$

$[F_2]_\circ = n/V = 6/3 = 2\ M$

نُنظّم التغيُّرات التي تطرأ على تراكيز المواد على النحو الآتي :-

$$H_{2(g)} + F_{2(g)} \rightleftharpoons 2HF_{(g)}$$

التراكيز عند بداية التفاعُل:	1M	2M	0
التغيُّرات التي تطرأ على التراكيز :	-X	-X	+2X
التراكيز عند الاتّزان :	(1-X)	(2-X)	(2X)

أطبق قانون ثابت الاتّزان:

$$Kc = \frac{[HF]^2}{([H_2]\,[F_2])}$$

$$Kc = \frac{(2x)^2}{(1 - x)\,(2 - x)} =$$

$$(1 - x)\,(2 - x) = 4X^2/115 = 0.034\ X^2$$

$$X^2 - 3X + 2 = 0.034X^2$$

$$0.97X^2 - 3X + 2 = 0$$

نجد أنّ X لها قيمتين :- $x = 2.12\ ,\ x = 0.97$

فتكون القيمة المقبولة : $x = 0.97$

وبهذا تكون تراكيز الغازات عند الاتّزان كما يأتي :

$[H_2] = 1 - 0.97 = 0.03\ M$

$[F_2] = 2 - 0.935 = 1.03\ M$

$[HF] = 2x = 2 \times 0.96 = 1.92\ M$

ثابت الاتّزان لمحاليل الحموض الضعيفة

تتأيَّن الحموض الضعيفة Weak Acids جزئيا في الماء منتجة أيون الهيدروجين H + وأيونا آخر سالبا، فإذا رمزنا للحمض الضعيف بشكل عامّ ب HA

$$HA_{(aq)}+H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + A^-_{(aq)}$$

ونظرا لصغرِ حجم أيونِ الهيدروجين وكثافة الشحنة الموجبة عليه ؛ فإنّه يصعب أن يتواجد منفردا في المحلول فيرتبط بجزيء الماء مكونا ما يُسمى أيون الهيدرونيوم (H_3O^+) وتكتب :-

$$HA_{(aq)}+H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + A^-_{(aq)}$$

$$Kc = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA][H_2O]}$$

ونظرا لأن تركيز الماء يبقى ثابتا في المحلول؛ فإنّه يُدمَجُ في ثابت الاتّزان ليُنتج ثابتا جديدا يسمى ثابت تأيُّن الحمض

$$Kc\,[H_2O] = Ka = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]}$$

Ka : ثابت تأين الحمض ، حيث يرمز حرف (a) إلى acid

Acid Dissociation Constant **Ka**

وقد وجد عمليا؛ أن تركيز الهيدرونيوم $[H_3O^+]$ في المحلول يكون مساويا لتركيز الأيون السالب $[A^-]$ ، ويمكن التعبير عن ثابت تأيُّن الحمض كما يأتي:

ثابت تأيُّن الحمض

$$Ka = \frac{[H_3O^+]^2}{[HA]}$$

مثال :- $HF_{(aq)}+H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + F^-_{(aq)}$

ويُعبّر عن ثابت تأيُّن الحمض HF كما يأتي :

$$Ka = \frac{[F^-]\,[H_3O^+]}{[HF]}$$

ثابت تأين الحمض :- 1- تتفاوت قدرة الحموض الضعيفة على التأيُّن

2- يعد ثابت التأين مقيا سا كميا لمدى تأيُّنها

3- مقياس لقدرة الحمض على تكوين أيون الهيدرونيوم H_3O^+

4- يُستفاد من ثابت تأيُّن الحمض في مقارنة قوة الحموض وقدرتها على التأيُّن

5- حساب تركيز أيون الهيدرونيوم H_3O^+ وحساب الرقم الهيدروجيني pH للمحلول

أتحقق صـــ71 :-

-1

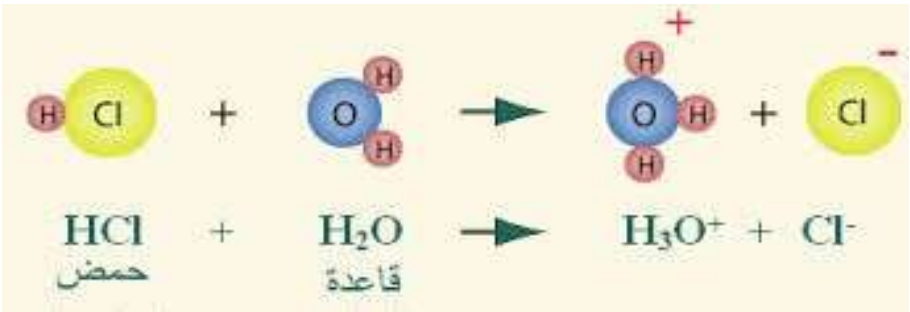
$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

$$HCN_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CN^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

-2

$$Ka = \frac{[CH_3COO^-]\,[H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$$

$$Ka = \frac{[CN^-]\,[H_3O^+]}{[HCN]}$$



ثـــابت الاتّزان لمحاليل القواعد الضعيفة

تتأيّن القواعد الضعيفة Weak Bases في الماء جُزئيا وينتج عن ذلك أيون الهيدروكسيد (OH^-) وأيون آخر موجب

مثال :- تأين الامونيا في الماء

$$NH_{3\,(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

تكون تراكيز الأيونات الناتجة (OH^-, NH_4^+) وجزيئات القاعدة غير المتأيِّنة NH_3 في حالة اتّزان ويُعبّر عن ثابت الاتّزان كما في المعادلة الآتية

يمكن التعبير عن ثابت الاتزان للقاعدة الضعيفة بالعلاقة :

$$Kc = \frac{[OH^-][NH_4^+]}{[NH_3][H_2O]}$$

ونظرا لأن تركيز الماء يبقى ثابتا في المحلول؛ فإنّه يُدمَجُ في ثابت الاتّزان ليُنتج ثابتا جديدا يسمى ثابت تأيُّن القاعدة :-

$$Kb = \frac{[OH^-][NH_4^+]}{[NH_3]}$$

Kb : ثابت تأين القاعدة ، حيث يرمز حرف (b) إلى bases

Base Dissociation Constant **Kb**

ثابت تأين القاعدة : 1- يُعدُّ ثابت تأيُّن القاعدة مقياسا كمِّيا لمدى تأيُّن القاعدة الضعيفة .

2- مقياس لقدرة القاعدة على تكوين أيونات الهيدروكسيد OH^-

3- هو ثابت اتزان يربط بين تركيز القاعدة و تراكيز الأيونات الناتجة

4- يستخدمُ ثابت تأيُّن القاعدة في مقارنةِ قوة القواعد وقدرتها على التأين .

5- حساب تركيز أيون الهيدروكسيد OH^- وحساب الرقم الهيدروجيني pH للمحلول

أتحقق صـــــ73 :- 1-

$$N_2H_{4\,(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons N_2H_5^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

$$CH_3CH_2NH_{2\,(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3CH_2NH_3^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

-2

$$Kb = \frac{[OH^-][N_2H_5^+]}{[N_2H_4]}$$

$$Kb = \frac{[OH^-][CH_3CH_2NH_3^+]}{[CH_3CH_2NH_2]}$$

مـــــراجعة الدرس

-1

هو تعبير يعبر عن العلاقة بين تراكيز المواد الناتجة و المواد المتفاعلة عند حالة الاتزان للتفاعل الكيميائي .

2- التعاريف وردت خلال الدرس

-3

$$4NH_{3(g)} + 5O_{2(g)} \rightleftharpoons 4NO_{(g)} + 6H_2O_{(aq)} \qquad Kc = \frac{[NO]^4[H_2O]^6}{[NH_3]^4[O_2]^5}$$

$$BaSO_{4(s)} \rightleftharpoons Ba^{+2}{}_{(aq)} + SO_4^{-2}{}_{(aq)}$$

$$Kc = [Ba^{+2}]\,[SO_4^{-2}]$$

$$Zn_{(s)} + Cu^{+2}_{(aq)} \rightleftharpoons Zn^{+2}_{(aq)} + Cu_{(s)} \qquad Kc = \frac{[Zn^{+2}]}{[Cu^{+2}]}$$

$$CH_3NH_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3NH_3^{+}{}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$$

$$Kb = \frac{[OH^-]\,[CH_3NH_3^+]}{[CH_3NH_2]}$$

$$HClO_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons ClO^{-}_{(aq)} + H_3O^{+}_{(aq)}$$

$$Ka = \frac{[ClO^-]\,[H_3O^+]}{[HClO]}$$

4- بإستخدام قانون المولارية نحسب تركيز المواد جميعها :-

$$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$$

$M_{(N2O4)}$=n/ V ⇒ $M_{(N2O4)}$=0.65/ 0.5 = 1.3M =[N_2O_4]

$M_{(NO2)}$=n/ V ⇒ $M_{(NO2)}$=0.5/ 0.5 = 1M

$$Kc = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} \Rightarrow \frac{(1)^2}{1.3} = 0.77$$

5- نحسب التراكيز الابتدائية للمواد جميعها :-

$[N_2]_\circ = [O_2]_\circ$= n/$V$= 2/1=2 M

نُنظّم التغيُّرات التي تطرأ على تراكيز المواد على النحو الآتي :-

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$$

التراكيز عند بداية التفاعُل:	2M	2M	0
التغيُّرات التي تطرأ على التراكيز :	-X	-X	+2X
التراكيز عند الاتّزان :	(2-X)	(2-X)	(2X)

أطبق قانون ثابت الاتّزان:

$$Kc = \frac{[NO]^2}{([N_2]\,[O_2])}$$

$$1\times10^{-5} = \frac{(2x)^2}{(2-x)\,(2-x)} \quad =$$

وبأخذ جذر الطرفين أحصل على ما يلي:

$$0.003 = \frac{2X}{2-X}$$

$$0.006-0.003X = 2X$$

$$2.003X = 0.006 \Rightarrow X = 0.003$$

وبهذا تكون تراكيز الغازات عند الاتّزان كما يأتي :

$[N_2] = [O_2] = 2 - 0.003 = 1.997\ M$

$[NO] = 2x = 2 \times 0.003 = 0.006\ M$

مـــــراجعة الـــوحدة

1- التعاريف وردت خلال الدرس

2- تفاعُل ثأني أكسيد الكبريت SO_2 مع الكلور Cl_2 :-

$$SO_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons SO_2Cl_{2(g)} + Heat$$

أ- زيادة تركيز Cl_2 في المحلول

- يختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتّزان وإزاحته جهة اليمين التي تُقلّل من أثر هذه الزيادة بالتالي تزداد سرعة التفاعل الأمامي و ويتكون كميات جديدة من SO_2Cl_2 ويزدادُ تركيزُه

ب- سحب SO_2Cl_2 من الوعاء

- يختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتّزان وإزاحته جهة اليمين التي تُقلّل من أثر هذا النقصان بالتالي تزداد سرعة التفاعل الأمامي

ج- تقليلُ كمية SO_2 في وعاء التفاعُل

يختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتّزان وإزاحته جهة اليسار التي تُقلّل من أثر هذا النقصان بالتالي تزداد سرعة التفاعل العكسي .

3- أ- $C_2H_{4(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons C_2H_5OH_{(g)} \quad \Delta H = -46\ kJ$

التفاعل طارد للحرارة لان قيمة ΔH سالبة وعند خفض درجة الحرارة يعدل الاتزان نفسه فيتجه باتجاه اليمين ليزيد من الحرارة ، أي يزاح موضع الاتزان نحو الاتجاه الأمامي .

ب- $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} \quad \Delta H = +90\ kJ$

التفاعل ماص للحرارة لان قيمة ΔH موجبة وعند خفض درجة الحرارة يعدل الاتزان نفسه فيتجه باتجاه اليسار ليزيد من الحرارة ، أي يزاح موضع الاتزان نحو الاتجاه العكسي .

4- زيادة الضغط يدفع الاتزان نحو الحجم الأقل (عدد مولات أقل)

أ- $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$

زيادة الضغط يدفع الاتزان نحو المتفاعلات لان عدد مولاتها أقل

ب- $3H_{2\ (g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

زيادة الضغط يدفع الاتزان نحو النواتج لان عدد مولاتها أقل

ج- $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2\ (g)}$

زيادة الضغط يدفع الاتزان نحو المتفاعلات لان عدد مولاتها أقل

د- $CH_{4(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + 3H_{2(aq)}$

زيادة الضغط يدفع الاتزان نحو المتفاعلات لان عدد مولاتها أقل

5-

أ- $SO_2Cl_{2(g)} \rightleftharpoons SO_{2(g)} + Cl_{2(g)}$

بما أن ضغط الغاز يتناسب عكسيا مع حجم الوعاء فإن تقليل حجم الوعاء يؤدي الى زيادة الضغط و زيادة الضغط تدفع موضع الاتزان نحو عدد مولات أقل ، أي بالاتجاه العكسي لليسار

ب- $CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_3OH_{(g)}$

و زيادة الضغط تدفع موضع الاتزان نحو عدد مولات أقل ، أي بالاتجاه الأمامي لليمين

ج- $PCl_{3(g)} + 3NH_{3(g)} \rightleftharpoons P(NH_2)_{3(g)} + 3HCl_{(g)}$

تقليل حجم الوعاء لا تؤثر في موضع الاتزان لان عدد مولات المتفاعلات = عدد مولات النواتج

6- أ) $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

$$Kc = [CO_2]$$

ب) $2N_2O_{5(g)} \rightleftharpoons 2N_2O_{4(g)} + O_{2(g)}$

$$Kc = \frac{[N_2O_4]^2[O_2]}{[N_2O_5]^2}$$

ج)

$$[Cu(H_2O)_4]^{2+}_{(aq)} + 4NH_{3(aq)} \rightleftharpoons [Cu(NH_3)_4]^{2+}_{(aq)} + 4H_2O_{(l)}$$

$$Kc = \frac{[[Cu(NH_3)_4]^{2+}]}{[NH_3]^4\,[[Cu(H_2O)_4]^{2+}]}$$

د)

$$HNO_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NO_2^-{}_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

$$Ka = \frac{[NO_2^-]\,[H_3O^+]}{[HNO_2]}$$

هـ)

$$C_5H_5N_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_5H_5NH^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$$Kb = \frac{[OH^-]\,[\,C_5H_5NH^+]}{[C_5H_5N]}$$

7- أ) $CO_{(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + H_{2(g)}$

لان الضغط يتأثر بعدد المولات وفي هذا التفاعل عدد مولات المواد المتفاعلة يساوي عدد مولات المواد الناتجة

ب- في التفاعل $FeSCN^{2+}_{(aq)} \rightleftharpoons Fe^{+3}_{(aq)} + SCN^{-}_{(aq)}$

عند ترسيب أيونات الحديد يختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتّزان وإزاحته جهة اليمين(النواتج) التي تُقلّل من أثر هذا النقصان بالتالي تزداد سرعة التفاعل الأمامي و يزداد تركيز SCN^-

8) عند ارتفاع درجة الحرارة تقل قيمة ثابت الاتزان حيث أن التفاعل يتجه نحو اليسار فيقل تركيز النواتج و بالتالي تقل قيمة ثابت الاتزان اذا التفاعل طارد للحرارة

9) أ) $3H_{2\,(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

$$Kc = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} \Rightarrow \frac{(0.15)^2}{(0.575)^3(0.425)} = 0.278$$

ب- قيم ثابت الاتزان تختلف عن الجدول (1) بسبب اختلاف درجة الحرارة ، بما ان تفاعل انتاج الأمونيا تفاعل طارد للطاقة فإن خفض درجة الحرارة يعمل على ازاحة التفاعل نحو اليمين وانتاج المزيد من الأمونيا .أي يدفع موضع الاتزان نحو المواد الناتجة مما يزيد من تركيزها

10) $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$

$$Kc = 4 \times 10^{13}$$

عند الاتزان تثبت تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة و سرعة التفاعل الامامي تساوي سرعة التفاعل العكسي

و يتوقع وجود تراكيز المواد الناتجة (NO_2) بشكل أكبر عند الاتزان لان ثابت الاتزان كبير جدا

ب- $[NO] = [O_2] = 2 \times 10^{-6}\ M$

$$4 \times 10^{13} = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2[O_2]} \Rightarrow \frac{[NO_2]^2}{(2 \times 10^{-6})^2(2 \times 10^{-6})} = 0.018$$

11) $NO_{2(g)} + SO_{2(g)} \rightleftharpoons NO_{(g)} + SO_{3(g)}$

تراكيز المواد الابتدائية جميعها متساوية أي أن :-

$$[NO]_\circ = [SO_3]_\circ = [SO_2]_\circ = [NO_2]_\circ = 0.8/1 = 0.8\ M$$

وهذا يعني أنه عندما ينقص تركيز NO_2 بمقدار X ، فإنّ تركيز SO_2 ينقص بمقدار X وتزداد تراكيز المواد الناتجة بالمقدار X نفسه .

$$NO_{2(g)} + SO_{2(g)} \rightleftharpoons NO_{(g)} + SO_{3(g)}$$

التراكيز عند بداية التفاعُل:	0.8M	0.8M	0.8M	0.8M
التغيُّرات التي تطرأ على التراكيز :	-X	-X	+X	+X
التراكيز عند الاتّزان :	(0.8-X)	(0.8-X)	(0.8+X)	(0.8+X)

$$Kc = 3.75 = \frac{(0.8 + x)(0.8 + x)}{(0.8 - x)(0.8 - x)} = \frac{(0.8 + x)^2}{(0.8 - x)^2}$$

وبأخذ جذر الطرفين نحصل على ما يلي : $\sqrt{3.75} = 1.94$

و بالتالي :- $1.94(0.8 - x) = 0.8 + x$

$$x = 0.256$$

نحصل على تراكيز الغازات عند الاتّزان بتعويض قيمة X كما يأتي :

$[NO_2] = [SO_2] = 0.8 - x = 0.8 - 0.256 = 0.544\ M$

$[NO] = [SO_3] = 0.8 + x = 0.8 + 0.256 = 1.056\ M$

12) نحسب التركيز الابتدائي لبروميد اليود :-

$[IBr]_\circ = n/V = 0.1/1 = 0.1\ M$

$$2IBr_{(g)} \rightleftharpoons I_{2(g)} + Br_{2(g)}$$

التراكيز عند بداية التفاعُل:	0.1M	0	0
التغيُّرات التي تطرأ على التراكيز :	-2X	+X	+X
التراكيز عند الاتّزان :	(0.1-2X)	(+X)	(+X)

أطبق قانون ثابت الاتّزان:

$$Kc = \frac{[I_2][Br_2]}{[IBr]^2}$$

$$0.026 = \frac{(x)^2}{(0.1-2X)} =$$

$$(0.1-2X) = X^2/0.026 = 0.0026-0.052X = X^2$$

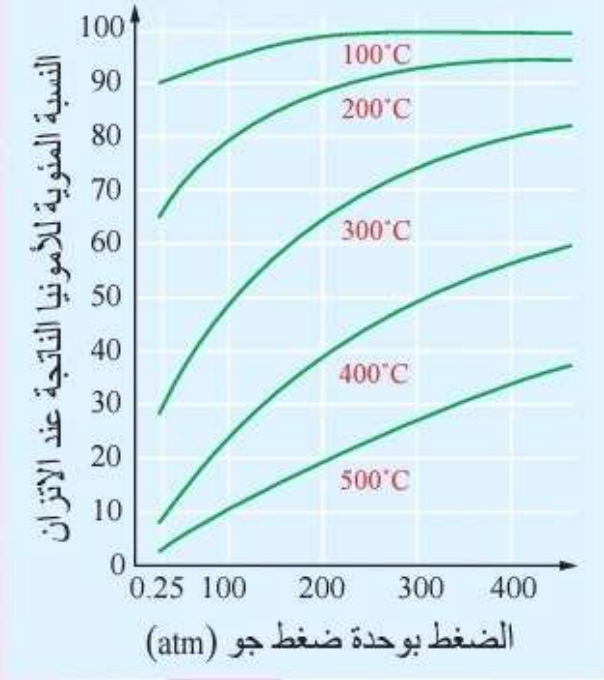
فتكون قيمة X تساوي :- $x_1 = +0.031$, $x_2 = -0.018$

القيمة المقبولة للتركيز:- $x_1 = +0.031$

$$[IBr] = 0.1-2X = 0.1 - (2\times 0.031) = 0.038\ M$$

$$[I_2]=[Br_2]= +0.031M$$

13) $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ $\Delta H = -92$ kJ



أ) تفاعل انتاج الأمونيا طارد للحرارة لان المحتوى الحراري للتفاعل اشارته سالبة و بالتالي حسب مبدأ لوتشاتلييه فان زيادة درجة الحرارة تدفع التفاعل نحو اليسار لتخفيف أثر الزيادة في درجة الحرارة فيزيد من تركيز المواد المتفاعلة وتقل نسبة الأمونيا الناتجة

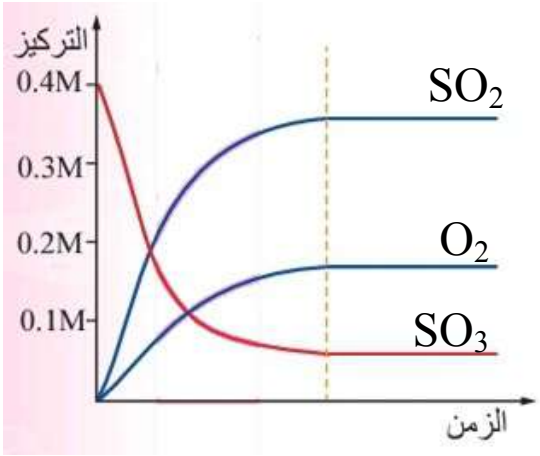
ب) زيادة الضغط تؤدي الى انزياح موضع الاتزان نحو عدد المولات الأقل أي بإتجاه النواتج أي التفاعل الأمامي فيزيد من نسبة الأمونيا الناتجة .

ج)

ثابت الاتزان باستخدام تراكيز المواد $K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2]\ [H_2]^3}$

باستخدام الضغوط الجزئية للغازات. $K_p = \frac{(P_{NH_3})^2}{(P_{N_2})\ (P_{H_2})^3}$

14) أ – المنحنى الأحمر لمواد متفاعلة والمنحنى الازرق لمواد ناتجة



ب- $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)}+O_{2(g)}$

من المنحنى نجد أن تراكيز المواد عند الاتزان كما يلي

$[SO_2]=0.4\ M \qquad [O_2]=0.2\ M$

$[SO_3]=0.1\ M$

ج- $Kc = \dfrac{[SO_2]^2\,[O_2]}{[SO_3]^2} \Rightarrow \dfrac{0.2 \times (0.4)^2}{(0.1)^2} = 3.2$

-15

أ - هيدروكسي أباتيت

ب- تتآكلُ الأسنان وتصاب بالتسوس نتيجة ذوبان معدن هيدروكسي أباتيت المُكوّن للمينا كما في المعادلة الآتية :

$$Ca_5(PO_4)_3OH_{(s)} \rightleftharpoons 5Ca^{2+}_{(aq)} + 3PO_4^{3-}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

ج-

تُستخدم مُركّبات الفلور مثل فلوريد الصوديوم، وفلوريد الخارصين، وغيرها في صناعة معجون الأسنان

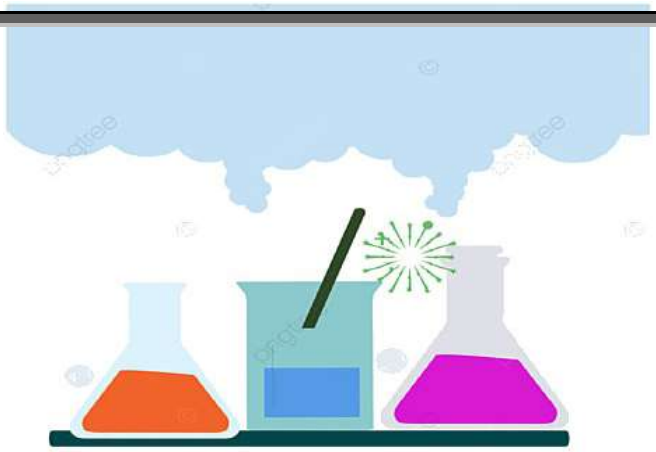
د- تُنتج أيوناتِ الفلوريد F^- التي تحلُّ محلّ أيون الهيدروكسيد (OH^-) في معدن الهيدروكسي أباتيت، وينتج معدن الفلورو أباتيت $Ca_5(PO_4)_3F$ ، ويدخلُ في تكوين مينا الأسنان.

(16

الفقرة	1	2	3	4	5
الجواب	ج	د	أ	ج	ب

الوحدة السادسة

المركبـــات الهيدروكربـــونية



المركبات الهيدروكربونية المشبعة

مقدمةٌ في الكيمياء العضوية

Introduction in **Organic Chemistry**

المركبات العضوية Organic Compounds

هي المُركّبات التي تتكوّن بشكل رئيس من الكربون باستثناء أكاسيد الكربون والكربيدات والكربونات ، و تعد من اكثر المواد انتشارا واستخداما في حياتنا اليومية .

توجد المركبات العضوية في العقاقير الطبية والاواني المنزلية والاكياس البلاستيكية والفحم والنفط حيث أطلق الكيميائيون على المُركّبات العضوية اسمَ مُركّبات الكربون

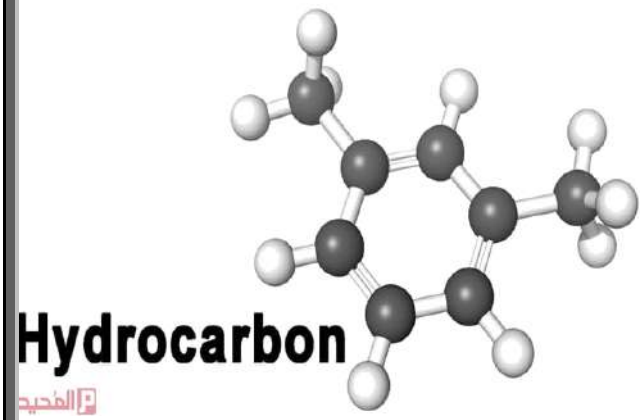
ما سبب تعدد أنواع مركبات الكربون ؟

بسبب قدرة ذرة الكربون على تكوين أربعة روابط تساهمية للوصول إلى حالة الاستقرار والتركيب الثماني مع نفسها أو غيرها من الذرات $_6C : 2.4$

وهذا يعطي ذرة الكربون خاصية مميزة وهي قدرتها على تكوين مُركّبات في صورة سلاسل مكونة من ذرتين إلى ملايين الذرات، أو في صورة حلَقات، قد تكون بسيطة أومُعقّدةَ التركيب.

صنّفَ الكيميائيون المُركّبات العضوية إلى نوعين هما المُركّباتُ العضوية الهيدروكربونية، ومشتقات المُركّبات الهيدروكربونية

المُركّبات الهيدروكربونية Hydrocarbons

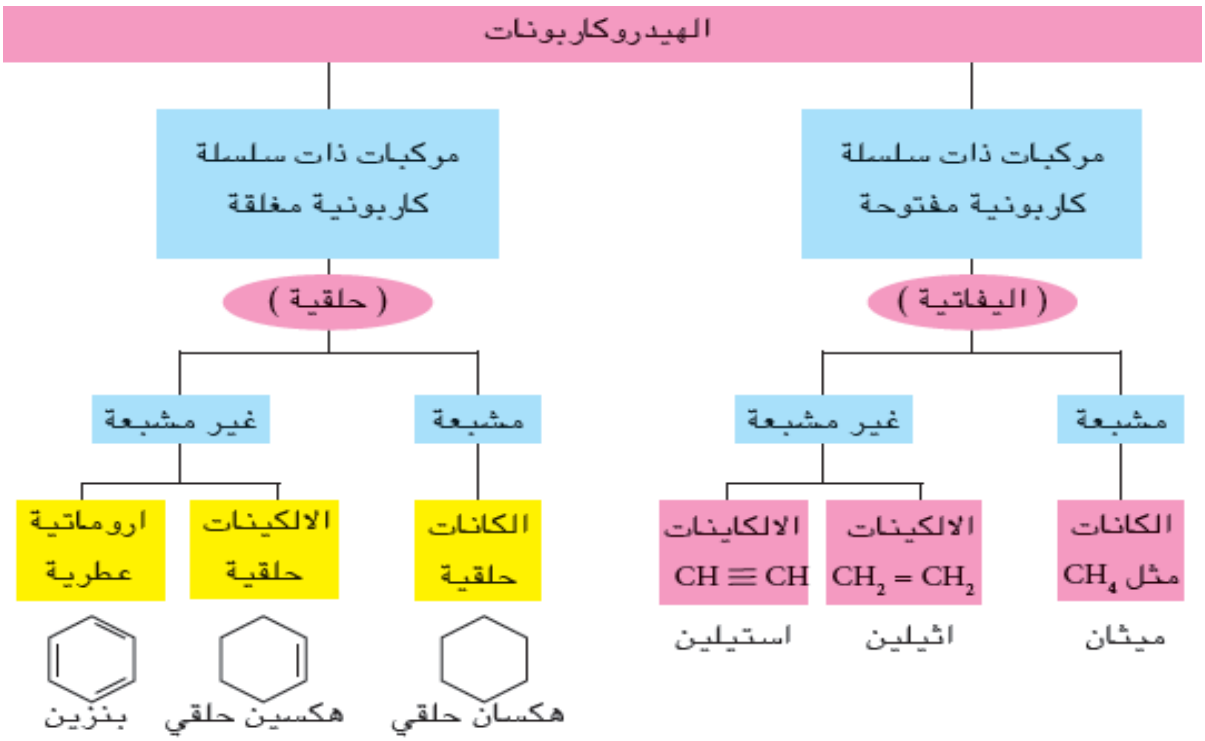


تتكوّنُ المُركبات الهيدروكربونية ، من عنصري الكربون والهيدروجين فقط؛ لذا فهي أبسط المُركّبات العضوية .

ترتبط ذرة الكربون بروابطَ تساهميـة أُحاديّة وقد

تكون تساهميّـة ثنائية أو ثلاثية مع ذرّةِ كربون أخرى .

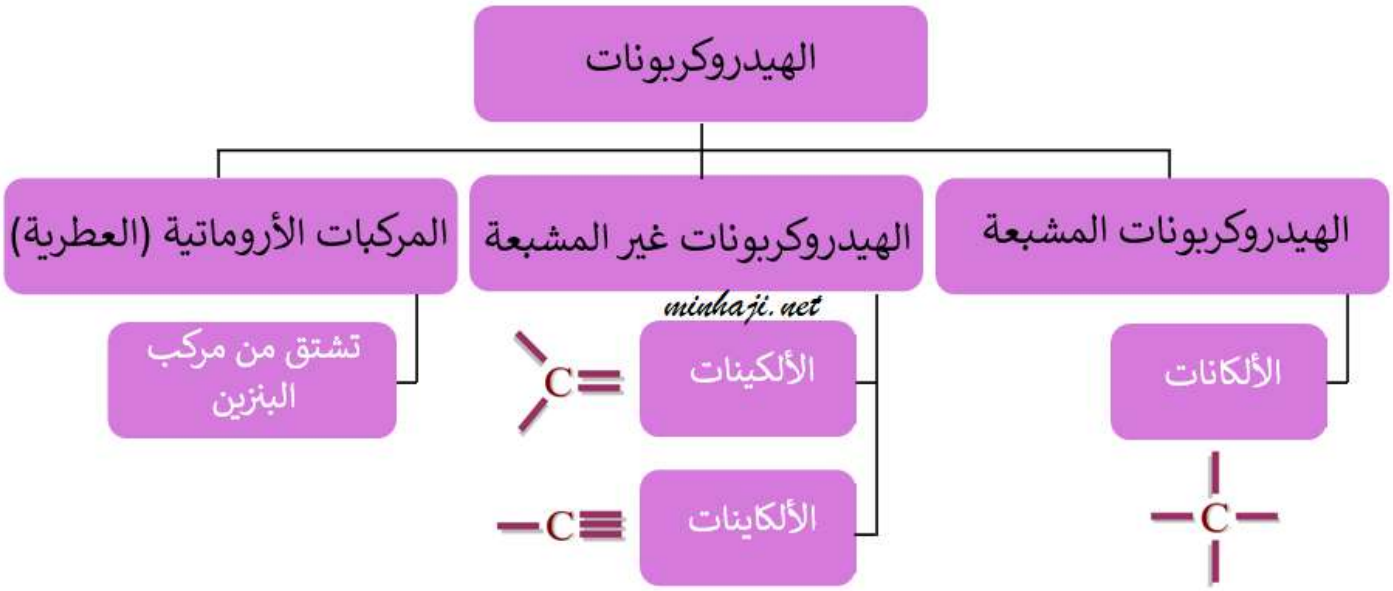
صنّفَ الكيميائيون المُركّباتِ الهيدروكربونية اعتمادا على طبيعة الروابط إلى قسمين هما :-



تصنف الهيدروكربونات حسب نوع الروابط الموجود فيها الى :-

1- **مشبعة** : جميع الروابط أحادية مثل الألكانات .

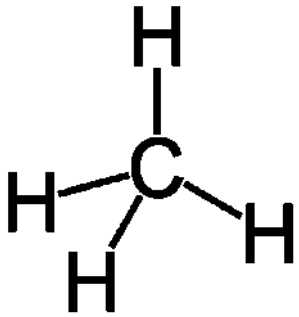
2- **غير مشبعة** : توجد رابطة ثنائية او ثلاثية مثل الإلكينات والألكاينات .



الالكانات :- alkanes

هي هيدروكربونات مشبعة تتكون من عنصري الكربون والهيدروجين فقط وجميع الروابط التي تكونها أحادية

مثال :- الميثان CH_4 وهو اصغر مركب هيدروكربوني ومن ابسط الالكانات حيث يتكون من اربعة ذرا ت هيدروجين وذرة كربون واحدة . $_1H:1$ $_6C:2,6$



ما عدد الروابط التي يمكن ان تتكون في ذرة الكربون والهيدروجين ؟

في الكربون اربعة روابط من نوع سيجما وفي الهيدروجين واحدة حيث تكون الرابطة تساهمية آحادية وتهجين ذرة الكربون فيه SP^3.

الصيغة العامة للالكانات :-

C_nH_{2n+2} حيث ان :- n : عدد ذرات الكربون

كل الكان تزيد صيغته الجزيئية عن الالكان الذي قبله بالمقطع CH_2ــ

يمثل الجدول أسماء مقاطع الالكانات الرئيسية :-

عدد ذرات الكربون	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
الاسم الاغريقي	ميث	ايث	بروب	بيون	بنت	هكس	هبت	اوكت	نون	ديك

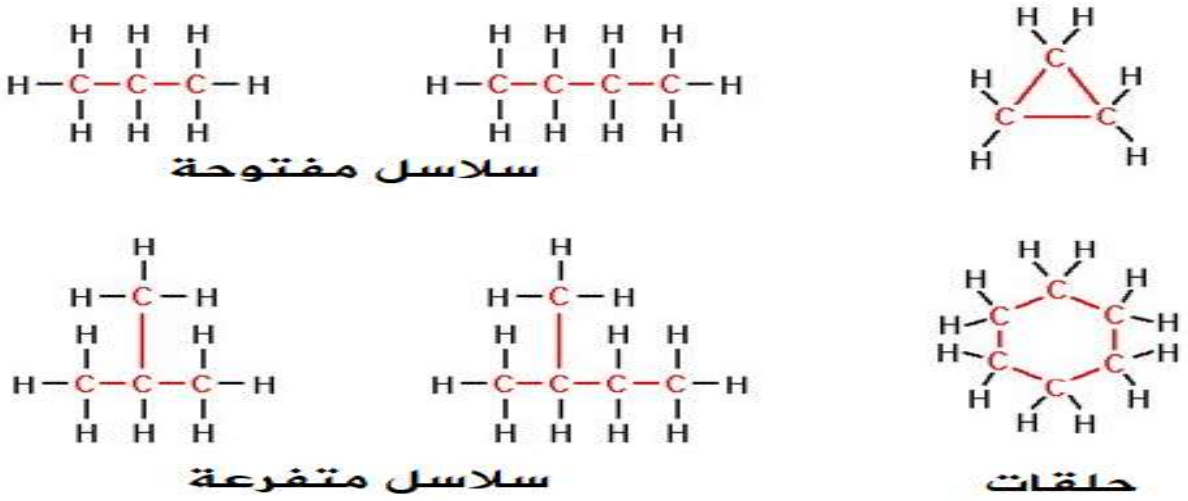
يتكون اسم الألكان من مقطعين الأول " الك " يدل على ذرات الكربون و المقطع الثاني " آن " يدل على اشباع المركب

الجدول يمثل أسماء الالكانات العشرة وصيغتها الجزيئية والبنائية :-

عدد ذرات الكربون	البادئة	اسم الألكان	الصيغة الجُزيئيّة	الصيغة البنائية
1	ميث	Methane ميثان	CH_4	CH_4
2	ايث	Ethane إيثان	C_2H_6	CH_3CH_3
3	بروب	Propane بروبان	C_3H_8	$CH_3CH_2CH_3$
4	بيوت	Butane بيوتان	C_4H_{10}	$CH_3CH_2CH_2CH_3$
5	بنت	Pentane بنتان	C_5H_{12}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$
6	هكس	Hexane هكسان	C_6H_{14}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
7	هبت	Heptane هبتان	C_7H_{16}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
8	أوكت	Octane أوكتان	C_8H_{18}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
9	نون	Nonane نونان	C_9H_{20}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2 CH_2CH_3$
10	ديك	Decane ديكان	$C_{10}H_{22}$	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$

الصيغة البنائية : هي تعبير تبين نوع الذرات المكونة للمركب عددها و ترتيبها الفراغي و كيفية توزيعها

مهم : توجد الألكانات على شكل سلالسل مستمرة (متصلة) أو متفرعة أو حلقية



وضع العلماء نظام تسميه خاص للمركبات العضوية المكتشفة أو المحضرة مخبريا بما يعرف بالأيوباك

استخدم قواعد نظام التسميه الايوباك

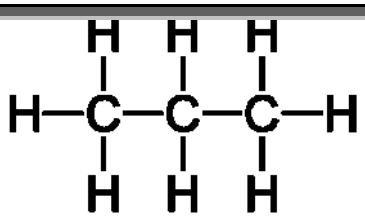
نظام الأيوباك (الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة و التطبيقية)

نظام خاص بتسمية المركبات العضوية تم اعتماده لتطور علم الكيمياء و ازدياد عدد مركباته

أختصار الأيوباك

IUPAC

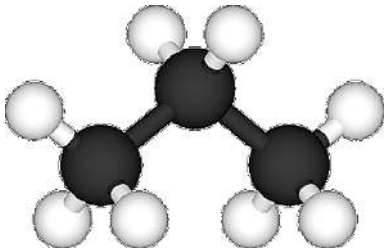
I nternational
U nion of
P ure and
A pplied
C hemistry



يكتب الكيميائيونَ المُركّباتِ العضوية، ومنها المركبات الهيدروكربونية بأكثر من صورة بِنائيّة

منها مايسمّى صيغة بنائيــة مختصرة كما في $CH_3CH_2CH_3$،
ويمكنُ أن تُكتب المُركّبات بصورة صيغة مُفصّلة؛حيثُ تظهر الروابط جميعها بين الذرات

وقد تُكتب المُركّبات بصورة هيكلّية حيث تُمثّل بداية السلسلة ونهايتها ذرة كربون مُتّصلة مع ثلاثِ ذرّاتِ هيدروجين CH_3، وكلُّ زاوية تُمثّل CH_2



أتحقق صـــ 86 :

1- الكان يحتوي 12 ذرة كربون : نطبق الصيغة العامة للالكانات

C_nH_{2n+2} أي انه $C_{12}H_{26}$

2- الكان يحتوي 24 ذرة هيدروجين $C_{11}H_{24}$

3- يسمى الالكان ب هكسان C_6H_{14}

تسمية الألكانات المتفرعة :-

تُسمّى التفرُّعات المتصلة بالسلسلة الأكثر طولا بمجموعات الألكيل ، لأنّها مشتقّة من الألكانات الأصليّة بحذف ذرة هيدروجين واحدة فتكون الصيغة العامة لها (C_nH_{2n+1})
وتُسمّى بتغيير المقطع (ان) من اسمِ الألكان إلى المقطع (يل)، ويُرمَز إليها بالرمز R

الصيغة البنائية للألكان	اسم الألكان	الصيغة البنائية للتفرع	الصيغة الجُزيئية للتفرع	أُسمَي التفرُّع
CH_4	ميثان	CH_3-	CH_3-	ميثيل methyl
CH_3CH_3	إيثان	CH_3CH_2-	C_2H_5-	إيثيل ethyl
$CH_3CH_2CH_3$	بروبان	$CH_3CH_2CH_2$-	C_3H_7-	بروبيل propyl

قواعد التسمية الأساسية لتسمية الألكانات حسب نظام ال IUPAC

1- أبحث عن أطول سلسلة كربونية (أكبر عدد من ذرات الكربون في المركب) ، مع التنبيه الى أنها قد لاتكون مكتوبة بطريقة مستقيمة و اعط الاسم المناسب لهذه السلسلة و هو اسم الالكان الذي يحتوي على هذا العدد من الذرات

2- لاحظ الفروع التي تتصل بالسلسلة الأم و ابتدء بترقيم السلسلة من الطرف الأقرب للتفرع

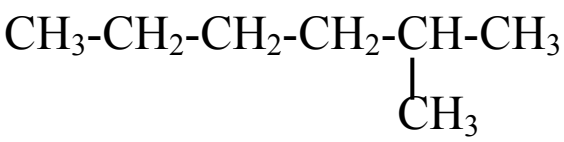
أ) اذا كانت الفروع مجموعات الألكيل (C_nH_{2n+1}) (مجموعة اسمها مشتق من الألكانات لنفس عدد الذرات ينقصها ذرة هيدروجين و يكون بتحويل (آن الى يل) ، تكتب مجموعات الألكيل مرتبة حسب الحروف الأبجدية

ب) ضع رقم كل فرع امامه و افصلهما بشرطة ، وضع الفروع بارقامها أمام الاسم الاساسي الذي اختير مع اعطاء كل مجموعة رقم في حال وجود أكثر من مجموعة

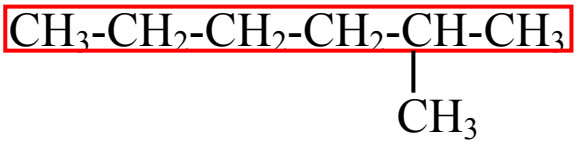
ج) إذا تكرر التفرع المتصل بالسلسلة فإننا نستخدم البادئات التالية (ثنائي ، ثلاثي ، رباعي) للدلالة على عدد المجموعات المتشابهة و كل تفرع يجب أن يسمى و يرقم قبل الاسم الأساسي

د) نسمي أطول سلسلة من ذرات الكربون في الألكان الذي يدل على عدد ذرات الكربون في السلسلة و يكون هذا الاسم هو اخر جزء في اسم الالكان و نكتبُ اسم المُركّب كاملا .

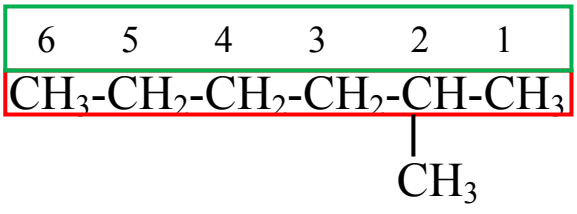
مثال : سمي المركب الاتي وفق نظام الايوباك



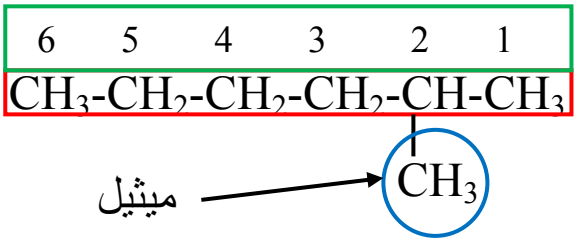
الحل : 1- نحدد أطول سلسلة مستمرة تحوي أكبر عدد من ذرات الكربون في المركب



2- نرقم ذرات الكربون في السلسلة بدأ بالطرف الأقرب الى أول تفرع



3- نسمي الفروع التي تتصل بأطول سلسلة و فق الاسس السابقة

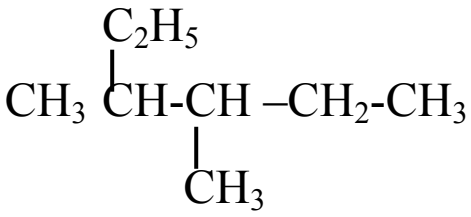


توجد مجموعة ميثيل واحدة على ذرة الكربون رقم (2) في السلسلة لذا تسمى 2- ميثيل

4- نسمي أطول سلسلة من ذرات الكربون في الألكان باضافة مقطع (ان) الى الاسم الاغريقي الذي يدل على عدد ذرات الكربون في السلسلة و بهذا يصبح اسم الالكان

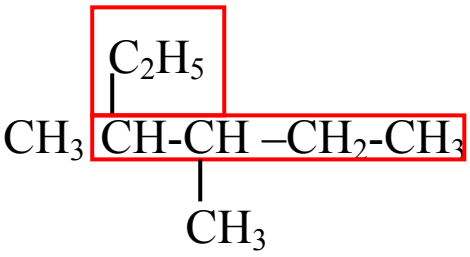
2- ميثيل هكسان

مثال : سمي المركب الاتي وفق نظام الايوباك

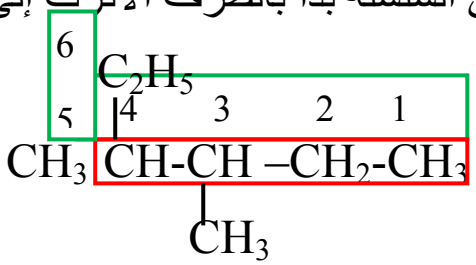


الحل :

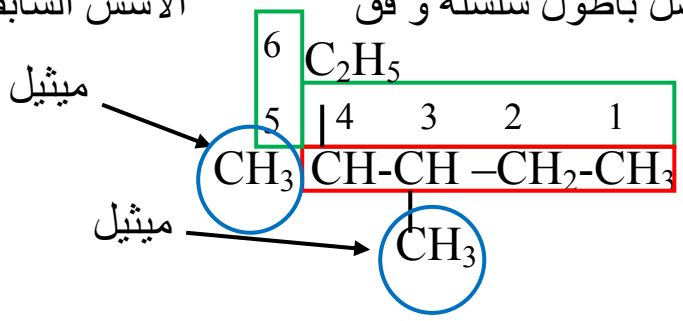
1- نحدد أطول سلسلة مستمرة تحوي أكبر عدد من ذرات الكربون في المركب



2- نرقم ذرات الكربون في السلسلة بدأ بالطرف الأقرب إلى أول تفرع



3- نسمي الفروع التي تتصل بأطول سلسلة و فق الاسس السابقة



توجد مجموعة ميثيل واحدة على ذرة الكربون رقم (3) و مجموعة ميثيل واحدة على ذرة الكربون رقم (4) في السلسلة لذا تسمى مع مراعاة الترتيب الابجدي 3، 4- ميثيل

4- نسمي أطول سلسلة من ذرات الكربون في الألكان باضافة مقطع (ان) الى الاسم الاغريقي الذي يدل على عدد ذرات الكربون في السلسلة و بهذا يصبح اسم الالكان

3، 4- ثنائي ميثيل هكسان

مثال : اكتبي الصيغة البنائية للمركب الاتي : 2،2، 4 – ثلاثي ميثيل بنتان

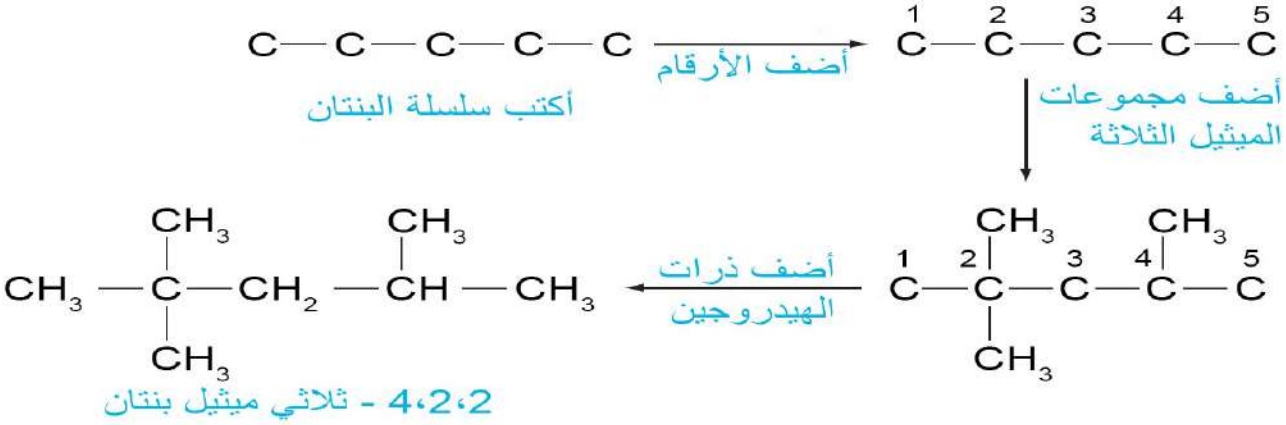
الحل : 1- نرسم سلسلة مكونة من عدد ذرات الكربون المطلوبة

2- نرقم ذرات الكربون في السلسلة

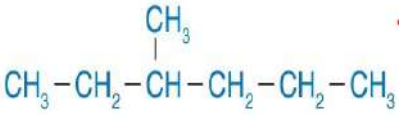
3- نضع مجموعات الألكيل على السلسلة على الذرات المحددة

4- تكون ذرة الكربون في الألكان روابط احادية من نوع سيجما لذا نكمل ما تبقى من الروابط بذرات هيدروجين

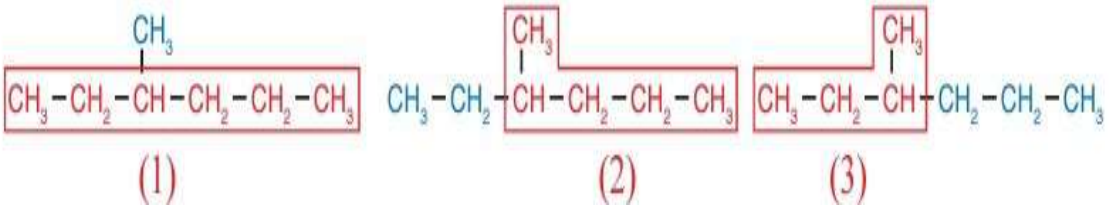
مثال : سمي المركب الاتي وفق نظام الايوباك



الحل :

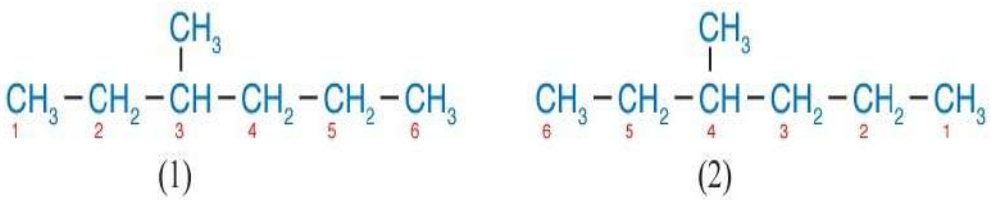


1- نحدد أطول سلسلة مستمرة تحوي أكبر عدد من ذرات الكربون في المركب

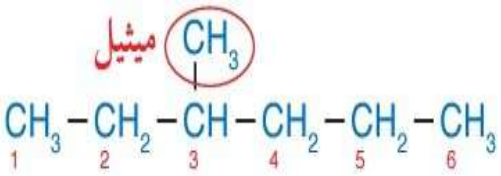


نختار الشكل (1) لانه يمثل أطول سلسلة

2- نرقم ذرات الكربون في السلسلة بدأ بالطرف الأقرب إلى أول تفرع



نختار الشكل (1) لانه الأقرب الى التفرع



3- نسمي الفروع التي تتصل بأطول سلسلة

توجد مجموعة ميثيل واحدة على ذرة الكربون رقم (3)

4- نسمي أطول سلسلة من ذرات الكربون في الألكان باضافة مقطع (ان) الى الاسم الاغريقي الذي يدل على عدد ذرات الكربون في السلسلة و بهذا يصبح اسم الالكان 3- ميثيل هكســـان

مثال : اكتبي الصيغة البنائية للمركب الاتي

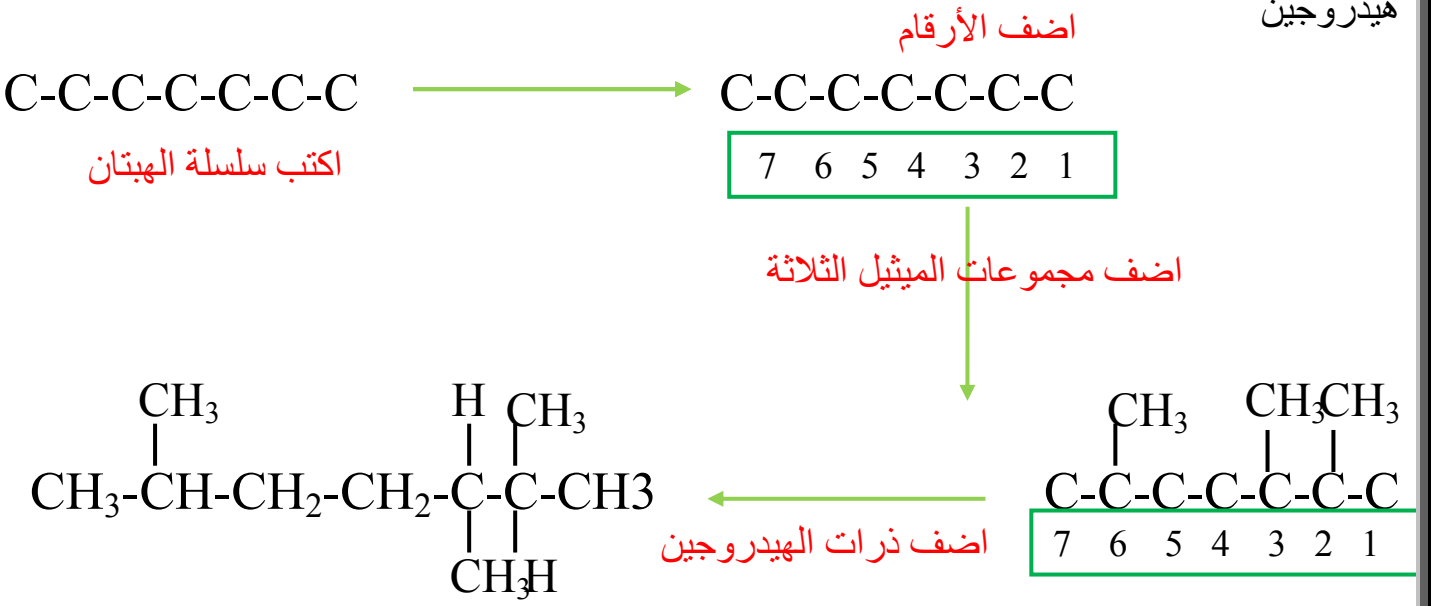
6،3،2 – ثلاثـــي ميثيل هبتـــان

الحل : 1- نرسم سلسلة مكونة من عدد ذرات الكربون المطلوبة

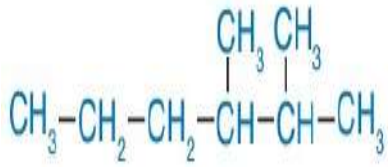
2- نرقم ذرات الكربون في السلسلة

3- نضع مجموعات الألكيل على السلسلة على الذرات المحددة

4- تكون ذرة الكربون في الألكان روابط احادية من نوع سيجما لذا نكمل ما تبقى من الروابط بذرات هيدروجين

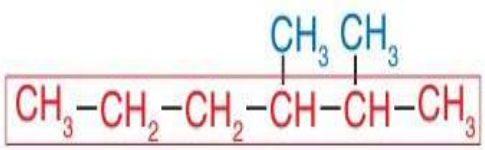


مثال : سمي المركب الاتي وفق نظام الايوباك



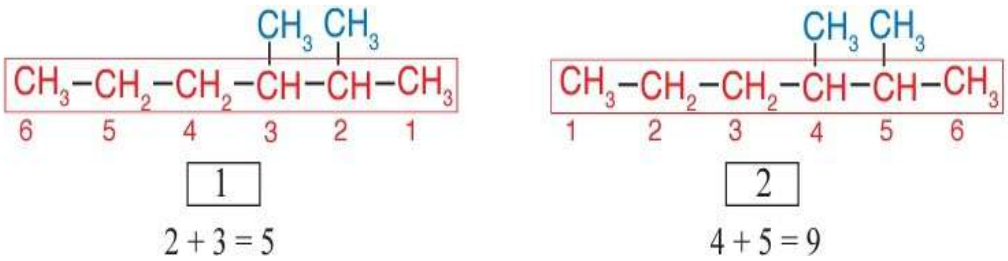
الحل :

1- نحدد أطول سلسلة مستمرة تحوي أكبر عدد من ذرات الكربون في المركب



2- نرقم ذرات الكربون في السلسلة بدأ بالطرف الأقرب إلى أول تفرع بحيث تعطي هذه التفرُّعات أقلّ مجموعِ أرقام مُمكنة، وأختارُ الشكل (1) وليس(2) ؛ لأنّ مجموعَ أرقامِ التفرُّعاتِ فيه 2 + 3 = 5

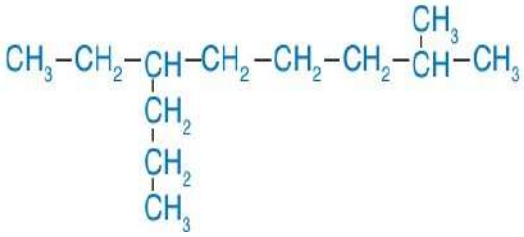
بينما في الشكل(2) 4+ 5 = 9



3- نسمّي كلّ تفرُّع ونضعُ اسم التفرُّع قبل اسم السلسلة الرئيسة، فيصبح الاسم ميثيل هكسان.

4- نكتبُ أرقام التفرُّعات قبل اسم التفرُّع؛ بحيث يُفصَل بين الرقم والاسم بشرطة (-) ، وعندما تكون التفرُّعات متشابهة نستخدمُ البادئات (ثنائيٌّ، ثلاثيٌّ، رباعيٌّ)، ونفصلُ بين أرقامها بفاصلة (،) وإذا كانت التفرُّعات مختلفة؛ فإنّها تكتب في الاسم حسب الترتيب الهجائي باللغة الإنجليزية ولا يُلتفتُ إلى البادئات عند الترتيب الهجائي 3,2-ثنائي ميثيل.

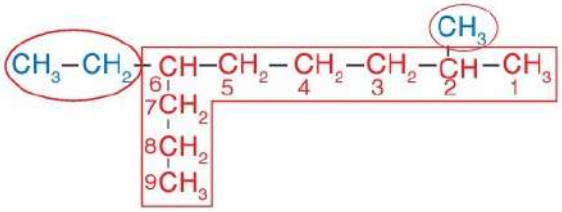
5- أكتبُ اسم المُركّب كاملا فيصبح الاسم 2 ، 3 - ثنائي ميثيل هكسان.



مثال : سمي المركب الاتي وفق نظام الايوباك

الحل :

1- نحدد أطول سلسلة مستمرة تحوي أكبر عدد من ذرات الكربون في المركب و نرقمها من الجهة الأقرب للتفرع

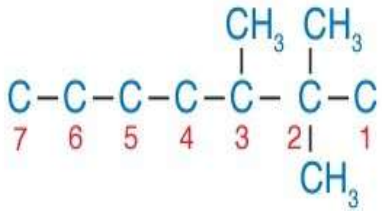


2- أُعطي أرقاما وأسماء للتفرُّعات، حيث يقع التفرُّع الأول على ذرة الكربون رقم2 ؛ ويقع التفرُّع الثاني على ذرّة الكربون رقم 6 ، وبما أن التفرُّعين غير متشابهين (ميثيل وإيثيل)، واعتمادا على اللغة الإنجليزية؛ فإنّ إيثيل تسبق ميثيل، لذلك فإنّ -6 إيثيل ستكتب قبل-2 ميثيل في الاسم ؛ فيصبح على النحو الآتي : 6 -إيثيل -2 - ميثيل.

3- نكتبُ في نهاية الألكان الاسم الذي يُمثّل السلسلة الأكثر طولا وهو نونان فيصبح اسم هذا المُركّب هو : 6 -إيثيل -2 - ميثيل نونان .

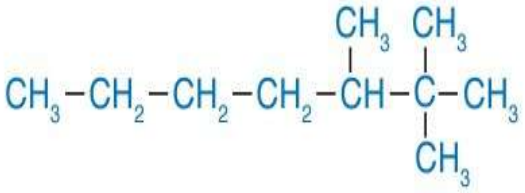
مثال : أكتبي الصيغة البنائية للمركب 2،2 ،3- ثلاثي ميثيل هبتان

الحل : 1- نرسم سلسلة مكونة من 7 ذرات الكربون المطلوبة التي تمثل اسم الألكان



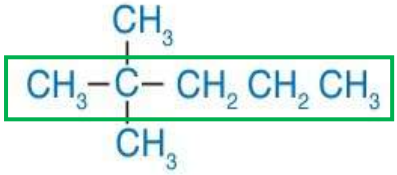
2- نضعُ مجموعَتي ميثيل على ذرة الكربون رقم 2 والمجموعة الثالثة على ذرة الكربون رقم 3 كما في الشكل

3- نضيفُ ذرات الهيدروجين على ذرات الكربون، بحيث تُكوّن كلّ ذرة كربون أربع روابطَ مع ذرّات الهيدروجين؛ فيصبح الشكل النهائي :



أتحقق صـــــ91 :

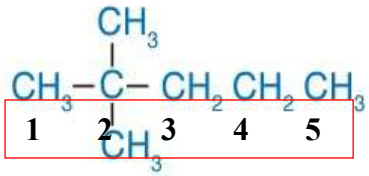
1- سمي المركب الاتي :-



1- نحدد أطول سلسلة مستمرة تحوي أكبر عدد من ذرات الكربون في المركب الذي يحتوي خمس ذرات كربون (بنتان)

2- نرقم ذرات الكربون في السلسلة بدأ بالطرف الأقرب إلى أول تفرع

3- نسمّي كلّ تفرُّع ونضعُ اسم التفرُّع قبل اسم السلسلة الرئيسة



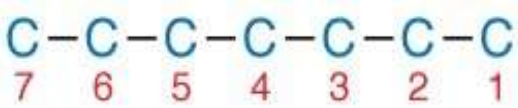
4- نكتبُ أرقام التفرُّعات قبل اسم التفرُّع 2,2- ميثيل

5- أكتبُ اسم المُركّب كاملا فيصبح الاسم

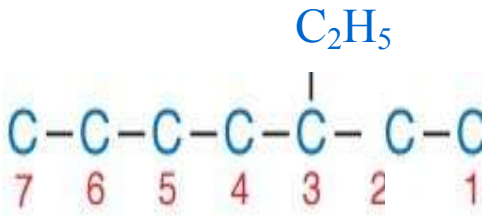
2,2- ثنائي ميثيل بنتان

2- ارسمي الصيغة البنائية للمركب : 3- إيثيل هبتان

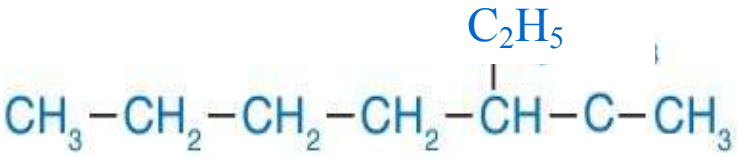
1- نرسم سلسلة مكونة من 7 ذرات الكربون المطلوبة التي تمثل اسم الألكان



2- نضعُ مجموعَة إيثيل على ذرة الكربون رقم 3 كما في الشكل

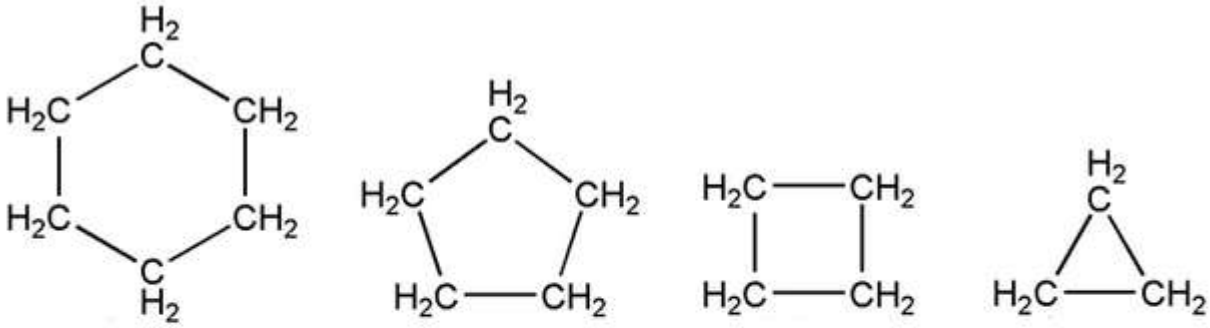


3- نضيفُ ذرات الهيدروجين على ذرات الكربون، بحيث تُكوّن كلّ ذرة كربون أربع روابطَ مع ذرّات الهيدروجين؛ فيصبح الشكل النهائي :



الالكانات الحلقية

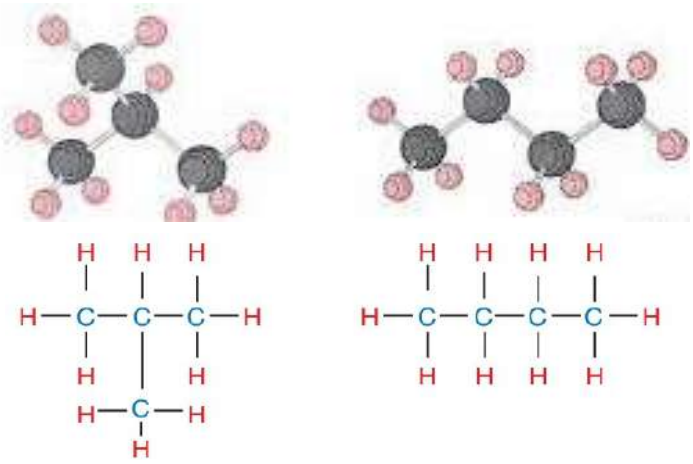
تكتب الالكانات الحلقية بطريقة مبسطة بحيث تمثل كل زاوية في الشكل ذرة كربون فالحلقة التي تضم ثلاث زوايا تسمى بروبان حلقي و التي تظم أربعة زوايا تسمى بيوتان حلقي وهكذا



المتصاوغاتُ Isomers

هناك مُركّبات عضوية عدّة تشترك في صيغتها الجُزيئيّة؛ ولكنّها تختلف في صيغتها البنائيّة، ويُطلَقُ على وجود صيغ بنائية مختلفة لنفس الصيغة الجُزيئيّة اسم التصاوغ وتُسمّى الصيغ البنائيّةُ الناتجةُ متصاوغات

المتصاوغاتُ البنائية



مُركّبات تختلف في صيغتها البنائية؛ ولكنها تشترك في الصيغة الجُزيئيّة ولها خصائص

فيزيائية وكيميائية مختلفة

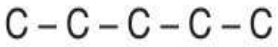
مثال : البيوتان C_4H_{10} تترتب الصيغ البنائية بطريقتين مختلفتين كما في الشكل

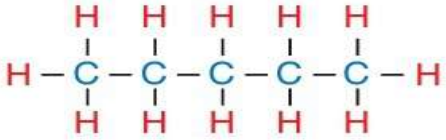
يتّضحُ من الشكل أنه يمكن أن تترتب ذرات الكربون في سلسلة مستمرة من أربع ذرات كربون

أو في سلسلة مستمرة من ثلاث ذرات، وترتبط ذرة الكربون الرابعة بذرة الكربون الثانية في السلسلة

مثال : أرسمُ متصاوغات الصيغة الجُزيئية C_5H_{12} وأسمي كُلا منها .

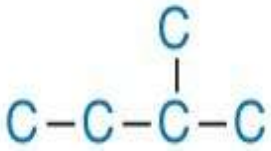
الحل :



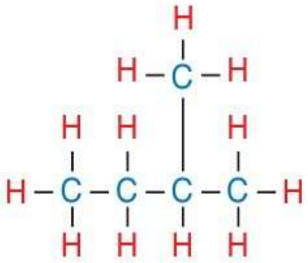


1- نرسم خمس ذرات كربون في سلسلة مستمرة

2- نوزع ذرات الهيدروجين على ذرات الكربون كما في الشكل

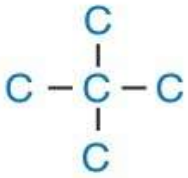


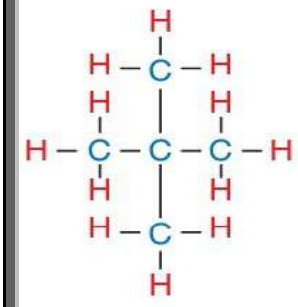
3- نرسم اربع ذرات كربون في سلسة مستمرة و نرسم ذرة الكربون الخامسة على احدى ذرتين الكربون في داخل المركب وليس الأطراف



4- نوزع ذرات الهيدروجين على ذرات الكربون بحيث تكون كل ذرة كربون اربع روابط تساهمية كما في الشكل

5- نرسم ثلاث ذرات كربون في سلسلة مستمرة و نربط ذرتي الكربون المتبقيتين مع ذرة الكربون الثانية في السلسة كما في الشكل

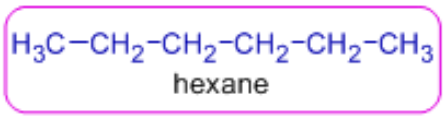


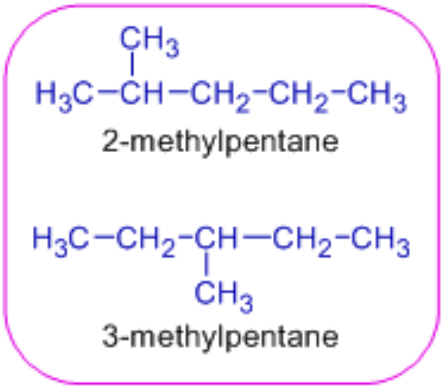


6- نوزع ذرات الهيدروجين على ذرات الكربون بحيث تكون كل ذرة كربون أربع روابط تساهمية احادية كما في الشكل

أتحقق صـــــ93 : نرسم الصيغ البنائية للهكسان C_6H_{14} ونسمّيها.

1- شكل السلسلة المفتوحة هكسان



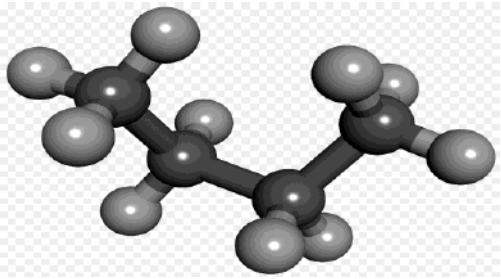


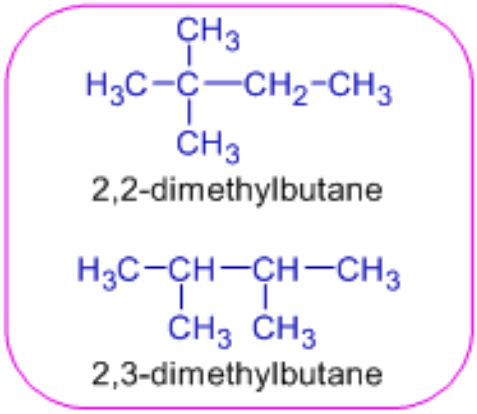
2- 2 – ميثيل بنتان

3- 3– ميثيل بنتان

4- 2,2 – ثنائي مثيل بيوتان

5- 2,3 – ثنائي ميثيل بيوتان





الخصائص الفيزيائية والكيميائية للألكانات :

الخصائص الفيزيائية :-

1- تتميّزُ الألكانات بأنها مُركّبات غير قطبية تتجاذب جزيئاتُها بقوى لندن ، لذلك لا تذوب الألكانات في الماء

2- الحالة الفيزيائية للألكانات تعتمد على زيادة عدد ذرات الكربون في المُركّب (الكتلة المولية)

- الألكانات الأربعة الأولى غازية

- من البنتان إلى الألكان الذي يحتوي على 16 ذرةِ كربون تصبح سائلة

- الألكانات التي تحتوي على عدد ذرات كربون أكثر من 16 تصبح صلبة

3- درجة الغليان تزداد بزيادة الكتلة المولية للألكان وذلك بسبب زيادة قوى لندن .

أفسر صـــــ95 :

درجة غليان البيوتان أعلى من درجة غليان ميثيل بروبان بالرغم من أن لهما نفس الصيغة الجزيئية

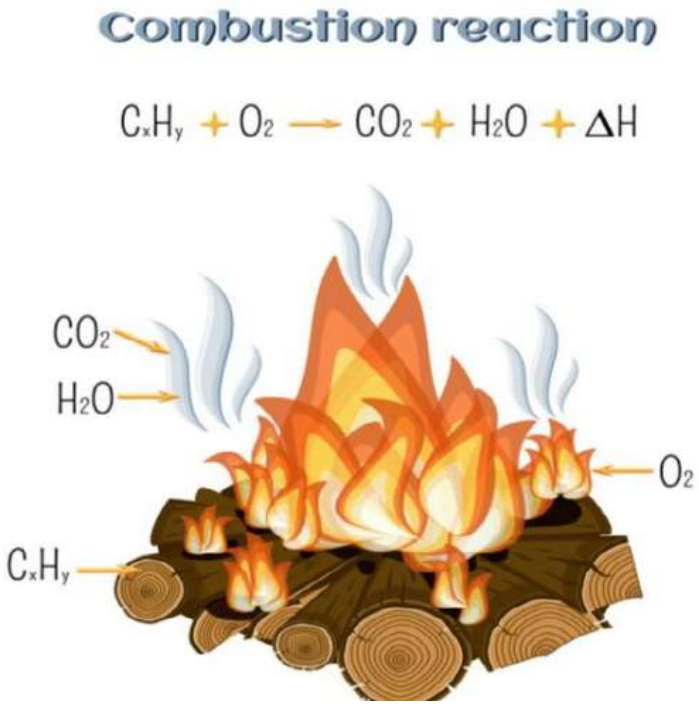
و بالتالي نفس الكتلة المولية و تفسير الارتفاع يعود الى أن الصيغة البنائية تختلف حيث ان للبيوتان سلسلة مفتوحة و الميثيل بروبان يحتوي على تفرع و كلما زاد طول السلسلة الكربونية في المركب ازدادت نقاط التجاذب بين جزيئات المركب على طول السلسلة فتزداد قوى لندن مما يؤدي الى ارتفاع درجة غليانه .

الألكان	الصيغة الجُزيئيّة	درجة الغليان	الحالة الفيزيائية
ميثان	CH_4	-162	غاز
إيثان	C_2H_6	-88	غاز
بروبان	C_3H_8	-42	غاز
بيوتان	C_4H_{10}	-0.5	غاز
ميثيل بروبان	C_4H_{10}	-11.63	غاز
بنتان	C_5H_{12}	36	سائل
2- ميثيل بيوتان	C_5H_{12}	27.8	سائل
ديكان	$C_{10}H_{22}$	274	سائل

الخصائصُ الكيميائية للألكانات :

تتميّزُ الألكانات بأنها مستقرة كيميائيا والسبب في ذلك يعود الى قوة الروابطِ الأُحادية بين ذرات الكربون وبين ذرات الكربون والهيدروجين

أهمّ تفاعُلات الألكانات :



الاحتراق :-

تحترق الألكانات بوجود كمية كافية من الأُكسجين و ينتج عن هذه العملية غاز ثاني أكسيد الكربون، وبخار الماء، وكميّة كبيرة من الطاقة

مثال :-

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O + Heat$$

$$C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O + Heat$$

الهلجنة Halogenation

تتفاعُل الألكانات مع الهالوجينات بوجود الضوء بوصفه عامل مساعد حيث تحلُّ فيه ذرة هالوجين أو أكثر محلّ ذرة هيدروجين أوأكثر ينتج عن هذا التفاعل إحدى مشتقات المُركّبات الهيدروكربونية وهي هاليدات الألكيل .

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3Cl + HCl$$

$$C_2H_6 + Br_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} C_2H_5Br + HBr$$

أتحقق صـــ96 :

1- $C_5H_{12} + 8O_2 \longrightarrow 5CO_2 + 6H_2O + Heat$

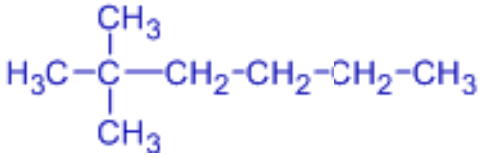
2- $C_2H_6 + Cl_2 \longrightarrow C_2H_5Cl + HCl$

مـــــراجعة الدرس

1- لان الألكانات ترتبط فيها ذرات الكربون بروابط تساهمية أحادية فقط من نوع سيجما لا يمكن كسرها

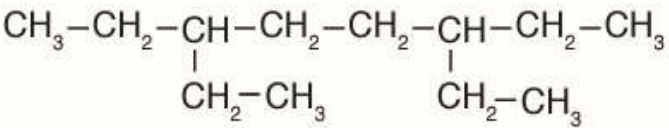
2- التعاريف وردت خلال الدرس

3- 2,2 – ثنائي ميثيل هكسان



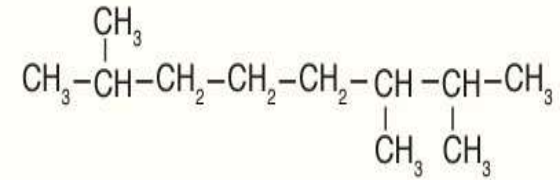
4-

أ-



المركب يحتوي 8 ذرات كربون ف يسمى ب أوكتان و يحتوي تفرعين لمجموعة الأيثيل يبدأ كلاهما من ذرة الكربون رقم 3 من اليمين أو اليسار فلا يهم من أين يبدأ الترقيم

يسمى المركب ب 3، 6 – ثنائي إيثيل أوكتان



ب- المركب يحتوي على 8 ذرات كربون يبدأ أول تفرع من ذرة الكربون رقم 2 من اليمين و يحتوي المركب على ثلاث تفرعات ميثيل على ثلاث ذرات كربون مختلفة

يسمى المركب 2, 3, 7 – ثلاثي ميثيل أوكتان

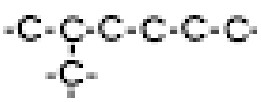
ج – يسمى المركب هكسان هيكلي C_6H_{14}

5- المتصاوغات البنائيّة للهبتان C_7H_{16}

للهبتان 9 متصاوغات مختلفة تشترك جميعها في الصيغة الجزيئية ومنها

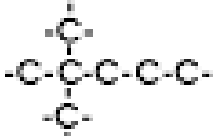
1- السلسلة المفتوحة **-C-C-C-C-C-C-C-** ويسمى هبتان

2- 2 – ميثيل – هكسان

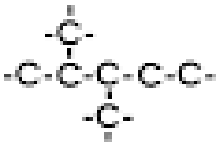


3- 3- ميثيل – هكسان

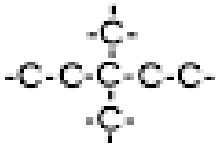
4- 2,2- ثنائي ميثيل – بنتان



5- 3,2 – ثنائي ميثيل بنتان

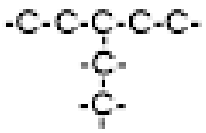


6- 3,3 – ثنائي ميثيل بنتان

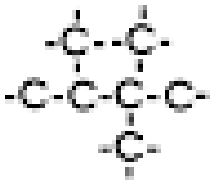


7- 4,2- ثنائي ميثيل بنتان

8- 3- إيثيل بنتان



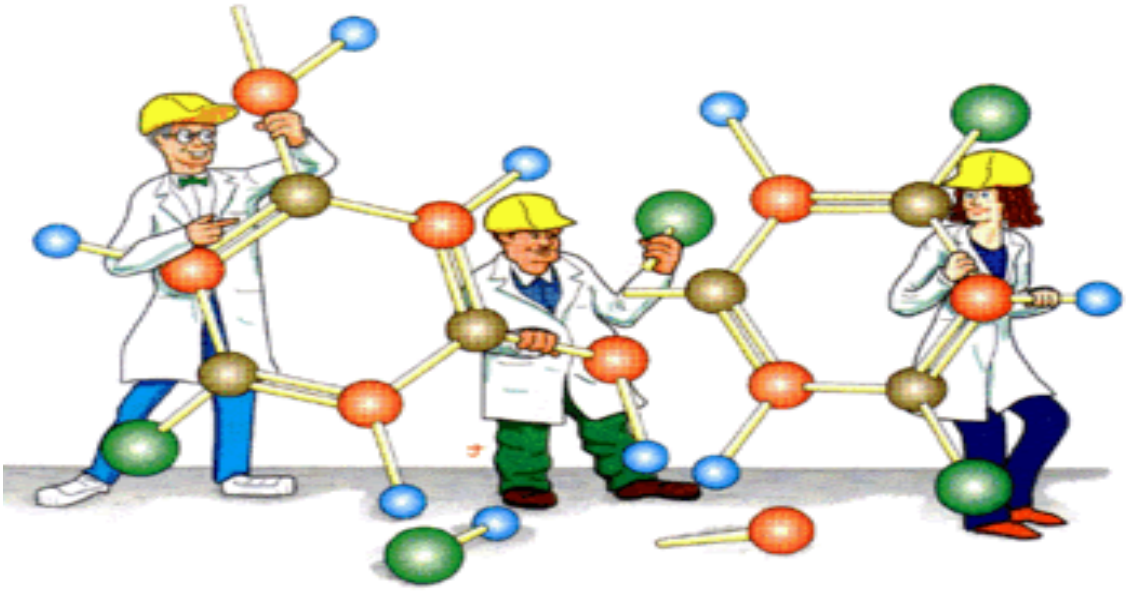
9- 3,2,2- ثلاثي ميثيل بيوتان



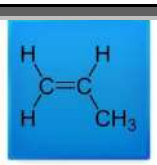
6- $C_9H_{20} + 14O_2 \longrightarrow 9CO_2 + 10H_2O + Heat$

$CH_4 + Br_2 \longrightarrow CH_3Br + HBr$

7- لان الهبتان C_7H_{16} مركب بسبع ذرات كربون بينما البنتان C_5H_{12} يحتوي خمس ذرات كربون و بالتالي كتلته المولية أكبر مما يزيد من درجة غليانه بسبب زيادة قوى لندن



ألكين



ألكاين

المركبات الهيدروكربونية غير المشبعة

المركبات الهيدروكربونية غير المشبعة :-

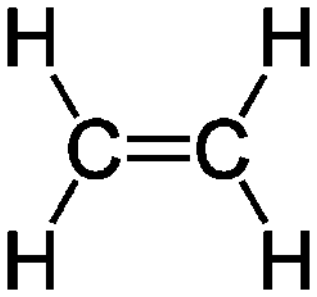
هي المركبات التي لا تحتوي على الكمية القصوى من ذرات الهيدروجين، ولا ترتبط ذرات الكربون جميعها فيها بأربعِ روابطَ تساهمية أحادية من أمثلتها الألكينات و الألكاينات

الألكينات Alkenes

مميزات الالكينات :

1- تعد مركبات هيدروكربونية غير مشبعة

2- تحتوي رابطة ثنائية بين ذرتي كربون في المركب احداهما من نوع سيجما و الاخرى من نوع باي



3- يكون تهجين ذرتي الكربون فيه من نوع SP^2

4- ابسط الالكينات هو الايثين $CH_2 = CH_2$

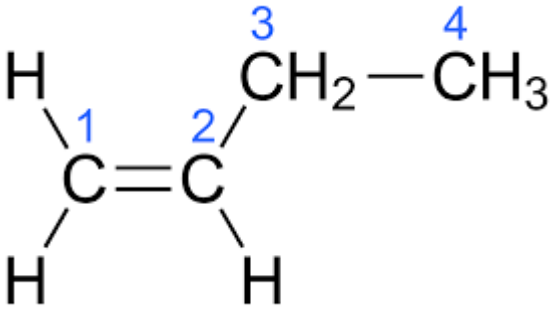
5- صيغتها العامة C_nH_{2n}

حيث أن :- ..... $n= 2,3,4,5,6$ أي أن عدد ذرات الهيدروجين ضعف عدد ذرات الكربون وهذا يعني أن أبسط الألكينات يحتوي ذرتي كربون ولا يوجد ألكين مناظر للميثان لأن تكوين الرابطة الثنائية يتطلب وجود ذرتي كربون متجاورتين والميثان يحتوي واحدة فقط

6- يشتق اسم الالكين من اسم الالكان المناظر له و ذلك باستعمال المقطع (ين) في اسم الالكين المناظر بدلا من (آن) في اسم الألكان حيث يشير المقطع (ين) في الالكينات إلى وجود رابطة ثنائية في الجزئ

اسم الالكين	-	ايثين	بروبين	بيوتين	بنتين	هكسين	هبتين	أوكتين	نونين	ديكين
عدد ذرات الكربون	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
الصيغة الجزيئية	-	C_2H_4	C_3H_6	C_4H_8	C_5H_{10}	C_6H_{12}	C_7H_{14}	C_8H_{16}	C_9H_{18}	$C_{10}H_{20}$

تسمية الالكينات :



1- نحدد السلسلة المستمرة الأطول التي تحتوي على الرابطة الثنائية.

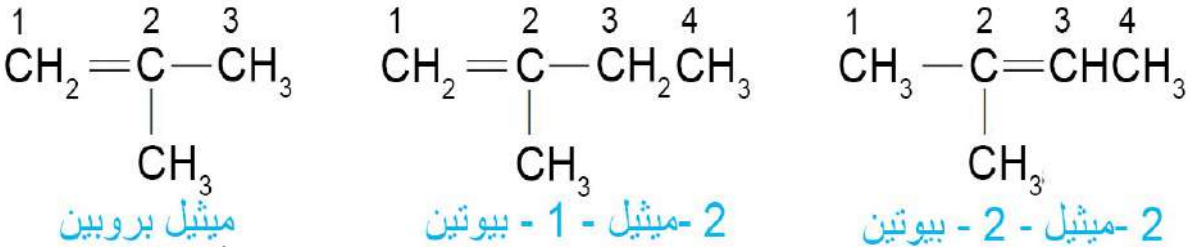
2- نرقم هذه السلسلة من الطرف الأقرب للرابطة الثنائية.بحيث تعطي ذرة الكربون التي تبدأ بها الرابطة الثنائية أقل رقم بغض النظر عن التفرعات

3- نرقم مجموعات الألكيل و نسميها كما تسمية الألكانات

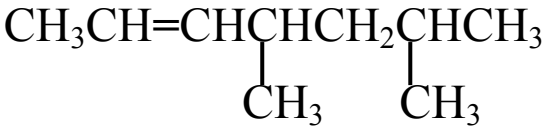
4- نضيف مقطع (ين) الى الاسم المقابل لعدد ذرات الكربون في أطول سلسلة مراعيا ان يسبقه الرقم الأصغر من بين رقمي ذرتي كربون الرابطة الثنائية في المركب

يسمى المركب في الشكل بيوتين

أمثلة على تسمية مركبات مختلفة :

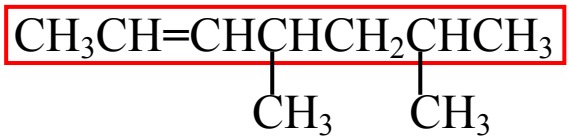


مثال : سم المركب الآتي

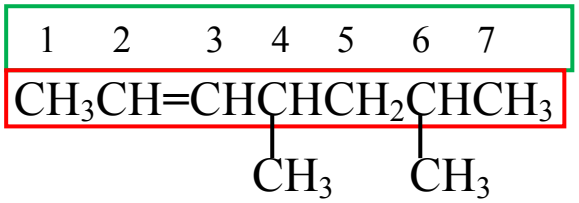


الحل :

1- نحدد أولا أطول سلسلة مستمرة من ذرات الكربون تتضمن الرابطة الثنائية

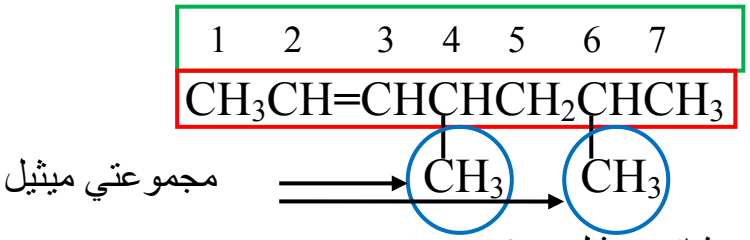


2- نرقم السلسة من الطرف الأقرب إلى الرابطة الثنائية :



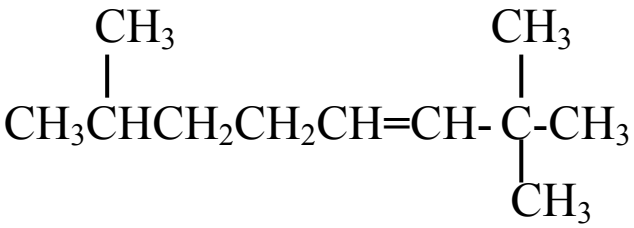
الرابطة الثنائية عند الذرة رقم (2) و لدينا 7 ذرات كربون يسمى مبدئيا ب 2- هبتين

3- نسمي مجموعة الألكيل المتصلة بالسلسلة



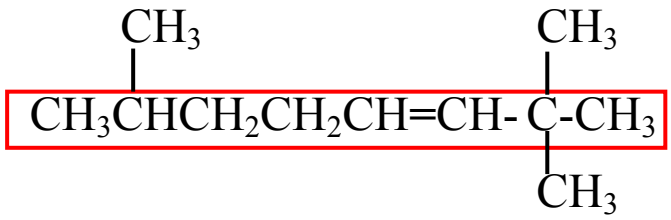
وبذلك يصبح الاسم 4، 6 ـــ ثنائي ميثيل ـــ2 ـــ هبتين

مثال : سمي المركب الآتي :

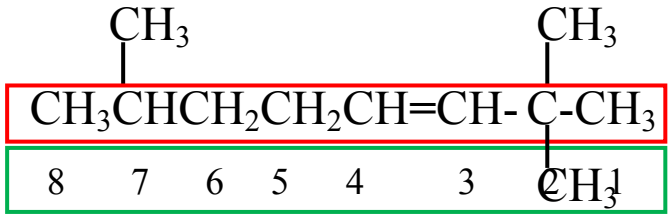


الحل :-

1- نحدد أولا أطول سلسلة مستمرة من ذرات الكربون تتضمن الرابطة الثنائية

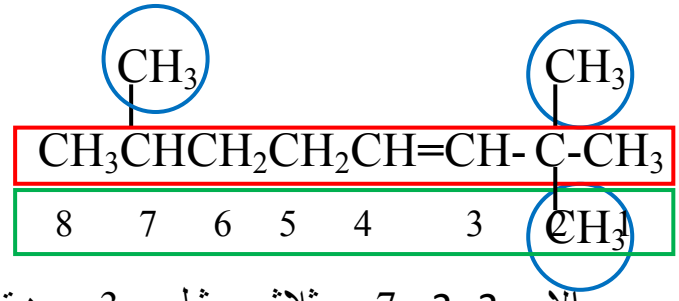


2- نرقم السلسة من الطرف الأقرب إلى الرابطة الثنائية :



الرابطة الثنائية عند الذرة رقم (3) و لدينا 8 ذرات كربون يسمى مبدئيا ب 3- أوكتين

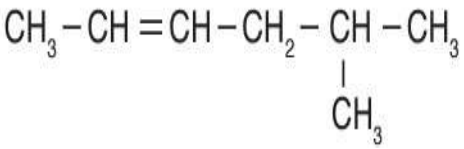
3- نسمي مجموعة الألكيل المتصلة بالسلسلة



وبذلك يصبح الاسم 2، 2 ، 7 ـــ ثلاثي ميثيل ـــ3 ـــ هبتين

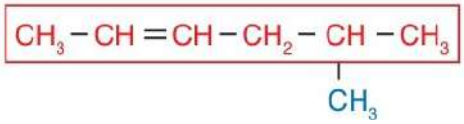
4- عند ترقيم السلسلة و يكون لذرتي كربون الرابطة الثنائية الرقمين نفسيهما من الاتجاهين في هذه الحالة يجب ترقيم السلسلة من الطرف الأقرب إلى أول تفرع

مثال : سمي المركب الآتي :

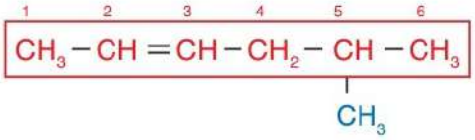


الحل :-

1- نحدّدُ أطول سلسلة مستمرة من ذرات الكربون تحتوي على الرابطة الثنائية



2- نرقّم هذه السلسلة من الطرف الأقرب للرابطة الثنائية.

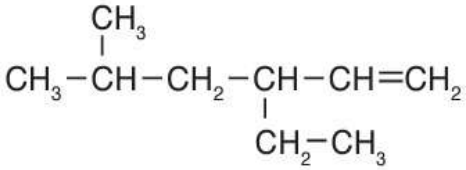


3- نسمّي السلسلة الأطول باسم الألكان المقابلِ، مع استبدال المقطع (ان) بالمقطع (ين)، يسبق الاسم رقم ذرة الكربون الأقلّ في الرابطة الثنائية فيُصبح الاسم : 2 -هكسين.

4- نسمي مجموعة الألكيل المتصلة بالسلسلة ونعطيها رقما بوضع اسم التفرُّعات وأرقامها قبل اسم الألكين فيصبح الاسم : 5 - ميثيل

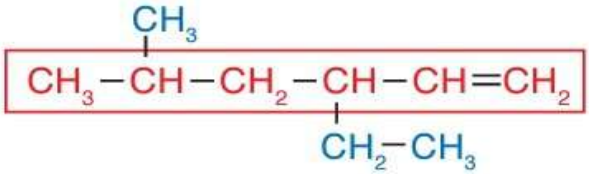
5- نكتبُ اسم المُركّب كاملا؛ فيصبح الاسم النهائي للمُركّب : 5 - ميثيل -2 - هكسين

مثال : سمي المركب الآتي :

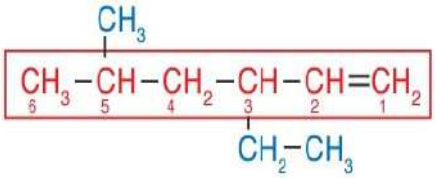


الحل :-

1- نحدّدُ أطول سلسلة مستمرة من ذرات الكربون تحتوي على الرابطة الثنائية :



2- نرقّم هذه السلسلة من الطرف الأقرب للرابطة الثنائية



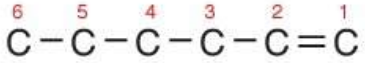
3- نسمّي السلسلة الأطول باسم الألكان المقابلِ، مع استبدال المقطع (ان) بالمقطع (ين)، يسبق الاسم رقم ذرة الكربون الأقلّ في الرابطة الثنائية فيُصبح الاسم : 1-هكسين.

4- نسمي مجموعتي الألكيل المتصلة بالسلسلة ونعطيها رقما بوضع اسم التفرُّعات وأرقامها قبل اسم الألكين فيصبح الاسم : 3-إيثيل -5 - ميثيل

5- نكتبُ اسم المُركّب كاملا؛ فيصبح الاسم النهائي للمُركّب : 3- إيثيل -5 - ميثيل -1 - هكسين

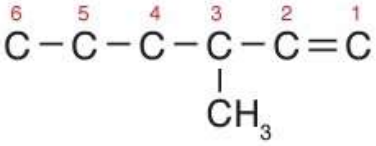
مثال : أرسمُي الصيغة البنائية للمُركب :3 - ميثيل -1 - هكسين

1 - نرسمُ السلسلة المستمرّة التي تُمثّل الهكسين المحتوي على 6 ذرات

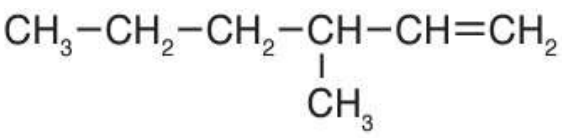


كربون، وأُرقّمها بحيث تكون الرابطة الثنائية على ذرة الكربون رقم 1

2- نضعُ مجموعة الميثيل على ذرة الكربون رقم 3

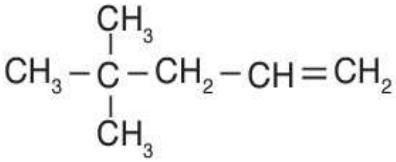


3- أضيفُ ذرات الهيدروجين على ذرات الكربون، بحيث تُكوّن كلّ ذرة كربون 4 روابط؛ فيصبح الشكل النهائي:



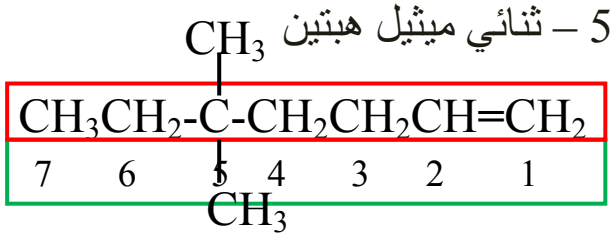
أتحقق صـــ101 :

1- يسمى المركب بعد تطبيق الخطوات السابقة ب



4,4- ثنائي ميثيل -1 - بنتين

2- صيغة المركب :- 5,5 – ثنائي ميثيل هبتين



الخصائصُ الفيزيائية والكيميائية للألكينات

الخصائصُ الفيزيائية :-

تتشابه الألكينات في خصائصها الفيزيائية مع الألكانات

- مواد غير قطبية لا تذوب في الماء
- لها درجاتُ غليان منخفضة

* درجة غليان الألكين تزداد بزيادة عدد ذرات الكربون (الكتلة المولية للمُركّب)، وأن الحالة الفيزيائية للألكينات الثلاثة الأولى غازيّة، ثم تصبح سائلة للألكينات التي بعدها إلى الألكين الذي يحتوي على 15 ذرة كربون، ثم تصبح صلبة في الألكينات التي تحتوي على أكثر من ذلك من ذرات الكربون.

الألكين	الصيغة البنائية	درجة الغليان	الحالة الفيزيائية
ايثين	$CH_2 = CH_2$	-104	غاز
بروبين	$CH_3CH = CH_2$	-47	غاز
1- بيوتين	$CH_3CH_2CH = CH_2$	-6	غاز
1- بنتين	$CH_3CH_2CH_2CH = CH_2$	30	سائل
1- ديكين	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH = CH_2$	171	سائل

الخصائص الكيميائية :

تتميزُ الألكينات بأنها أنشط كيميائيا من الألكانات ، بسبب وجود الرابطة الثنائية التي تحتوي على رابطة باي π الضعيفة إذ يسهُل كسرها ، وهي تُشكِّل مركز النشاط الكيميائي للمُركّب.

أهم تفاعلات الالكينات :

تفاعُل الاحتراق

تتفاعُل الألكيناتُ مع كمية كافية من الأكسجين، وينتج غاز ثاني أكسيد الكربون، وبخار الماء، وكمية من الطاقة الحرارية.

$$C_2H_4 + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O + \text{طاقة}$$

أكسدة الألكينات

تتأكسدُ الألكينات باستخدام محلول بيرمنغنات البوتاسيوم $KMnO_4$ (لونه بنفسجي) فتنكسر الرابطة الثنائية وينتج مُركّب عضوي عديم اللون يحتوي مجموعتي هيدروكسيل ويتكون راسب بُنّيٌّ

مُحمرّ من أُكسيد المنغنيز MnO_2 (IV) ، كما في المعادلة الآتية:

$$3CH_2 = CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \longrightarrow 3CH_2OHCH_2OH + 2KOH + 2MnO$$

يستخدم هذا التفاعُل في التمييز بين الألكينات والألكانات

الكان + محلول بيرمنغنات البوتاسيوم ⟵ لايحدث تفاعل (يبقى اللون البنفسجي)

الكين + محلول بيرمنغنات البوتاسيوم ⟵ يحدث تفاعل (يختفي اللون البنفسجي و يتكون اللون البني المحمر)

تفاعُلات الإضافة :-

تحدث تفاعُلات الإضافة عندما ترتبطُ ذرات أخرى مع ذرّتي الكربون المُكوّنة للرابطة الثنائية في الألكين، وينتُج عن ذلكَ مُركّب مُشبَع، حيث تُكسر الرابطة π في الألكين ويحلّ محلّها رابطتان من النوع سيجما

مثال :- إضافة H_2 الى الإيثين

$$CH_2 = CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_3$$

وتحدث هذه العملية بوجود أحد العوامل المساعدة كالنيكل Ni أو البلاتين Pt لينتج الإيثان

أتحقق صـــــ104 :-

أكتبُ معادلة تفاعُل البروبين مع الهيدروجين وأُسمّي المُركّب الناتج

$$CH_2 = CHCH_3 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_2CH_3$$

ينتج البروبان

الألكاينات
Alkynes

الألكاينـــــات

$H-C\equiv C-H$

مميزات الالكاينات :

1- تعد مركبات هيدروكربونية غير مشبعة

2- تحتوي رابطة ثلاثية بين ذرتي كربون في المركب واحدة من نوع سيجما ورابطتان من نوع باي

3- يكون تهجين ذرتي الكربون فيه من نوع SP

4- ابسط الالكاينات هو الايثاين

5- صيغتها العامة C_nH_{2n-2} (الألكاينات الغير حلقية)

حيث أن :- ..... $n= 2,3,4,5,6$

6- يشتق اسم الالكاين من اسم الالكان المناظر له و ذلك باستعمال المقطع (آين) في اسم الالكاين المناظر بدلا من (آن) في اسم الألكان حيث يشير المقطع (آين) في الالكاينات إلى وجود رابطة ثلاثية في الجزئ

اسم الالكاين	-	ايثاين	بروباين	بيوتاين	بنتاين	هكساين	هبتاين	أوكتاين	نونين	ديكاين
عدد ذرات الكربون	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
الصيغة الجزيئية	-	C_2H_2	C_3H_4	C_4H_6	C_5H_8	C_6H_{10}	C_7H_{12}	C_8H_{14}	C_9H_{16}	$C_{10}H_{18}$

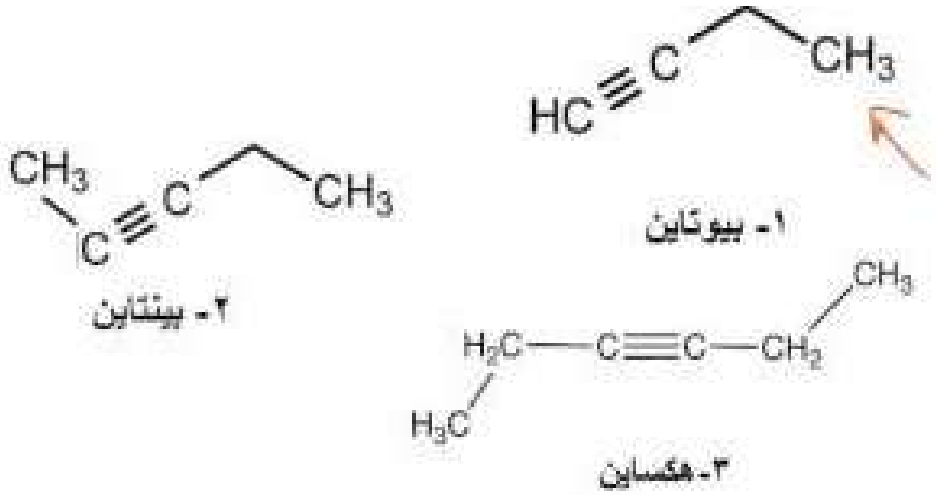
تسمية الالكاينات :

1- نحدد أطول سلسلة مستمرة من ذرات الكربون تتضمن الرابطة الثلاثية بوصفها شرطا اساسيا

2- نرقم السلسلة من الطرف الأقرب إلى الرابطة الثلاثية بحيث تعطي ذرة الكربون التي تبدأ بها الرابطة الثلاثية أقل رقم بغض النظر عن التفرعات

3- نرقم مجموعات الألكيل و نسميها كما تسمية الألكانات

4- نضيف مقطع (آين) الى الاسم المقابل لعدد ذرات الكربون في أطول سلسلة مراعيا ان يسبقه الرقم الأصغر من بين رقمي ذرتي كربون الرابطة الثلاثية في المركب



مثال : سم المركب الآتي

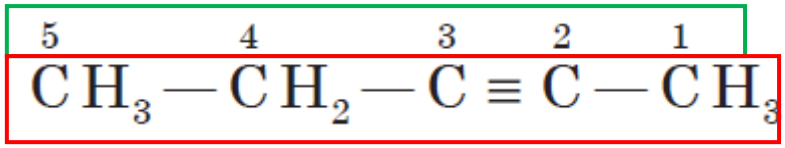
$$CH_3-CH_2-C\equiv C-CH_3$$

الحل :

1- نحدد أولا أطول سلسلة مستمرة من ذرات الكربون تتضمن الرابطة الثلاثية

$$CH_3-CH_2-C\equiv C-CH_3$$

2- نرقم السلسة من الطرف الأقرب إلى الرابطة الثلاثية عند رقم (2) ولدينا 5 ذرات كربون

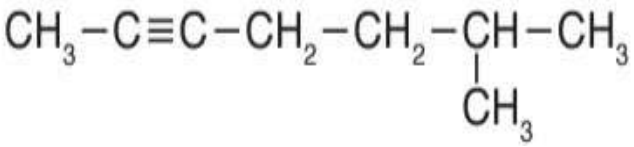


3- نسمي مجموعة الألكيل المتصلة بالسلسلة إن وجدت وبذلك يكون اسم المركب

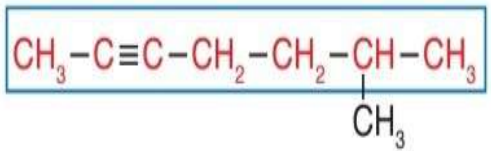
2 – بنتاين

مثال : سم المركب الآتي

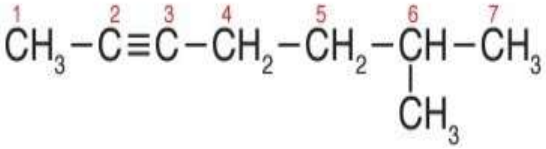
الحل :



1 - نحدّدُ السلسلة المستمرة الأطول التي تحتوي على الرابطة الثلاثية.



2- أُرقّم هذه السلسلة من الطرف الأقرب للرابطة الثلاثية كما في الشكل



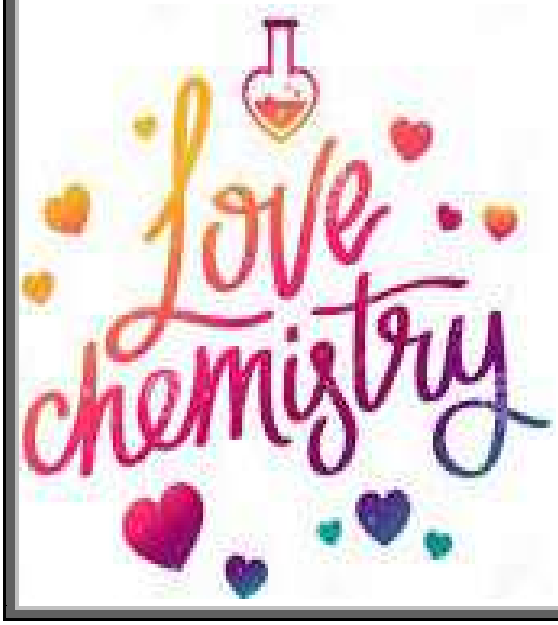
3- أُسمّي السلسلة الأطول باسم الألكان المقابل مع استبدال المقطع (ان) بالمقطع (اين) ، فيصبح اسم الألكاين هبتاين.

4- أُرقّمُ مجموعات الألكيل المُتفرّعةَ، وأُسمّيها طريقة الألكانات نفسها، فيصبح اسمها : 6 - ميثيل

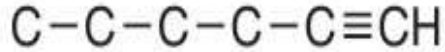
5- أكتبُ اسم المُركّب كاملا فيصبح : 6 - ميثيل -2 - هبتاين

مثال : أرسم الصيغة البنائية للألكاين 4 -إيثيل -1 - هكساين

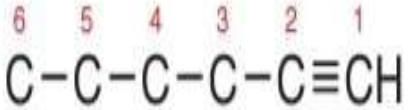
الحل :



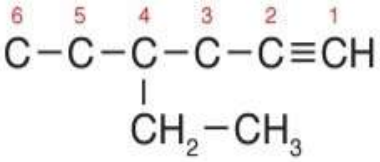
1- أرسم 6 ذرات كربون تُمثّل الهكساين، وأضعُ الرابطة الثلاثية على الذرة الأولى .



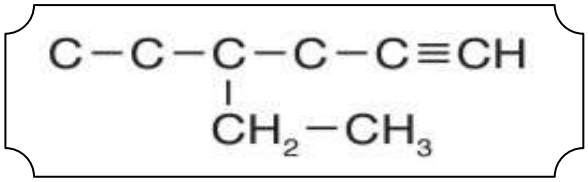
2- أُرقّمُ السلسلة من الطرف الأقرب للرابطة الثلاثية



3- أضعُ مجموعة الإيثيل -CH_3CH_2 على ذرة الكربون رقم 4 ؛ فيصبح الشكل

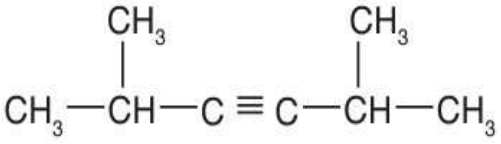


4- أضعُ ذرات الهيدروجين على السلسلة؛ بحيث تصبح كلّ ذرة كربون ترتبط بأربع روابط كما في الشكل النهائي للمركب :



أتحقق صـــــ106 :-

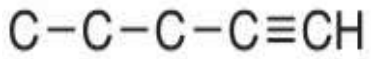
1- سمي المركب الاتي :



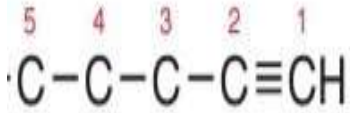
يسمى المركب بعد اتباع الخطوات السابقة من خلال الدرس ب : 5,2 – ثنائي ميثيل -3- هكساين و الترقيم لايهم سواء من اليمين أو اليسار يعطي نفس الاسم

2- الصيغة البنائية للمركب 3,3 – ثنائي ميثيل -1- بنتاين

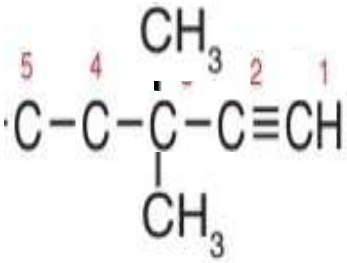
- أرسم 5 ذرات كربون تُمثّل البنتاين، وأضعُ الرابطة الثلاثية على الذرة الأولى .



2- أُرقّمُ السلسلة من الطرف الأقرب للرابطة الثلاثية



3- أضعُ مجموعتي الميثيل -CH_3 على ذرة الكربون رقم 3 ؛ فيصبح الشكل



الخصائصُ الفيزيائية والكيميائية للألكاينات

الخصائصُ الفيزيائية :-

- تتشابه الألكاينات في خصائصها الفيزيائية مع بقية المُركّبات الهيدروكربونية

- غير قُطبيّة ولا تذوب في الماء

- توجد في الحالات الفيزيائية الثلاث كما يظهر في الجدول :

اسم الألكاين	الصيغة البنائية	درجة الغليان	الحالة الفيزيائية
إيثاين	$HC\equiv CH$	-84	غاز
بروباين	$CH_3C\equiv CH$	-23	غاز
1- بيوتاين	$CH_3CH_2C\equiv CH$	8	غاز
1- بنتاين	$CH_3CH_2CH_2C\equiv CH$	40	سائل

الخصائصُ الكيميائية :-

يحتوي الألكاينُ على رابطتي π الضعيفة سهلة الكسر التي تُشكّل مركزا للنشاط الكيميائي فيه

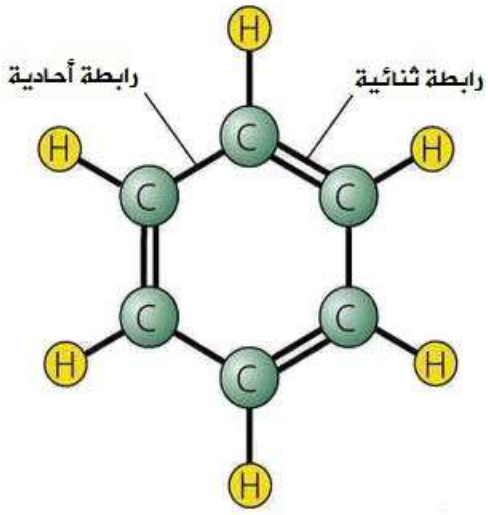
تفاعُل الاحتراق

تتفاعُل الألكايناتُ مع كمية كافية من الأكسجين، وينتج غاز ثاني أكسيد الكربون، وبخار الماء، وكمية من الطاقة الحرارية ، كما في احتراق الاستيلين :

$$2C_2H_2 + 5O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 2H_2O + Heat$$

المركبات الاروماتية

المُركّباتُ الاروماتية العطرية (مُركّبات البنزين)



المركبات الاروماتية : هي مركبات هيدروكربونية ذات رائحة مميزة تحوي روابط ثنائية متعاقبة تحكمها علاقة خاصة

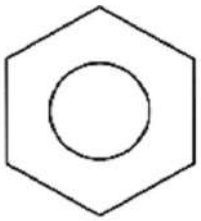
خصائص المركبات الاروماتية :

1- كلمة اروماتية معناها عطرية لأن لبعضها روائح عطرية مميزة

2- تشير الدائرة عند وجودها في الصيغة البنائية الى توزيع الكترونات رابطة باي على الروابط الست بين ذرات الكربون بالتساوي

3- اشهر مركباتها البنزين C_6H_6

4- في البنزين تترابط ذرات الكربون بثلاث روابط احادية متعاقبة مع ثلاث روابط ثنائية



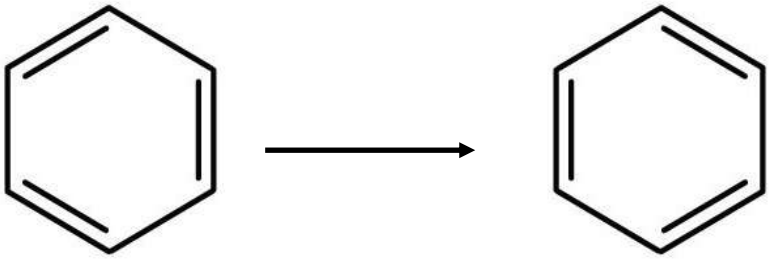
Benzene
C_6H_6

5- تُعدُّ حلقةُ البنزين حلقة مستقرة؛ لذلك فإنَّ نشاطَها الكيميائي أقلّ من الألكينات والألكاينات

6- يستخدم البنزين بصفته مذيبا عضويا غيرَ قطبيٍّ لا يذوب في الماء

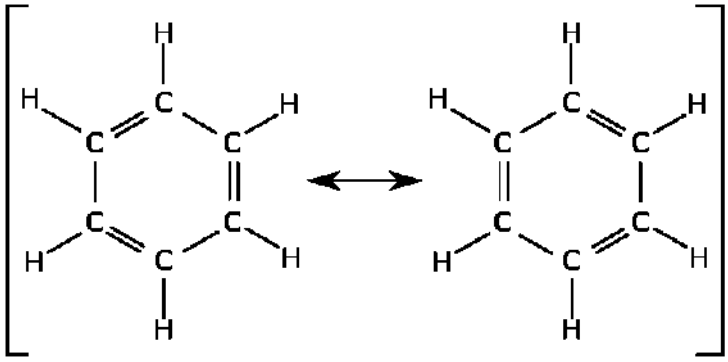
7- ويتميّزُ بأنه سائل متطاير ذو رائحة مميزة، ودرجة غليانه 80 °C

تمثل الاشكال ادناه الصيغ الكيكولية البنائية للبنزين نسبة الى العالم فريدريك كيكوله صاحب الابحاث



ماسبب وجود دائرة داخل صيغة البنزين البنائية ؟

لان الرابطة الثنائية ليست ثابتة بين ذرتين مما يشير إلى عدم ثبات الروابط الثنائية في مكان واحد في الحلقة وحرية حركتها بين الذرات



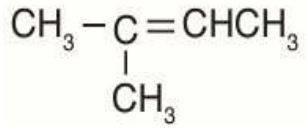
والمركباتُ الأروماتيّةُ تتكون من حلقةِ بنزين أو أكثر.

يدخلُ البنزين بصفته مذيبا عضويا في الكثير من الصناعات وفي المختبر؛ ومثالُ ذلك استخدامُهُ في تنظيفِ قطعِ آلاتِ الطباعة،

بحيث تساعدُ عمليّةُ التنظيفِ هذهِ في أن تدومَ هذه الآلاتُ مدّة أطولَ وتعملُ بكفاءة أكبرَ.

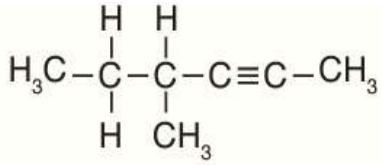
1- لان المركبات غير المشبعة من المُركّبات الهيدروكربونية التي تحتوي على رابطة ثنائية أو رابطة ثلاثية واحدة على الأقلّ بين ذرتي كربون متجاورتين ولا ترتبط ذرات الكربون جميعها فيها بأربعِ روابطَ تساهمية أحادية .

2- التعاريف وردت خلال الدرس

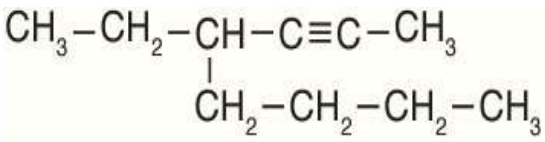


3- أ) 2- ميثيل -2- بيوتين

ب) 4 – ميثيل -2- هكساين

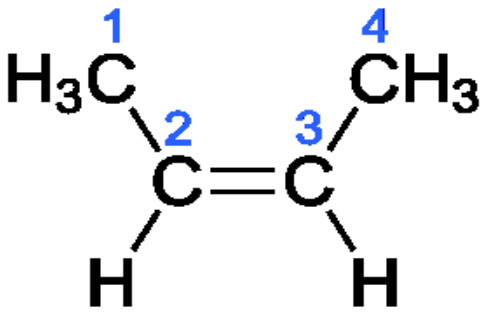


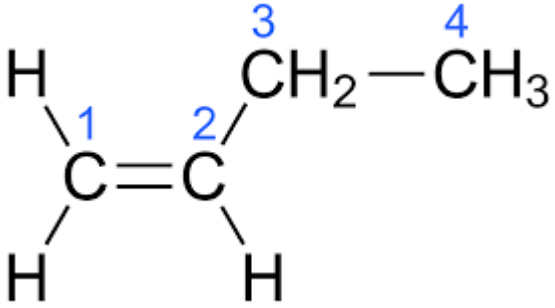
ج) 4 – إيثيل – 2- أوكتاين



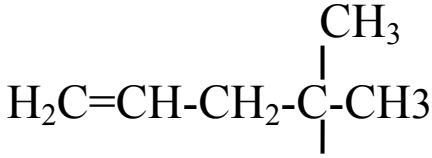
4) 1- بنتين أعلى درجة غليان من البروبين لان عدد ذرات الكربون فيه أكثر و بالتالي كتلته المولية أكبر (70g/mol) من البروبين (42g/mol) وتأثيرقوى لندن أكبر

5) ارسمي متصاوغات بنائية للمركب C_4H_8 للبيوتين متصاوغان اثنان فقط

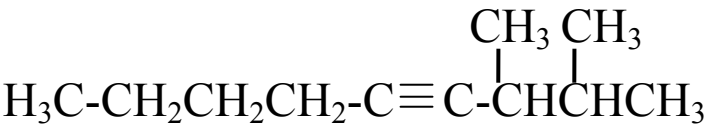




6) 4،4 - ثنائي ميثيل -1 - بنتين



ب) 2، 3 - ثنائي ميثيل -4 - نوناين



مـــــراجعة الـــــوحدة

1- التعاريف وردت خلال الدرس

2- لانها من الهيدروكربونات الغير قطبية و ترتبط جزيئاتها بقوى لندن وكلما زادت الكتلة المولية زادت قوى لندن بين جزيئات المركب مما يؤدي الى ترابط جزيئاته بشكل أكبر وبالتالي يتحول من الحالة الغازية الى السائلة ثم الصلبة .

3- المتصاوغات البنائيّة للهبتان C_7H_{16}

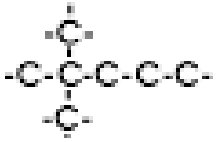
للهبتان 9 متصاوغات مختلفة تشترك جميعها في الصيغة الجزيئية ومنها

1- السلسلة المفتوحة **-C-C-C-C-C-C-C-** ويسمى هبتان

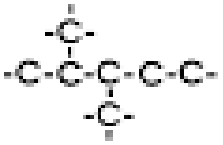
2- 2 – ميثيل – هكسان

3- 3- ميثيل – هكسان

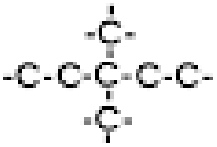
4- 2,2- ثنائي ميثيل – بنتان



5- 3,2 – ثنائي ميثيل بنتان

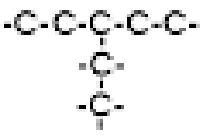


6- 3,3 – ثنائي ميثيل بنتان

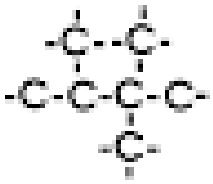


7- 4,2- ثنائي ميثيل بنتان

8- 3- إيثيل بنتان

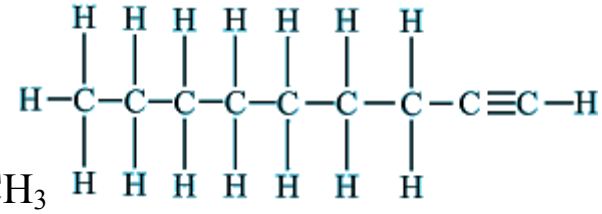


9- 3,2,2- ثلاثي ميثيل بيوتان

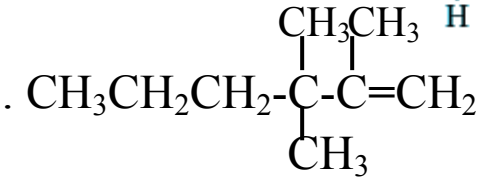


4- أ) 3 -إيثيل هبتان $CH_3CH_2CH_2CH_2CHCH_2CH_3$ (C_2H_5)

ب) 2- نوناين



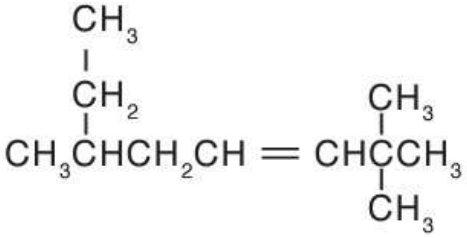
ج) 3,3,2- ثلاثي ميثيل -1 - هكسين



5- أ) 4- ميثيل - 1– بنتين

ب) هكسان

ج) 2,2, 6 – ثلاثي ميثيل - 3 - أوكتين



6) تفاعل البروبان مع الأكسجين

$$C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O + Heat$$

7) خواص البنزين :-

البنزين يشكل حلقة سداسية من ست ذرات كربون ، في البنزين تترابط ذرات الكربون بثلاث روابط احادية متعاقبة مع ثلاث روابط ثنائية بحيث تكون الكترونات الروابط الثنائية متحركة تتوزع بانتظام في الحلقة على صورة غيمة من الالكترونات و تُعدُّ حلقةُ البنزين حلقة مستقرة لذلك فإنَّ نشاطَها الكيميائي أقلّ من الألكينات والألكاينات وهذا يجعله قليل التفاعل بالاضافة الى انه سائل متطاير ذو رائحة مميزة.

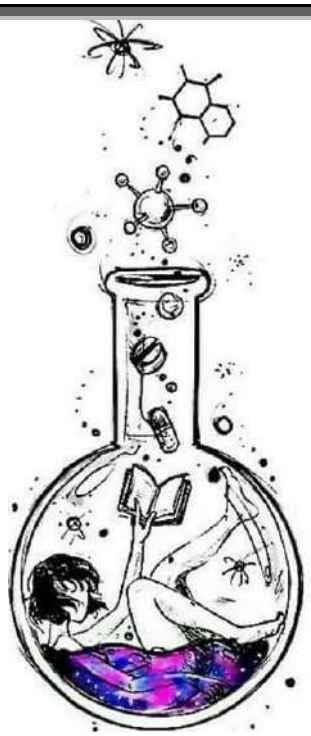
8) الخطأ في اسم المُركّب : 2 -إيثيل - 2 - بيوتين .

يكمن الخطا في طول السلسة الصحيح وترقيمها

9) 1 -هكسين > 1 -بنتين > 1 -بيوتين

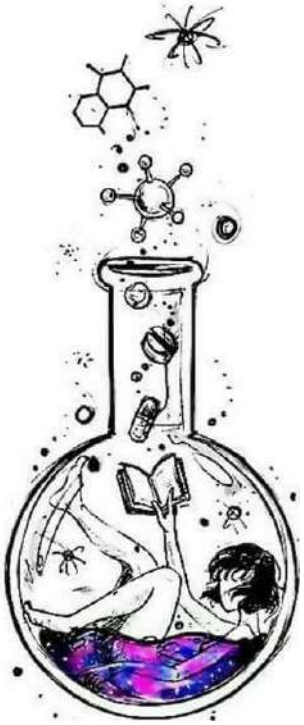
10)

الفرع	1	2	3	4	5	6	7
الإجابة	ج	أ	ب	د	أ	د	أ



الوحدة السابعة

مشتقـــات المركبـــات الهيدروكربـــــونية

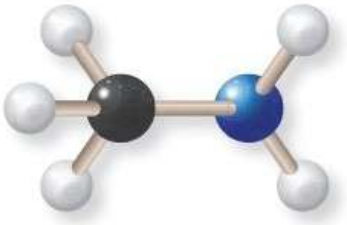


مشتقـات المركبات الهيدروكـــربونية

مشتقـــات المُركّبات الهيدروكربونيـــة

Derivatives Of Hydrocarbons

مُركّبات عضوية تحتوي بالإضافة للكربون والهيدروجين على ذرّة أو أكثر من عناصرَ أخرى؛ مثل الأكسجين، أو الهالوجين، أو النيتروجين، أو الكبريت، أوالفسفور.

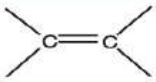
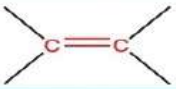
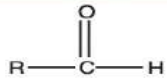
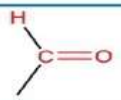
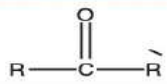
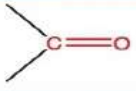
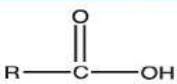
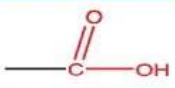
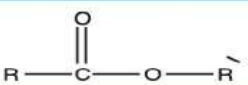
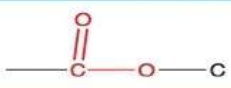


المجموعـــــات الوظيفية Functional Groups

ذرة أو مجموعة الذرات أو الروابط المسؤولة عن الخصائص المميزة للمُركّب العضوي، وتُعدُّ مركزَ النشاط الكيميائي فيه.

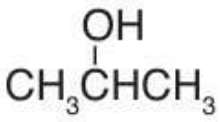
** تتشابهُ المُركّبات العضويةُ التي تحتوي على المجموعة الوظيفية نفسِها في خصائصها الكيميائية ،

يمثل الجدول تصنيف المركبات العضوية حسب المجموعة الوظيفية المميزة لكل منها

نوع المُركّب العضوي	الصيغة العامة للمُركّب العضوي	اسم المجموعة الوظيفية وصيغتَها	
الألكينات		رابطة ثنائية	
الألكاينات		رابطة ثلاثية	
هاليدات الألكيل	R–X	هالوجين	–X حيث X تُمثّل أحد الهالوجينات: (I, Br, Cl, F)
الكحولات	R–OH	هيدروكسيل	–OH
الإيثرات	R–O–R`	إيثر	– O –
الأمينات	$R-NH_2$	آمين	$-NH_2$
الألديهايدات		كربونيل	
الكيتونات			
الحموض الكربوكسيلية		كربوكسيل	
الإسترات		إستر	

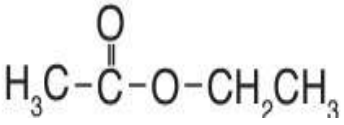
أتحقق صـــ119 :

كحولات تحتوي مجموعة -OH

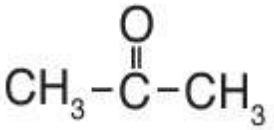


هاليدات ألكيل -X

استرات



كيتونات



هاليداتُ الألكيل Alkyl Halides

R—X

(الهالو ألكانات) R-X **هي :** مُركّبات هيدروكربونية حَلّت فيها ذرة هالوجين أو أكثر محلّ ذرة أو ذرات هيدروجين، وصيغتُها العامّةُ R-X ، حيث تُمثّل R مجموعة ألكيل، أمّا X فتُمثّل إحدى ذرات الهالوجينات التي هي عناصر المجموعة السابعة (F , Cl , Br , I)

تسمية هاليدات الألكيل وفق نظام تسمية الأيوباك :

ينظر للمُركّب على أنه مُكوّن من جزئين أحدهما يُمثّل الهالوجين، ويُسمّى هاليدا، أمّا الجزءُ الآخر فيُمثّل مجموعة الألكيل R مثل (الميثيل، الإيثيل، بروبيل... ،)

يعامَلُ الهالوجين بوصفه تفرُّعا على سلسلة الألكان، ويكون الاسم العام لها هالو ألكانات.

أمثلة	R-H —H→ (R-)
	ألكان C_nH_{2n+2} — شق الكيل C_nH_{2n+1}
كلوريد ميثيل CH_3Cl	ميثان CH_4 — ميثيل - CH_3
بروميد ايثيل C_2H_5Br	ايثان C_2H_6 — إيثيل - C_2H_5
يوديد البروبيل C_3H_7I	بروبان C_3H_8 — بروبيل - C_3H_7
كلوريد بيوتيل C_4H_9Cl	بيوتان C_4H_{10} — بيوتيل - C_4H_9

Br : بروم F : فلور I : ايود Cl : كلور

خطوات تسمية هاليدات الألكيل :

1- نرقم ذرات الكربون في أطول سلسلة من الطرف الأقرب إلى تفرع الهاليد

2- نكتب رقم ذرة الكربون التي تحمل ذرة الهالوجين ، تليه شرطة ، ثم سم الهالوجين على وزن هالو ثم اسم الألكان

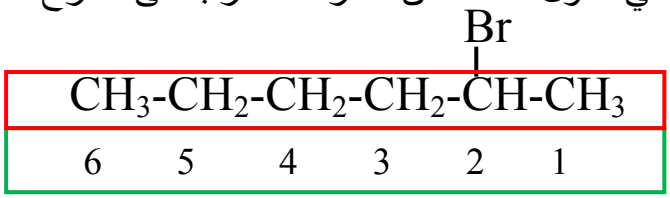
3- في حال وجود أكثر من ذرة هالوجين متماثلة نعطي كل منها رقم يمثل ذرة الكربون التي ترتبط بها ذرات الهالوجين و نضع فاصلة بين كل رقم وآخر

4- نستخدم كلمة (ثنائي ، ثلاثي) للدلالة على عدد ذرات الهالوجين المتماثلة في المركب

مثال : سم المركب الآتي :

الحل :

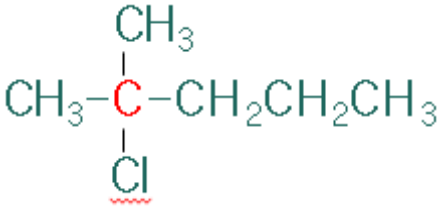
1- نرقم أولا ذرات الكربون في أطول سلسلة من الطرف الأقرب الى التفرع



2- نكتب رقم ذرة الكربون التي تحمل ذرة الهالوجين ثم شرطة (2-) ثم اسم الهالوجين (بروم)

(2- برومو) ثم اسم الألكان (هكسان) فيصبح الاسم 2 - برمو هكسان

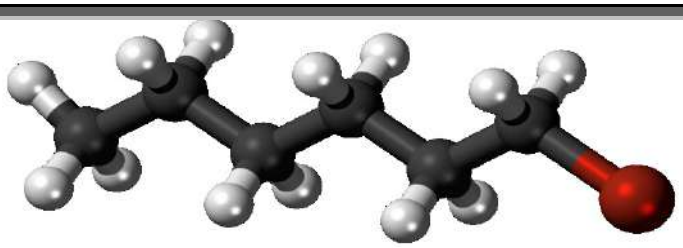
مثال : سم المركب الآتي :



الحل :

نرقم ذرات الكربون بدء بالأقرب إلى التفرع سواء كان التفرع لذرة هالوجين أو لمجموعة ألكيل ف يسمى المركب 2- كلورو -2- ميثيل بنتان

أمثلة علـــــى هاليدات ألكيل مختلفـــة

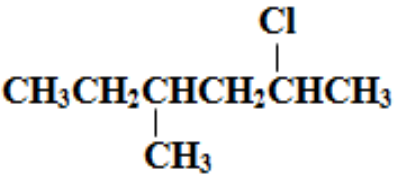


CH_3Cl كلوروميثان

CH_3CH_2Br بروموإيثان

$CH_3CHBrCH_3$ ٢- بروموبروبان

$CH_3C(Br)_2CH_3$ ٢،٢- ثنائي بروموبروبان

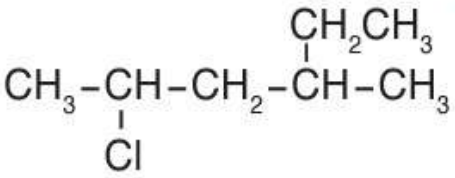


٢- كلورو - ٤- ميثيل هكسان

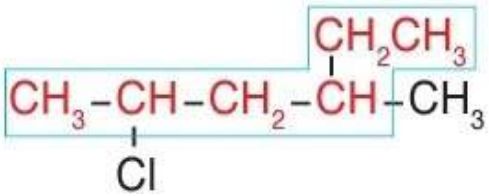
$CH_3CHBrCH_2Br$

١،٢- ثنائي بروموبروبان

مثال : سم المركب الآتي :

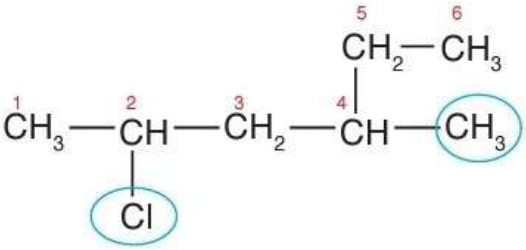


الحل : 1- أُحدّدُ أطول سلسلة كربونيّة مستمرّة تتضمن الهالوجين (الكلور)، وأُسمّيها حسب عدد ذرات الكربون فيها



ألاحظُ أنَّ أطولَ سلسلة مكوّنة من ستّ ذراتِ كربون؛ فتُسمّى هكسان.

2- نحدّدُ التفرُّعات ومواقعها؛ بحيث أُرقّم السلسلة من الجهة التي يكون فيها لذرات الكربون المرتبطة

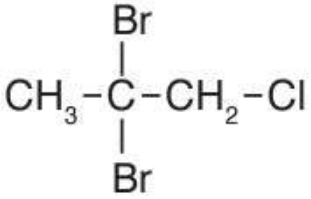


بكلٍّ من ذرة الكلور أو مجموعة الميثيل أقلّ أرقام ممكنة.

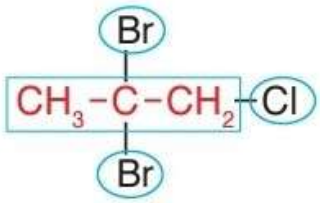
يُراعى الترتيب الهجائي باللغة الإنجليزية عند كتابة الاسم ، لذا يُكتب الكلور قبل الميثيل فيكون الاسم :

2- كلورو - 4 - ميثيل هكسان

مثال : سم المركب الآتي :



الحل :



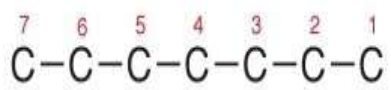
1- نحدّدُ أطول سلسلة كربونية مُستمرّة تتضمّنُ الهالوجين، وأُحدّدُ ذرات الهالوجين، وأُرقّم من الجهة التي تعطي لذرات الكربون المرتبطة بها أقلّ أرقام ممكنة.

2- نلاحظُ أن المُركّب يتكوّن من سلسلة مكوّنة من 3 ذرات كربون فتُسمّى بروبان، نبدأ الترقيم من الطرف الأقرب لذرة الكلور؛ فتأخذ ذرة الكربون الرقم 1 وتأخذ ذرة الكربون المرتبطة بذرتي البروم الرقم 2

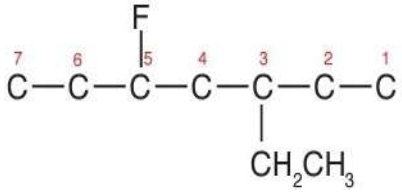
3- نكتبُ اسم المُركّب مراعيا أن يُكتب البرومُ قبل الكلور حسب الترتيب الأبجدي، وأفصِلُ بين الأرقام المتتالية بفاصلة، وبين الأرقام والكلّمات بشرطة(-) ، ونظرا لوجود ذرتي بروم تُستخدم البادئة(ثنائي) للدلالة على عددها فيكون الاسم: 2، 2- ثنائي برومو - 1 - كلوروبروبان

مثال : أكتبُ الصيغة البنائية للمُركب : 3 -إيثيل - 5 - فلورو هبتان

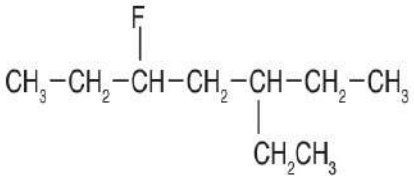
الحل :



1- نكتبُ عدد ذرات الكربون التي تُمثّل الألكان أو أطول سلسلة كربونيّة مُستمرّة، وهو هبتان أي 7 ذرات كربون



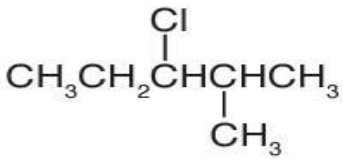
2- نربط كُلا من مجموعة الإيثيل وذرة الفلور بذرة الكربون التي تُمثّل موقعها على السلسلة الكربونية



3- نكمل عدد روابط الكربون مع الهيدروجين؛ بحيث يصبح مجموع الروابط حول كلّ ذرة كربون 4 روابط

4- نلاحظ أن مجموعة الإيثيل وذرة الفلور تأخذان الأرقام ذاتها عند الترقيم من طرفي سلسلة الكربون، لذا اعتُمد الترتيب الهجائي لبداية الترقيم.

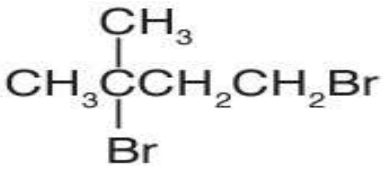
أتحقق صـــ124 :



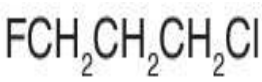
1- بعد تطبيق الخطوات السابقة يسمى المركب

3- كلورو -2- ميثيل بنتان

2- 3,1 – ثنائي برومو-3- ميثيل بيوتان



3- 1- كلورو-3- فلورو بروبان

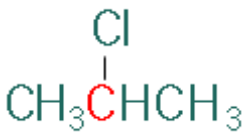


تصنف هاليدات الألكيل (باستثناء هاليدات الميثيل) CH_3X

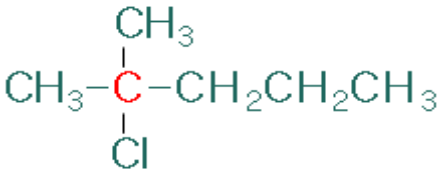
أ- هاليدات أولية : ترتبط ذرة الكربون التي تحمل ذرة الهالوجين بذرة كربون واحدة

مثل : $CH_3CH_2CH_2$-Br

ب- هاليدات ثانوية : ترتبط ذرة الكربون التي تحمل ذرة الهالوجين بذرتي كربون



ج- هاليدات ثالثية : ترتبط ذرة الكربون التي تحمل ذرة الهالوجين بثلاث ذرات كربون



الخصائص الفيزيائية لهاليدات الألكيل

1- تعد مركبات قطبية لكنها لاتذوب في الماء بالرغم من ذلك

2- تترابط جزيئاتها بقوى ثنائية القطب

3- درجة غليانها أعلى من الألكانات المماثلة لها بعدد ذرات الكربون

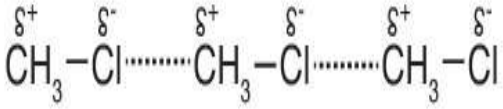
4- تزداد درجة غليانها بازدياد الكتلة المولية للهالوجين

5- تتواجد غالبية هاليدات الألكيل بالحالة السائلة أو الصلبة عند درجة الحرارة العادية (25 ° C)

الكتل المولية للهالوجينات :

Cl = 35.5 F= 19

Br = 80 I = 127



فسري :

تعد هاليدات الألكيل مركبات قطبية

بسبب اختلاف الكهرسلبية بين ذرة الكربون و ذرة الهالوجين المرتبطة بها

فسري :

المُركّب	درجة الغليان (°C)
CH_3CH_3	- 89
CH_3CH_2F	- 37
CH_3CH_2Cl	12
CH_3CH_2Br	38

درجة غليان هاليدات الألكيل أعلى من درجة غليان الألكان الذي يمتلك العدد نفسه من ذرات الكربون

لأن قوى التجاذب بين الجزيئات ثنائية الأقطـــاب تكون أكبر من قوى التجاذب الموجودة فـــي الألكانات (قوى لندن)

فسري :

هاليدات الألكيل لا تذوب في الماء

لأن قوى التجاذب ثنائية القطب التي تنشأ بين جزيئات هاليد الألكيل وجزيئات الماء ضعيفة لا تتغلب على قوة الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء، بالإضافة إلى الترابط بين جزيئات هاليد الألكيل نفسه .

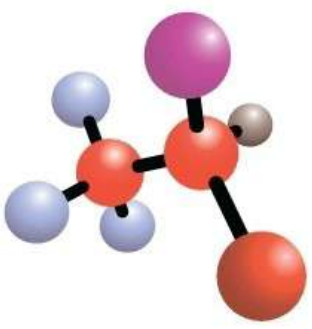
أهمية هاليدات الألكيل

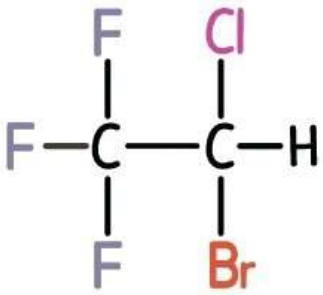
تكمن أهميّتها في الصناعة فقد تستخدم مباشرة أو تُحضّرُ منها مركبات مهمّة

وتستخدم هاليدات الألكيل أيضا كمذيبات عُضويّ

ويستخدم كلورو إيثين في صناعة أكثر أنواع البلاستيك استخداما حيثُ يُستخدم في تمديدات شبكات المياه والصرف الصحي

تستخدم بعض المُركّبات الهيدروفلوروكربونية كغازات مُبرّدة في الثلاجات وأجهزة التبريد.





يستخدم كمادة مخدّرة في العمليات الجراحية

الهالـــــوثان

أتحقق صـــ126 :

2 - أيودو بيوتان درجة غليانه أعلى من 2- كلورو بيوتان لان له كتلة مولية أكبر

أفكر صـــ126 :

درجة غليان 1-بروموبروبان أعلى من بروموإيثان لان عدد ذرات الكربون فيه أكثر و بالتالي كتلته المولية أكبر وقوى التجاذب بين جزيئاته أقوى وبالتالي أعلى في درجة الغليان

الكحولات Alcohols

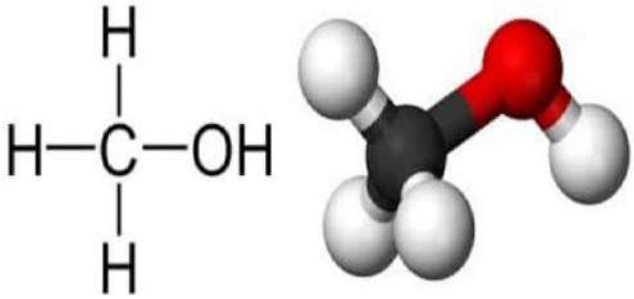
الكحولات R-OH:

هي المركبات العضوية التي تحتوي إضافة إلى الكربون و الهيدروجين على المجموعة الوظيفية (OH) التي تسمى مجموعـــة الهيدروكسيل ، وترتبط بالجـــزء الهيدروكربوني مـــن الألكـــان (R) (مجموعة الألكيل) ويشتق الكحول من الألكان نتيجة استبدال مجموعة الهيدروكسيل بذرة هيدروجين

تُعرّفُ الكحولات بأنها مُركّبات عضوية صيغتها العامة –OH، حيث تُمثّل مجموعة الهيدروكسيل - OH المجموعة الوظيفية المميزة لها وتُمثّل R مجموعة ألكيل

مميزات الكحولات

1- تعد مركبات عضوية مشبعة

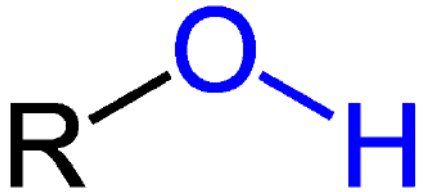


2- الصيغة العامة لها R-O-H

3- تسمى (OH) ب مجموعة الهيدروكسيل

4- (R) هي مجموعة الألكيل

5- أبسط الكحولات الميثانول



تسمية الكحولات وفق نظام تسمية الأيوباك

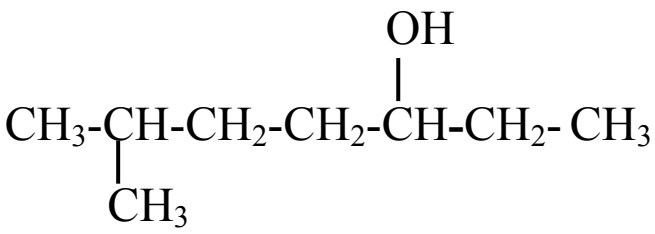
1- نرقم ذرات الكربون في أطول سلسلة من الطرف الأقرب إلى مجموعة الهيدروكسيل

2- نكتب رقم ذرة الكربون التي ترتبط بمجموعة الهيدروكسيل

3- نكتب رقم ذرة الكربون التي ترتبط بمجموعة الألكيل (تفرع) إن وجد

4- نسمي مجموعة الألكيل في مقدمة الاسم ، ثم نرقم ذرة الكربون التي ترتبط بمجموعة الهيدروكسيل ، ثم اسم الألكان مضافا اليه المقطه (ول) ليصبح ألكانول

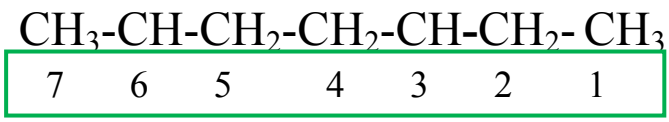
مثال : سمي المركب الاتي



الحل : 1- نحدد أطول سلسلة كربون تضم مجموعة الهيدروكسيل

وفي المركب السابق يوجد 7 ذرات كربون (هبتان)

2- نرقم هذه السلسلة من الطرف الأقرب إلى مجموعة الهيدروكسيل (OH)



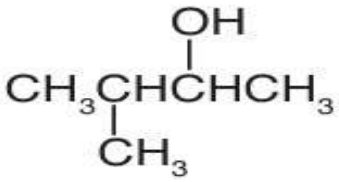
ذرة الكربون التي ترتبط بمجموعة الهيدروكسيل (3)

رقم ذرة الكربون التي ترتبط بمجموعة الميثيل (6)

3- نسمي مجموعة الميثيل في مقدمة الاسم ثم اسم الألكان مضاف اليه المقطع (ول) ليصبح هبتانول و يكون اسم المركب

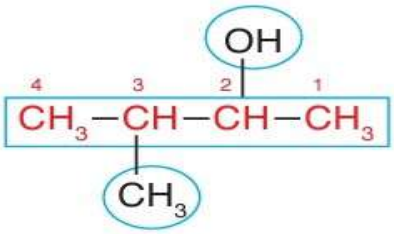
6- ميثيل -3- هبتانول

مثال : سمي المركب الاتي :-



الحل :

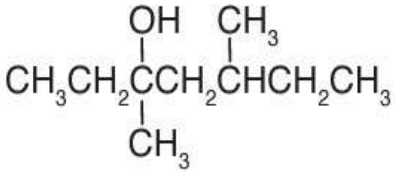
1- نحدّدُ أطول سلسلـة كربونيّـة مستمرة تتضمّن المجموعة الوظيفية (- OH) وأُسمّيها، ثم أرقمها من الجهة الأقرب للمجموعة الوظيفية



2- ألاحظُ أن أطول سلسلة كربونية مكوّنة من 4 ذرات كربون، وأن مجموعة الهيدروكسيل مرتبطة بذرة الكربون رقم2 ، وأن مجموعة ميثيل مرتبطة بذرة الكربون رقم 3 فيكون اسم المُركّب:

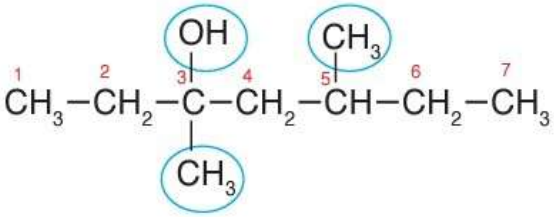
3- ميثيل -2 - بيوتانول

مثال : سمي المركب الاتي :-



الحل :

1- نحدّدُ أطول سلسلة كربونيّة مستمرة تتضمن مجموعة الهيدروكسيل وأُسمّيها، ثم أُرقّمها من الجهة الأقرب للمجموعة الوظيفية، ثم أُحدّدُ موضع ارتباط مجموعة الهيدروكسيل، و مجموعات الألكيل



2- ألاحظُ أن أطول سلسلة كربونيّة مكوّنة من 7 ذرات كربون، وأُرقّم السلسلة من جهة اليسار الأقرب لمجموعة OH - ؛ فيكونُ رقم ذرة الكربون المرتبطة بها 3 ، وترتبط مجموعتا ميثيل بذرّتي الكربون رقم و5 ؛ فيكون اسم المُركّب : 3 ,5 – ثنائي ميثيل -3 - هبتانول .

1- كحولات أولية : ترتبط فيها ذرة الكربون التي مجموعة الهيدوكسيل بذرة كربون واحدة

2 - كحولات ثانوية : ترتبط فيها ذرة الكربون التي مجموعة الهيدوكسيل بذرتي كربون

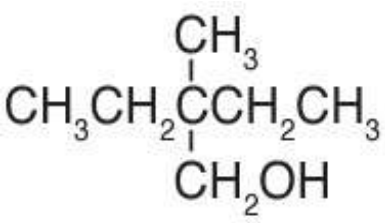
3- كحولات ثالثية : ترتبط فيها ذرة الكربون التي مجموعة الهيدوكسيل بثلاث ذرات كربون

تصنيف الكحولات اعتمادا على عدد مجموعات الهيدروكسيل (- OH) المرتبطة بسلسلة الكربون

نوع الكحول	مثال	الاسم الشائع	الاسم النظامي
أحادي الهيدروكسيل	CH_3CH_2OH	كحول الإيثيل	إيثانول
ثنائي الهيدروكسيل	$\begin{matrix}CH_2-CH_2\\ OH\quad OH\end{matrix}$	جلايكول الإيثلين	2،1- إيثان دايول
ثلاثي الهيدروكسيل	$\begin{matrix}CH_2-CH-CH_2\\ OH\quad OH\quad OH\end{matrix}$	الجليسرول	3،2،1- بروبان ترايول

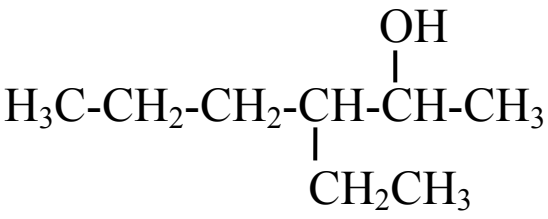
أتحقق صـــ129 :

1- بعد تطبيق الخطوات السابقة يكون اسم المركب

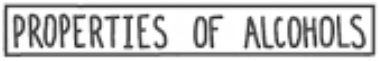


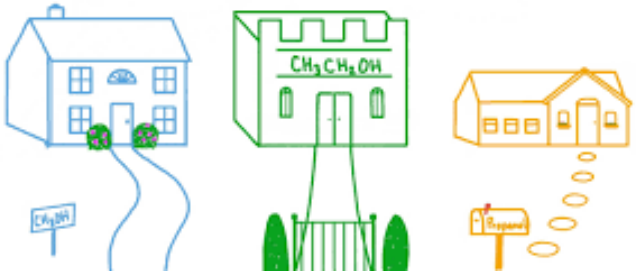
2- إيثيل -2- ميثيل -1- بيوتانول

2- 3 – إيثيل -2- هكسانول



الخصائص الفيزيائية للكحولات :

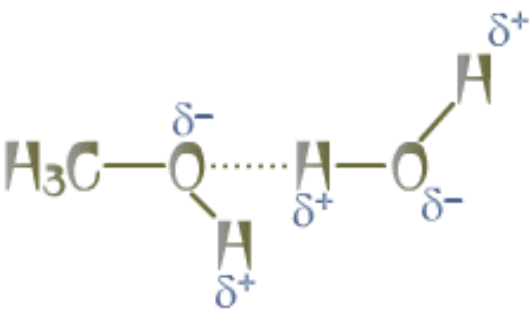




1- تترابط جزيئات الكحولات بروابط هيدروجينية

2- درجة غليانها أعلى من الألكانات المماثلة لها بعدد ذرات الكربون

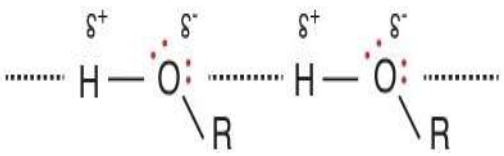
3- تتأثر الخصائص الفيزيائية للكحولات بقوى التجاذب بينها ، حيث تزداد درجة غليانها في الماء بازدياد كتلتها المولية



4- تقل ذائبيتها في الماء بازدياد كتلتها المولية

5- تحتوي الكحولات على مجموعة الهيدروكسيل(- OH)

وهي مجموعة شديدة القطبية نظرا للسالبية الكهربائية العالية لذرة الأكسجين لذلك تعد الرابطة C-O رابطة قطبية



يمثل الجدول درجات غليان كحولات و الكانات مقابلة لها :-

المُركّب	الصيغة البنائية	الكتلة المولية g\mol	درجة الغليان (°C)
ميثانول	CH_3OH	32	65
إيثان	CH_3CH_3	30	-89
إيثانول	CH_3CH_2OH	46	78
بروبان	$CH_3CH_2CH_3$	44	-42
1- بربانول	$CH_3CH_2CH_2OH$	60	97
بيوتان	$CH_3CH_2CH_2CH_3$	58	-0.5

فسري :

درجة غليان الكحولات أعلى من الألكانات المماثلة لها بعدد ذرات الكربون .

وذلك بسبب قوة الرابطة الهيدروجينية بين جزيئات الكحول مقارنة بقوى لندن بين جزيئات الألكان .

فسري :

تقل ذائبية الكحولات في الماء بازدياد كتلتها المولية .

وتفسيرُ ذلك أن زيادة عدد ذرات الكربون يزيد من طول السلسلة الكربونية R في المُركّب، وهي طرف غيرُ قطبي لا يذوب في الماء ؛ لذلك تقلُّ ذائبية الكحولات .

فسري :

تزداد درجة غليان الكحولات بازيادة عدد مجموعات الهيدروكسيل

بسبب زيادة عدد الروابط الهيدروجينية فيلزم طاقة اكبر لكسرها

فسري :

تزداد درجة غليان الكحولات بازيادة عدد ذرات الكربون

أي بزيادة كتلتها المولية وتفسير ذلك أنه يكون لجزيء الكحول طرفان أحدهما قطبيٌّ (- OH) يرتبط مع الجزيئات الأخرى بروابط هيدروجينية والآخر غير قطبيٍّ (R) ، يرتبط مع الجزيئات الأخرى بقوى لندن التي تزداد قوتُها بزيادة الكتلة المولية.

الاسم	الصيغة البنائية	الذائبية ($g/100g\ H_2O$)
إيثانول	CH_3CH_2OH	يذوب بأي نسبة
1- بروبانول	$CH_3CH_2CH_2OH$	يذوب بأي نسبة
1- بيوتانول	$CH_3(CH_2)_2CH_2OH$	7.9
1- بنتانول	$CH_3(CH_2)_3CH_2OH$	2.7

أتحقق صـــ131 :

1- 2 – هكسانول له أعلى درجة غليان لان كتلته المولية أكبر من 2 – بيوتانول

2- 1- هبتانول بسبب أن زيادة السلسلة الهيدروكربونية في الكحول تؤدي الى تقليل قطبيته فيصبح أكثر شبها بالألكان الذي لايذوب في الماء

أفكر صـــ131 :

1- بروبانول أعلى من 2- بروبانول لان مجموعة الهيدروكسيل تقع على طرف المركب مما يجعل حركة الالكترونات في اتجاه واحد

الإيثرات Ethers

الإيثرات :

هي مركبات عضوية تحتوي على ذرة أكسجين مرتبطة بمجموعتي الكيل متشابهتين أو مختلفتين

الصيغة العامة للإيثرات R-O-R

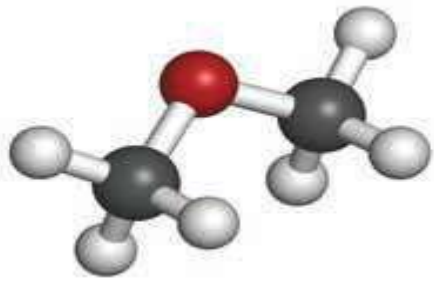
خصائص الإيثرات :

1- تعد مركبات عضوية مشبعة

2- الصيغة العامة لها R-O-R' أو R_2O

3- تعد ذرة الأكسجين (- O-) المجموعة الوظيفية في الإيثرات

4- تعد الإيثرات و الكحولات متصاوغات وظيفية



إيثـــــر

كحـــول

التصاوغ الوظيفي : كلا المُركّبان متشابهان بالصيغة الجُزيئيّة ويختلفان في المجموعة الوظيفية أي أنهما متصاوغان Functional Isomerism

هي مركبات تشترك في الصيغة الجزيئية وتختلف في المجموعة الوظيفية و الصيغة البنائية لكل منها

الصيغة الجُزيئيّة العامة للكحولات والإيثرات : $C_nH_{2n+2}O$

تسمية الايثرات وفق نظام تسمية الأيوباك

تسمى الإيثرات باسماء مجموعات الألكيل المرتبطة بذرة الأكسجين متبوعة بكلمة إيثر

1- إذا كانت مجموعتي (R) **متشابهتين** نضع ثنائي ثم نسم مجموعة (R) كما تسمى **التفرعات** ثم نضع كلمة **إيثر**

2- إذا كانت مجموعتي (R) **مختلفتين** نسم مجموعة (R) كما تسمى **التفرعات** ثم نضع كلمة **إيثر**

3- نرتب التفرعات حسب الأبجدية

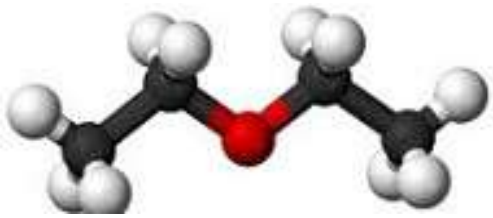
مثال : سم المركبات الاتية

CH_3-CH_2-O-$CH_2CH_2CH_2CH_3$ CH_3-O-CH_2-CH_3 CH_3-O-CH_3

بيوتيل إيثيل إيثر | ايثيل ميثيل إيثر | ثنائي ميثيل أيثر

أتحقق صـــ132 :

CH_3CH_2-O-CH_2CH_3 ثنـــائي إيثيل إيثـــر



ثنائي إيثيل إيثر

الخصائص الفيزيائية للإيثرات :

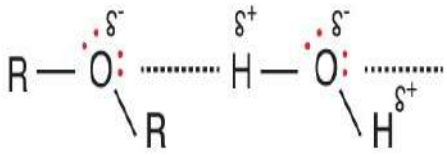
1- تعد مركبات قطبية

2- قوى التجاذب بين مركباتها ثنائية القطب

3- تذوب في الماء

4- ذائبية الايثر أقل من الكحول المقارب له في الكتلة المولية

5- درجة غليانه أقل من درجة غليان الكحولات



فسري :

تعد الإيثرات و الكحولات متصاوغات وظيفية

لأنها تشترك في الصيغة الجزيئية و تختلف في المجموعة الوظيفية والصيغة البنائية لكل منهما

فسري :

الايثرات قادرة على اذابة العديد من المواد

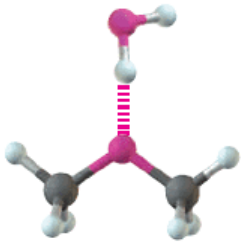
لان الايثر مذيب عضوي قطبيته منخفضة أو القطبية الضعيفة لجزيئات الإيثر.

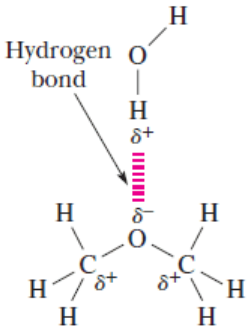
فسري :

الايثرات مركبات قطبية

بسبب وجود فرق في الكهرسلبية بين ذرتي الأكسجين و الكربون و محصلة العزوم القطبية لاتساوي الصفر والرابطتان C-O-C تُشكّلان مُنحَني زاوِي فالجزيئات قطبية تترابط في ما بينها بقوى ثنائية القطب

فسري : يذوب الإيثر في الماء





لانه يكون روابط هيدروجينية مع الماء فإنّ امتلاك ذرة الأكسجين في الإيثر لزوجين من الإلكترونات غير الرابطة يَسمح لجزيئات الماء بعمل روابط هيدروجينية معها

فسري :

ذائبية الايثرات أقل من الكحول المقارب له في الكتلة المولية

بسبب إحاطة ذرة الأكسجين فيه بذرة الكربون المرتبطة بها مما يدل على القطبية الضعيفة لجزيئات الإيثر

يمثل الجدول مقارنة درجة غليان بعض الإيثرات والألكانات المقاربة لها الكتلة المولية.

الاسم	الصيغة	الكتلة المولية g\mol	درجة الغليان (°C)
بيوتان	$CH_3CH_2CH_2CH_3$	58	- 0.5
إيثيل ميثيل إيثر	$CH_3CH_2OCH_3$	60	7.4
بنتان	$CH_3(CH_2)_3CH_3$	72	36.1
ثنائي إيثيل إيثر	$CH_3CH_2OCH_2CH_3$	74	34.6

مقارنة ذائبية بعض الإيثرات بالكحولات في الماء

الاسم	الصيغة	الذائبية ($g/100g\ H_2O$)
ثنائي ميثيل إيثر	CH_3OCH_3	70
إيثانول	CH_3CH_2OH	يذوب بأي نسبة
ثنائي إيثيل إيثر	$CH_3CH_2OCH_2CH_3$	6.7
1- بيوتانول	$CH_3(CH_2)_2CH_2OH$	7.9

أتحقق صـــــ134 :

	ثنائي ميثيل إيثر	ميثيل بروبيل إيثر
درجة الغليان	درجة غليان قليلة	درجة غليان عالية
الذائبية	ذائبية عالية في الماء	ذائبية قليلة في الماء

أفكر صـــــ134 :

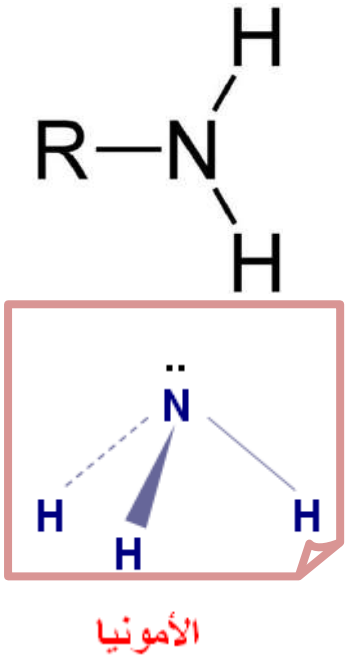
إيثيل بروبيل إيثر له درجة غليان أقل من 1- بنتانول لان جزيئاته تترابط بروابط هيدروجينية مقارنة بقوى ثنائية القطب الضعيفة التي تربط بين جزيئات الإيثر

الأمينـــــات Amines

الأمينات
Amines

الأمينات :

هي مركبات عضوية مشتقة من الأمونيا NH_3 ، و ذلك باستبدال ذرة الهيدروجين أو أكثر في الأمونيا بمجموعة ألكيل R أو أكثر و تعد ذرة النيتروجين مجموعة وظيفية في الأمينات



الأمونيا

خصائص الأمينات :

1- تعد مركبات غير مشبعة

2- الصيغة العامة لها $R\text{-}NH_2$

3- المجموعة الوظيفية لها هي ذرة النيتروجين

4- تترابط جزيئاتها بروابط هيدروجينية

5- الترابط الهيدروجيني في الأمينات أضعف من الترابط الهيدروجيني في كل من الكحولات و الحموض الكربوكسيلية

تصنيف الأمينات وفقَ عدد مجموعات الألكيل المرتبطة بذرة النيتروجين :-

1- أمينات أولية

2- أمينات ثانوية

3- أمينات ثالثية

قواعد تسمية الأمينات :

الطريقة المُتبعة لتسمية الأمينات الأولية وفقَ نظام الأيوباك ؛ تُعامل فيها مجموعة الأمين كتفرّع مُتّصل بإحدى ذرات الكربون في سلسلة الكربون

1- نرقم ذرة الكربون في أطول سلسلة من المركب من الطرف الأقرب الى مجموعة الأمين ونعطي ذرة الكربون التي ترتبط بها مجموعة الأمين رقما ثم كلمة أمينو للدلالة على مجموعة الامين

2- نعطي مجموعة الألكيل رقما و نسمي مجموعة الألكيل أولا ، ثم مجموعة الأمين (أمينو) ثم نكتب اسم الألكان الذي يمثل عدد ذرات الكربون

سمّ الأمينات التي تمثلها الصيغ الآتية:

a. $CH_3(CH_2)_3CH_2NH_2$ ← a. ١- أمينو بنتان

b. $CH_3(CH_2)_5CH_2NH_2$ ← b. ١- أمينوهبتان

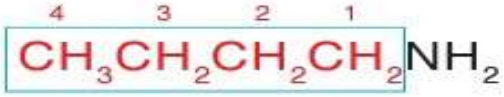
c. $CH_3(CH_2)_2CH(NH_2)CH_3$ ← c. ٢- أمينو بنتان

d. $CH_3(CH_2)_8CH_2NH_2$ ← d. ١- أمينو ديكان

مثال : أُسمي المُركب الآتي وفق نظام الأيوباك: $CH_3CH_2CH_2CH_2NH_2$

الحل :

1- أُحدّدُ أطول سلسلة كربونيّة تتضمّنُ مجموعة الأمين، ثم أُرقّم السلسلة من الجهة الأقرب لها .



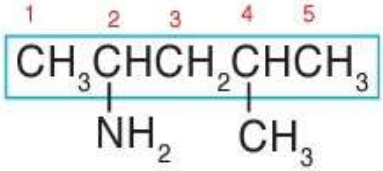
2- أكتبُ رقم ذرة الكربون التي تتصل بها مجموعة الأمين تتبعها كلمة أمينو، ثم أُسمّي الألكان الذي يُمثّل سلسلة الكربون .

فيكون الاسم :1 -أمينو بيوتان

مثال : أُسمي المُركب الآتي وفق نظام الأيوباك:

الحل :

1- أُحدّدُ أطول سلسلة كربونية تتضمن مجموعة الأمين، وأُرقّم السلسلة من الجهة الأقرب لها، ثم أُحدّدُ موضع ارتباط مجموعة الأمين وكذلك مجموعات الألكيل وأُسمّيها، ثم أُسمّي الألكان الذي يُمثّل سلسلة الكربون .



فيكون الاسم : 4 - ميثيل - 2 - أمينو بنتان

أمثلة على بعض الأمينات المختلفة

CH_3NH_2	$CH_3CH_2NH_2$	$CH_3CH_2CH_2CH_2NH_2$
ميثيل أمين	إيثيل أمين	بيوتيل أمين
CH_3NHCH_3	$CH_3NHCH_2CH_3$	CH_3NCH_3 (مع CH_3 متفرع)
ثنائي ميثيل	إيثيل ميثيل	ثلاثي ميثيل أمين

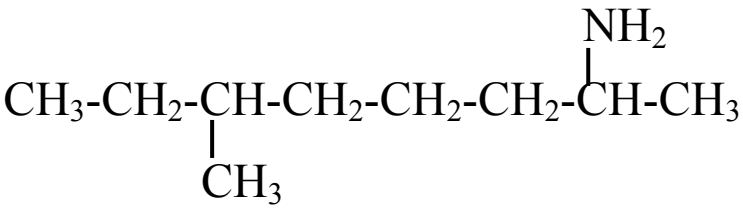
فسري :

الترابط الهيدروجيني في الأمينات أضعف من الترابط الهيدروجيني في كل من الكحولات و الحموض الكربوكسيلية

لأن الرابطة (N-H) في الأمينات أقل قطبية من الرابطة (O-H) في الكحولات و الحموض الكربوكسيلية (بسبب كهرسلبية النيتروجين أقل من كهرسلبية الأكسجين مما يقلل من قطبية الرابطة بين الهيدروجين و النيتروجين)

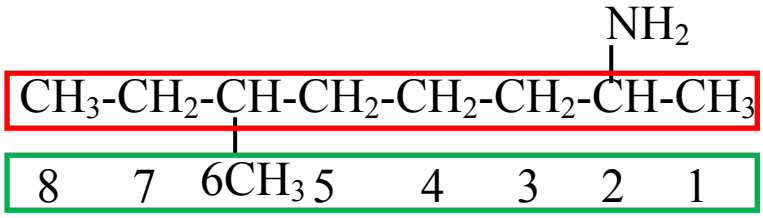
مثال :

سم المركب الاتي



الحل :

1- نرقم ذرات الكربون في أطول سلسلة في المركب الى مجموعة الأمين (NH_2) ، و نعطي ذرة الكربون التي تربط بها مجموعة الأمين رقما و مجموعة الألكيل رقما و نسمي مجموعة الألكيل أولا

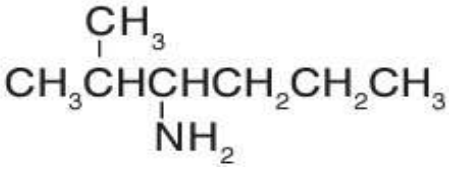


2- نسمي الأمين باسم أمينو و نكتب اسم الالكان المقابل ولدينا 8 ذرات كربون اي أوكتان

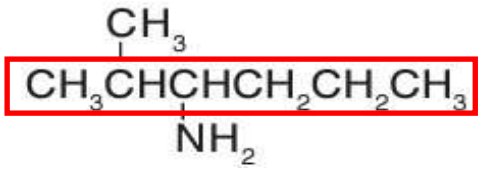
فيكون الاسم :

6 – ميثيل -2- أمينو هكسان

أتحقق صـــ136 :

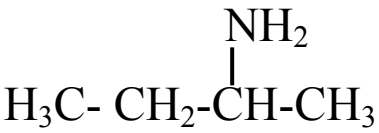


نحدّدُ أطول سلسلة كربونية تتضمن مجموعة الأمين، وأُرقّم السلسلة من الجهة الأقرب لها، ثم أُحدّدُ موضع ارتباط مجموعة الأمين وكذلك مجموعات الألكيل وأُسمّيها، ثم أُسمّي الألكان الذي يُمثّل سلسلة الكربون .



يكون اسم المركب : 2- ميثيل 3- أمينوهكسان

2- أكتب الصيغة البنائية للمركب :2 - أمينو بيوتان



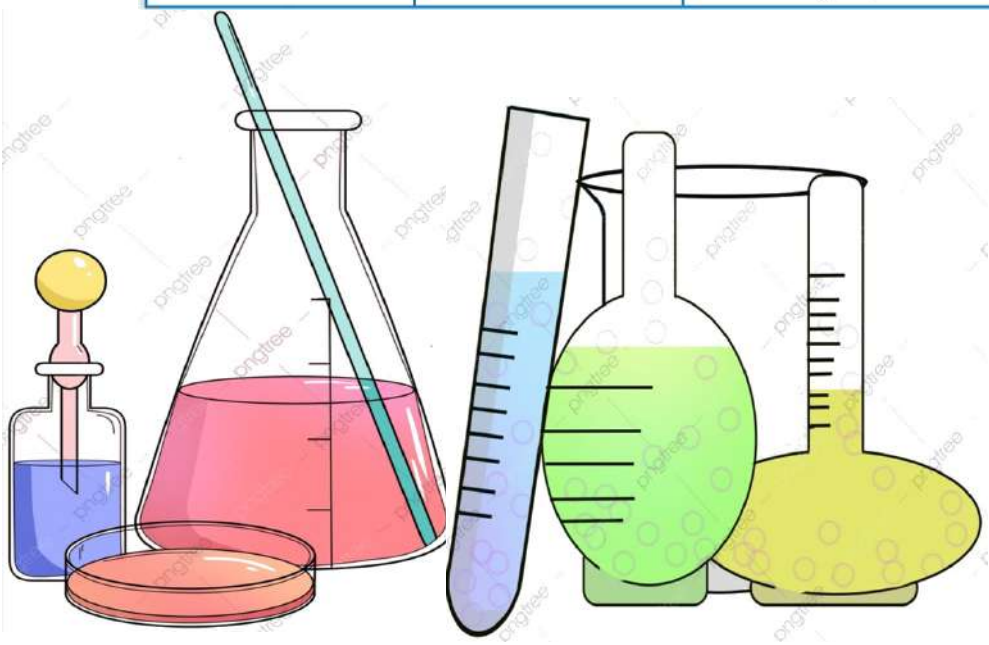
الخصائص الفيزيائية للأمينـــات :

1- تُعدُّ الأمينات مُركّبات قطبيّة نظرا لاحتوائها على مجموعة الأمين القطبية

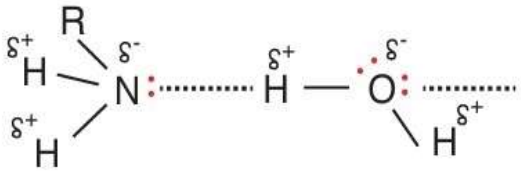
2- درجة غليانها أعلى من الألكانات المقاربة لها في الكتلة المولية

3- تذوب الأمينات في الماء نظرا لقدرة الأمينات الأولية على الترابط مع الماء بروابط هيدروجينية

الاسم	الصيغة	الكتلة المولية g\mol	درجة الغليان (°C)
إيثان	CH_3CH_3	30	-89
ميثيل أمين	CH_3NH_2	31	-6
إيثيل أمين	$CH_3CH_2NH_2$	45	16
إيثانول	CH_3CH_2OH	46	78



الجدول أعلاه يوضـــح درجـــة غليـــان بعض الأمينات والألكانـــات والكحـــولات .



فسري :

درجة غليان الأمينات أعلى من درجة غليان الألكانات المقاربة لها في الكتلة المولية

نظرا لاحتواء الأمينات على مجموعة الأمين القطبية، تترابط جزيئات الأمينات الأولية بروابطَ هيدروجينيّة حيث تحتوي على ذرة هيدروجين مرتبطة مباشرة بذرة نيتروجين ذات سالبيّة كهربائيّة عالية

فسري :

درجة غليان الكحول أعلى من درجة غليان الأمينات المُقارب له في الكتلة المولية

وذلك لأن قطبيّةَ الرابطة (O-H) أكبر من قطبيّةِ الرابطة (N-H) ، وبالتالي فإنّ الرابطة الهيدروجينية في الكحولات أقوى منها في الأمينات الأولية والطاقة اللازمة للتغلب عليها أكبر، وبالتالي درجة غليان الكحولات أعلى .

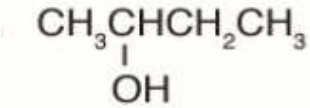
أتحقق صـــ137 :

أيُّ المُركّبين الآتيين له أعلى درجة غليان : 2- بيوتانول

مـــــراجعة الدرس

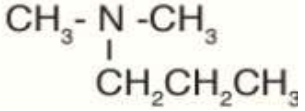
1- تُصنّفُ مشتقاتُ المُركّبات الهيدروكربونية وفقَ المجموعات الوظيفية التي تُحدّد خصائصها الفيزيائية والكيميائية أو اعتمادا على التشابه في تركيبها البنائي

2- كحولات

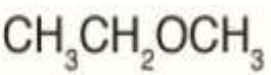


هاليدات الالكيل

أمين ثالثي



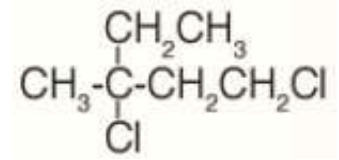
إيثرات

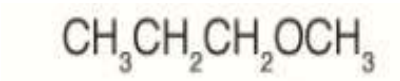


3- المجموعة الوظيفية : ذرة أو مجموعة الذرات أو الروابط المسؤولة عن الخصائص المميزة للمُركّب العضوي، وتُعدُّ مركزَ النشاط الكيميائي فيه .

4- درجة غليان ثنائي ميثيل أمين أعلى منها لثنائي ميثيل إيثر بسبب قوة الرابطة الهيدروجينية لمجموعة الأمين القطبية .

-5

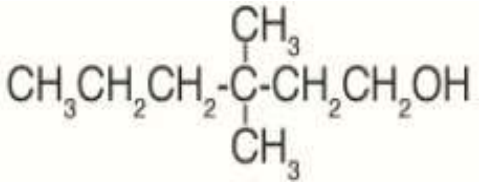




3,1 – ثنائي كلورو-3- ميثيل بنتان

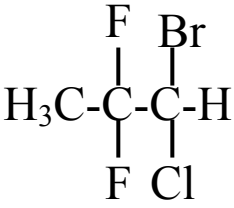
ميثيل بروبيل إيثر

3,3- ثنائي ميثيل –1 – هكسانول

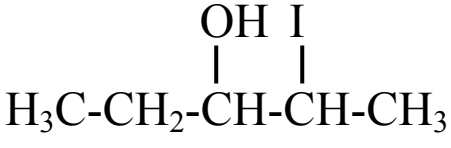


-6

أ) 1- برومو -1 - كلورو- 2, 2 - ثنائي فلورو بروبان

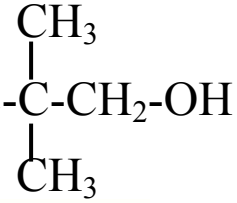


ب) 2-أيودو -3 - بنتانول

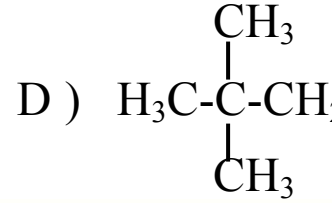


7- أ)

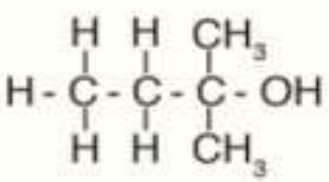
B)



D)



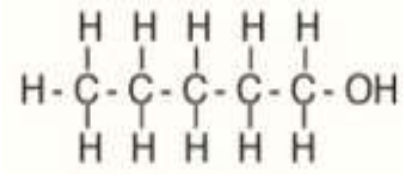
ب) يسمى A ب 2- ميثيل -2 بيوتانول



ج) شكل جزئ الكحول يؤثر في درجة غليانه حيث في المركب C

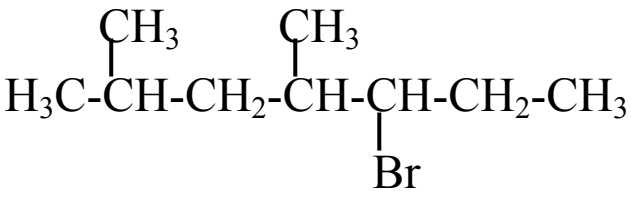
تقع مجموعة الهيدروكسيل في طرف المركب بدون تفرعات مما يجعل حركة الالكترونات في طرف واحد و الروابط التي يتم تكوينها تكون متجمعة بشكل أكثف و أقوى من باقي المركبات مما يجعلها تحتاج الى طاقة حرارية أكبر لكسرها و هذا يرفع من درجة غليان المر كب

د- لا ، لان الكحولات الاربعة تختلف في ذائبيتها في الماء و ذلك لاختلاف موقع ذرة الكربون المرتبطة بمجموعة الهيدروكسيل واختلاف ترتيب ذرات الكربون المتبقية (A)



8- أ) 3 - برومو -4 ، 6 - ثنائي ميثيل هبتان

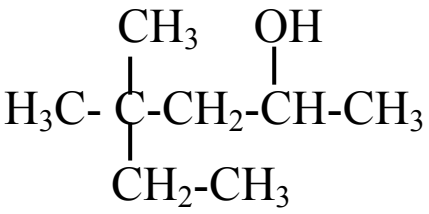
الخطأ في اتجاه ترقيم السلسة حيث يبد أ الترقيم من الجهة الأقرب للتفرع



الاسم الصحيح يجب أن يكون : 5- برومو-4,2 – ثنائي ميثيل هبتان

ب) 4- إيثيل -4 - ميثيل -2 - بنتانول

الخطأ في تحديد طول السلسة الصحيح



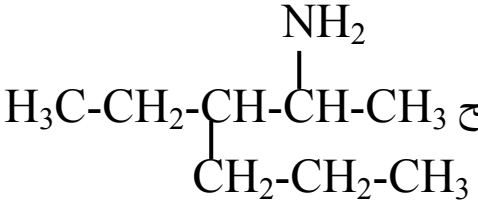
الاسم الصحيح يجب أن يكون : 4,4- ثنائي ميثيل - 2- هكسانول

ج) إيثيل بيوتيل إيثر ترتيب أبجدي حسب اللغة الانجليزية $CH_3-CH_2-O-CH_2CH_2CH_2CH_3$

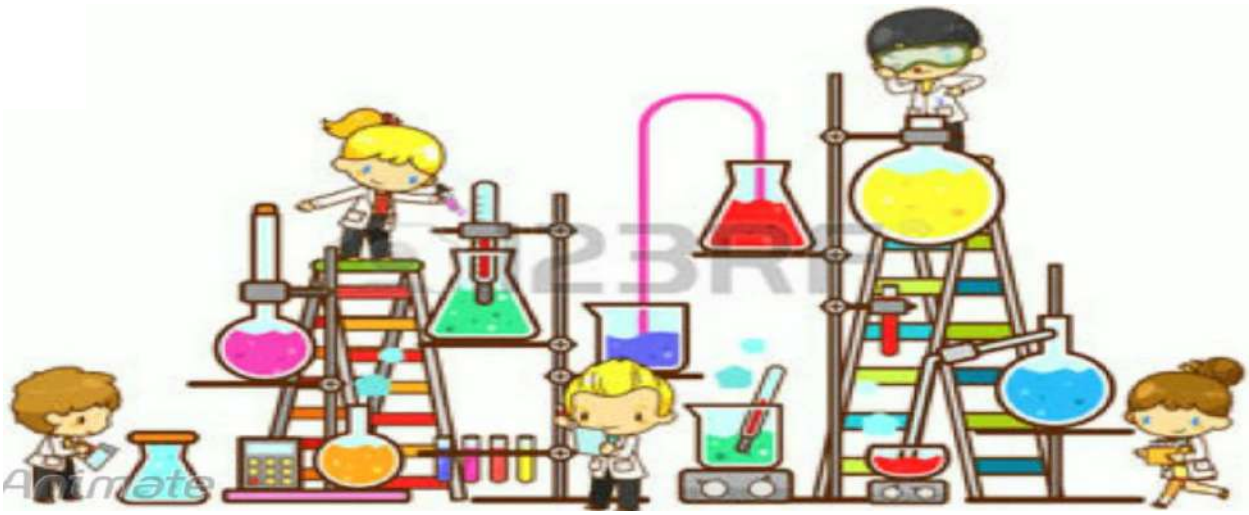
الاسم الصحيح يجب أن يكون : بيوتيل إيثيل إيثر

د) 3- بروبيل -2 - أمينو بنتان

الخطأ في تحديد طول السلسة الصحيح



الاسم الصحيح يجب أن يكون : 3- إيثيل -2 - أمينوهكسان



مركبات الكربونيل و الحموض الكربوكسيلية و مشتقاتها

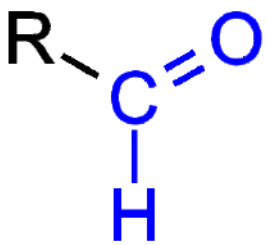
الألديهـــايدات و الكيتونـــات

تمتاز هذه المركبات بوجود مجموعة وظيفية تسمى الكربونيل

الألدهايدات: Aldehydes

مركبات عضوية غير مشبعة تمتاز بوجود ذرة هيدروجين طرفية مرتبطة بمجموعة الكربونيل

1- صيغتها العامة $R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$



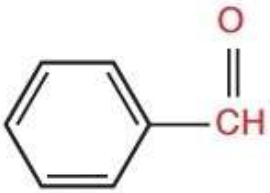
2- يعد الميثانال أبسط الألدهايدات

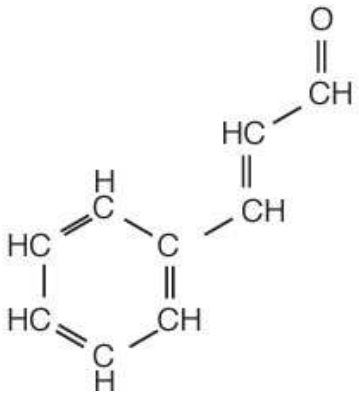
3- المجموعة الوظيفية هي الكربونيل

فسري :

الميثانال (الفورم الدهايد) أبسط الألدهايدات

لانه يحتوي ذرة كربون واحدة





تسمية الالدهايدات وفق نظام تسمية الأيوباك

1- نحسب عدد ذرات الكربون في الألدهايد (أطول سلسلة) و من ضمنها ذرة كربون مجموعة الكربونيل

2- نسم الألدهايد حسب عدد ذرات الكربون على وزن (ألكانال) بإضافة مقطع (ال) إلى اسمِ الألكان المقابل

3- إذا احتوى الألدهايد على تفرع نرقم السلسلة من ذرة كربون مجموعة الكربونيل و تسمى التفرعات أولا

يمثل الجدول أسماء بعض الألديهايدات وصيغها البنائية.

الاسم	الصيغ البنائية
ميثانال	$H-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-H$
إيثانال	$CH_3\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-H$
بروبانال	$CH_3CH_2\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-H$

مثال : سمي المركب الاتي

$$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-H$$

الحل :-

1- نحسب عدد ذرات الكربون (أطول سلسلة) تحتوي على مجموعة الكربونيل و نعطيها دائما الرقم (1)

$$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-H$$

6 5 4 3 2 1

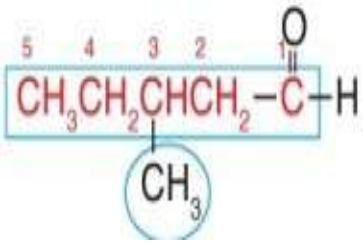
2- نسمي الألدهايد حسب عدد ذرات الكربون و هنا لدينا 6 ذرات (هكسان) وعلى وزن الكانال يصبح الاسم **هكسانال**

مثال : سمي المركب الاتي

$$CH_3CH_2\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}CH_2-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-H$$

الحل :-

1- نُحدّدُ أطولَ سلسلة كربونيّة تتضمّن مجموعة الكربونيل الوظيفية وأُرقّمها بدءا من مجموعة الكربونيل أي أنها تأخذ الرقم 1 دائما .



2- نلاحظُ أن أطولَ سلسلة كربونيّة مُتضمّنة مجموعة الكربونيل مكونة من 5 ذرات كربون،

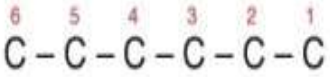
أي مشتقّة من البنتان فتُسمّى بنتانال

3- يعطى التفرع رقم و يسمى كما في السابق وفي هذا المركب مجموعة الميثيل مُرتبطة بذرةِ الكربون رقم 3

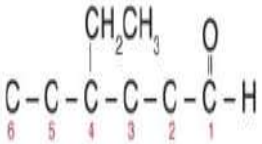
فيكون اسم المركب 3- ميثيل بنتانال

مثال : أكتبُ الصيغة البنائية للمُركب : 4 -إيثيل هكسانال

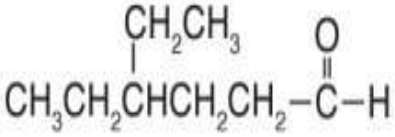
1- نكتبُ ذرات الكربون التي؛ تُمثّل أطولَ سلسلة كربونيّة في المُركّب، وهي مُكوّنة من 6 ذرات كربون وأُرقّمها من أي طرف .



2- بما أن المُركّب ألديهايد فإنّ مجموعة الكربونيل الوظيفية تُمثّل ذرة الكربون رقم 1 ، ثم نكتب مجموعة الإيثيل متّصلة بذرة الكربون رقم 4 كما يظهر في اسم المُركّب

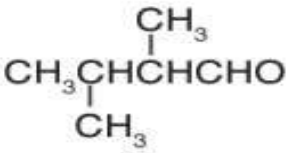


3- نُكمل عدد روابط الكربون مع الهيدروجين؛ بحيث يصبح مجموع الروابط حول كلّ ذرة كربون 4 روابط كالتالي :



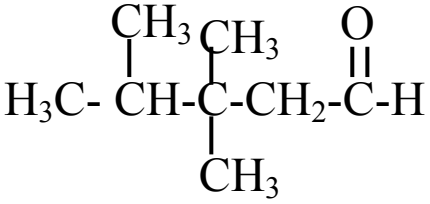
أتحقق صـــ141 :

1- بعد اتباع الخطوات السابقة يكون اسم المركب



3,2- ثنائي ميثيل بيوتانال

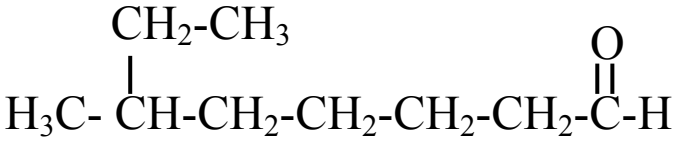
2-



أفكر صـــ141 :

6-إيثيل هبتانال

الخطأ في تحديد طول السلسلة الصحيح حيث يتكون من 8 ذرات كربون وليس 7



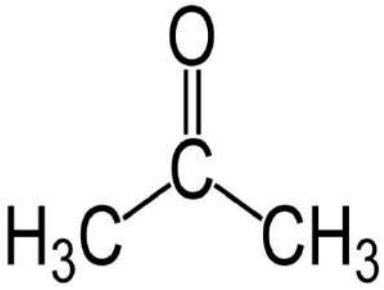
الاسم الصحيح 6- ميثيل أوكتانال

الكيتونات Ketones

مُركّبات عضوية صيغتها العامة R1-CO-R2 ترتبطُ فيها مجموعة الكربونيل بمجموعتي ألكيل

يمكن كتابة صيغة مجموعة الكربونيل بطريقة مختصرة كالآتي : (-CO-)

1- الكيتونات مركبات عضوية غير مشبعة تحتوي على مجموعة الكربونيل كمجموعة وظيفية



2- تقع مجموعة الكربونيل بين مجموعتي ألكيل

3- يعد البروبانون أبسط الكيتونات

4- تشترك مع الألدهايدات في الصيغة الجزيئية العامة $C_nH_{2n}O$ وتختلف في صيغتها البنائية

تسمية الكيتونات وفق نظام تسمية الأيوباك

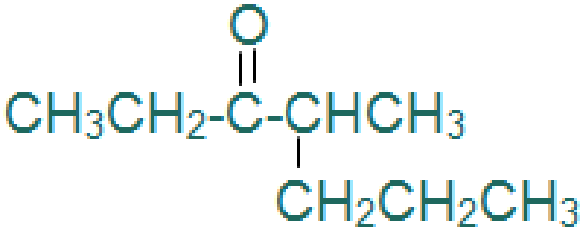
1- نحسب عدد ذرات الكربون في الكيتون (أطول سلسلة) و من ضمنها ذرة كربون مجموعة الكربونيل

2- نسم الكيتون حسب عدد ذرات الكربون على وزن (ألكانون) بإضافة مقطع (ون)

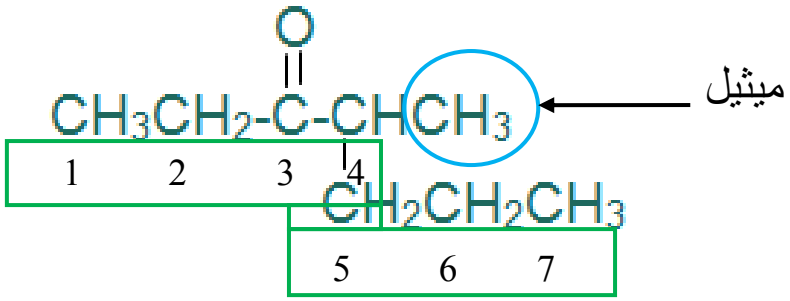
3- إذا احتوى الكيتون على تفرع نرقم السلسلة من ذرة كربون مجموعة الكربونيل و تسمى التفرعات أولا

4- اذا زاد عدد ذرات الكربون في الكيتون عن (4) ذرات فيجب أن نسبق اسم الكيتون بموقع مجموعة الكربونيل بعد ترقيم السلسلة من الطرف الأقرب لمجموعة الكربونيل

مثال : سمي المركب الآتي



الحل : 1- نرقم أولا أطول سلسلة كربونية تحتوي على مجموعة الكربونيل ، بدء بالطرف الأقرب الى مجموعة الكربونيل



2- نسم الكيتون حسب عدد ذرات الكربـــون على وزن (ألكانون) بإضافـــة مقطع (ون) و في المركب 7 ذرات الكربون (هبتان) ف يسمى هبتانون

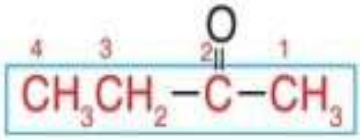
3- نعطي الفروع أرقام وهنا الميثيل على ذرة الكربون رقم (4)

4- نضع رقم مجموعة الكربونيل قبل اسم الكيتون فيكون الاسم

4- ميثيل -3- هبتانون

مثال : سمي المركب الآتي

الحل :



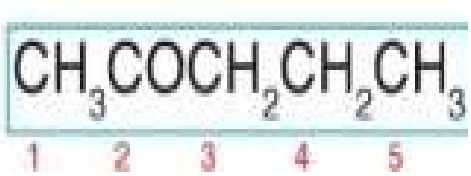
1- نُحدّدُ أطولَ سلسلة كربونيّة مستمرة في المُركّب وأُرقّمها من الجهة الأقرب لمجموعة الكربونيل

2- نلاحظُ أن السلسلة غير مُتفرّعة وأنها مكونة من 4 ذرات كربون ؛ أي مشتقّة من البيوتان

3- فيكون اسم المركب 2 - بيوتانون، ولأن مجموعة الكربونيل ليس لها إلا موقع واحد هو ذرة كربون رقم 2؛ فيكتب اسم المُركّب : بيوتانون .

مثال : سمي المركب الآتي :

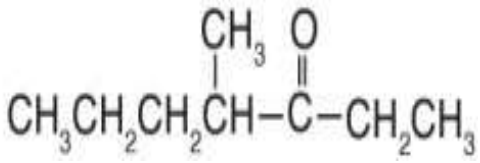
الحل :



1- نحدّدُ أطولَ سلسلة كربونيّة مستمرة في المُركّب وأُرقّمها من الجهة الأقرب لمجموعة الكربونيل .

2- نلاحظُ أن السلسلة غيرُ متفرّعة وأنها مُكوّنة من 5 ذرات كربون؛ أي مشتقّة من البنتان فأُسمّي المُركّب : 2 - بنتانون

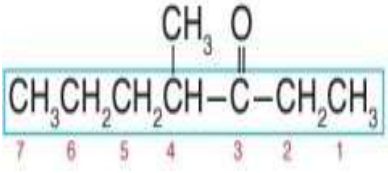
مثال : سمي المركب الآتي



الحل :

1- نحدّدُ أطولَ سلسلة كربونيّة مستمرة في المُركّب وأُرقّمها من الجهة الأقرب لمجموعة الكربونيل

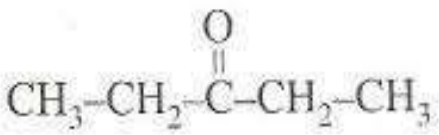
2- وأُحدّدُ المجموعات الفرعيّة وموقعها على السلسلة



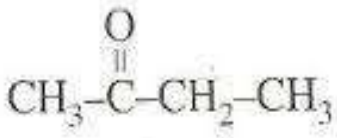
3- ألاحظُ أن عدد ذرات الكربون في السلسلة الكربونية 7 ، وأن ذرة الكربون رقم 3 تُمثّل مجموعة الكربونيل ،

وأن مجموعة الميثيل ترتبط بذرة الكربون رقم 4 فيكون اسم المُركّب :4 - ميثيل -3 - هبتانون.

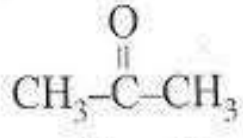
أمثلة على كيتونات مختلفة :



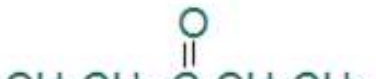
3-بنتانون



2-بيوتانون



2-بروبانون

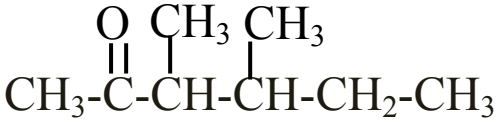


٣ - بنتانون

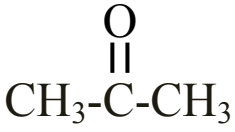
بيوتانون

أتحقق صـــــ143 :

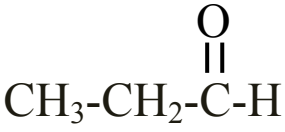
4,3 - ثنائيُّ ميثيل -2 - هكسانون



أفكر صـــــ143 : C_3H_6O



بروبانون



بروبانال

فسري :

تعد الالدهايدات و الكيتونات متصاوغات وظيفية

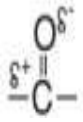
لإنها تتشابه في صيغتها الجزيئية و لكنها تختلف عن بعضها في صيغتها البنائية

فسري :

درجة غليان الكحولات أعلى من درجة غليان الألدهايدات و الكيتونات

بسبب عدم وجود روابط هيدروجينية بين جزيئات الألدهايدات و الكيتونات كما هو الحال في الكحولات

الخصائص الفيزيائية للألدهايدات و الكيتونات :



1- تعد مركبات قطبية بسبب احتوائها على مجموعة الكربونيل

2- تترابط جزيئاتها بقوى ثنائية القطب

3- توجد في العديد من المواد الغذائية ذات الطعم الحامض

4- تذوب في الماء بسبب الروابط الهيدروجينية التي يُكوّنُها الماء مع جزيئاتها، وتقلُّ ذائبيّتُها في الماء بزيادة عدد ذرات الكربون في كلٍّ منها.

5- تذوب الألديهايدات والكيتونات في المذيبات العُضوية؛ وتستخدم مذيبات عضويّة بصفتها مذيبات عضوية أيضا

يمثل الجدول درجة غليان بعض الألديهايدات والكيتونات مقارنة بالألكانات والكحولات

الاسم	الصيغة	درجة الغليان (°C)
بنتان	$CH_3(CH_2)_3CH_3$	36
بيوتانال	$CH_3(CH_2)_2CHO$	76
بيوتانون	$CH_3CH_2COCH_3$	80
1- بيوتانول	$CH_3(CH_2)_2CH_2OH$	118

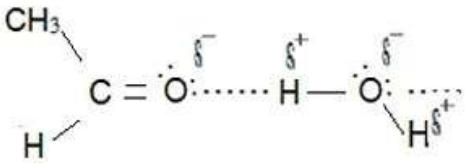
أتحقق صـــــ144 :

1- المُركّب الذي له أعلى درجة غليان : 2 - بنتانول لانه من الكحولات التي تحتوي على روابط هيدروجينية بين جزيئاتها و بدورها ترفع درجات الغليان

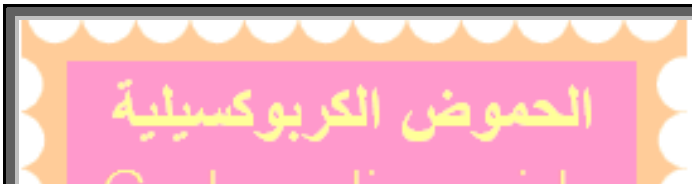
2- المُركّب الأكثر ذائبية في الماء: CH_3CH_2CHO لان عدد ذرات الكربون فيها اقل

أفكر صـــــ144 :

يذوب الإيثانال في الماء بسبب الروابط الهيدروجينية التي يُكوّنُها الماء مع جزيئاتها

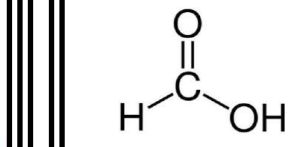


الحموض الكربوكسيلية
Carboxylic Acids



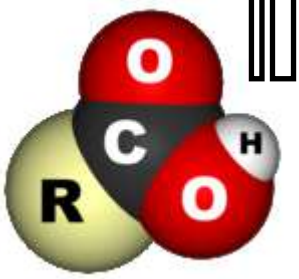
<u>الحموض الكربوكسيلية</u>

هي مركبات عضوية غير مشبعة تحتوي على مجموعة كربوكسيل (COOH) كمجموعة وظيفية و تحمل الصيغة العامة



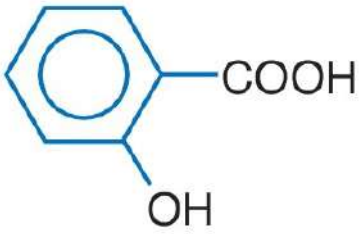
حموض عضوية صيغتها العامة R-COOH حيث R هي مجموعة ألكيل، وقد تكون H

(– CO – OH) هي مجموعة الكربوكسيل الوظيفية



يوضح الجدول أسماء وصيغ بعض الحموض الكربوكسيلية.

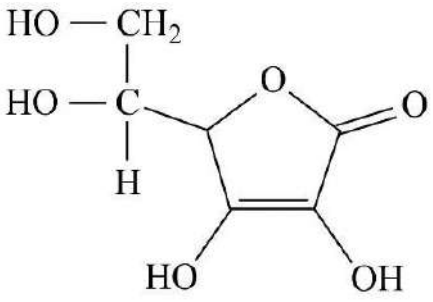
حمض الساليسليك



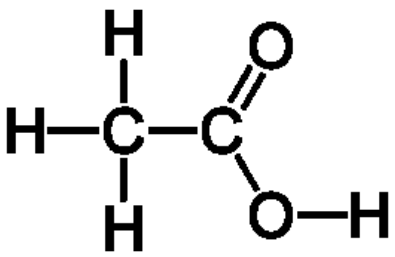
اسم الحمض	الصيغة البنائية
حمض الميثانويك	HCOOH
حمض الإيثانويك	CH_3COOH
حمض البروبانويك	CH_3CH_2COOH

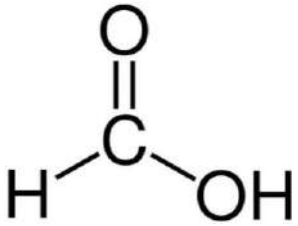
الجدول يبين بعض الحموض المألوفة و مجالات استخداماتها :

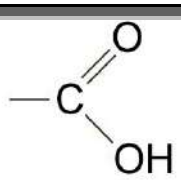
الاسم الشائع للحمض	مكان وجوده
حمض الأسيتيك (الخليك)	الخل
حمض الفورميك	النمل
حمض الستريك	الحمضيات
حمض الأسكوربيك	الحمضيات والخضراوات الملونة



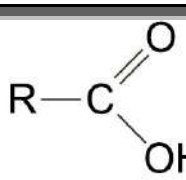
Ascorbic acid
(Vitamin C)





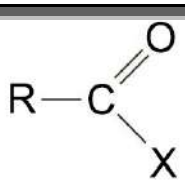


مجموعة كربوكسيل



أو RCO_2H أو RCOOH أو

ثلاثة طرق للتعبير عن الحمض الكربوكسيلي



مشتقات الحمض

قواعد تسمية الحموض الكربوكسيلية

1- نكتب كلمة حمض

2- نحسب عدد ذرات الكربون في المركب (أطول سلسلة) ومن ضمنها ذرة كربون مجموعة الكربوكسيل

3- نسمي المركب على وزن (الكانويك) بإضافة مقطع (ويك)

4- اذا احتوى الحمض الكربوكسيلي على تفرع فيسمى اولا و يتم وضع كلمة حمض قبله بعد ترقيم السلسلة الكربونية من ذرة كربون مجموعة الكربوكسيل

الصيغ الكيميائية لبعض الحموض المعروفة :

حمض البروبانويك

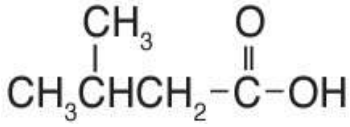
حمض البيوتانويك

تحتوي اقراص فيتامين (C) على حمض الإسكوربيك و صيغته البنائية هي :

$CH_2OH-CHOH-CHOH-COH=COHCOOH$

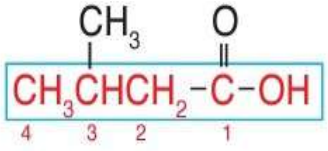
$C_6H_8O_6$

مثال : سمي المركب الآتي



الحل :

1- نحدّدُ أطول سلسلة كربونية مستمرة في المُركّب وأُرقّمها بدءا من ذرة كربون مجموعة الكربوكسيل

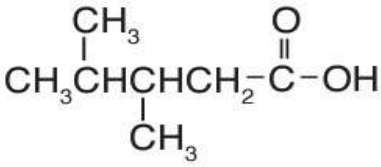


نحدّدُ المجموعات الفرعية ومواقعها

2- نلاحظُ أن أطول سلسلة كربونية متضمّنة ذرة كربون مجموعة الكربوكسيل مكوّنة من 4 ذرات كربون أي مُشتقة من البيوتان، وأن مجموعة الميثيل مرتبطة بذرة الكربون رقم 3 فيكون اسم المُركّب:

حمض 3 - ميثيل بيوتانويك

مثال : سمي المركب الآتي



الحل :

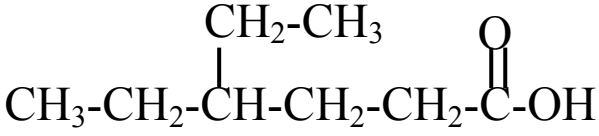
1- نلاحظُ أن أطول سلسلة كربونية متضمّنة ذرة كربون مجموعة الكربوكسيل مكوّنة من 5 ذرات كربون؛ أي مشتقّة من البنتان

2- نلاحظ أن ذرة الكربون رقم 3 مرتبطة بمجموعة ميثيل وذرة كربون رقم 4 أيضا، فيكون الاسم

حمض 3 ,4- ثنائي ميثيل بنتانويك

<u>أتحقق صـــ146 :</u>

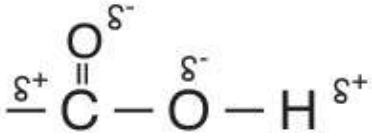
حمض 4 - إيثيل هكسانويك



<u>أفكر صـــ146 :</u> يسمى المركب حمض 2 – برومو بروبانويك

<u>الخصائص الفيزيائية للحموض الكربوكسيلية :</u>

1- تحتوي على مجموعة الكربوكسيل التي تتكون من مجموعة الكربونيل القطبية و مجموعة التي تكون روابط هيدروجينية



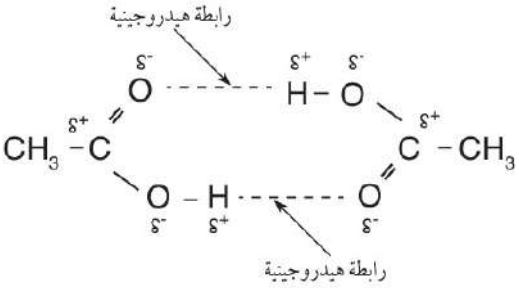
2- تتميز بدرجات غليان مرتفعة مقارنة بالمركبات العضوية الاخرى المساوية لها في عدد ذرات الكربون

3- تزداد درجة غليانها بازدياد كتلتها المولية

4- تذوب الحموض الكربوكسيلية في الماء؛ حيث ترتبط جزيئاتها بروابطَ هيدروجينيّة مع جزيئات الماء وكلّما زاد عدد ذرات الكربون في مجموعة الألكيل R في الحمض قلّت الذائبية.

المركب	الكتلة المولية g\mol	درجة الغليان (°C)
حمض البروبانويك	74	141
1- بيوتانول	74	118

5- تتأيَّن الحموض الكربوكسيلية عند ذوبانها في الماء حسب المعادلة :

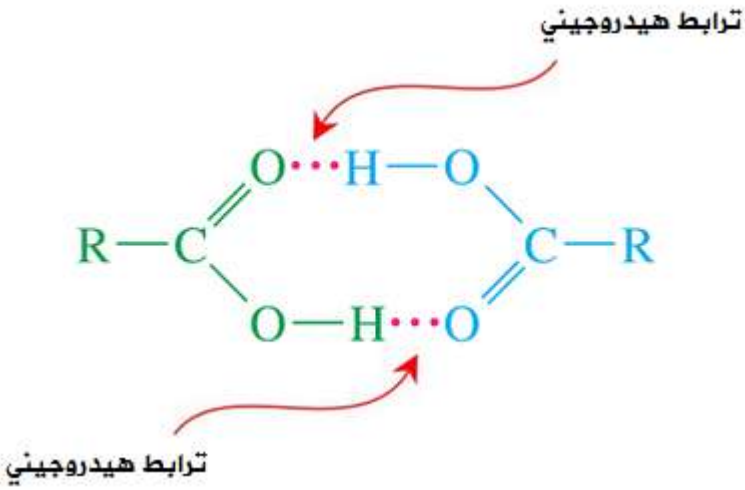


$$RCOOH + H_2O \rightleftharpoons RCOO^- + H_3O^+$$

فسري :

درجة غليان الحموض الكربوكسيلية مرتفعة مقارنة بالمركبات العضوية الأخرى المساوية لها في عدد ذرات الكربون

لانها تحتوي على مجموعة الكربوكسيل COOH التي تكون روابط هيدروجينية



أفكر صـــ148

جرت مقارنة درجة غليان حمض البروبانويك بكحول 1- بيوتانول وليس 1- بروبانول لانه مساوي له في الكتلة المولية و بالتالي يظهر أثر العوامل الاخرى المؤثرة في درجة الغليان و هي نوع قوى التجاذب و كلاهما تترابط جزيئاته بروابط هيدروجينية فيكون عدد الروابط الهيدروجينية هو العامل المؤثر الذي ادى الى هذا الفرق في درجة الغليان .

أتحقق صـــ148

حمض البيوتانويك أعلى درجة غليان من حمض البروبانويك لانه أعلى منه في كتلته المولية وقوة التجاذب (قوى لندن) بين الثنائيات التي يشكلها أكبر و درجة غليانه أعلى

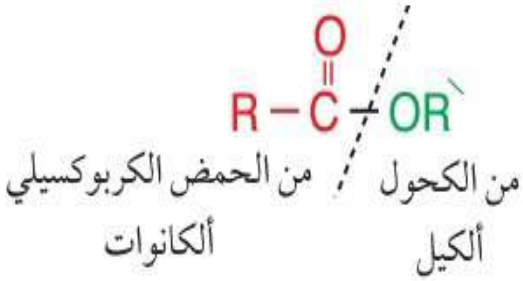
الإستـــــرات

الإسترات
Esters

الاسترات :

هي مركبات عضوية تتكون من مجموعة الالكيل المستمدة من الكحول و مجموعة الكربوكسيل مصدرها الحمض الكربوكسيلي

خصائص الأسترات :



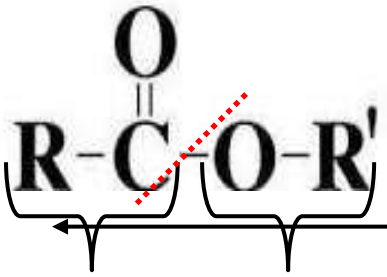
1- تمتاز بروائح عطرية تشبه رائحة الفواكة

2- تعد مركبات عضوية غير مشبعة

3- الصيغة العامة لها R'COOR

4- تتكون صيغة الاستر من جزأين (أحدهما من الحمض الكربوكسيلي و الأخرى من الكحول)

تسمية الاسترات وفق نظام تسمية الأيوباك



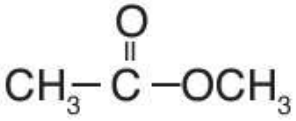
1- نسم الجزء المشتق من الكحول على وزن ألكيل

2- نسم الجزء المشتق من الحمض الكربوكسيلي على وزن ألكانوات

روائح الاسترات :

الإسترات هي رائحة الكيمياء الجميلة ونكهتُها، فمعظم روائح الأزهار ونكهات الفواكه وروائحها هي إسترات طبيعية

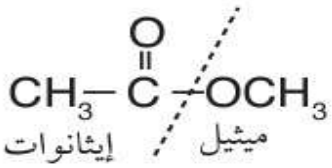
مثال : سمي المركب الآتي



الحل :

1- نحدّدُ الشقَّ الذي مصدره الحمض الكربوكسيلي ، وهو الجزء الذي يحتوي على مجموعة الكربونيل، يُلاحظُ أنه مُكوّن من ذرتي كربون ؛ أي مشتق من حمض الإيثانويك فنسمّيه إيثانوات

2- أما الشق المأخوذ من الكحول فهو مجموعة الألكيل المرتبطة بذرة الأكسجين وهو مكوّن من ذرة كربون واحدة أي مجموعة ميثيل .

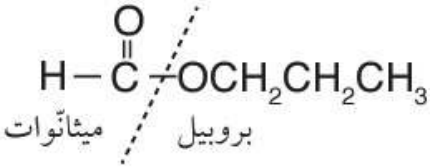


فيكونُ اسم المُركّب : إيثانوات الميثيل

مثال : سمي المركب الآتي

الحل :

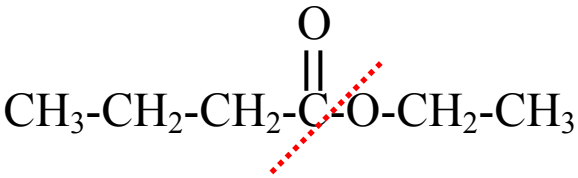
نكرّر الخطوات السابقة للتوصل إلى اسم المُركّب



ميثانوات البروبيل

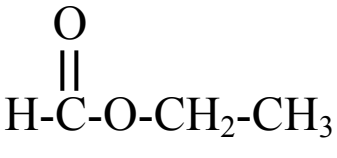
أتحقق صـــ150 :

الصيغة البنائية ل بيوتانواتِ الإيثيلِ .

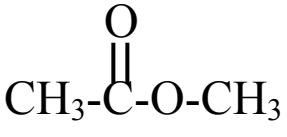


إيثيل بيوتانوات

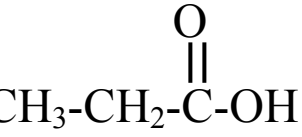
أفكر صـــ150 : نعم تمثل متصاوغات وظيفية مثال : متصاوغات الصيغة البنائية $C_3H_6O_2$



ميثانوات الإيثيل

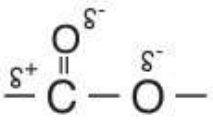


إيثانوات الميثيل



حمض البروبانويك

الخصائص الفيزيائية للإسترات :



1- المجموعةُ الوظيفيّةُ المميزة للإسترات هي مجموعة الإستر-COO - وهي مجموعة قطبية

2- الاسترات غير قادرة على عمل روابط هيدروجينية في ما بينها ، لانها لا تمتلك ذرة هيدروجين مرتبطة مباشرة مع ذرة الأكسجين

3- انخفاض ذائبيتها في الماء فالإسترات التي يزيد عدد ذرات الكربون فيها عن (5) لا تذوب في الماء.

4- تُعدُّ الإسترات مذيبات جيدة للمُركّبات العضوية

فسري :

انخفاض درجة غليان الاسترات مقارنة مع الحموض الكربوكسيلية المساوية لها في الكتلة المولية

لان الاسترات غير قادرة على عمل روابط هيدروجينية فيما بينها

استخدامات الاسترات :-

منها ما يستخدم لإذابة الدهانات .وتدخل الإسترات أيضا في صناعة الموادّ اللاصقة

وتستخدم في تصنيع أكياس النايلون والبلاستيك المستخدم للتغليف

أتحقق صـــ151 :

المُركّب الذي له أعلى درجة غليان

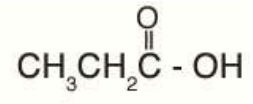
1) $CH_3CH_2CH_2CH_2COOH$ لانه حمض كربوكسيلي بينما المركب الاخر استر غير قادر على عمل روابط هيدروجينية فيما بينها

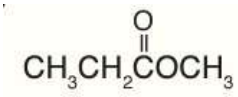
2) CH_3COOCH_3 لانه أعلى في الكتلة المولية من المركب $HCOOCH_3$

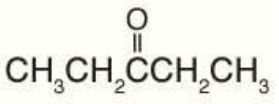
1- بسبب اختلاف موقع مجموعة الكربونيل الوظيفية بين الألدهايدات و الكيتونات أدى الى اختلافهما في الخصائص الكيميائية لذا تم تصنيفهما كنوعين مختلفين من المشتقات الهيدركربونية

2- التعاريف وردت خلال الدرس

3- بالاعتماد على القاعدة العامة للذائبية الشبيه يذيب الشبيه ، المركبات العضوية تذوب في المذيبات العضوية لان هذه المركبات قطبيتها ضعيفة يمكنها إذابة غيرها من المركبات المشابهة لها .

4- حمض كربوكسيلي 

إستر 

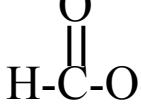
كيتون 

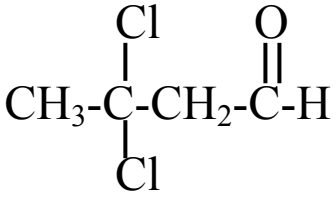
5- 4 – إيثيل 4,3- ثنائي ميثيل هبتانال

ب) حمض البنتانويك

ج) بنتانوات الميثيل

د) 4- برومو -5-ميثيل-2- هكسانون

6) أ) 



7) أ – ذوبان البروبانون مع الماء وتفككه لاحتوائه على مجموعة كربونيل قطبية تترابط جزئيات الماء معها بروابط هيدروجينية

ب- لا يمتزج الهكسانون مع الماء ، لايتفكك ولايذوب رغم وجود مجموعة الكربونيل القطبية و ذلك بسبب ذرات الكربون في الطرف غير القطبي الذي لايذوب في الماء كبير و بالتالي تكون ذائبيته في الماء قليلة جدا .

(8

الرقم	الصيغ البنائية للمركبات	
1	$CH_3CH_2CH_2COOH$	HCOOH
2	$CH_3CH_2CH_2OH$	CH_3COCH_3
3	$CH_3CH_2CH_2CH_3$	$CH_3CH_2CH_2Cl$
4	$CH_3CH_2NH_2$	CH_3CH_2OH

1- CH_3-CH_2-CH_2-CO-OH لان له كتلة مولية أعلى

2- CH_3-CH_2-CH_2-OH بسبب وجود مجموعة الهيدروكسيل في الكحول التي ترتبط جزيئاتها بروابط هيدروجينية فيما بينها

3- CH_3-CH_2-CH_2-Cl لأن قوى التجاذب بين الجزيئات ثنائية الأقطـــاب تكون أكبر من قوى التجاذب الموجودة فـــي الألكانات (قوى لندن)

4- CH_3-CH_2-OH لأن الرابطة (N-H) في الأمينات أقل قطبية من الرابطة (O-H) في الكحولات

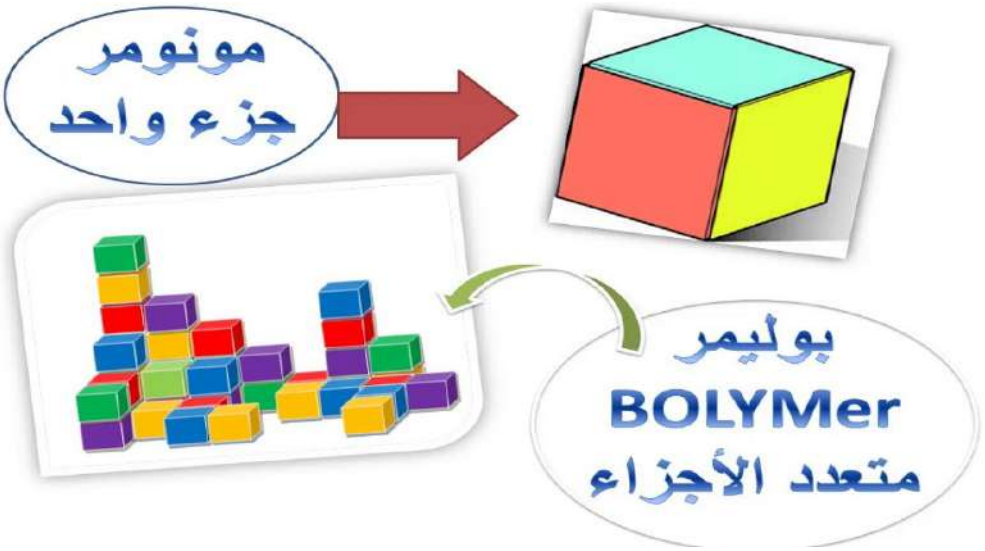
المبلمـــــرات

Polymers

المبلمـــرات (Polymers) : جزيئات ضخمة ذات كتلة جزيئية كبيرة جدا، وتتكون من اتحاد عدد كبير من جزيئات صغيرة تُشكل وحدة البناء الأساسية للمُبلمر وتُسمّى **مونومرات**

المونـــومرات (Monomers) :- وحدة البناء الأساسية المكونة للمُبلمر.

البلمـــرة (Polymerization) :- تفاعُل كيميائي تتحدُ فيه وحدات البناء الأساسية المُكوّنة للمُبلمر ضمن ظروف مناسبة من :الضغط، ودرجة الحرارة، ووجود عوامل مساعدة.



تُصنّف المبلمرات إلى نوعين هما :

1- مُبلمرات صناعية

2- مبلمرات طبيعية

قد يتكوّن المبلمر من وحدة بناء أساسية واحدة أو وحدتين أساسيتين أو أكثر

المُبلمرات الصناعية :- **Industrial Polymers**

جزيئات ضخمة تُحضر صناعيا مثل مبلمر مُتعدد الإيثين ومُتعدد البروبين، وتُستخدم في صناعة البلاستيك، والألياف الصناعية ،

مبلمر مُتعدد الإيثين (بولي إيثيلين)

Polyethene

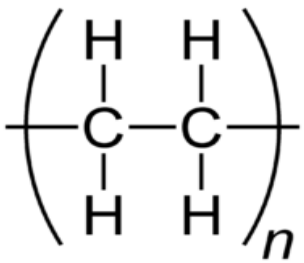
1- من أشهرِ المُبلمرات التي تتكون من الكربون والهيدروجين فقط

2- كلمة بولي هي كلمة لاتينية تعني متعدّد.

3- يتكوّنُ مبلمر متعدّد الإيثين عند تسخين غاز الإيثين تحت ضغوط كبيرة، وبوجود عامل مُساعد

$$n CH_2=CH_2 \xrightarrow[\text{عامل مساعد}]{\text{حرارة وضغط}} \text{-}(CH_2\text{-}CH_2)_n\text{-}$$

الإيثين — متعدد الإيثين (بولي إيثين)



حيث تُمثّل (n) عددا كبيرا من جزيئات الإيثين.

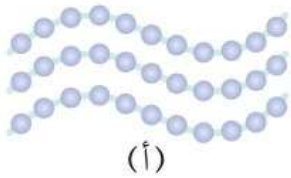
4- متعدّد الإيثين؛ وهو مادة صلبة يمكن تشكيلها بأشكال متعدّدة يُطلَقُ عليها اسم البلاستيك .

ويمكنُ التحكم بالخصائص الفيزيائية لمبلمر متعدّد الإيثين بالتحكم بطول سلسلة المبلمر؛ فالمُبلمر الذي يتكون من 100 مونومر أقلّ صلابة وقساوة من المبلمر الذي يحتوي 1000 مونومر.

وأيضا يمكن التحكُّم في مدى تفرُّع سلسلة المبلمر وتشابكها

التركيب البنائي لمبلمر متعدد الإيثين :-

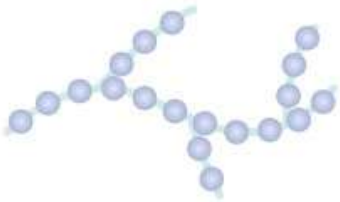
1- متعدد الإيثين عالي الكثافة (HDPE) :-


(أ)

يتكون من سلاسل غير متفرّعة ممّا يتيحُ لها التقارب والتراصّ فيكتسب قوة وصلابة

استخداماته :- يستخدم في صناعة خراطيم المياه والحاويات البلاستيكية والأدوات المنزلية وفي تغليف الاسلاك الكهربائية لأنه مادة عازلة.

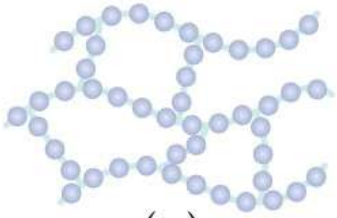
2- متعدّد الإيثين منخفض الكثافة (LDPE) :-


(ب)

يتكون عندما تكون سلاسل المبلمر متفرّعة، فهذا يعيق تقارُبها وتراصّها؛ فينتج مبلمر أقلّ صلابة وقوّة

استخداماته :- يستخدم في صناعة الأكياس البلاستيكية.

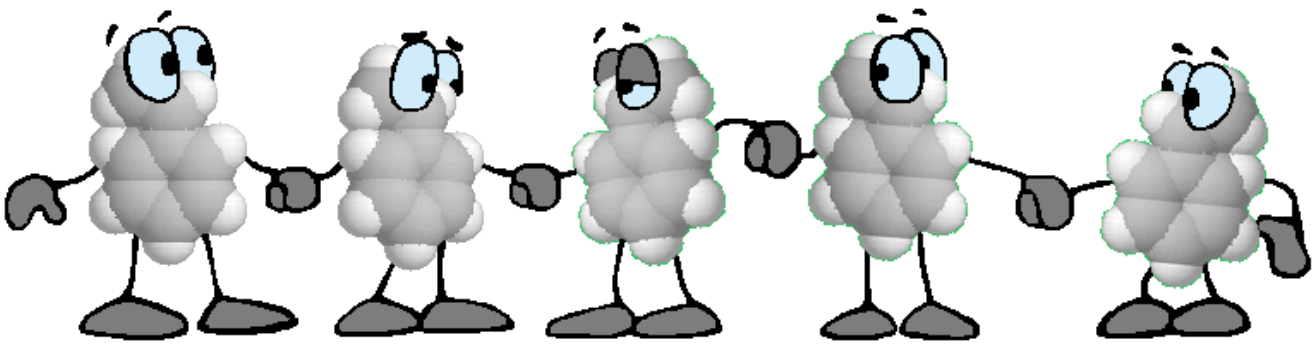
3- متعدد الإيثين فائق الكثافة (PEX) :-


(جـ)

تكون سلاسل المبلمر متشابكة وبهذا يكونُ أكثر صلابة وقوّة من مبلمر متعدّد الإيثين عالي الكثافة

استخداماته :-

يستخدم في المجالات التي تحتاج منتجات بلاستيكيّة شديدة الصلابة.



أتحقق صـــ155 :

اسم المبلمر	تفرع السلسلة	القوة والصلابة
متعدد الإيثين عالي الكثافة	غير متفرع	أكثر قوة وصلابة
متعدد الإيثين منخفض الكثافة	متفرع	أقل قوة وصلابة

مبلمر متعدد البروبين (بولي بروبلين) Polypropene

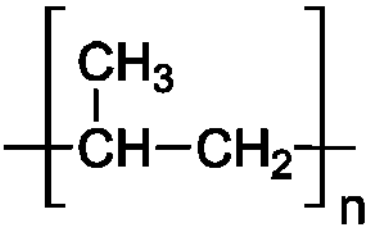
1- ينتجُ من اتحاد عدد كبير من جزيئات البروبين $CH_2=CHCH_3$

2- البروبين يُمثّل وحدة البناء الأساسية في هذا المبلمر

3- يحضر من تسخين غاز البروبين تحت ضغوط كبيرة وبوجود عامل مُساعد

4- يشبه مُبلمرُ متعدد البروبين في خصائصه مبلمرَ متعدد الإيثين ، ولكنه أكثر صلابة وسلاسلُهُ أطولُ

5- يستخدم في صناعة الأكواب والصحون والعبوات البلاستيكية وفي صناعة السيارات



$$n\ CH_2=CH(CH_3) \xrightarrow[\text{عامل مساعد}]{\text{حرارة وضغط}} [CH_2-CH(CH_3)]_n$$

حيث تُمثّل n عددا كبيرا من جزيئات البروبين.

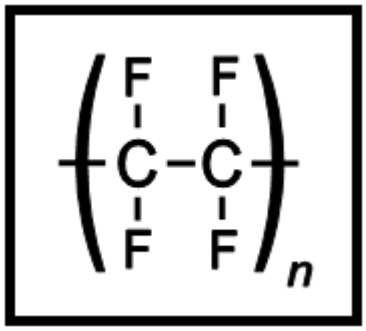
مبلمرُ متعدد رباعي فلورو إيثين (التفلون) Teflon

1- ينتجُ مبلمر التفلون من اتّحاد عدد كبير من جزيئات رباعي فلورو إيثين

2- $CF_2=CF_2$ يُمثّل وحدة البناء الأساسية في هذا المبلمر

3- يتميز التفلون بأنه لا يحترق، ولا يتآكل، ولا يتفاعُل مع الموادّ الكيميائية

4- يستخدم في فرش ملاعب التزلُّج، وصنع الأواني المنزلية التي لا يَلصق بها الطعام . وصنع الصمامات التي لا يلزمها التشحيم وعزل الأسلاك والكوابل .



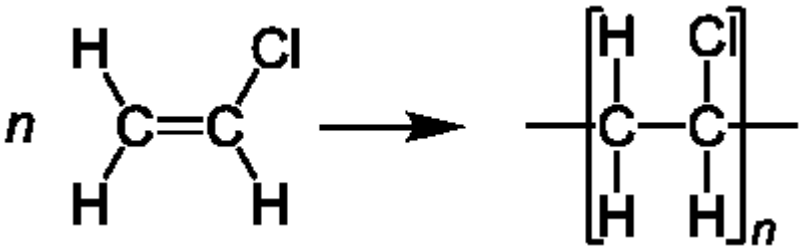
$$nCF_2=CF_2 \xrightarrow[\text{عامل مساعد}]{\text{حرارة وضغط}} (CF_2-CF_2)_n$$

يمثل الجدول بعض المبلمرات ومعلومات عنها.

الصيغة البنائية للمونومر	اسم المونومر	اسم المبلمر	الاستخدام
$CH_2=CH-Cl$	كلوريد الفينيل (كلورو إيثين)	متعدّد كلوريد الفينيل PVC	الأنابيب البلاستيكية
$CH_2=CH-CN$	بروبين نيتريل	الإكريلان	الأقمشة
$CH_2=CH-C_6H_5$	الستايرين	متعدّد الستايرين	العزل الحراري

أتحقق صـــ158 :

-1



-2 $CH_2=CHCl$

المبلمرات الطبيعية Natural Polymers

تُعرّف المبلمرات الطبيعية بأنها؛ جزيئات ضخمة تتكون من وحدات بناء أساسية تختلف باختلاف المبلمر، مثل البروتين، والنشا، والحرير، والصوف، وغيرها.

البروتينات Protiens

1- البروتينات من المُركّبات الحيوية المهمّة في أجسام الكائنات الحيّة

2- تدخل في تركيب الخلايا الحيّة جميعِها

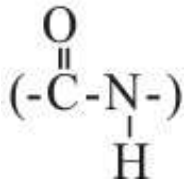
3- تؤدي وظائفَ حيوية متنوّعة في الجسم

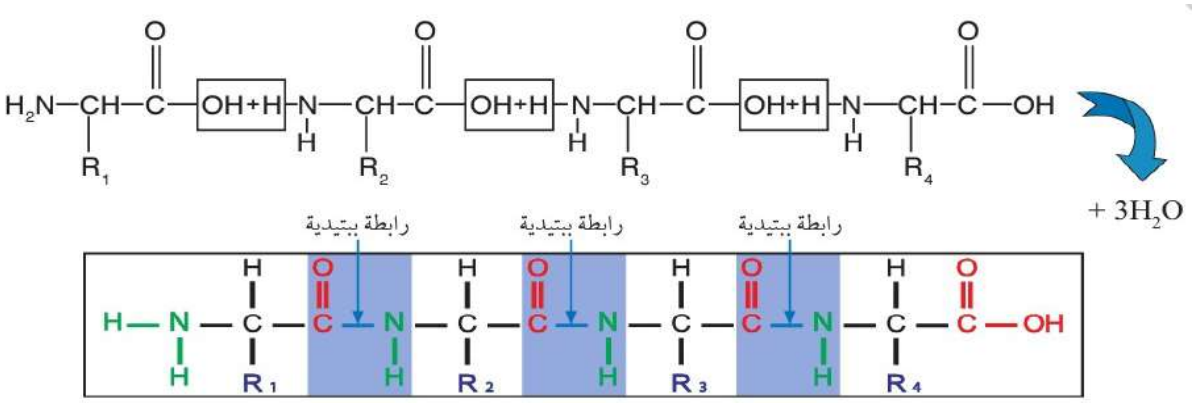
4- لها دور في نقل الأكسجين بين الخلايا وغيرها من الوظائف الحيوية.

البروتينات :- مبلمرات طبيعية تتكون من اتّحاد عدد كبير من وحدات بناء أساسيّة تُسمّى الحموض الأمينية وقد يتكون البروتين من حمضين أمينيين أو أكثر.

الحموض الأمينية :- مُركّبات عضوية صيغتها العامة $R-CH(NH_2)-COOH$ تحتوي على مجموعة كربوكسيل (-COOH) ومجموعة أمين($-NH_2$ -) ، وطرف هيدرو كربوني R يختلف باختلاف الحمض الأميني وهي وحدات البناء الأساسية المُكوّنة للبروتين.

** تترابطُ البروتينات في ما بينها بروابطَ ببتيديّة (أميدية) ، حيث تنشأ الرابطة الببتيدية بين ذرة كربون مجموعة الكربونيل وذرة نيتروجين مجموعة الأمين





النشا Starch

1- يوجد النشا في الكثير من الموادّ الغذائية، مثل البطاطا، والأرز والقمح، والذرة

2- يتكوّنُ من 3 عناصرَ رئيسة هي الكربون، والهيدروجين، والأكسجين

3- يعد النشا مبلمرا طبيعيا يتكون من اتِّحادِ عدد كبير من وحدات بناء أساسيّة هي سكر الجلوكوز

$C_6H_{12}O_6$

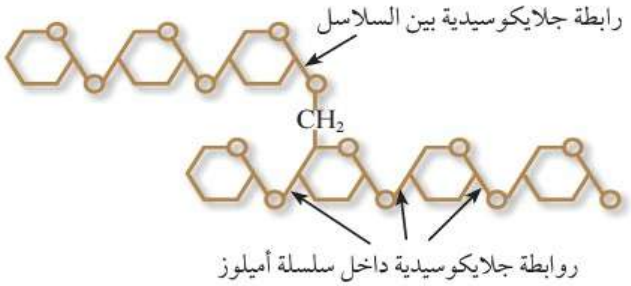
4- وتترابط في ما بينها بروابطَ إيثريّة (C-O-C) تُسمّى روابط جلايكوسيدية.

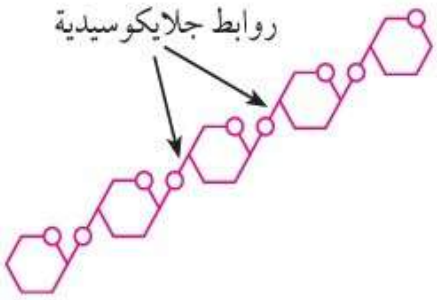
النشا :- مبلمر طبيعيٌّ يتكون من اتّحادِ عدد كبير من وحدات بناء أساسية، هي سكر الجلوكوز وتترابط في ما بينها بروابط تُسمّى روابط جلايكوسيدية، تتكون من نوعين من المبلمرات الأميلوز والأميلوبكتين.

مكونات مبلمر النشا :-

* الأميلوز الذي تترابط جزيئات السكر فيه بصورة سلاسل مستمرّة تشكل 10 - 20 % من كتلة النشا

* الأميلوبكتين الذي يتكون من اتحاد سلاسل الأميلوز معا بروابط جلايكوسيدية مكوّنا سلاسل مُتفرّعة تشكّل ما يقارب 80 - 90 % من كتلة النشا .





السيليلوز Cellulose

1- يدخلُ السليلوز في تركيب جدران الخلايا النباتية

2- ويستخدم في الكثير من الصناعات، مثل الورق، والحرير الصناعي، والألبسة القطنية.

3- ويُعدُّ السليلوز Cellulose مبلمرا طبيعيا وحدةُ بنائه الأساسية سكر الجلوكوز

4- وتترابط جزيئات الجلوكوز فيه بروابطَ جلايكوسيديّة على صورةِ سلاسلَ غيرِ مُتفرّعة

أتحقق صـــ160 :

1- الرابطة الببتيدية : هي رابطة تنشأ بين الحموض الأمينية نتيجة تفاعل مجموعة الكربوكسيل من حمض أميني و مجموعة الامين من حمض اميني أخر بحذف جزئ ماء حيث ترتبط ذرة كربون مجموعة الكربونيل و ذرة النيتروجين مجموعة الامين .

2-

المبلمر	وحدة البناء الأساسية	تفرع السلاسل
الأميلوز	سكر الجلوكوز	غير متفرعة
الأميلوبكتين	سكر الجلوكوز	متفرعة

تكنولوجيا المبلمرات

Polymer's Technology

يعدُّ علم المُبلمرات وتقنياته أحد مجالاتِ الكيمياءِ المهمّة التي يجري تطويرُها من قبل المراكز البحثيَّةِ ومُختبرات الجامعات

أتحقق صـــ161 :

تم تطوير مبلمرات لها خصائص توصيل كهربائي تستخدم في الصناعات الإلكترونية و في صناعة الدهانات و تطويرها بإضافة مواد معينة مانعة للتأكل و مواد تمنع نمو البكتيريا

1- المبلمرات : جزيئات ضخمة ذات كتلة جزيئية كبيرة جدا تتكون من اتحاد عدد كبير من جزيئات صغيرة

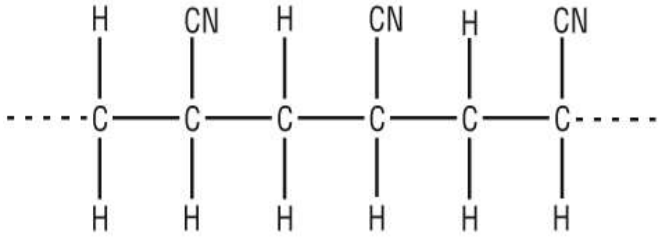
2- أ) لان البروبين هيدروكربون غير مشبع يحتوي رابطة ثنائية بين ذرتي كربون يسهل كسرها عند اجراء تفاعل البلمرة بينما البروبان فهو هيدروكربون مشبع ترتبط فيه كل ذرة كربون باربع روابط احادية قوية من نوع سيجما لذلك لا يمكن استخدامه في تكوين المبلمرات

ب) لان سلاسله متفرّعة وهذا التفرع يعيق تقارُبها وتراصّها؛ فينتج مبلمر أقلّ صلابة وقوّة لذلك يصلح للاستخدام في صناعة الأكياس البلاستيكية

ج) لارتباطها بصحة الانسان و توفير أفضل الطرق التي تقلل من الالام المصاحبة للمرض و حالات التدخل الجراحي

3- أ) تفاعل البلمرة (تفاعل إضافة)

ب)



4-

المبلمر	وحدة البناء الأساسية	نوع الرابطة	الوظيفية الحيوية
السليليوز	سكر الجلوكوز	جلايكوسيدية	تدخل في تركيب الخلايا الحية تحفز التفاعلات التي تحدث في الجسم كالأنزيمات و الهرمونات
البروتين	حمض أميني	ببتيدية	تشكل وحدة التركيب البنائي لهيكل النبات و تعطيه الصلابة والقوة

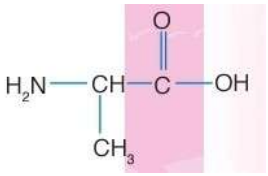
5- بسبب ارتفاع طاقة الرابطة (C-F) مما يشير الى قوة هذه الرابطة و بالتالي فإن روابط الفلور مع الكربون في المبلمر قوية جدا مما يجعله أكثر ثباتا من غيره من المبلمرات .

الرابطة	طاقة الرابطة kJ/mol
C-H	413
C-C	348
C-F	485
C-O	385
C-Cl	327

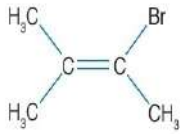
مـــــراجعة الوحدة

1- يؤدي اختلاف المجموعات الوظيفية الى اختلاف نوع قوى التجاذب بين جزيئاتها مما يؤثر في درجات غليانها أو ذائبيتها في الماء

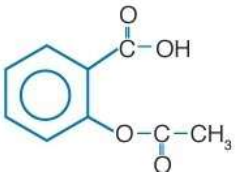
2- أ) كربوكسيل و أمين



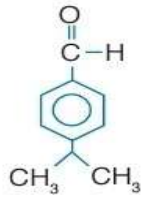
ب) هاليد ألكيل و رابطة ثنائية



ج) مجموعة كربوكسيل و مجموعة استر



د) مجموعة كربونيل الدهايدية



3- التعاريف وردت خلال الدروس

4- أ) لاحتواء مجموعة الكربونيل في الإيثانال على ذرة أكسجين ذات سالبية كهربائية عالية تمتلك أزواج إلكترونات غير رابطة تمكن جزئيات الماء من تكوين روابط هيدروجينية مع الإيثانال و بالتالي ذوبانه في الماء أما كلورو إيثان فإنه لا يترابط مع الماء بروابط هيدروجينية فلايذوب فيه

ب) لأن سلاسل مبلمر متعدد البروبين أطول و بالتالي قوة ترابطها و تراصها أكبر وهو مايكسب المبلمر قوة وصلابة أكبر من متعدد الإيثين .

5) أ) حمض 2 –إيثيل بنتانويك

ب) ميثانوات البروبيل

ج) 4,2- ثنائي ميثيل – 3- هكسانول

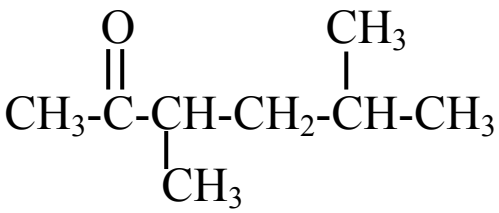
د) 2,2,1- ثلاثي كلورو بنتان

هـ) 2- إيثيل بنتانال

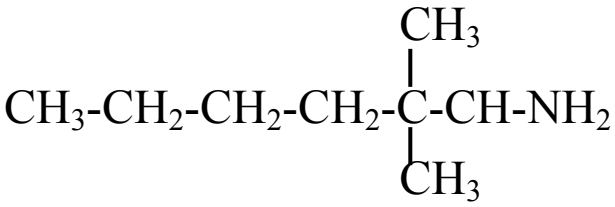
و) 4- ميثيل -3- هكسانون

ز) بيوتيل بروبيل إيثر

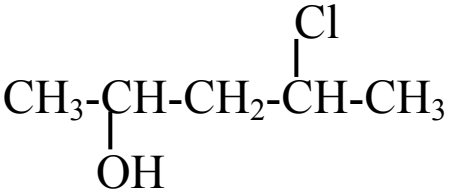
6- أ)



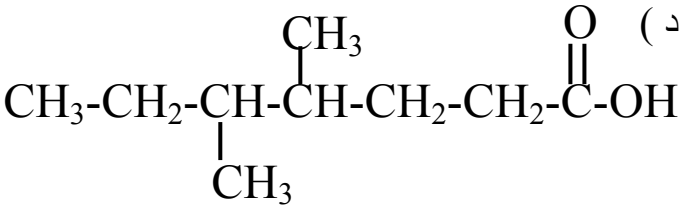
ب)



ج)

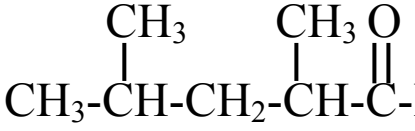


د)



هـ) $CH_3-CH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_2-CH_3$

و)



7) أ)

5,1 – ثنائي أمينو بنتان $H_2N-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$

4,1 – ثنائي أمينو بيوتان $H_2N-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$

ب) الأمينات (ثنائي أمين)

8) أ) 1- بنتانول > 1- بروبانول > إيثانول

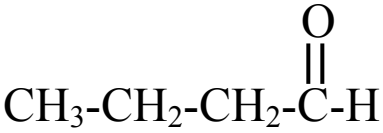
المركبات الثلاثة تنتمي الى الكحولات حيث تترابط جزيئاتها بروابط هيدروجينية و تزداد درجة الغليان بزيادة عدد ذرات الكربون فيها نظرا لان قوى لندن التي تربط الطرف الغير القطبي R تكون أقوى كلما زاد عدد ذرات الكربون فيه

صيغة الكحول
CH_3CH_2OH
$CH_3CH_2CH_2OH$
$CH_3(CH_2)_3CH_2OH$

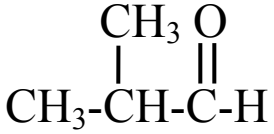
ب) لا ، المركبان CH_3-CH_2-OH ، $CH_3-CH_2-CH_2-OH$ يذوبان تمام في الماء لانهما يكونان روابط هيدروجينية معه و لأن عدد ذرات الكربون فيها صغير فإن تأثير الطرف القطبي في الذائبية يكون كبير

1- بنتانول قليل الذائبية في الماء لان تأثير الطرف غير القطبي R يزداد بزيادة عدد ذرات الكربون فتقل الذائبية

9) أ- بيوتانال



2- ميثيل بروبانال



ب- نعم ، تصاوغ بنائي حيث يشتركان في الصيغة الجزيئية و يتشاهان في المجموعة الوظيفية و لكن يختلفان في الصيغة البنائية .

ج- لا ، بسبب اختلاف طول السلسلة R و تفرعها في 2- ميثيل بروبانال و بالتالي فإن البيوتانال له سلسلة كربونية أطول و درجة غليان أعلى

المُرَكّب العضوي		درجة الغليان °C
$CH_3CH_2CH_2CH_3$	بيوتان	-0.5
CH_3CH_2CHO	بروبانال	50
$CH_3CH_2CH_2OH$	1- بروبانول	97
CH_3COOH	حمض الايثانويك	118

10- أ) البيوتان له أقل درجة غليان لانه مركب غير قطبي تترابط جزيئاته بقوى لندن الضعيفة أما البروبانال فإن قوى التجاذب بين جزيئاته ثنائية القطب وهي أقوى من قوى لندن لذلك درجة غليانه أعلى من البيوتان و أقل من

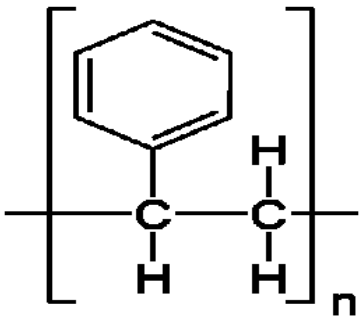
1- بروبانول الذي تترابط جزيئاته بروابط هيدروجينية أقوى من القوى ثنائية القطب في سابقه أما حمض الإيثانويك فإن جزيئاته تترابط برابطتين هيدروجينيتين مع جزئ اخر مكونة ثنائيات تترابط أيضا فيما بينها بقوى لندن لذلك فإن درجة غليانه هي الاعلى

ب- يكون 1- بروبانول روابط هيدروجينية مع الماء لاحتوائه على مجموعة هيدروكسيل مكونة من ذرة أكسجين مرتبطة مباشرة مع ذرة هيدروجين أما البروبانال فيحتوي على مجموعة الكربونيل التي تحتوي ذرة أكسجين تمتلك زوجين من الإلكترونات غير الرابطة تقوم جزيئات الماء بتكوين روابط هيدروجينية معها ، ونظرا لتساوي عدد ذرات الكربون في كلا المركبين و تماثل موقع المجموعة الوظيفية فيهما فإن المركبين متقاربان في ذائبيتهما في الماء (يذوبان تماما في الماء)

-11

أ- بولي ستايرين (متعدد الستايرين)

ب-



ج- تفاعل إضافة (تفاعل بلمرة)

د- قوى لندن

هـ - نعم ، لانه عندما تكون حلقات البنزين جميعها باتجاه واحد يزيد تقارب و تراص سلاسل المبلمر مما يكسبه قوة و صلابة اكبر .

-12

الفرع	الخطأ	الاسم الصحيح
أ	اتجاه الترقيم	2- ميثيل -3- أمينو بنتان
ب	تحديد أطول سلسلة	4- إيثيل -3- هبتانول
ج	تحديد أطول سلسلة و ترقيم ذرة كربون مجموعة الكربوكسيل	حمض 4- ميثيل هكسانويك
د	عدم استخدام البادئة ثنائي	3،3- ثنائي كلورو-4- ميثيل هكسان

-13

أ- عدد الحموض الامينية : 4

ب- الصيغة البنائية للوحدات الأساسية : يحتوي هذا الجزء من السلسلة على وحدتين أساسيتين

$H_2N\text{-}CH_2\text{-}COOH$, $H_2N\text{-}\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}\text{-}COOH$

ج- 3 روابط ببتيدية

(14

الفرع	1	2	3	4	5	6	7	8
الإجابة	ب	د	أ	أ	د	ج	أ	ب

IUPAC Periodic Table of the Elements

1												13	14	15	16	17	18
1 H hydrogen 1.0080 ± 0.0002	2		Key: atomic number Symbol name abridged standard atomic weight														2 He helium 4.0026 ± 0.0001
3 Li lithium 6.94 ± 0.06	4 Be beryllium 9.0122 ± 0.0001											5 B boron 10.81 ± 0.02	6 C carbon 12.011 ± 0.002	7 N nitrogen 14.007 ± 0.001	8 O oxygen 15.999 ± 0.001	9 F fluorine 18.998 ± 0.001	10 Ne neon 20.180 ± 0.001
11 Na sodium 22.990 ± 0.001	12 Mg magnesium 24.305 ± 0.002	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al aluminium 26.982 ± 0.001	14 Si silicon 28.085 ± 0.001	15 P phosphorus 30.974 ± 0.001	16 S sulfur 32.06 ± 0.02	17 Cl chlorine 35.45 ± 0.01	18 Ar argon 39.95 ± 0.16
19 K potassium 39.098 ± 0.001	20 Ca calcium 40.078 ± 0.004	21 Sc scandium 44.956 ± 0.001	22 Ti titanium 47.867 ± 0.001	23 V vanadium 50.942 ± 0.001	24 Cr chromium 51.996 ± 0.001	25 Mn manganese 54.938 ± 0.001	26 Fe iron 55.845 ± 0.002	27 Co cobalt 58.933 ± 0.001	28 Ni nickel 58.693 ± 0.001	29 Cu copper 63.546 ± 0.003	30 Zn zinc 65.38 ± 0.02	31 Ga gallium 69.723 ± 0.001	32 Ge germanium 72.630 ± 0.008	33 As arsenic 74.922 ± 0.001	34 Se selenium 78.971 ± 0.008	35 Br bromine 79.904 ± 0.003	36 Kr krypton 83.798 ± 0.002
37 Rb rubidium 85.468 ± 0.001	38 Sr strontium 87.62 ± 0.01	39 Y yttrium 88.906 ± 0.001	40 Zr zirconium 91.224 ± 0.002	41 Nb niobium 92.906 ± 0.001	42 Mo molybdenum 95.95 ± 0.01	43 Tc technetium [97]	44 Ru ruthenium 101.07 ± 0.02	45 Rh rhodium 102.91 ± 0.01	46 Pd palladium 106.42 ± 0.01	47 Ag silver 107.87 ± 0.01	48 Cd cadmium 112.41 ± 0.01	49 In indium 114.82 ± 0.01	50 Sn tin 118.71 ± 0.01	51 Sb antimony 121.76 ± 0.01	52 Te tellurium 127.60 ± 0.03	53 I iodine 126.90 ± 0.01	54 Xe xenon 131.29 ± 0.01
55 Cs caesium 132.91 ± 0.01	56 Ba barium 137.33 ± 0.01	57-71 lanthanoids	72 Hf hafnium 178.49 ± 0.01	73 Ta tantalum 180.95 ± 0.01	74 W tungsten 183.84 ± 0.01	75 Re rhenium 186.21 ± 0.01	76 Os osmium 190.23 ± 0.03	77 Ir iridium 192.22 ± 0.01	78 Pt platinum 195.08 ± 0.02	79 Au gold 196.97 ± 0.01	80 Hg mercury 200.59 ± 0.01	81 Tl thallium 204.38 ± 0.01	82 Pb lead 207.2 ± 1.1	83 Bi bismuth 208.98 ± 0.01	84 Po polonium [209]	85 At astatine [210]	86 Rn radon [222]
87 Fr francium [223]	88 Ra radium [226]	89-103 actinoids	104 Rf rutherfordium [267]	105 Db dubnium [268]	106 Sg seaborgium [269]	107 Bh bohrium [270]	108 Hs hassium [269]	109 Mt meitnerium [277]	110 Ds darmstadtium [281]	111 Rg roentgenium [282]	112 Cn copernicium [285]	113 Nh nihonium [286]	114 Fl flerovium [289]	115 Mc moscovium [289]	116 Lv livermorium [293]	117 Ts tennessine [294]	118 Og oganesson [294]

57 La lanthanum 138.91 ± 0.01	58 Ce cerium 140.12 ± 0.01	59 Pr praseodymium 140.91 ± 0.01	60 Nd neodymium 144.24 ± 0.01	61 Pm promethium [145]	62 Sm samarium 150.36 ± 0.02	63 Eu europium 151.96 ± 0.01	64 Gd gadolinium 157.25 ± 0.03	65 Tb terbium 158.93 ± 0.01	66 Dy dysprosium 162.50 ± 0.01	67 Ho holmium 164.93 ± 0.01	68 Er erbium 167.26 ± 0.01	69 Tm thulium 168.93 ± 0.01	70 Yb ytterbium 173.05 ± 0.02	71 Lu lutetium 174.97 ± 0.01
89 Ac actinium [227]	90 Th thorium 232.04 ± 0.01	91 Pa protactinium 231.04 ± 0.01	92 U uranium 238.03 ± 0.01	93 Np neptunium [237]	94 Pu plutonium [244]	95 Am americium [243]	96 Cm curium [247]	97 Bk berkelium [247]	98 Cf californium [251]	99 Es einsteinium [252]	100 Fm fermium [257]	101 Md mendelevium [258]	102 No nobelium [259]	103 Lr lawrencium [262]

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY

For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 4 May 2022.
Copyright © 2022 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.