كيمياء الحادي عشر (الفصل الثاني) 2022



◄ **تَمهِيدٌ** : هُناك بعضُ التفاعلاتِ الكيميائيةِ تُنتج تياراً كهربائياً ,

كما أن التيار الكهربائي يُستطيع أن يُنتج تفاعلات كيميائية لوجودِ علاقةٍ بينهما

أثبتَ العالمُ أليساندرو فولتا أنَ التيار الكهربائي يَنتجُ من ربط جسمينِ معدنيينِ مختلفينِ بجسم موصل

الكِيمياءُ الكهربَائِيةُ : **هي فرعٌ من فروعِ الكيمياءِ الفيزيائيةِ الذي يهتمُ بدراسة التفاعلات الكيميائية التي تُنتج أو تمتصُ تياراً كهربائياً**

تُقسمُ التفاعُلاتُ الكيميائيةُ الى نوعين :

	تفاعلات الاكسدة و الاختزال	تفاعلات الاحلال المزدوج
التعريفُ	هي تفاعلاتٌ يَحدُثُ فيها انتِقال الكِترونَات من أحدِ المُتفاعِلات إلي الآخَر	هي تفَاعُلاتٌ لا يَحدُثُ فيها انتِقالُ الكترونات
أمثلةٌ	① تَفاعلاتُ الاحِلالِ المُفردِ ② تَفاعلاتُ التَحللِ ③ تَفاعُلاتُ الإحتراقِ	① تَفاعُلاتُ التَرسِيبِ ② تَعادلُ الاحماضُ و القواعدِ

﴿ طبيعةُ الخَلايا الإلكتروكِيميائيةِ ﴾

أهميةُ العملياتِ الإلكتروكيميائيةِ :

١ ﴿ تَدخلُ في عمليةِ **إستخلاصِ الفلزاتِ من خَاماتها** .

٢ ﴿ **الطِلاءُ بالكهرباءِ** ☜ مِثلُ طلاءِ الأدواتِ المنزليةِ و قطعِ السياراتِ لحمايتها مِن التآكلِ و الصدأ .

٣ ﴿ **تُمدُنا بالطاقةِ** اللازمةِ للكَثيرِ من تَفاعُلاتِ الأكسدةِ و الاختزالِ .

٤ ﴿ **صِناعةُ أجهزةٍ حديثةٍ** لعملِ الأبحاثِ الطبيةِ الحيويةِ و تحليلِ التلوثِ .

تفاعلاتُ الأكَسدةَ و الإختزالِ oxidation-reduction reaction

هي تفاعلاتٌ يَحدثُ فيها انتقالُ الكتروناتٍ من أحدِ المُتفاعلاتِ إلى الآخرِ

مثال : **تفاعلُ الأكسدةِ و الاختزالِ بينَ ذراتِ الخارصينِ Zn و كاتيوناتِ النُحاسِ Cu^{2+}**

ماذا يحدثُ عِند غَمرِ صَفيحةٍ مِن الخارصينِ Zn في محلولٍ مائيٍ من كبريتاتِ النُحاسِ II (أزرق اللون) :



① تتَكونُ طَبقةٌ بُنيةُ اللونِ على سَطحِ شَريحةِ الخارصين



② يَبهتُ لونُ المَحلولِ الازرقِ تَدريجيا الى أنَ يَختفي كُليا بعدَ بِضعِ ساعَات



③ يَتآكلُ سَطحُ شَريحةِ الخارصين

من التجربة السابقة نستنتج حُدوث التفاعُلاتُ التالية :

تفاعُلُ الأكَسدةَ : $Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^-$

تفاعُلُ الاختزال : $Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$

☺ عِندَ جَمعِ المُعادلتَينِ نحذف الالكترونات و نَحصلُ عَلى مُعادلةِ التَفاعُلِ الكُلي :

$$Cu^{+2}_{(aq)} + Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + Cu_{(s)}$$

مِما سَبقَ نَستنتِجُ أنَ :

تفاعُلَ الأكَسدةَ : **هي عَمليةٌ يَنتُجُ عَنها فَقدُ الكتروناتٍ و يُصاحِبُها زيادةٌ في عَددِ التأكسُد**

0 → 1+

$Na \rightarrow Na^+ + 1e^-$

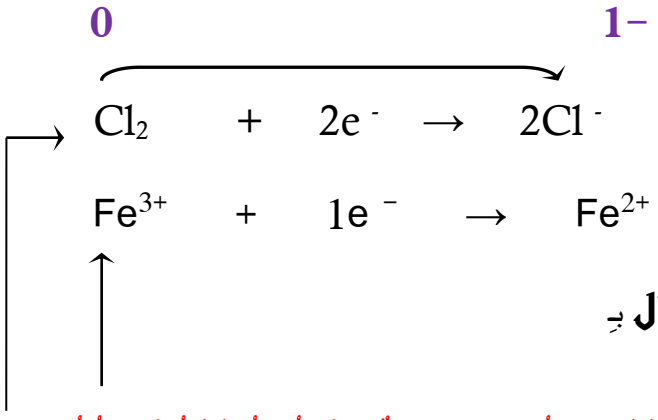
$Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3} + 1e^-$

و تُسمى المادَةُ الَتي حَدثَ لها **عمليةُ أكسدةٍ** بـِ

العَاملُ المُختَزل : **هي مَادةٌ تَفقدُ الكتروناتٍ و يَزدادُ عَددُ تأكسُدها**

أما

عَمليةُ الاِختِزالِ : **هي عَمليةٌ يَنتُجُ عَنها اِكتِسابُ اِلكتروناتٍ ويُصاحِبُها نَقصٌ في عَددِ التَأكسُدِ**



و تُسمى المَادةُ الَتي حَدثَ لهَا **عَمليةُ اِختِزال** بـ

العَامِلُ المُؤكسدُ : **و هَي مَادةٌ تَكتَسبُ اِلكتروناتٌ و يَنقُصُ عَددُ تأكسُدُها**

مُلاحَظَةٌ : " عَمليتا الأَكسدةِ و الإختزالِ عَمليتَانِ **مُتلازِمتَانِ** تَحدُثانِ في وَقتٍ واحدٍ و في تَفَاعُلٍ واحدٍ "

وَزنُ مُعَادلاتِ الأَكسَدةِ و الاِختِزالِ

يمُكِنُ التَعرُفُ عَلى تَفَاعُلاتِ الأكسَدةِ و الاِختِزالِ مِنَ خِلالِ تغيرِ أَعدادِ التَأكسُدِ للمواد في المعادلة الكيميائية :

عَددُ التَأكسُدِ : **هو عَددُ الشحنَاتِ المُوجبةِ أو السالبةِ التي تبدو على ذرةِ العُنصرِ في مُركبٍ سواءً كَانَ أيونيا أو تساهُمياً**

لدَينا مَجمُوعةٌ مِن القَواعِدِ التَي تُساعِدُنا في حِسابِ أَعدادِ التَأكسُدِ :

① عَدد تَأكسُدِ الذَرةِ في الحَالةِ العُنصُريةِ يُسَاوي صِفر .

② عَددُ التَأكسُدِ للأيونِ البَسيطِ (المكُونِ مِن ذَرةٍ واحدةٍ) يُساوي عَدد الشَحنَاتِ الموجُودةِ عليهِ بإشارته Na^{+} , K^{+}
(١+) (١-)

③ مَجمُوعُ الشَحنَاتِ الكَهربَائيةِ في المُركَبِ المتُعَادِلِ يُسَاوي الصِفر (Na Cl)

④ مَجمُوعُ الشَحنَاتِ الكَهرَبَائِيةِ في الأيَونِ المُتَعَدِدِ الذَراتِ يُسَاوي الشحنَة الظَاهِرة SO_4^{2-}

جَدولٌ يُوضِحُ أعَدادَ التأكسُدِ لعدد مِن العنَاصِر و المجمُوعَاتِ الذريةِ :

قيمَة عدد التأكسُد	قـــواعـــدُ حســـاب عـــدَدِ التـــأكســـدِ	
صفر	عدد تأكسد أي مادة في الحالة العنصرية كما في K, Ca, Na أو الجزيئات كما في Cl_2, N_2, H_2, O_2	
+1	عَددُ تأكسُدِ أيونات العَناصُرِ القَلويَةِ في مركباتها Na^+ ، Li^+ ، K^+	
+2	عَدَدُ تأكسُدِ أيونات العَناصُرِ القَلويَةِ الأرضِيَةِ في مركبَاتِها Ca^{2+} ، Mg^{2+}	
+3	عَدَدُ تأكسُدِ أيون Al^{3+} في مركباته	
-2	عَدَدُ تأكسُدِ أيون S^{2-} مَع الفِلِزاتِ أو الهَيدرُوجِين	
-1	عَدَدِ تأكسُدِ I^- ، Br^- ، Cl^- في المُركبَاتِ (مَا عَدا مَعَ الأُكسِجِينِ أو الفلُور)	
-1	عَدَدُ تأكسُدِ F^- في جَمِيعِ المُركَباتِ ١- لِأنَه أعلى العَناصِرِ في السالِبِيةِ الكَهرَبائِية	
-2	عَدَدُ تأكسُدِ O^{-2} في مُعظَمِ المُركَباتِ (H_2O , Na_2O , K_2O)	O
-1	عَدَدُ تأكسُدِ O في فَوقِ الأكاسِيدِ (H_2O_2 , Na_2O_2 , K_2O_2)	
+2	عند ارتباط الأكسيجين بالفلور كما في مركب OF_2 فيكون عدد تأكسد الأكسيجين	
+1	عَدَدُ تأكسُدِ H^+ مَع اللافِلِزات (مثل H_2O , HCl , HNO_3)	H
-1	عَدَدُ تأكسُدِ H مَع الفِلِزات (مِثلَ هَيدريداتِ الفِلِزَاتِ CaH_2 , NaH)	
-1	عَدَدُ تأكسُدِ كُلٍ من أيون الهيدروكسيد OH^- و أيون النيترات NO_3^-	
+1	عَدَدُ تأكسُدِ كاتيون الأمونيوم NH_4^+	
-2	عَدَدُ تأكسُدِ كُلٍ مِن أيون الكبريتات SO_4^{2-} و أيون الكربونات CO_3^{2-}	
صفر	مَجمُوعُ الشَحنَاتِ الكهربَائِيةِ في المُركبَاتِ المتُعَادِلَةِ = 0 (مثل NH_3 ، H_2O)	

Ahmed Hussain

كَيف نميز بَينَ تفَاعُلات الأكسَدة والاختزال و غيرهَا منَ التفَاعُلات من خلال أعدادَ التأكسُد :

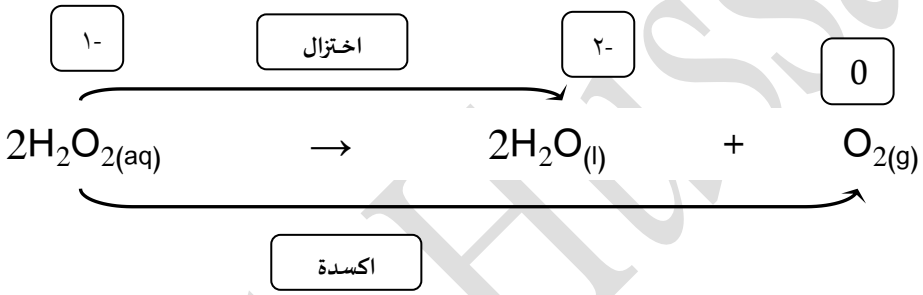
① **أولاً :** نحدِدُ عَدَدِ التَأكسُدِ لِكلِ عُنصرٍ في المُعَادَلَةِ .

② **ثانياً :** نحَددُ الَعنَاصِرِ الَتي حَدَثَ لها تَغيُرٌ في عَدَدِ التَأكسُدِ .

إذا زَادَ عَدَدُ الَتَأكسُدِ يَحَدُثُ للعُنصُرِ عَمَلِيةٌ أَكسَدَةٍ ويُسَمى ← عَامِلاً مُختزلاً .

إذا نَقَصَ عَدَدُ التَأكسُدِ يَحَدُثُ للعُنصُرِ عَمَلِيَةٌ اِختِزالٌ وَيُسَمى ← عَامِلاً مُؤكسِداً .

هُنَاكَ بَعضُ المَوادِ يُمكِنُ أنَ تَكُونَ عَامِلاً مُؤكسِداً وعَامِلاً مُختَزِلاً في وَقتٍ وَاحِدٍ مِثلَ فَوقَ أُكسيد الَهيدروجِين



وَضح مَا إذا كَانَ التَفاعُلانِ التَاليانِ تفَاعُلي أكسَدة واختزال أم لا ؟

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

.....

$$Fe_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow FeCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

.....

حَدد نوعَ العَمليات التي تُمثلُها كُلٌ من أنصَافَ التَفاعُلات التَالية :

① $Cl_{2(g)} + 2e^- \rightarrow 2Cl^-_{(aq)}$ يمثل عَمَلِيةَ .....

② $Fe^{3+}_{(aq)} + 1e^- \rightarrow Fe^{2+}_{(aq)}$ يُمَثِلُ عَمَلِيةَ .....

في التَفَاعُلِ التَالي : $2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$

يَكُونُ الَعَامِلُ المُؤكسِدُ هُو ..... العَامِلُ المُختَزِلُ هُو .....

Ahmad Hussain

وزن معادلات الأكسدة والإختزال بطريقة أنصاف التفاعلات (أيون - الكترون)

أولاً : في الوسط الحمضي

خطوات عملية الوزن:

- ✓ وزن ذرات العناصر على جانبي المعادلة
- ✓ وزن ذرات الأكسجين: بإضافة H_2O
- ✓ وزن ذرات الهيدروجين: بإضافة H^+
- ✓ وزن الشحنة: بإضافة e^-

ثُمَ اِجمع نِصفي التَفَاعُلِ , مَع **مُلاحَظَةِ** أَن المُعَادلَةِ المِوزُونَةِ النِهائِيةِ لا تَحتوي عَلى أَي اِلكترونات

زن نِصفَ الَتفاعُلِ التَالي بِطريقَةِ (الأيون ⇦ إلكترون) في الوسطِ الحِمضي :

$H_3AsO_3 \rightarrow H_3AsO_4$
$H_3AsO_3 + H_2O \rightarrow H_3AsO_4$
$H_3AsO_3 + H_2O \rightarrow H_3AsO_4 + 2H^+$
$H_3AsO_3 + H_2O \rightarrow H_3AsO_4 + 2H^+ + 2e^-$

Ahmad Hussein

تَمرِين : اِستخدمَ طَريقةَ أنَصافِ التَفَاعُلاتِ لِوزن مُعادلَةِ الأَكسَدةِ و الاختِزالِ التَالِيةِ :

علماً أن التفاعل يحدث في (**وسـَـط حِـمضي**)

$$MnO_4^-{}_{(aq)} + Cl^-{}_{(aq)} \rightarrow Mn^{2+}{}_{(aq)} + Cl_{2(g)}$$

عملية اختزال

عملية أكسدة

❶ $MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+}$ | $Cl^- \rightarrow Cl_2$

نزن الأكسجين بإضافة جزئ ماء عن كل ذرة أكسجين ناقصة

❷ $MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+} + \underline{4H_2O}$ | $\underline{2}Cl^- \rightarrow Cl_2$

نزن الهيدروجين بإضافة أيون (H^+) عن كل ذرة هيدروجين ناقصة

❸ $MnO_4^- + \underline{8H^+} \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

نزن الشحنات بإضافة الالكترونات الى كل نصف تفاعل على حده

❹ $MnO_4^- + 8H^+ + \underline{5e^-} \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ | $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + \underline{2e^-}$

نُساوي عدد الالكترونات المفقودة و المكتسبة في نصفي التفاعل

❺ $2 \times | MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ | $5 \times | 2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$

$\mathbf{2}MnO_4^- + \mathbf{16}H^+ + \mathbf{10}e^- \rightarrow \mathbf{2}Mn^{2+} + \mathbf{8}H_2O$ | $\mathbf{10}Cl^- \rightarrow \mathbf{5}Cl_2 + \mathbf{10}e^-$

نَـقُومُ بِـجمعِ مُعادلتي الأَكسدةِ و الاختزالِ للحُصولِ على المُعادلةِ النِـهائِيةِ :

$$2MnO_4^- + 16H^+ + \cancel{10e^-} \rightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O$$

$$10Cl^- \rightarrow 5Cl_2 + \cancel{10e^-}$$

$$2MnO_4^- + 16H^+ + 10Cl^- \rightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O + 5Cl_2$$

Ahmad Hussain

تمرين : معـــادلة الاكـــســـدة و الاختـزال الـتالـيـة غـيـر مـــوزونـــة

$$C_2O_4^{2-} + MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+} + CO_2$$

و المطلوب : ١ - تحديد كل من العامل المؤكسد و العامل المختزل .

٢ – وزن العادلة السابقة بطريقة أنصاف التفاعلات في **الـوسـط الـحـمـضـي**

◈ العامل المؤكسد هو: ..... ◈ العامل المختزل هو: .....

Ahmad. Hussain



الخلايا الالكتروكيميائية Electrochemical Cells



هي أنظمةٌ أو أجهزةٌ تقومُ بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقةٍ كيميائيةٍ أو العكس من خلال تفاعلاتٍ أكسدة و اختزال

و تنقسمُ هذهِ الخلايا الإلكتروكيميائية إلى قسمين :

	الخلايا الجلفانية أو (الفولتية)	الخلايا الالكتروليتيه
التعريف	هي خلايا يحدثُ فيها تفاعل كيميائي وينتج عنها طاقة كهربائية	هي خلايا تحتاج طاقة كهربائية وينتج عنها تفاعل كيميائي
حدوث تفاعل الأكسدة والاختزال	يحدثُ تلقائياً	لا يحدثُ تلقائياً
امثلة	البطارية الجافة - المركم الرصاصي - خلايا الوقود	خلايا التحليل الكهربائي (خلية داون)

كيف يُمكن أن تَنتُج طاقة كهربائية من تفاعل أكسدة واختزال يحدث بشكل تلقائي و مستمر

سنراجع تجربة وضع شريحة خارصين في محلول يحتوي أيونات النحاس Cu^{2+} II :

- ماذا يحدث عند وضع شريحة من الخارصين Zn في محلول مائي من كبريتات النحاس CuSO4 II





① يتآكل سطح شريحة الخارصين

② تتكون طبقة لونها بني غامق من النحاس على سطح الخارصين

③ يبهت اللون الأزرق لمحلول كبريتات النحاس

④ يزداد تركيزُ كاتيونات الخارصين في المحلول و يقل تركيز كاتيونات النحاس

⑤ يُعتبر هذا التفاعل طارداً للحرارة حيث نُلاحِظُ حرارةٍ عَلى وِعاءِ التفاعل عند لمسه باليد من الخارج $\triangle H = -217.6\ kj/mol$

علل : يـزداد تـركيـز كاتيـونات الخـارصين في المحلـول

- لحُدوثِ عَمَليةِ أَكسدة لِذراتِ الخَارصِين Zn و تَحوُّلُها إلى كَاتيونَات خَارصين Zn^{2+} تذوب في المحلول



- نِصفُ تَفَاعُلِ الأَكسَدة : $Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^-$

علل : يقل تركيز كاتيونات النحاس في المحلول

- لِاختِزالُ كَاتيونَاتُ النُحَاس Cu^{2+} و تَحوُّلُها إلى ذَراتِ نُحَاس Cu تَتَرسَبُ عَلى شَرِيحة الخَارصِين

- نِصفُ تَفَاعُلِ الإختِزالِ : $Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$

تَـفـسـيـرُ مَـا حَـدَثَ :

① يَحدُثُ تَفَاعُلٌ بَينَ الخَارصِين و محلول كبريتات النحاس II بشكل تلقائي و مستمرّ ويصحبه انطلاق طاقة حرارية حسب المعادلة التالية :

$$Zn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)} \qquad \Delta H = -217.6kj/mol$$

② يكون تبَادلُ الإلِكترونات **مُباشَرة** بين سطح فلز الخارصين $Zn_{(s)}$ و بين كاتيونات النحاس المتلامسين في المحلول

علل لا يمكن الحصول على طاقة كهربائية في التجربة السابقة

- و يرجع ذلك إلى عدم وجود موصل فلزي لحركة الإلكترونات (أي أن الدائرة مفتوحة)

ضع علامة (√) أمام العبارة الصحيحة و علامة (X) أمام العبارة غير الصحيحة :

تنتُجُ طاقة حرارية عند وضع قطعة من الخارصين في محلول من كبريتات النحاس II ( )

مما سبق يمكن التوصل إلى أنه (لعمل خلية جلفانية) يجب أن يحدث نصفي تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي في **مكانين منفصلين** فيزيائيا كجزء من دائرة كهربائية مغلقة ، ويسمى كل نصف منهما **نصف خلية**

Ahmad Hussain

سؤال : ما هي شروط توليد التيار الكهربائي ؟

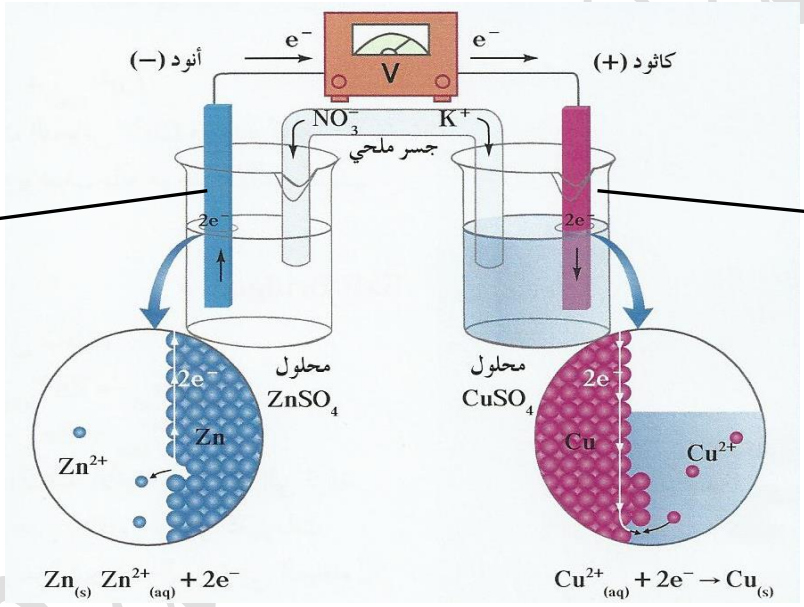
① وجود فرق جهد ناتج من الاختلاف في النشاط الكيميائي ومن تفاعلات الأكسدة و الاختزال

② وجود حاملات للشحنات (موصلات)

سؤال : ما هي أنواع حاملات الشحنة ؟

موصلات فلزية (الكترونية) — موصلات أيونية (الكتروليتيه)

ما المقصود بكل من (الأنود) , (الكاثود) , جهد الاختزال , جهد الاختزال القياسي ؟



الكاثود

هو القطب (الشريحة) الذي تحدث عنده

عملية الاختزال (+)

الأنود

هو القطب (الشريحة) الذي تحدث عنده

عملية الأكسدة (-)

جهد الاختزال هو الطاقة المصاحبة لاكتساب المادة الكترونات أي ميلها إلى الاختزال

جهد الاختزال القياسي هو جهد الاختزال عند الظروف القياسية

سؤال : ما هي الظروف القياسية ؟

أي جهد الاختزال في الظروف القياسية عند (درجة الحرارة 25°C وضغط الغاز إن وجد (1atm) وتركيز المحلول (1M)

ملاحظة :

❶ جهد الاختزال **يساوي** جهد الأكسدة مع **اختلاف الإشارة**

❷ تم اعتماد أنّ جهد الاختزال القياسي للهيدروجين يساوي **صفراً** بحسب نظام الاتحاد الدولي للكيمياء IUPAC

أنصاف الخلايا Half - Cells

يتكونُ نصف الخلية: **من وعاء يحتوي على شريحة (موصل فلزي) مغمورة جزئيا في محلولٍ الكتروليتيٍ لأحدِ مُركبات مادة القطب (الشريحة)**

ما المقصُود بِـ: ؟

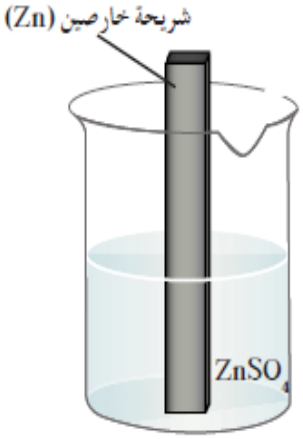
نِصفُ الخَلِيةِ القِياسِي : هُو نِظامٌ يَحتوي عَلى شَرِيحةٍ مِن فلزٍ مَوضُوعَةٍ في مَحلولٍ لأيونات مادة الشريحة تَركيزُهُ (1M) عندَ 25°C و تحت ضَغط يُعادلُ (1atm)

أمثلة على أنصاف خلايا Half - Cells

① نِصفُ خَلِيةِ الخَارصِينِ القِياسِية :

نِصفُ خَلِيّةِ الخَارصِينِ : تَتَكونُ مِن وِعاءٍ يَحتوي عَلى شَرِيحةِ خَارصِينَ مَغمُورة جُزئيا في

1M مَحلولٍ مَائِي تَركِيزُهُ مِن كَاتِيونَات الخارصين (Zn^{2+}) عِندَ دَرجَةِ حَرارة 25°C



و تَحدُثُ حَالَةُ اِتزانٍ بَيَنَ ذَراتِ شَرِيحَةِ الخَارصِينِ و أَيُونَاتِهِ .

و نَتِيجةً لِحُدُوثِ **حَالَة الاتزان** : $Zn_{(s)} \rightleftarrows Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$

① يبقى تركِيزُ الكَاتِيُونَاتِ في المَحلُول ثابتًا

② تبقَى كُتلة الشريحة ثابتة

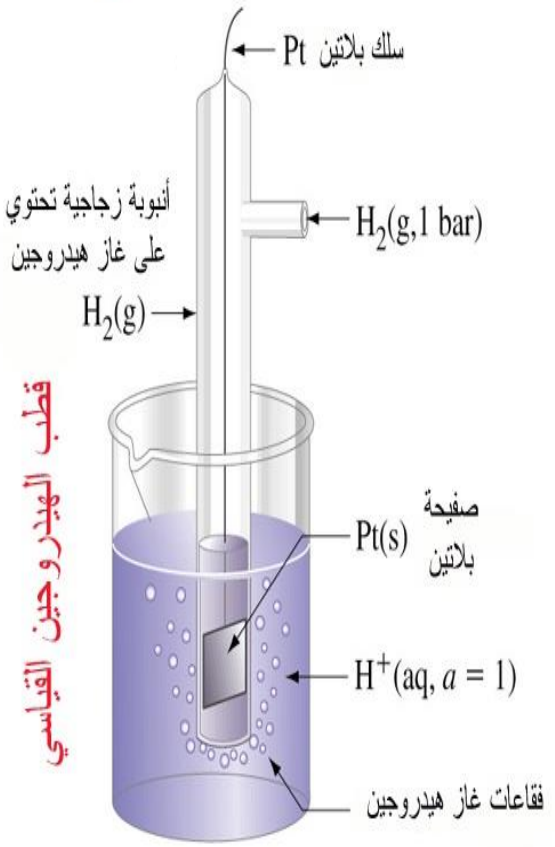
③ يُعتبَر نصف الخليّة المنفردة دائرة مفتوحة لا يمر بها تيار كهربائي

④ يرمز لنصف خلية الخارصين القياسية بالرمز الاصطلاحي التالي : $Zn_{(s)} \ / \ Zn^{2+}_{(aq)}(1M)$

الرمز الاصطلاحي لنصف خلية النحاس .....

Ahmad Hussain

② نِصفُ خَلِيةِ الهَيدرُوجِينِ القِياسِيةِ



يتكَوَنُ مِن قُطبِ بلاتِين مَغمُورفي مَحلول حِمضِي

يَحتوي عَلى كَاتيوُن الهَيدرُوجِين عِندَ الظُرُوفِ القِياسِيةِ .

و يُمكِنُ تَمثِيلُ نِصفِ التَفاعُلِ الحَادِثِ كَالتالِي :

$$2H^+_{(aq)} + 2e^- \leftrightarrows H_{2(g)} \quad E^\circ_{H+/H2} = 0.00V$$

الرمزُ الاصطِلاحِيُ لِنصفِ خَليّةِ الهَيدرُوجين القِياسِية هو

$H^+_{(aq)}\ (1M) / H_{2(g)}\ (1atm)\ ,\ Pt$

مِما يَتَكونُ قُطبُ البلاتِين :

يتكون قطب البلاتين من شريحة رقيقة مربعة وصغيرة من البلاتين مغطاة بطبقة سوداء من البلاتين المجزأ

تجزيئاً دقيقاً يعمل كمادة محفزة

يُمثِلُ الرَمزُ $E^\circ_{H^+/H2}$ جُهدَ الاِختِزالِ القِياسِي للهيدرُوجِين

ما المقَصُودُ بِـ ؟

جُهدِ اِختِزالِ الهَيدرُوجين القِياسِي :

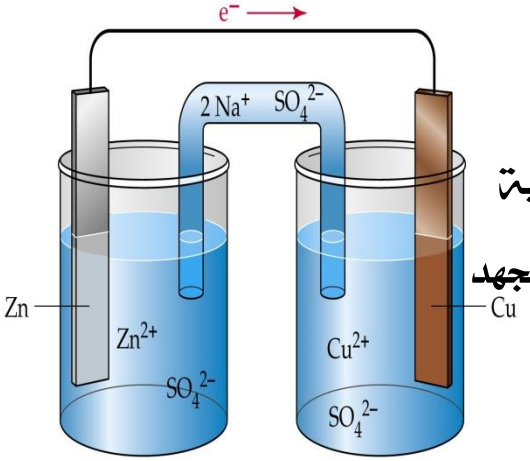
هو ميل كاتيونات الهيدروجين إلى أن تكتسب إلكترونات و تُختزَل إلى غاز الهيدروجين

Ahmad. Hussain

الخلية الجلفانية Galvanic Cell

هي خلية يتم فيها تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية نتيجة حدوث تفاعل أكسدة واختزال بشكل تلقائي مستمر

مثال : خلية الخارصين - النحاس القياسية



ما هي مكونات خلية الخارصين - النحاس القياسية ؟

① نصف خليّة الخارصين القياسية ونصف خلية النحاس القياسية

② موصل فلزي في الدائرة الخارجية ومفتاح و فولتميتر لقياس فرق الجهد

③ **الجسر الملحي** :

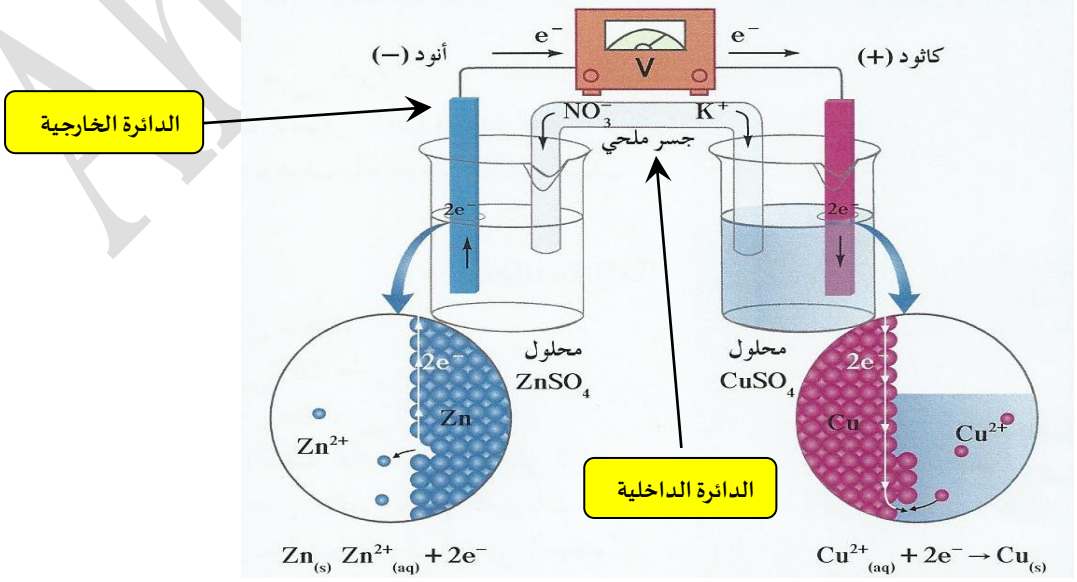
أنبوب على شكل حرف U يحتوي على محلول الكتروليتي من نيترات البوتاسيوم KNO_3 أو KCl أو Na_2SO_4 المذاب في جيلاتين لربط نصفي الخليّة

كيف تعمل خلية الخارصين - النحاس ؟

عند غلق الدائرة الخارجية ينحرف مؤشّر الفولتمتر, مما يدل على مرور تيّار كهربائي في

الدائرة الخارجية من قطب الخارصين (الانود) إلى قطب النحاس (الكاثود) مما يعني أنّه يمرّ في الاتّجاه

المعاكس في الدائرة الداخليّة للخليّة المؤلّفة من المحاليل والجسر الملحي



Ahmad. Hussain

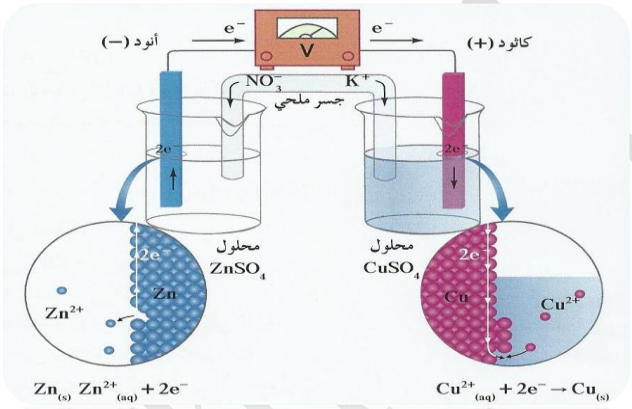
التفاعلات والتغيرات التي تحدث عند عمل الخلية الجلفانية

عند الأنود (-)	عند الكاثود (+)
① يحدث أكسدة لفلزّ الخارصين Zn يتحول إلى كاتيونات خارصين $Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ ② يزداد تركيز كاتيونات الخارصين Zn^{2+} في المحلول ③ يُسمى قُطبُ الخَارصِينِ بالأنود ويحمل شحنة سَالبة بِسببِ تَولّد الإلكتروناتِ عِندهُ . ④ تتناقص كتلة (قطب) الخارصين .	① اختزال كاتيونات النحاس Cu^{2+} تتحول الى ذرات نحاس تترسب على القطب $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$ ② يقل تركيز كاتيونات النحاس Cu^{2+} في المحلول ③ يسمى قطب النحاس بالكاثود ويحمل شحنة موجبة . ④ زيادة كتلة (قطب) النحاس

مما سبق يمكن التوصل إلى أنه عندما تعطي الخلية الجلفانية تيارا كهربائيا فإن :

❶ كتلة قطب **الأنود** تقل ، ويزداد تركيز محلول الأنود **علل** .....

❷ كتلة قطب **الكاثود** تزداد ، ويقل تركيز محلول الكاثود **علل** .....



سؤال : ما هي وظيفة **الجسر الملحي** ؟

① تسمح بتلامس المحلولين دون أن يختلطا بسرعة .

② تعمل كمخزن للأيونات .

③ تسمح بهجرة الأيونات خلالها إلى المحلولين حتى تحافظ على حالة التعادل الكهربائي فيهما .

تهاجر كاتيونات (K^+) الكتروليت الجسر الملحي باتجاه نصف خلية النحاس (عند الكاثود)

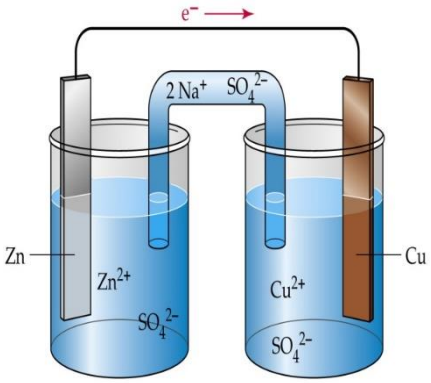
وتهاجر أنيونات (NO_3^-) الكتروليت الجسر المحلي الى نصف خلية الخارصين (عند الانود)

حيث التركيز الاكبر من الكاتيونات

تتحرك الكاتيونات الموجودة في الجسر الملحي و في نصفي الخلية نحو محلول .....

Ayman Hussam

الرمز الإصطلاحي للخلايا الجلفانية Galvanic Cell Representation



- لكل خلية جلفانية رمز اصطلاحي يدل على التفاعلات الحادثة فيها ،

وحسب نظام الأيوباك يتم التعبير عن الرمز الاصطلاحي للخلية الجلفانية بكتابة :

نصف خلية الكاثود على اليمين (عملية اختزال) , نصف خلية الأنود على اليسار (عملية أكسدة) .

- يتم فصل النصفين بخطين رأسيين (┆┆) يمثلان الجسر الملحي .

- وعليه فإن الرمز الاصطلاحي لخلية الخارصين – النحاس القياسية هو :

$$Zn_{(s)}/Zn^{2+}_{(aq)}(1M) \;\;┆┆\;\; Cu^{2+}_{(aq)}(1M)/Cu_{(s)}$$

Ahmad. Hussain

أنصاف الخلايا و جهود الخلايا

الجهد الكهربائي :

هو مقياس قدرة الخلية على إنتاج تيار كهربائي و يقاس بالفولت (V)

ملاحظة : يفوق جهد الاختزال لنصف الخلية الذي يحدث عنده الاختزال جهد الاختزال الذي تحدث عنده الأكسدة والفرق بين هذين الجهدين يسمى :

جهد الخلية = جهد الاختزال لنصف الخلية الذي يحدث عنده الاختزال − جهد الاختزال لنصف الخلية الذي يحدث عنده الأكسدة

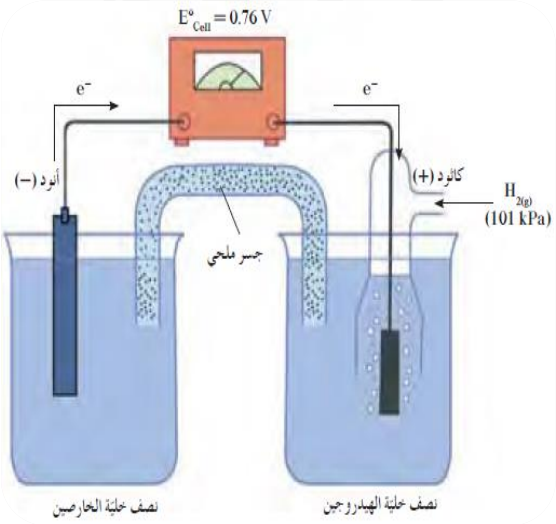
جهد الخلية E_{cell} = **جهد اختزال الكاثود - جهد اختزال الانود**

$$E_{cell} = E_{(reduction)} - E_{(oxidation)}$$

جُهُودُ الاختزال القياسية لأنصاف الخلايا

كيف نقيس جهود الاختزال القياسية لأنصاف الخلايا باستخدام نصف خلية الهيدروجين القياسية كالتالي :

① نُكون خليةً جلفانيةً من نصفين أحدهما نصفُ خليةِ الهيدروجين القياسية والأخرى نصف الخلية المراد قياس جهدها و نوصل الخليتين بمقياس الجهد

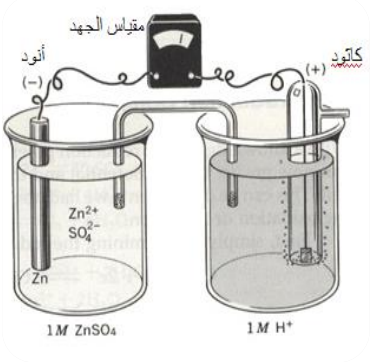


② القراءة التي تظهرعلى الفولتميتر تكون هي جهد الاختزال لنصف الخلية المراد قياسها على اعتبار

أن جهد الاختزال لنصف خلية الهيدروجين القياسية يساوي صفر

Mohamad Hussain

مسألة : خلية جلفانية مكونة من نصف خلية الخارصين القياسية ، ونصف خلية الهيدروجين القياسية ، قيمة جهدها القياسي (E°_{cell}) تساوي 0.76 V عندما تم توصيل قطب الهيدروجين بالطرف الموجب لمقياس الجهد



المطلوب :

① تحديد قطب الأنود وقطب الكاثود ② كتابة معادلة التفاعل الحادث عند كل قطب .

③ كتابة معادلة التفاعل الكلي الحادث في الخلية . ④ كتابة الرمز الاصطلاحي للخلية .

⑤ حساب قيمة جهد الاختزال القطبي القياسي لنصف خلية الخارصين .

الحل :

١	تحديد قطب الأنود وقطب الكاثود	الكاثود (+) هو نصف خلية الهيدروجين والأنود (-) هو نصف خلية الخارصين
٢	التفاعل الحادث عند الأنود (الأكسدة)	$Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$
	التفاعل الحادث عند الكاثود (الاختزال)	$2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$
٣	التفاعل الكلي الحادث في الخلية	$Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow H_{2(aq)} + Zn^{2+}_{(aq)}$
٤	الرمز الاصطلاحي للخلية	$Zn/Zn^{2+}(1M) // H^+(1M)/H_{2(g)}(1atm)$
٥	حساب قيمة جهد الاختزال القطبي القياسي لنصف خلية الخارصين	$E^o_{cell} = E^o_{(كاثود)} - E^o_{(أنود)}$ $0.76 = 0.0 - E^o_{zn/zn^{2+}}$ $E^o_{zn/zn^{2+}} = -0.76\ V$

علل : جهد اختزال الخارصين في خلية الخارصين - الهيدروجين يكون مسبوقاً بإشارة سالبة

لأن ميل كاتيونات الخارصين للاختزال إلى فلز الخارصين في هذه الخلية أقل من ميل كاتيونات الهيدروجين للاختزال إلى غاز الهيدروجين

علل : جهد اختزال النحاس في خلية (النحاس - الهيدروجين) يكون مسبوقاً بإشارة موجبة

لأن ميل كاتيونات النحاس للاختزال إلى فلز النحاس في هذه الخلية أكبر من ميل كاتيونات الهيدروجين للاختزال إلى غاز الهيدروجين

خلية رمزها الاصطلاحي : $Al_{(s)} / Al^{3+}_{(aq)}(1M) // H^+_{(aq)}(1M) / H_{2(g)}\ (1atm).Pt$ وكانت

قراءة الفولتميتر الموصل بالدائرة (+ 1.66 V) , فأن قيمة جهد الاختزال لنصف خلية الالمنيوم تساوي V

Ahmed. Hussain

سلسلة جهود الاختزال القياسية Standard Reducetion Potential Series

هي ترتيب تصاعدي لجميع العناصر تبعا لجهود الاختزال القطبية القياسية لها



مزايا ترتيب أنصاف الخلايا في السلسلة الالكتروكيميائية

① القيمة العددية لجهد الاختزال القياسي لنصف الخلية تساوي القيمة العددية لجهد الأكسدة القياسي لنفس نصف الخلية ولكن بإشارة مخالفة

أنصاف الخلايا التي تسبق (فوق) الهيدروجين في سلسلة جهود الاختزال :

② قيم جهود الاختزال لأنصاف الخلايا التي تسبق الهيدروجين لها إشارة **سالبة** أي أن :

أ) العناصر الفلزية التي تسبق الهيدروجين لها القدرة على أن تحل محل الهيدروجين في مركباته كالماء و الاحماض

$$2Na + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2$$

ب) تعمل أنصاف خلايا العناصر التي تسبق الهيدروجين **كأنود** عند توصيلها بنصف خلية الهيدروجين ولذلك هي أسهل في الأكسدة وأصعب في الاختزال من الهيدروجين

مثل خلية (الخارصين -الهيدروجين القياسية)

أنصاف الخلايا التي تلي الهيدروجين في سلسلة جهود الاختزال :

③ قيم جهود الاختزال لأنصاف الخلايا التي تلي الهيدروجين لها إشارة **موجبة** أي أن :

أ) العناصر الفلزية التي تلي الهيدروجين ليس لها القدرة على أن تحل محل الهيدروجين في مركباته كالماء و الاحماض في الظروف العادية

$$Cu + HCl \not\rightarrow$$ لا يحدث

ب) تعمل أنصاف خلايا العناصر التي تلي الهيدروجين **ككاثود** عند توصيلها بنصف خلية الهيدروجين ولذلك فهي أصعب في الأكسدة و أسهل في الاختزال من الهيدروجين **مثل** خلية (الهيدروجين - النحاس القياسية)

ج) يمكن أن توجد هذه العناصر في الطبيعة في الحالة العنصرية بجانب وجودها في صورة مركبات

Ahmad Hussain

سلسلة جهود الاختزال القياسية

قوة العامل المختزل	Half-Reaction	E^0 (V)	قوة العامل المؤكسد
مُخْتَزِل	$Li^+_{(aq)} + e^- \rightarrow Li_{(s)}$	-3.05	-
مُخْتَزِل	$K^+_{(aq)} + e^- \rightarrow K_{(s)}$	-2.93	-
مُخْتَزِل	$Ba^{2+}_{(aq)} + 2\ e^- \rightarrow Ba_{(s)}$	-2.90	-
مُخْتَزِل	$Na^+_{(aq)} + e^- \rightarrow Na_{(s)}$	-2.71	-
مُخْتَزِل	$Mg^{2+}_{(aq)} + 2\ e^- \rightarrow Mg_{(s)}$	-2.37	-
مُخْتَزِل	$Al^{3+}_{(aq)} + 3\ e^- \rightarrow Al_{(s)}$	-1.66	-
مُخْتَزِل	$2\ H_2O + 2\ e^- \rightarrow H_{2(g)} + 2\ OH^-_{(aq)}$	-0.83	-
مُخْتَزِل	$Zn^{2+}_{(aq)} + 2\ e^- \rightarrow Zn_{(s)}$	-0.76	-
مُخْتَزِل	$Cr^{3+}_{(aq)} + 3\ e^- \rightarrow Cr_{(s)}$	-0.74	-
مُخْتَزِل	$Fe^{2+}_{(aq)} + 2\ e^- \rightarrow Fe_{(s)}$	-0.44	مؤكسد
مُخْتَزِل	$Cd^{2+}_{(aq)} + 2\ e^- \rightarrow Cd_{(s)}$	-0.40	مؤكسد
مُخْتَزِل	$PbSO_{4(s)} + 2\ e^- \rightarrow Pb_{(s)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$	-0.31	مؤكسد
مُخْتَزِل	$Co^{2+}_{(aq)} + 2\ e^- \rightarrow Co_{(s)}$	-0.28	مؤكسد
مُخْتَزِل	$Ni^{2+}_{(aq)} + 2\ e^- \rightarrow Ni_{(s)}$	-0.25	مؤكسد
مُخْتَزِل	$Pb^{2+}_{(aq)} + 2\ e^- \rightarrow Pb_{(s)}$	-0.13	مؤكسد
مُخْتَزِل	$2\ H^+_{(aq)} + 2\ e^- \rightarrow H_{2(g)}$	0.00	مؤكسد
مُخْتَزِل	$Cu^{2+}_{(aq)} + e^- \rightarrow Cu^+_{(aq)}$	+0.13	مؤكسد
مُخْتَزِل	$AgCl_{(s)} + e^- \rightarrow Ag_{(s)} + Cl^-_{(aq)}$	+0.22	مؤكسد
مُخْتَزِل	$Cu^{2+}_{(aq)} + 2\ e^- \rightarrow Cu_{(s)}$	+0.34	مؤكسد
مُخْتَزِل	$O_{2(g)} + 2\ H_2 + 4\ e^- \rightarrow 4\ OH^-_{(aq)}$	+0.40	مؤكسد
مُخْتَزِل	$I_{2(s)} + 2\ e^- \rightarrow 2\ I^-_{(aq)}$	+0.53	مؤكسد
مختزل	$MnO_4^-{}_{(aq)} + 2\ H_2O + 3\ e^- \rightarrow MnO_{2(s)} + 4\ OH^-_{(aq)}$	+0.59	مؤكسد
مختزل	$O_{2(g)} + 2\ H^+_{(aq)} + 2\ e^- \rightarrow H_2O_{2(aq)}$	+0.68	مؤكسد
-	$Fe^{3+}_{(aq)} + e^- \rightarrow Fe^{2+}_{(aq)}$	+0.77	مؤكسد
-	$Ag^+_{(aq)} + e^- \rightarrow Ag_{(s)}$	+0.80	مؤكسد
-	$Hg_2^{2+}{}_{(aq)} + 2\ e^- \rightarrow 2\ Hg_{(l)}$	+0.85	مؤكسد
-	$Br_{2(l)} + 2\ e^- \rightarrow 2\ Br^-_{(aq)}$	+1.07	مؤكسد
-	$O_{2(g)} + 4\ H^+_{(aq)} + 4\ e^- \rightarrow 2\ H_2O$	+1.23	مؤكسد
-	$MnO_{2(s)} + 4\ H^+_{(aq)} + 2\ e^- \rightarrow Mn^{2+}_{(aq)} + 2\ H_2O$	+1.23	مؤكسد
-	$Cl_{2(g)} + 2\ e^- \rightarrow 2\ Cl^-_{(aq)}$	+1.36	مؤكسد
-	$MnO_4^-{}_{(aq)} + 8\ H^+_{(aq)} + 5\ e^- \rightarrow Mn^{2+}_{(aq)} + 4\ H_2O$	+1.51	مؤكسد
-	$PbO_{2(s)} + 4\ H^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} + 2\ e^- \rightarrow PbSO_{4(s)} + 2\ H_2O$	+1.70	مؤكسد
-	$F_{2(g)} + 2\ e^- \rightarrow F^-_{(aq)}$	+2.87	مؤكسد

ملاحظات على سلسلة جهود الاختزال القياسية :



عندما نتحدث عن الفلزات

الفلز • يكون

أقل • الذي جهد اختزاله

أكثر • نشاطه

اسهل وأكسدته

من الفلز الذي جهد اختزاله أكبر

وبالتالي يستطيع أن يحل محله (يطرده) من محاليل مركباته

الفلز الذي في **أعلى** السلسلة الكهروكيميائية

يحل محل كاتيون الفلز الذي في **الاسفل**

ويطرده من محاليل مركباته

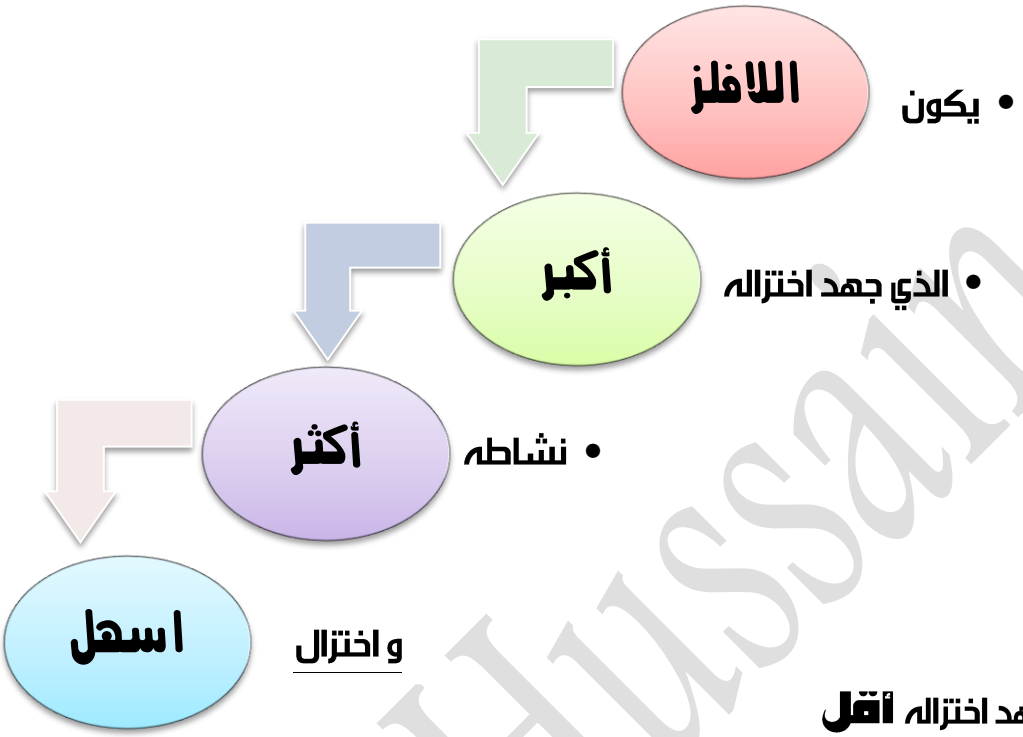
مثلاً : الخارصين يقع فوق النحاس في السلسلة الكهروكيميائية و بالتالي يكون أكثر نشاطاً

ويستطيع أن يحل محله (**يطرده**) من محاليل مركباته :

$$Zn_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow ZnSO_{4(aq)} + Cu_{(s)}$$

Ahmad. Hussain

عندما نتحدث عن اللافلزات



من اللافلز الذي جهد اختزاله **أقل**

وبالتالي يستطيع أن يحل محله (يطرده) من محاليل مركباته

و يطرده من محاليل مركباته

يحل محل أنيون اللافلز الذي في **الاعلى**

اللافلز الذي في **أسفل** السلسلة الكهروكيميائية

مؤكسد	$I_{2(s)} + 2\ e^- \rightarrow 2\ I^-_{(aq)}$	+0.53	مختزل
مؤكسد	$MnO_4^-{}_{(aq)} + 2\ H_2O + 3\ e^- \rightarrow MnO_{2(s)} + 4\ OH^-_{(aq)}$	+0.59	مختزل
مؤكسد	$O_{2(g)} + 2\ H^+_{(aq)} + 2\ e^- \rightarrow H_2O_{2(aq)}$	+0.68	مختزل
مؤكسد	$Fe^{3+}_{(aq)} + e^- \rightarrow Fe^{2+}_{(aq)}$	+0.77	مختزل
مؤكسد	$Ag^+_{(aq)} + e^- \rightarrow Ag_{(s)}$	+0.80	-
مؤكسد	$Hg_2^{2+}{}_{(aq)} + 2\ e^- \rightarrow 2\ Hg_{(l)}$	+0.85	-
مؤكسد	$Br_{2(l)} + 2\ e^- \rightarrow 2\ Br^-_{(aq)}$	+1.07	-
مؤكسد	$O_{2(g)} + 4\ H^+_{(aq)} + 4\ e^- \rightarrow 2\ H_2O$	+1.23	-
مؤكسد	$MnO_{2(s)} + 4\ H^+_{(aq)} + 2\ e^- \rightarrow Mn^{2+}_{(aq)} + 2\ H_2O$	+1.23	-
مؤكسد	$Cl_{2(g)} + 2\ e^- \rightarrow 2\ Cl^-_{(aq)}$	+1.36	.
مؤكسد	$MnO_4^-{}_{(aq)} + 8\ H^+_{(aq)} + 5\ e^- \rightarrow Mn^{2+}_{(aq)} + 4\ H_2O$	+1.51	-
مؤكسد	$PbO_{2(s)} + 4\ H^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} + 2\ e^- \rightarrow PbSO_{4(s)} + 2\ H_2O$	+1.70	-
مؤكسد	$F_{2(g)} + 2\ e^- \rightarrow F^-_{(aq)}$	+2.87	-

Hussain

$$F_{2(g)} + HCl_{(aq)} \rightarrow HF_{(aq)} + Cl_{2(g)}$$

علل : الفلوريستطيع أن يحل محل جميع أنيونات الهالوجينات في محاليل مركباتها , بينما لا يستطيع اليود أن يحل محل أيا منها

.....

يُمكنُ معرفةُ العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة من السلسلة الكهروكيميائية ، وتدرجها في القوة

العوامل المؤكسدة	العوامل المختزلة
هي الأنواع التي تقع على يسار السهم في سلسلة جهود الاختزال وتحدث لها عملية اختزال	هي الأنواع التي تقع على يمين السهم في السلسلة تحدث لها عملية أكسدة
أقوى العوامل المؤكسدة هي تلك الأنواع التي تقع على يسار السهم في السلسلة وفي أسفل السلسلة	أقوى العوامل المختزلة هي تلك الأنواع التي تقع على يمين السهمين وفي أعلى السلسة
F_2 الفلور **أقوى** العوامل المؤكسدة	يعتبر عنصر الليثيوم (Li) **أقوى** العوامل المختزلة
يعتبر كاتيون الليثيوم (Li^+) **أضعف** العوامل المؤكسدة	يعتبر أنيون الفلوريد (F^-) **أضعف** العوامل المختزلة

أهمية معرف جهود الخلايا القياسية في تحديد الأنود و الكاثود عند عمل خلية :

القطب	الأنود	الكاثود
العملية	اكسدة	اختزال
جهد اختزاله	الأقل	الأكثر

- يمكن التنبؤ بإمكانية حدوث تفاعل بمعرفة قيم جهود الاختزال القطبية القياسية لأنصاف الخلايا الأكسدة والاختزال بشكل تِلْقَائي مستمر من عدمه عن طريق حساب جهد التفاعل :

جهد التفاعل = جهد اختزال الكاثود – جهد اختزال الأنود

- اذا كانت قيمة جهد التفاعل **موجبة** ، دل ذلك على أن التفاعل **يحدث** بشكل تلقائي مستمر
- اذا كانت قيمة جهد التفاعل **سالبة** , دل ذلك على أن التفاعل **لا يحدث** بشكل تلقائي مستمر

Amal Hussain

مسألة احسب جهد الخلية E°_{cell} لتحديد ما اذا كان تفاعل الأكسدة و الاختزال التالي تلقائياً أم لا

$$Ni_{(s)} + Fe^{2+}_{(aq)} \rightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + Fe_{(s)}$$

الحل :

تذكير : يكون تفاعل الأكسدة و الاختزال تلقائي اذا كان جهد الخلية القياسي **موجب**

نحدد تفاعل الأكسدة والاختزال من المعادلة

نفكك معادلة الاكسدة و الاختزال الى نصف تفاعل أكسدة و نصف تفاعل اختزال

القطب	نصف تفاعل	الجهد القياسي (V)
Li^+/Li	$Li^+ + e^- \rightarrow Li$	−3.05
K^+/K	$K^+ + e^- \rightarrow K$	−2.93
Ba^{2+}/Ba	$Ba^{2+} + 2e^- \rightarrow Ba$	−2.90
Na^+/Na	$Na^+ + e^- \rightarrow Na$	−2.71
Mg^{2+}/Mg	$Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$	−2.37
Al^{3+}/Al	$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$	−1.66
H_2O/H_2	$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$	−0.83
Zn^{2+}/Zn	$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$	−0.76
Cr^{3+}/Cr	$Cr^{3+} + 3e^- \rightarrow Cr$	−0.74
Fe^{2+}/Fe	$Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$	−0.44
H_2O/H_2 (pH = 7)	$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$	−0.42
$PbSO_4/Pb$	$PbSO_4 + 2e^- \rightarrow Pb + SO_4^{2-}$	−0.36
Co^{2+}/Co	$Co^{2+} + 2e^- \rightarrow Co$	−0.28
Ni^{2+}/Ni	$Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$	−0.25
Pb^{2+}/Pb	$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$	−0.13
Fe^{3+}/Fe	$Fe^{3+} + 3e^- \rightarrow Fe$	−0.036

الأكسدة $Ni_{(s)} \rightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^-$

الاختزال $Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Fe_{(s)}$

$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{redtuction} - E^{\circ}_{oxidation}$$

$$E^{\circ}_{cell} = -0.44 - (-0.25) = -0.19\ V$$

جهد الخلية القياسي سالب , أي أن تفاعل الأكسدة و الاختزال **غير تلقائي** .

طبقا للتفاعل التلقائي التالي : $M_{(s)} + X^{2+}_{(aq)} \rightarrow X_{(s)} + M^{2+}_{(aq)}$

فإن العنصر الافتراضي (M) ..... العنصر الافتراضي (X) في سلسلة جهود الاختزال القياسية

Ans. Hussain

ف) خلية جلفانية رمزها الاصطلاحي هو $Ag \ / \ [Ag^+] \ // \ [Fe^{2+}] \ / \ Fe$ **و المطلوب :**

① التفاعل عند الانود : .....

② التفاعل عند الكاثود : .....

③ القطب الذي تزداد كتلته هو: .....

④ القطب الذي تقل كتلته هو: .....

⑤ تركيز كاتيونات Fe^{2+} : .....

⑥ تركيز كاتيونات Ag^+ : .....

⑦ احسب E^o_{cell} للخلية علماً بان جُهد الاختزال القياسي $Ag \ / \ [Ag^+] \ // \ [Fe^{2+}] \ / \ Fe$ هو (**+0.80** ، - 0.44)

.....

.....

غ) علل (فسر) ما يلي :

① تكون طبقة بُنية اللون من ذرات النُحاس (Cu) على سطح شريحة الخارصين عند غمرها بمحلول $CuSO_4$

بسبب اختزال كاتيونات النحاس الزرقاء باكتسابها الكترونين الى ذرات النحاس بنية اللون $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

② يهتُ لون محلول كبريتات النُحاس II الازرق حتى يختفي كلياً بعد بضع ساعات من غمر شريحة الخارصين فيه

بسبب اختزال كاتيونات النحاس الزرقاء باكتسابها الكترونين الى ذرات النحاس بنية اللون $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

③ تآكُلُ سطح شريحة الخارصين عند غمرها في محلول مائي لكبريتات النحاس II

بسبب اكسدة ذرات الخارصين الى كاتيونات خارصين بفقدها الكترونين $Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$

④ لا يتولد تيار كهربائي عند غمر قطب من الخارصين في كبريتات النحاس II

لأنه لا يوجد موصل فلزي ينقُل الالكترونات من وعاء الأكسدة الى وعاء الاختزال و تُعتبرُ دائرة مفتوحة

⑤ يمكن تفريغ المركم الرصاصي و إعادة شحنه لعدد لا نهائي من المرات ولكن من الناحية العملية محدود

لترسب كميات قليلة من كبريتات الرصاص في قاع المركم

Ahmad Hussain

⑥ يمكن للألمنيوم أن يحل محل الفضة في محاليل أملاحها

لأن جهد اختزال الالمنيوم أقل من جهد اختزال الفضة و بالتالي يكون نشاطه الكيميائي اكبر و بالتالي يستطيع أن يحل محل الفضة في محاليل املاحها

⑦ يمكن حفظ محلول كبريتات الحديد II فى وعاء من النحاس

لأن جهد اختزال النحاس أكبر من جهد اختزال الحديد و بالتالي يكون النشاط الكيميائي للنحاس أقل من النشاط الكيميائي للحديد و بالتالي لا يستطيع أن يحل محل الحديد في محاليل مركباته

⑧ عند وضع قطعة من فلز الخارصين فى محلول كبريتات النحاس II الزرقاء تتكون طبقة رقيقة بنية اللون

على سطح قطعة الخارصين ويبهت لون محلول كبريتات النحاس II

لأن جهد اختزال الخارصين أقل جهد اختزال النحاس و بالتالي يكون نشاطها الكيميائي أكبر و يحل محل النحاس في محلول كبريتات النحاس ، و تتحول كاتيونات النحاس إلى ذرات نحاس تترسب على قطعة الخارصين

⑨ لا يتأثر البلاتين بمحاليل الأحماض المخففة في الظروف العادية

لأن جهد اختزال البلاتين كبير و هو يلي الهيدروجين في سلسلة جهود الاختزال القياسية و بالتالي لا يستطيع أن يحل محل الهيدروجين في محاليل مركباته

✍ لا يُستخدم الكالسيوم في صناعة الحلي

.....

.....

✍ يمكن تحضير البروم بتفاعل محاليل أملاحه مع عنصر الكلور

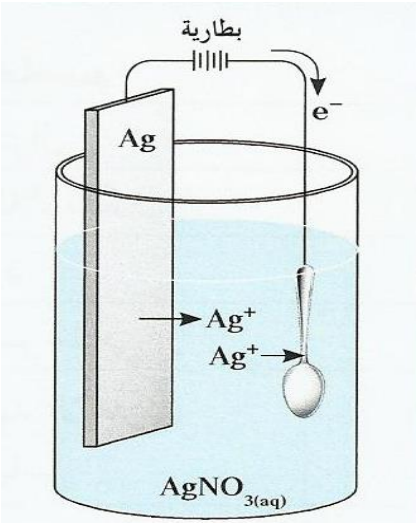
.....

.....

Ahmad Hussain

الخلايا الالكتروليتية Electrolytic Cells

يُستخدمُ التيار الكهربائي في انتاج تفاعلٍ كيميائي و تسمى هذه العملية بالتحليل الكهربائي



من أهم التطبيقات على التحليل الكهربائي:

① طلاء الأجهزة الطبية والأدوات المنزلية بالفضة (الملاعق – الشوك – السكاكين)

② طلاء المجوهرات بالذهب



③ طلاء أجزاء السيارات بالكروم

④ من أشهر التطبيقات إعادة شحن " المركم الرصاصي " (بطارية السيارة)

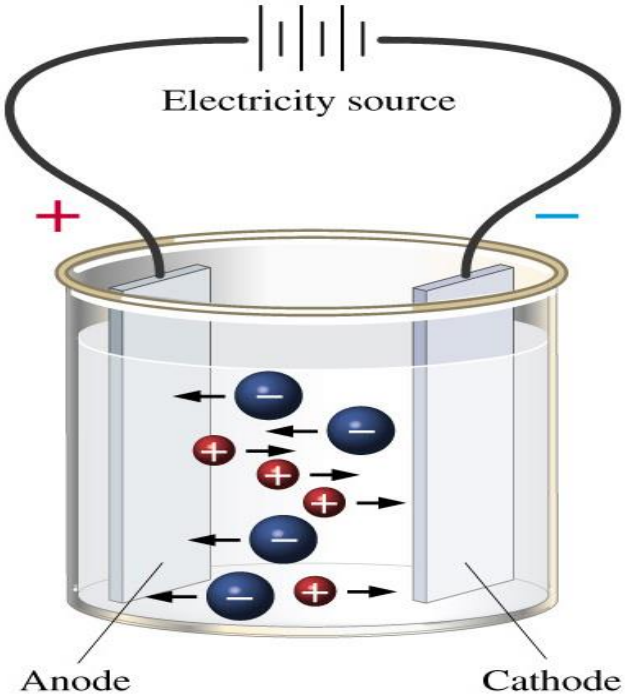
ملاحظة : الجهاز المستخدم في عملية التحليل الكهربائي يسمى :

الخلية الالكتروليتية هي خليه تحتاج طاقة كهربائية و ينتج عنها تفاعل كيميائي

مما تتكون الخلية الالكتروليتية :

تتكون الخلية الالكتروليتية (خلية التحليل الكهربائي) بشكل مبسط من وعاء يحتوي على

الكتروليت (**محلول** أو**مصهور**) ، به قطبان (من مواد موصلة) يتصل أحدهما بالطرف السالب (-)



للمصدر الكهربائي ويُمثلُ (**قطب الكاثود**)

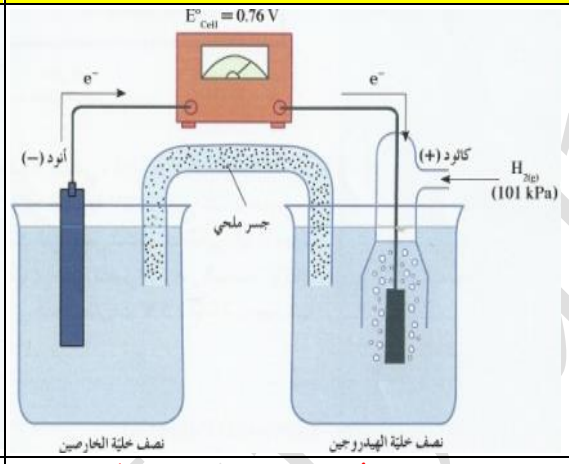
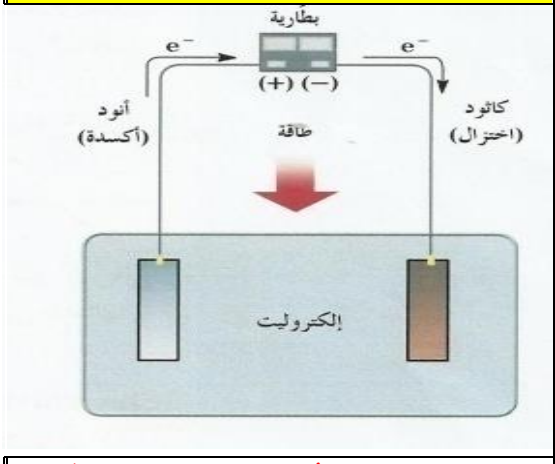
حيث تتجه إليه الكاتيونات و تحدث عنده عملية الاختزال

بينما يتصل القطب الآخر و يمثل (**قطب الأنود**)

بالطرف الموجب للمصدر الكهربائي(+) ،

حيث تتجه إليه الأنيونات و تحدث عنده عملية الأكسدة

الفرق بين الخلية الجلفانية - و الخلية الالكتروليتية

المقارنة	الخلية الجلفانية (الفولتية)	الخلية الالكتروليتية
الرسم		
التعريف	خلايا تنتجُ طاقة كهربائيةً من خلال التفاعلات الكيميائية	خلايا تحتاجُ طاقة كهربائيةً لإحداث تفاعلات كيميائية
سريان الالكترونات	من الأنود إلى الكاثود في الدائرة الخارجية	من الأنود إلى الكاثود في الدائرة الخارجية
التفاعل عند الأنود	عملية أكسدة	عملية أكسدة
التفاعل عند الكاثود	عملية إختزال	عملية إختزال
شحنة الانود	سالبة (-)	موجبة ☚ لأنه يتصل بالقطب الموجب (+) للبطارية "مصدرالطاقة الخارجي"
شحنة الكاثود	موجبة (+)	سالبة ☚ لأنه يتصل بالقطب السالب (-) للبطارية "مصدرالطاقة الخارجي"
حدوث التفاعلات	تَحدُثُ الأكسدة والاختزال بشكل تلقائي مستمر يطلق طاقة تستعمل في المحيط الخارجي "إضاءة المصباح"	تتحرك الالكترونات بفعل طاقة تمتصها الخلية من مصدر خارجي "بطارية" ليحدث تفاعل "لا تحدث بشكل تلقائي"
	تعمل على المحاليل	تعمل على المحاليل و المصاهير

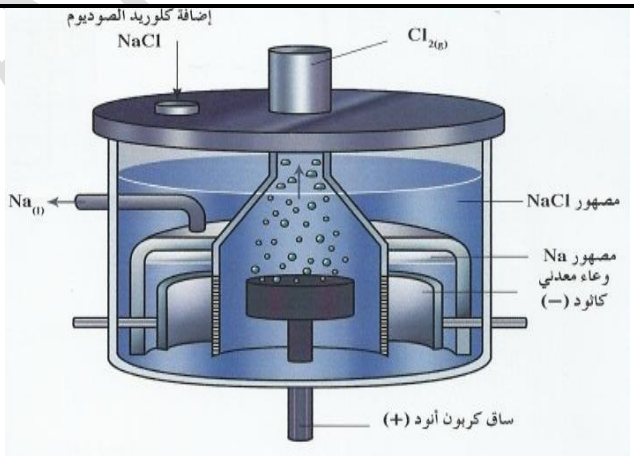
Amad. Hus

التحليل الكهربائي لصهور كلوريد الصوديوم ($NaCl$)

تُسمى الخليةُ المُستخدمةُ في التحليلِ الكهربائي :

خلية داون : هي خليةٌ الكتروليتيه تتم فيها عملية التحليلِ الكهربائي لصهورِ كلوريد الصوديوم ($NaCl$)

يحتوي مصهور كلوريد الصوديوم $2NaCl \longrightarrow 2Na^{+} + 2Cl^{-}$

التفاعل عند الأنود (+) ☚ (أكسدة)	$2Cl^{-}_{(I)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + 2e^{-}$
التفاعل عند الكاثود (-) ☚ (اختزال)	$2Na^{+}_{(I)} + 2e^{-} \longrightarrow 2Na_{(I)}$
التفاعل الكلي	$2NaCl \longrightarrow 2Na + Cl_2$
النتيجة النهائية	❀ يتكون الصوديوم Na عند الكاثود ❀ يتصاعد غاز الكلور Cl_2 عند الانود
استخدامات الصوديوم	① يدخل في مصابيح بخار الصوديوم ② يستخدم كمبرد للمفاعلات النووية
استخدامات الكلور	① تعقيم مياه الشرب ② تصنيع البوليمرات مثل بولي كلوريد الفينيل ③ تصنيع المبيدات الحشرية المختلفة
	(تعمل الخلية على درجة حرارة 301 °C حتى ينصهر الملح) و ينتج عنها فلز الصوديوم و غاز الكلور

Ahmad Hussain

المركبات الهيدروكربونية Hydrocarbon Compounds

- دُحِضت نظرية (القوة الحيوية) عام ١٨٢٨ و التي كانت تنُص على أن المصدر الوحيد للمركبات العضوية هو " الكائنات الحية "



- فقد استطاع فريدريك فولر Friedrich Wohler تحضير مادة اليوريا $CO(NH_2)_2$ من مواد غير عضوية.

علمُ الكيمياءِ العضوية : فرعٌ من الكيمياء يهتمُ بدراسةِ مركبات الكربون و تفاعلاتها

- أهمية عنصر الكربون : يدخل في عملية البناء الضوئي و هي السبب وراء تسمية الكربون

عنصر الحضارة أو العنصر الأساسي للحياة علي الأرض

- يُعتبرُ النفط و الفحم الحجري المصدرين الرئيسين للمواد العضوية

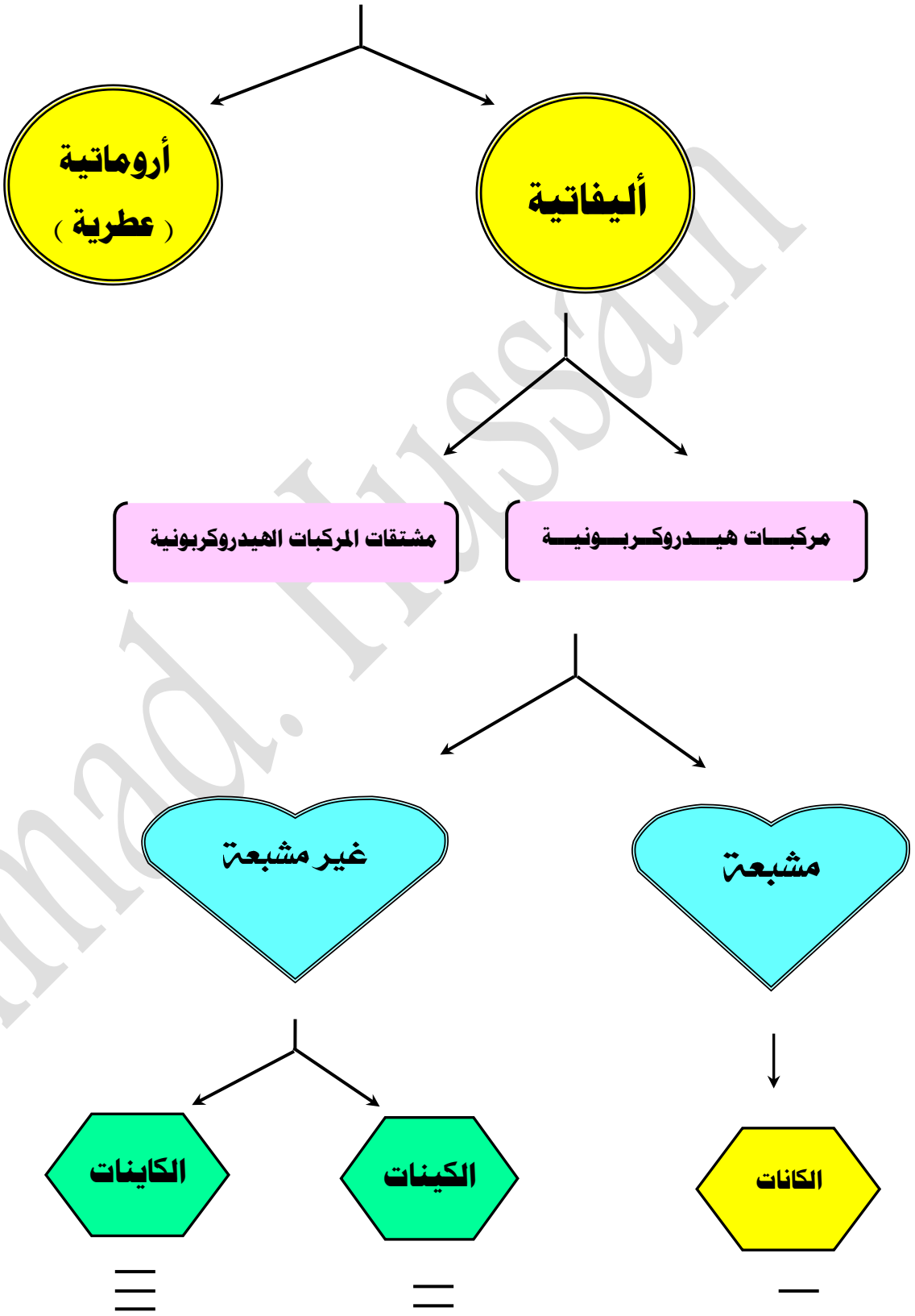


- ما المقصود بـ المركباتِ العضويةِ

هي المركبات التي تحتوي على عنصر الكربون ماعدا أول أكسيد الكربون CO و ثاني أكسيد الكربون CO_2

Ahmad Hussain

أنواعُ المركبات العضوية



Ahmad Hussain

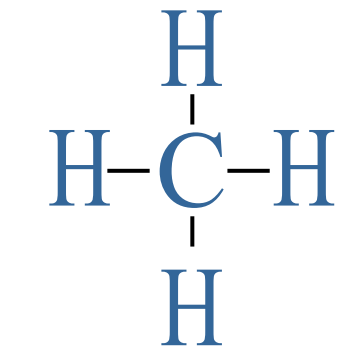
المركبات الاليفاتية

مركبات هيدروكربونية

هي مركباتٌ عضويةٌ تتكونُ من عنصري الكربون و الهيدروجين فقط

مُشبعة

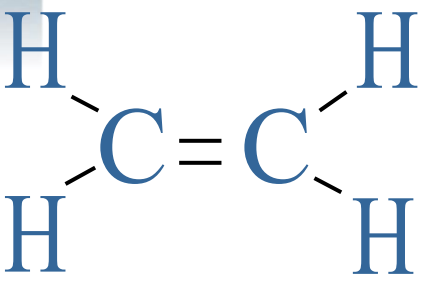
هي مركبات تكون فيها جميع الروابط بين ذرات الكربون روابط تساهمية أحادية



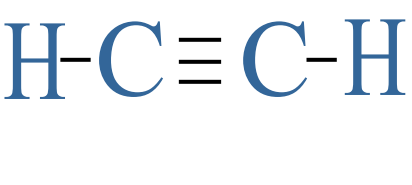
الميثان

غير مُشبعة

هي مركبات تحتوي على الأقل على رابطة تساهمية ثنائية أو ثلاثية واحدة بين ذرتي كربون



الإيثين



الايثاين

مشتقات المركبات الهيدروكربونية

هي مركبات تحتوي على الكربون و الهيدروجين بالإضافة لعناصر أخرى مثل الأكسجين ، النيتروجين ، الكبريت ، الهالوجينات



المركبات الأروماتية العطرية

هي مركبات عضوية مشابهة لحلقة البنزين C_6H_6 في الصيغة التركيبية و السلوك الكيميائي

المركبات الهيدروكربونية المشبعة

هي مركباتٌ تحتوي على عنصري الكربون و الهيدروجين فقط و تتميز بوجود روابط تساهمية أحادية



تُسمى أبسط أنواع المركبات الهيدروكربونات المشبعة :

الألكانات

الألكـــانـــات	هي مركبات هيدروكربونية اليفاتية مشبعة تحتوي على روابط تساهمية أحادية فقط
الصيغة العامة لها	C_nH_{2n+2} حيث تمثل (n عدد ذرات الكربون)
مثال	الميثان (CH_4) والإيثان ($CH_3 - CH_3$)

تُصنف الألكانات

- **مستقيمة السلسلة**: $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
- **متفرعة السلسلة**: $CH_3CH_2CH_2CH(CH_3)CH_2CH_3$

Ahmad Hussain

الألكانات مستقيمة السلسلة

هي الألكانات التي تحتوي على سلاسل من ذرات الكربون متصلة ببعضها البعض بواسطة روابط تساهمية أحادية

أولا: تسمية الألكانات مستقيمة السلسلة بنظام الأيوباك (IUPAC)

الهيدروكربونات البسيطة تسمى بأسماء لاتينية تتألف من مقطعين الأول يشير إلى عدد ذرات الكربون والأخير يدل على صنف الهيدروكربون فبالنسبة لعدد ذرات الكربون يستخدم فيها الأعداد اللاتينية

المقطع الدال على عدد ذرات الكربون + المقطع آن			
عدد ذرات الكربون	المقطع الدال على عدد ذرات الكربون باللاتيني	الاسم	الصيغة الجزيئية
1	Meth ميث	ميثان	CH_4
2	Eth إيث	ايثان	C_2H_6
3	Prop بروب	بروبان	C_3H_8
4	But بيوت	بيوتان	C_4H_{10}
5	Pent بنت	بنتان	C_5H_{12}
6	Hex هكس	هكسان	C_6H_{14}
7	Hept هبت	هبتان	C_7H_{16}
8	Oct أوكت	أوكتان	C_8H_{18}
9	nona نونا	نونان	C_9H_{20}
10	deca ديكا	ديكان	$C_{10}H_{22}$



	البيوتان	البروبان
الاستخدامات	في الولاعات	وقود للمناطيد

Ahmed. Hassan

ثانياً : الألكانات متفرعة السلسلة

ما هي الذرةُ أو المجموعة البديلةُ (التفرع) ؟

هي الذرة أو المجموعة التي يمكن أن تحل محل ذرة الهيدروجين في جزئ الهيدروكربون الأساسي

من ضمن المجموعات البديلة مجموعات الألكيل

و التي تنتُجُ من استبدال المقطع (آن) من الألكان بالمقطع (يل)

❖ **الصيغة العامة لمجموعة الألكيل :** C_nH_{2n+1}

الألكان	الصيغة الجزيئية	الصيغة التركيبية المكثفة	اسم شق الألكيل	صيغة الشق	
ميثان	CH_4	CH_4	ميثيل	CH_3 -	CH_3 -
إيثان	C_2H_6	CH_3CH_3	إيثيل	C_2H_5 -	CH_3CH_2 -
بروبان	C_3H_8	$CH_3CH_2CH_3$	بروبيل	C_3H_7 -	$CH_3CH_2CH_2$ -
بيوتان	C_4H_{10}	$CH_3CH_2CH_2CH_3$	بيوتيل	C_4H_9 -	$CH_3CH_2CH_2CH_2$-

Hussain

تسمية الألكانات متفرعة السلسلة بنظام الأيوباك (IUPAC)

① نختار أطول سلسلة هيدروكربونية متصلة (مستمرة) و تسمى بنفس الطريقة السابقة (ألكان)

(مع العلم بأنه ليس بالضرورة أن تكون أطول سلسلة في خط مستقيم)

② يبدأ الترقيم من الطرف الأقرب إلى الشق (الفرع) بحيث تأخذ ذرة الكربون المتصل بها الشق الرقم الأقل .

و يسمى المركب كما يلي : رقم ذرة الكربون التي يتصل بها الشق + اسم الشق + اسم الألكان (السلسلة الأساسية)

③ في حالة وجود أكثر من شق ، يتم ترتيب أسماء الشقوق أبجدياً مثل (إيثيل قبل ميثيل)

دون النظر إلى ترتيب المقاطع العددية التي تسبق كل مجموعة .

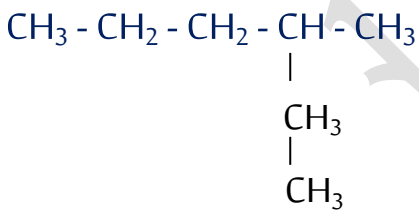
④ عندما يوجد شقان على نفس ذرة الكربون يكرر الرقم مع كل شق .

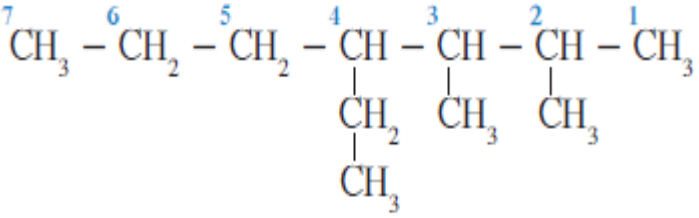
⑤ تستخدم المقاطع ثنائي ، ثلاثي عندما يوجد شقان أو ثلاث شقوق متشابهة على نفس السلسلة .

⑥ استخدام إشارات الفصل الصحيحة (علامات الوقف مثل الفاصلة و الشرطات) وهذه الخطوة مهمة جدا

حيث تستخدم الفواصل لفصل الأعداد (مثل 2 , 3) وتستخدم الشرطات لفصل الأعداد و الكلمات (مثل 2 ,3- ثنائي الميثيل) .

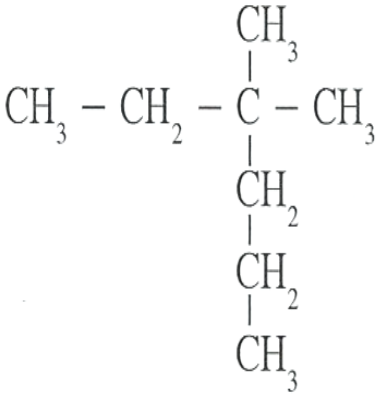
سمي الألكانات التالية بنظام الأيوباك (IUPAC) :

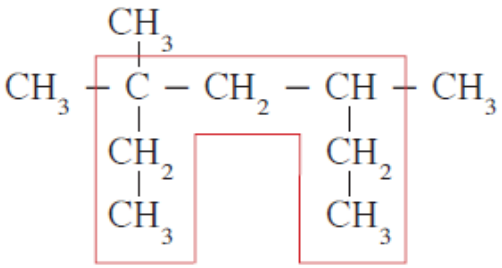




4 ايثيل 2 , 3- ثنائي ميثيل الهبتان

.....





.....

.....

إعادة بناء الصيغ التركيبية بمعرفة اسم الألكان المقابل

① أوجد أصل الكلمة (الألكان) وهو المقطع " **أن** " في اسم الهيدروكربون المشبع)

ثم اكتب سلسلة الكربون الأطول التي ستصبح السلسلة الرئيسية

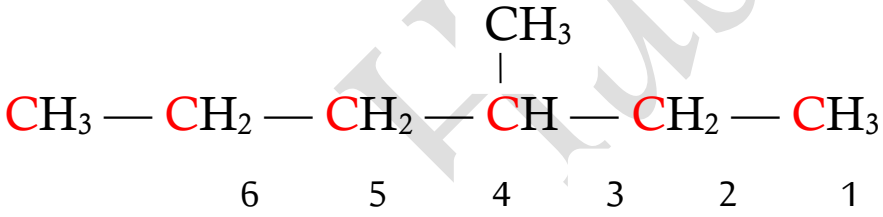
② رقم ذرات الكربون في سلسلة الكربون الرئيسية

③ حدد المجموعات البديلة و قم بتوصيلها بالمو اقع الصحيحة في سلسلة الكربون الرئيسية التي رقمتها

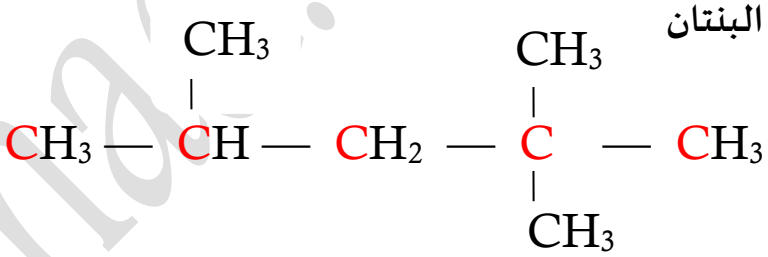
④ أضف ذرات الهيدروجين بحسب الحاجة (لتكوين رو ابط الكربون التساهمية الأحادية الأربع)

اكتب الصيغ التركيبية المكثفة لكل من المركبات التالية :

٣- ميثيل الهكسان



٤,٢,٢ - ثلاثي ميثيل البنتان



٤– إيثيل - ٢ , ٣ , ٤ – ثلاثي ميثيل الأوكتان

٣- إيثيل البنتان

Ahmad Hussain

الخواص الفيزيائية للألكانات

- الألكانات مركبات غير قطبية .
- قوي التجاذب بين جزيئاتها ضعيفة جد .
- الألكانات مركبات عضوية لا تذوب بالماء **علل** ☚ لأنها مركبات غير قطبية بينما الماء جزئ قطبي
- **علل** : تميل الهيدروكربونات ذات الكتل المولية الصغيرة أن تكون غازات أو سوائل ذات درجات غليان منخفضة . ☚ لأن قوى التجاذب بين جزيئاتها ضعيفة جداً

السلاسل المتشابهة التركيب :

هي مجموعة متتالية من المركبات يختلف مركب عن الذي يسبقه بزيادة مجموعة ميثيلين CH_2 واحدة

علل : تُعتبرُ الألكانات مستقيمة السلسلة مثالاً على السلاسل المتشابهة التركيب ؟

- لأن كل مركب منها يزيد عن الذي يسبقه بمجموعة ميثيلين CH_2 واحدة فقط

الصيغة التركيبية المكثفة	درجة الغليان (°C)
CH_4	- 161
CH_3CH_3	- 88,5
$CH_3CH_2CH_3$	- 42
$CH_3CH_2CH_2CH_3$	- 0,5
$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$	36
$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	68,7

علل : درجة غليان البيوتان أعلى من درجة غليان البروبان ؟

- لأن درجة غليان الألكانات مستقيمة السلسلة ترتفع بزيادة عدد ذرات الكربون فيها وعد ذرات الكربون في البيوتان أكبر من عدد ذرات الكربون في البروبان ☚ أي تزداد بزيادة الكتلة الجزيئي

$CH_3CH_2CH_2CH_3$ $CH_3CH_2CH_3$

الهيدروكربونات غير المشبعة

هي الهيدروكربونات التي تحتوي على روابط كربون - كربون تساهمية ثنائية أو روابط كربون - كربون تساهمية ثلاثية

الكينات = **الكاينات** =

علل : سبب تسمية الهيدروكربونات غير المشبعة بهذا الاسم

لأنها تحتوي على عدد أقل من العدد الأقصى لذرات الهيدروجين في صيغها التركيبية نظرا لوجود الروابط الثنائية أو الثلاثية

الألكينات Alkenes

الألكينات Alkenes	**الهيدروكربونات التي تحتوي علي روابط كربون – كربون تساهمية ثنائية**
الصيغة العامة لها	C_nH_{2n} حيث n تدل على عدد ذرات الكربون في الجزيء
أبسط الألكينات	إيثين (إيثيلين) $CH_2 = CH_2$, و البروبين (بروبلين) $CH_3\,CH = CH_2$



يُستخدمُ غاز الايثين C_2H_4 في تنظيم نمو النبات و يساعد على نضج الثمار

أولاً : تسمية الألكينات مستقيمة السلسلة بحسب نظام الايوباك :

① نختار أطول سلسلة كربونية متصلة تحتوي على الرابطة التساهمية الثنائية وتعبر عن الألكين

② نبدأ بترقيم ذرات الكربون في السلسلة من الطرف الأقرب للرابطة التساهمية الثنائية .

③ نكتب رقم ذرة الكربون التي تبدأ عندها الرابطة الثنائية أولا , ثم نضع خط قصير ثم المقطع الدال على عدد ذرات الكربون ثم المقطع **ين** (بدلا من المقطع **أن** في الألكان)

مكان الرابطة + المقطع الدال على عدد ذرات الكربون + ين

كل مركب منها يزيد بمجموعة ميثيلين ($-CH_2-$) عن المركب الذي يسبقه

وبالتالي فهي تمثل سلاسل متشابهة التركيب

ثانياً : تسمية الألكينات متفرعة السلسلة بحسب الأيوباك :

- نتبع جميع الأسس المستخدمة في تسمية الألكانات المتفرعة ، مع ملاحظة :-

- يجب أن تحتوي **أطول سلسلة كربونية** متصلة (مستمرة) على **الرابطة الثنائية** .

- الرابطة الثنائية لها الأولوية - عند ترقيم السلسلة غير المشبعة - على شقوق الألكيل .

- **سم المركبات التالية :**

$CH_3 - CH = CH - CH_2 - CH_3$ | $CH_3 - CH = CH - CH_3$ | $CH_2 = CH - CH_3$ | $CH_2 = CH_2$

$$CH_2 = CH - CH_2 - \underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}} - CH_3$$

$$CH_3 - CH = CH - \overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{CH}} - CH_2 - CH_3$$

$$CH_3 - CH = CH - CH_2 - \underset{\displaystyle CH_2CH_3}{\overset{|}{CH}} - CH_3$$

الألكاينات Alkynes

الألكاينات Alkynes	الهيدروكربونات التي تحتوي علي روابط كربون – كربون تساهمية ثلاثية
الصيغة العامة لها	C_nH_{2n-2} حيث n تدل على عدد ذرات الكربون في الجزيء
أبسط الألكينات	إيثاين (أسيتيلين) $CH \equiv CH$ ، والبروباين $CH_3 - C \equiv CH$

الخواص العامة للألكاينات

① لا تتواجد الألكاينات بوفرة في الطبيعة

② أبسط هذه المركبات هو الإيثاين ($CH \equiv CH$) أو يسمى (الأسيتيلين) الذي يستخدم كوقود في عمليات لحام الفولاذ الذي يعرف بلحام الأكسجين.

③ الروابط التساهمية الممتدة من ذرات الكربون الموجودة في رابطة الكربون كربون التساهمية الثلاثية للإيثاين متباعدة عن بعضها بعضا بأقصى زاوية و قدرها (180°) , مما يجعل من الإيثاين جزيئا خطيا (التهجين فيه من النوع SP) .

④ قوي التجاذب التي تحدث بين جزيئات الألكانات و الألكينات و الالكاينات هي قوي فان درفالز الضعيفة

⑤ الرابطة الثلاثية في الإيثاين صلبة , ولذا لا تدور ذراته حولها .

سم المركبات التالية : $CH_3 - C \equiv C - CH_2 - CH_2 - CH_3$

2 - هكساين

$$CH_3 - CH_2 - C \equiv C - \underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}} - CH_3$$

Ahmad. Hussain



الخواص الفيزيائية للهيدروكربونات

- ❖ جميع الهيدروكربونات تقريبا أقل كثافة من الماء تتراوح كثافتها ما بين (0.7 - 0.9)
- ❖ الهيدروكربونات الغازية تكون أكثر كثافة من الهواء ماعدا (الميثان و الإيثاين)
  (أقل كثافة من الهواء) بينما الإيثان و الإيثين (تقارب كثافتهما كثافة الهواء)
- ❖ درجات غليان الهيدروكربونات تزداد بزيادة عدد ذرات الكربون بشكل عام
- ❖ تكون مع الهواء مخاليط سريعة الاشتعال
- ❖ غير قابلة للامتزاج مع الماء (لا تذوب)

قارن بين **الألكانات** و **الألكينات** و **الألكاينات**

العائلة	الرابطة C – C	الصيغة العامة	أبسط أفراد هذه العائلة	
			الاسم	الصيغة
الألكانات	جميعها تساهمية أحادية	C_nH_{2n+2}	الميثان	CH_4
الألكينات	تحتوي تساهمية ثنائية واحدة على الأقل	C_nH_{2n}	الايثين (ايثيلين)	C_2H_4
الألكينات	تحتوي تساهمية ثلاثية واحدة على الأقل	C_nH_{2n-2}	الإيثاين (الاستيلين)	C_2H_2

Ahmad. Hussain

الخواص الكيميائية للهيدركربونات

تفاعلات الاحتراق | تفاعلات الاستبدال (أو الإحلال) | تـفاعلات الإضـافـة



تفاعلات الاحتراق :

تتم عملية الاحتراق لكل من الهيدروكربونات المشبعة و غير المشبعة علي حد سواء. وأهمها تفاعلات

الاحتراق الكامل بوجود كمية و افرة من الأكسجين فينتج ثاني أكسيد الكربون و بخار الماء و طاقة حرارية مثل :

① احتراق الميثان :

$$CH_4 + 2O_2 \xrightarrow{\Delta} CO_2 + 2H_2O + heat$$

② احتراق الإيثين :

$$C_2H_4 + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} 2CO_2 + 2H_2O + heat$$

③ احتراق الإيثاين :

$$C_2H_2 + \frac{5}{2}O_2 \xrightarrow{\Delta} 2CO_2 + H_2O + heat$$

تفاعلات الاستبدال (أو الإحلال) :

تتم عملية الاستبدال للهيدركربونات المشبعة حيث تستبدل فيها ذرة هيدروجين أو أكثر بذرات أخرى

مثل : تفاعل الألكانات مع الهالوجينات

$$CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$$

$$CH_3Cl + Cl_2 \rightarrow CH_2Cl_2 + HCl$$

$$CH_2Cl_2 + Cl_2 \rightarrow CHCl_3 + HCl$$

$$CHCl_3 + Cl_2 \rightarrow CCl_4 + HCl$$

تفاعلات الإضافة

إضافة الهيدروجين H_2	إضافة الهالوجين X_2	إضافة هاليد الهيدروجين	إضافة الماء H_2O

تتميز بها الهيدروكربونات غير المشبعة وتتم عادة بوجود مادة محفزة عند درجة حرارة $200\ C^\circ$

وينتج منها تكوين مركبات مشبعة مثل:

① إضافة الهيدروجين (H_2)

$$C\text{-}H \equiv C\text{-}H + H_2 \xrightarrow{Ni,\ 200\ ^\circ C} CH_2 = CH_2$$

إيثاين — إيثين

$$CH_2 = CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni,\ 200\ ^\circ C} CH_3 - CH_3$$

إيثين — إيثان

ملاحظة : عند استخدام البالاديوم (Pd) غير المنشط كمادة محفزة تتم إضافة الهيدروجين على مرحلة واحدة

Ahmad Hussain