الكيمياء - الصف الحادي عشر (الفصل الدراسي الثاني) ٢٠٢٥

تَمهِيد : هُناك بعضُ التفاعلات الكيميائية تُنتج تياراً كهربائياً ،

كما أن التيار الكهربائي يُستطيع أن يُنتج تفاعلات كيميائية لوجود علاقة بينهما



أثبتَ العالمُ أليساندرو فولتا أنَ التيار الكهربائي يَنتجُ من ربط جسمين معدنيين مختلفين بجسم موصل

الكِيمياء الكهربائِية : هي فرعٌ من فروعِ الكيمياءِ الفيزيائيةِ الذي يهتم بدراسة التفاعلات الكيميائية التي تنتج أو تمتص تياراً كهربائياً

تُقسمُ التفاعُلاتُ الكيميائيةُ بحسب حدوث انتقال الالكترونات فيها الى نوعين :

تفاعلات الاكسدة و الاختزال تفاعلات الاحلال المزدوج

التعريف	هي تفاعلاتٌ يحدث فيها انتقال الكترونات من أحد المتفاعلات إلي الاخر	هي تفاعلاتٌ لا يحدث فيها انتقال الكترونات
أمثلة	① تَفاعلاتُ الاحلال المُفرد ② تَفاعلاتُ التَحلل ③ تَفَاعُلاتُ الاحتراق	① تَفَاعُلاتُ التَرسيب ② تَعادلُ الاحماضُ و القواعد

﴿ طبيعةُ الخَلايا الإلكتروكِيميائية ﴾

أهميةُ العملياتِ الإلكتروكيميائيةِ :

١ ﴿ تَدخلُ في عملية **إستخلاصِ الفلزاتِ من خاماتها** .

٢ ﴿ **الطِلاءُ بالكهرباءِ** ☜ مثلُ طلاء الأدوات المنزلية و قطع السيارات لحمايتها من التآكل و الصدأ .

٣ ﴿ **تُمدُنا بالطاقةِ** اللازمة للكَثير من تَفاعُلات الأكسدة و الاختزال .

٤ ﴿ **صِناعةُ أجهزةٍ حديثةٍ** لعمل الأبحاث الطبية الحيوية و تحليل التلوث .

Ahmad Hussain

تفاعلاتُ الأكَسدةَ و الإختِزالِ oxidation-reduction reaction

هي تفاعلاتٌ يَحدُثُ فيها انتِقَال الكترونَات من أحدِ المُتفَاعِلات إلى الآخَر

مثال : تفاعل الأكسدةِ و الاختزالِ بين ذراتِ الخارصينِ Zn و كاتيوناتِ النحاسِ Cu^{2+}

تجربة مهمة جداً

ماذا يحدُثُ عند غَمر صَفيحةٍ من الخارصين Zn في محلولٍ مائيٍ من كبريتات النُحاس II (أزرق اللون) :



① تتَكونُ طَبقةٌ بُنيةُ اللونِ على سَطحِ شَريحَةِ الخارصين

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

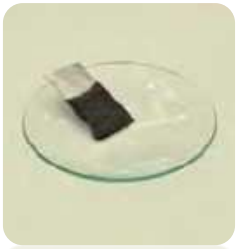


③ يَتآكلُ سَطحُ شَريحةِ الخارصين



من التجربة السابقة نستنتج حُدوث التفاعُلاتُ التالية :

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



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

☺ عندَ جَمع المُعادلتَين نحذف الالكترونات و نَحصلُ عَلى مُعادلة التَفاعُل الكُلي :

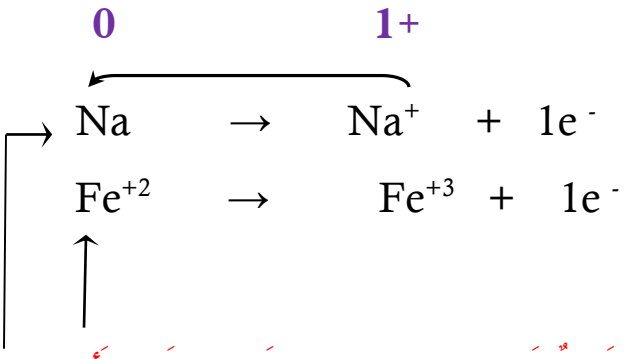
$$Cu^{+2}_{(aq)} + Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + Cu_{(s)}$$

مِما سَبقَ نَستنَتِجُ أنَ تعريف تفاعل الاكسدة و تعريف تفاعل الاخنزال :

تَفاعلَ الأكَسدَةِ : هِي عَمليةٌ يَنتج عَنها فَقد اِلكترونَات و يصاحِبها زيَادةٌ في عَددِ التأكسدِ

$$\overset{0}{Na} \rightarrow \overset{1+}{Na^{+}} + 1e^{-}$$

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



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

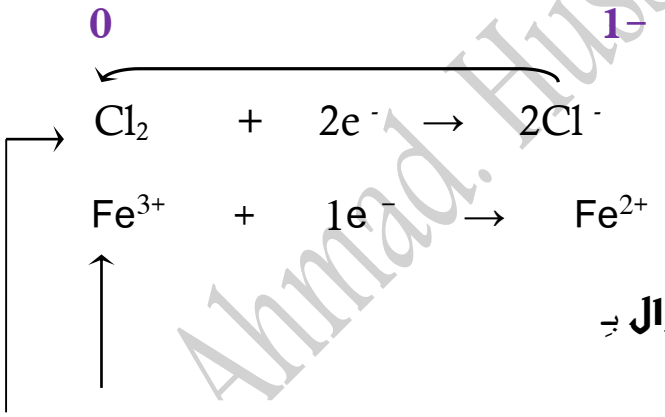
العَامل المختَزل : هى مَادةٌ تَفقد الكترونات و يَزداد عَدد تأكسدها

أما

عَملية الاِختِزالِ : هي عَمليةٌ يَنتج عَنها اِكتِساب اِلكتروناتٍ ويصاحِبها نَقصٌ في عَددِ التأكسدِ

$$\overset{0}{Cl_2} + 2e^{-} \rightarrow \overset{1-}{2Cl^{-}}$$

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



و تُسمىَ المَادةُ الَتي حَدثَ لهَا **عَمليةُ اِختِزال** بـِ

العَامل المؤكسد : و هَى مَادةٌ تَكَتسب الكتروناتٌ و يَنقص عَدَد تأكسدها

ملاحَظةٌ : " عَمليتا الأَكسدة و الاِختزالِ عَمليتَانِ **مُتلازمتَانِ** تَحُدُثانِ في وَقَت واحِدِ و في تَفَاعُلٍ واحِدً "

Ahmad. Hussein

وَزنُ مُعَادلاتِ الأَكسَدَةِ و الاِختِزالِ

يمُكِنُ التَعرُفُ عَلى تَفَاعُلاتِ الأكسَدةِ و الاِختِزالِ مِنَ خِلالِ تغير أَعَدادِ التَأكسُدِ للمواد في المعادلة الكيميائية :

عَدَد التأكسد : **هو عَدَد الشحنات الموجبة أو السالبة التي تبدو على ذرة العنصر**

في مركبٍ سواءً كان أيونيا أو تساهميًا

لدينا مجموعةٌ من القواعد التي تساعدنا في حساب أعداد التأكسد :

① عَدد تَأكسُدِ الذَرةِ في الحَالةِ العُنصُريةِ يُسَاوي صِفر .

②عَددُ 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 الشَحَناتِ الكَهرَبَائِيةِ في الأيَونِ المُتَعَدِدِ الذَراتِ يُسَاوي اَلشحنَة الظَاهِرة SO_4^{2-}

Amal Hussain

جَدولٌ يُوضِحُ أعَدادَ التَأكسُدِ لعدد مِن العنَاصِر و المجمُوعَاتِ الذرية:

قِيمَة عَدد التَأكَسدِ	قَــوَاعِــد حِسَــابِ عَــدَدِ التَــأكسـدِ	
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 تأَكَسُدِ أيونات العَناصُرِ القَلويَةِ في مركباتها Na^+ ، Li^+ ، K^+	
+2	عَدَدُ تَأكسُدِ أيونات العَناصُرِ القَلويَةِ الأرضِيَةِ في مركبَاتِها Ca^{2+} ، Mg^{2+}	
+3	عَدَدُ تَأكسُدِ أيون Al^{3+} في مركباته	
-2	عَدَدُ تَأكسُدِ أيون S^{2-} مَع الفِلِزاتِ أو الَهيَدرُوجِين	
-1	عَدَدِ تأَكسُدِ I^- ، Br^- ، Cl^- في المُرَكبَاتِ (مَا عَدا مَعَ الأُكسِجِينِ أو الفلُور)	
-1	عَدَدُ تأَكسُدِ F^- في جَمِيعِ المُركَباتِ -١ لأِنَه أَعلى العَنَاصِرِ في السَالِبِيةِ الكَهَربَائِية	
-2	عَدَدُ تأَكسُدِ O^{-2} في مُعظَم المُركَباتِ (H_2O , Na_2O , K_2O)	O
-1	عَدَدُ تَأكسُدِ O في فَوقِ الأكاسيِدِ (H_2O_2 , Na_2O_2 , K_2O_2)	O
+2	عند ارتباط الأكسيجين بالفلوركما في مركب OF_2 فيكون عدد تأكسد الأكسيجين	O
+1	عَدَدُ تأَكسُدِ H^+ مَع اللافِلزِات (مثل H_2O , HCl ، HNO_3)	H
-1	عَدَدُ تأَكسُدِ H مَع الِفلِزات (مِثلَ هَيدريداتِ الِفلِزَاتِ CaH_2 , NaH)	H
-1	عَدَدُ تَأكسُدِ كُلٍ من أيون الهيدروكسيد OH^- و أيون النيترات NO_3^-	
+1	عَدَدُ تَأكسُدِ كاتيون الأمونيوم NH_4^+	
-2	عَدَدُ تأَكسُدِ كُلٍ مِن أيون الكبريتات SO_4^{2-} و أيون الكربونات CO_3^{2-}	
صفر	مَجمُوعُ الشَحَنَاتِ الَكهربَائِيةِ في المُركبَاتِ المتُعَادِلَةِ = 0 (مثل NH_3 ، H_2O)	

كيف نميز بين تفاعلات الأكسدة والاختزال و غيرها من التفاعلات من خلال أعداد التأكسد :

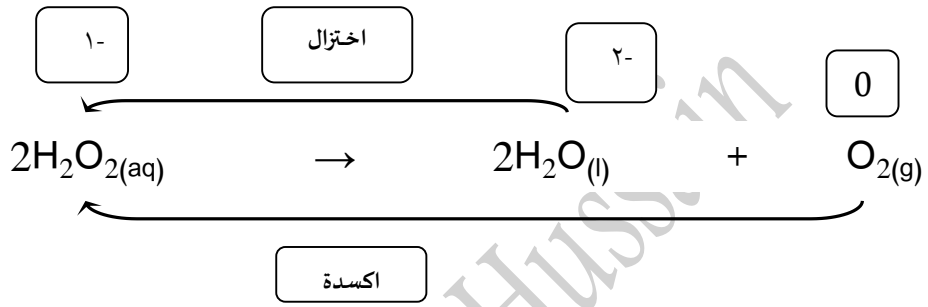
① **أولاً** : نحدد عدد التأكسد لكل عنصر في المعادلة .

② **ثانياً** : نحدد العناصر التي حدث لها تغير في عدد التأكسد .

إذا زاد عدد التأكسد يحدث للعنصر عملية أكسدة و يسمى ← عاملاً مختزلاً .

إذا نقص عدد التأكسد يحدث للعنصر عملية اختزال و يسمى ← عاملاً مؤكسداً .

هناك بعض المواد يمكن أن تكون عاملاً مؤكسداً وعاملاً مختزلاً في وقتٍ واحدٍ مثل فوق أكسيد الهيدروجين



وضح ما إذا كان التفاعلان التاليان تفاعلي أكسدة واختزال أم لا ؟

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

.....

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

.....

حدد نوع العمليات التي تمثلها كلٌ من أنصاف التفاعلات التالية :

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

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

في التفاعل التالي : $2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$

يكون العامل المؤكسد هو ..... العامل المختزل هو .....

Amad. Hus. in

وَزنُ مُـعَادَلاتِ الأَكَسَدَةِ وَ الاِخـتِزالِ بِطريقةِ أَنصَافِ التَفَاعُلاتِ (أيون – الكترون)

أَولاً : في الـــوسـطِ الـحِـمـضِـي

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 تَحَتوي عَلى أَي اِلكترونات

زن نِصفَ التَفاعُلِ التَالي بِطريقَةِ (الأيون – إلكترون) في الوسطِ الحِمضي :

$$H_3AsO_3 \rightarrow H_3AsO_4$$

$$H_3AsO_3 + \underline{H_2O} \rightarrow H_3AsO_4$$

$$H_3AsO_3 + H_2O \rightarrow H_3AsO_4 + \underline{2H^+}$$

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

Ahmad. Hussain

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

علماً أن التفاعل يحدث في (**وسَـــطٍ حِـمضِي**)

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

عملية	عملية
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 $2 \times MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$	$5 \times 2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$
$\mathbf{2}MnO_4^- + \mathbf{16}H^+ + \mathbf{10}e^- \rightarrow \mathbf{2}Mn^{2+} + \mathbf{8}H_2O$	$\mathbf{10}Cl^- \rightarrow \mathbf{5}Cl_2 + \mathbf{10}e^-$

Ahmad Hussain

نَقُومُ بِجمعِ مُعادلتي الأَكسدةِ و الاختزالِ للحُصولِ على المُعادلةِ النِهائِيةِ :

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

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

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

تمرين : معـــادلة الاكـــســـدة و الاختـــزال الـــتالـــيـــة غـــيـر 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 تقُومُ بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقةٍ كيميائيةٍ أو العكس من خلال تفاعُلات أكسدة و اختزال

و تنقَسِمُ هَذِهِ الخَلايَا الإلكتروكيميائية إلى قِسمَين :

	الخَلايَا الجَلفَانِية أو (الفُولِتِية)	الخَلايَا الالِكتروليتِيه
التعريف	هي خلايا يحدث فيها تفاعل كيميائي وينتج عنها طاقة كهربائية	هي خلايا تحتاج طاقة كهربائية وينتج عنها تفاعل كيميائي
حدوث تفاعل الأكسدة والاختزال	يحدث تلقائياً	لا يحدث 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 $\Delta H = -217.6$ kj/mol

علل : يـزداد تـركيـز كاتيـونات الخـارصين في المحلـول

- لحُدوُثِ عَمَلية 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

- لاِختِزالُ كَاتيونَاتُ النُحَاسِ Cu^{2+} و تَحوُلُها إلى ذَراتِ نُحَاس Cu تَتَرسَّبُ عَلى شَرِيحة الخَارصِين

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

تـفـسـيـر مَـا حَـدَث :

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 مُباشَرةً بين سطح فلز الخارصين $Zn_{(s)}$ وبين كاتيونات النحاس المتلامسين في المحلول

Ahmad. Hussain

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**

سؤال : **ما هي شروط توليد التيار الكهربائي** ؟

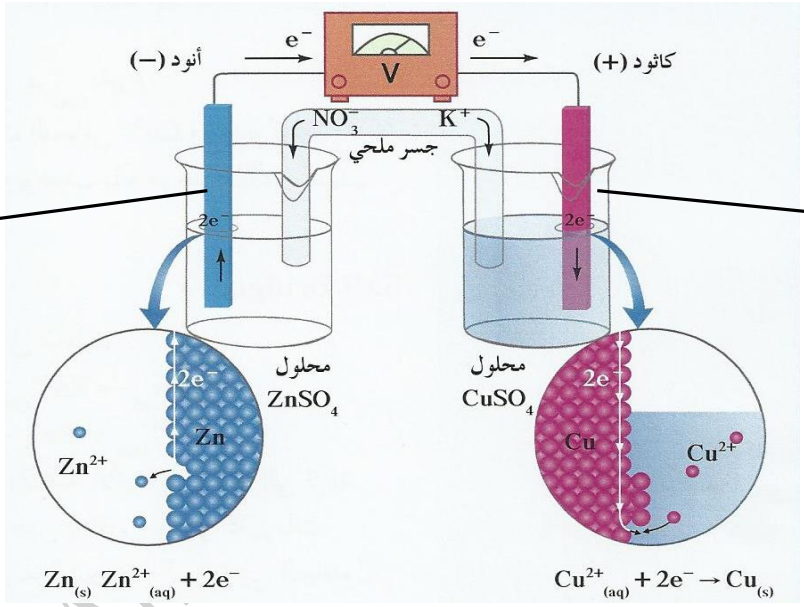
① وُجودُ فرقِ جُهد نَاتِجٍ مِن الاختِلافِ في النشَاطِ الكِيميائي ومِن تَفاعُلاتِ الأَكسَدةِ و الاختزال

② وُجودُ حَامِلاتِ للشحنَاتِ (مُوصِلات)

سؤال : **ما هي أنـــواع حَامِـــلات الشَـــحَـــنَـــة** ؟

موصلات فلزية (الكترونية) — **موصلات أيونية (الكتروليتيه)**

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



الأنود

هو القطب (الشريحة) الذي تحدث عنده عملية الأكسدة (-)

الكاثود

هو القطب (الشريحة) الذي تحدث عنده عملية الاختزال (+)

جهد الاختزال هو الطاقة المُصاحبة لِاكتساب المادة الكترونات أي ميلها إلى الاختزال

جهد الاختزال القياسي هو جُهدُ الاختزالِ عند الظُروف القياسية

سؤال : ما هي الظروف القياسية ؟

أي جُهدُ الاختزالِ في الظُروفِ القياسية عند (درجة الحرارة 25°C وضغط الغاز إن وجد (1atm) وتركيز المحلول (1M)

ملاحظة :

❶ جُهدُ الاختزالِ **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 الكتروليتي لأحدِ مركبات مادة القطب (الشريحة)**

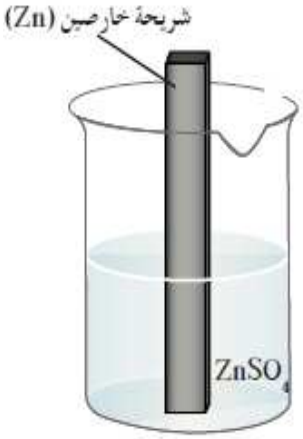
ما المقصُود بِـ :

نصف الخلية القياسي : هُو نظامٌ يحتوي على شريحة من فلزٍ موضُوعة في محلولٍ لأيونات مادة الشريحة تركيزُهُ (1M) عند 25°C و تحت ضغط يُعادلُ (1atm)

أمثلة على أنصاف خلايا Half - Cells

① نصف خلية الخارصين القياسية :

نصفُ خليّة الخارصين : تتكونُ من وعاءٍ يحتوي على شريحة خارصين مغمورة جزئيا في محلولٍ مائي تركيزُهُ من كاتيونات الخارصين (Zn^{2+}) عند درجة حرارة 25°C 1M



و تحدُثُ حالَةُ إتزانٍ بَيْنَ ذرات شريحة الخارصين و أيُونَاتِهِ .

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

① يبقى تركيزُ الكاتيُونات في المحلول ثابتًا

② تبقى كُتلة الشريحة ثابتة

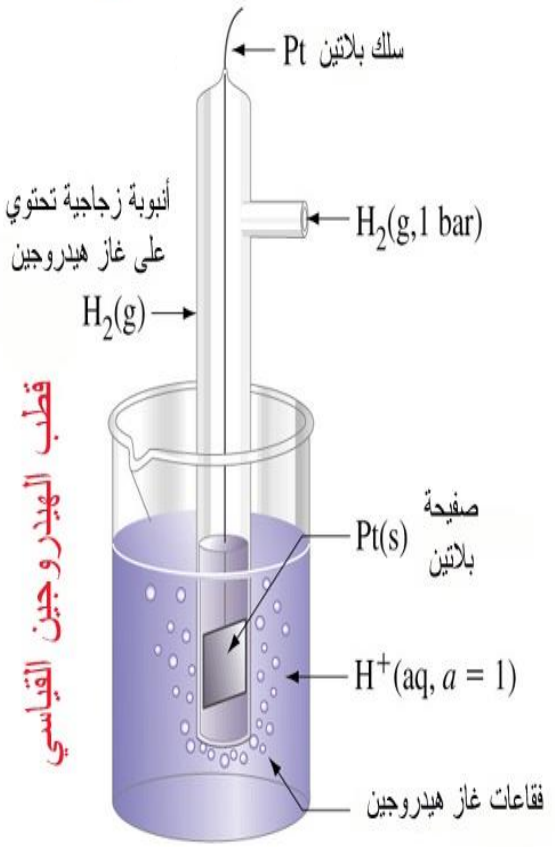
③ يُعتبَر نصف الخليّة المنفردة دائرة مفتوحة لا يمر بها تيار كهربائي

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

الرمز الاصطلاحي لنصف خلية النحاس .....

Ahmad Hussain

② نصف خَلِيةِ الهَيدروجِين القِياسِية



يتكَوَنُ مِن قُطبِ بلاتِين مَغمُورفي مَحلول حِمضِي

يَحتوي عَلى كَاتيوُن الهَيدرُوجِين عِندَ الظُرُوفِ القِياسِيةِ .

ويُمكِنُ تَمثِيلُ نِصفِ الَتفاعُلِ 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 الرمزُ $E^\circ_{H^+/H2}$ جُهدَ الاِختزالِ القِياسِي للهيدرُوجِين

ما المقَصُودُ بِـ

جهدِ اِختِزالِ الهَيدروجين القِياسِي :

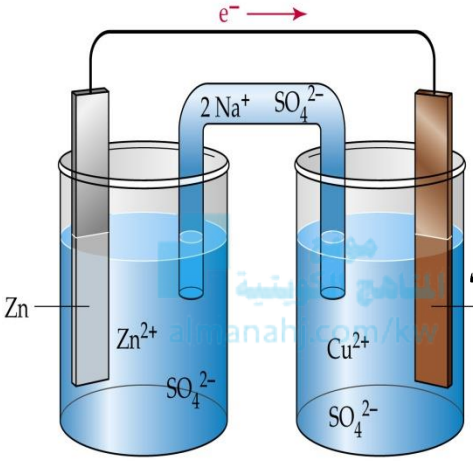
هو ميل كاتيونات الهيدروجين إلى أن تكتسب إلكترونات و تُختزَل إلى غاز الهيدروجين

Ahmad Hussein

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

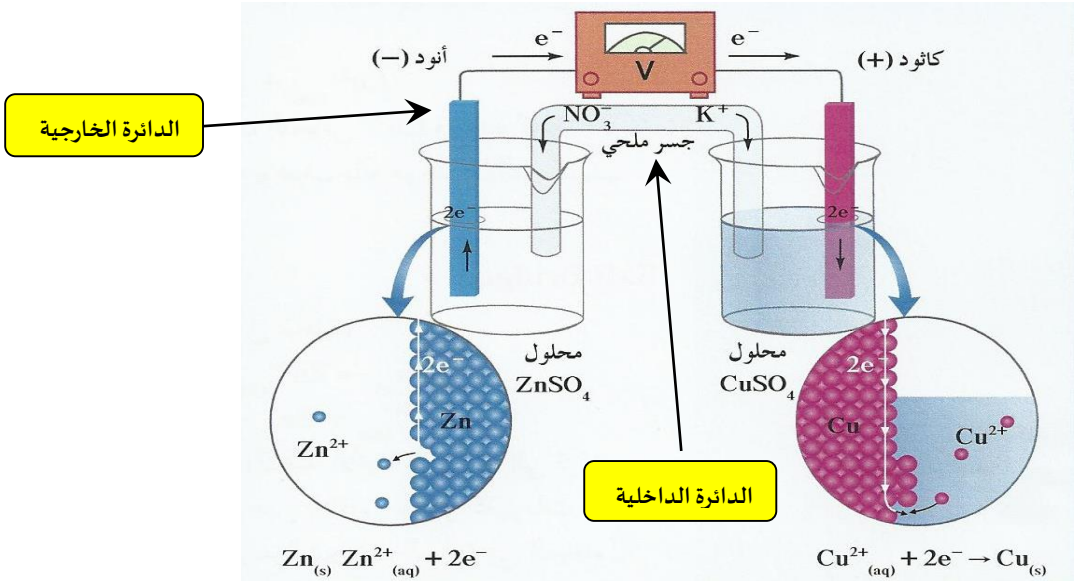
② موصل فلزي في الدائرة الخارجية ومفتاح و فولتميتر لقياس فرق الجهد

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

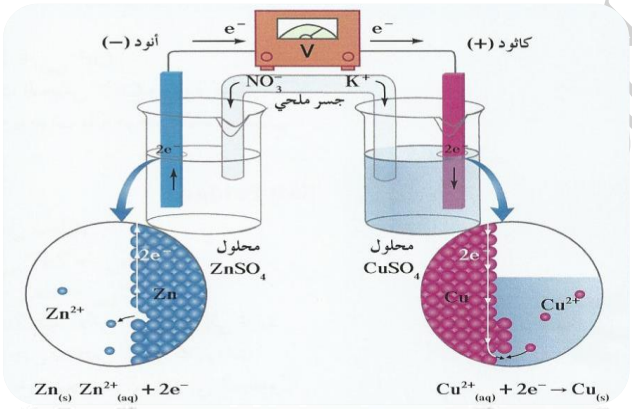
التفاعلات والتغيرات التي تحدث عند عمل الخلية الجلفانية

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 سَالبِة 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)

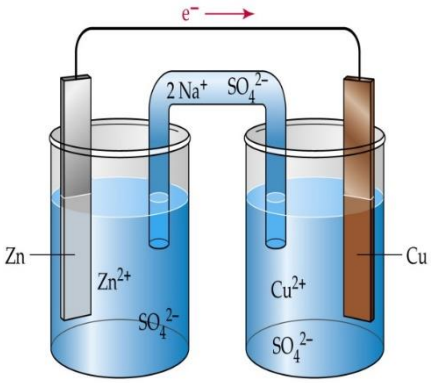
وتهاجر أنيونات (NO_3^-) الكتروليت الجسر المحلي الى نصف خلية الخارصين (عند الانود)

حيث التركيز الاكبر من الكاتيونات

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

Mr. Hussain

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 :

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

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

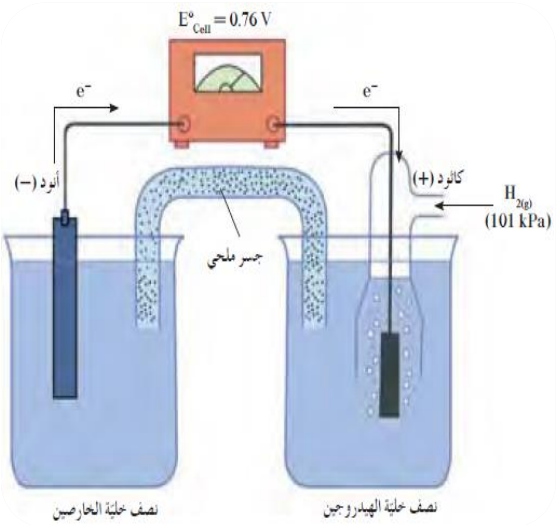
جهد الخلية E_{cell} = جهد اختزال الكاثود - جهد اختزال الانود

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

جهود 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

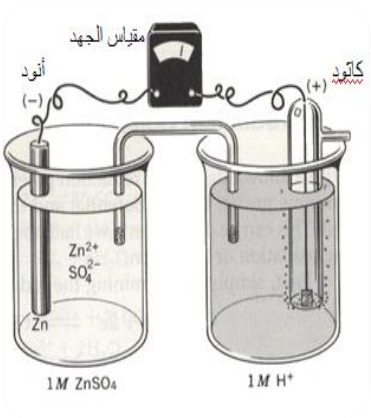


② القراءة التي تظهر على الفولتميتر تكون هي جهد الاختزال لنصف الخلية المراد قياسها على اعتبار

أن جهد الاختزال لنصف خلية الهيدروجين القياسية يساوي صفر

Ahmad 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

Ahmad Hussain

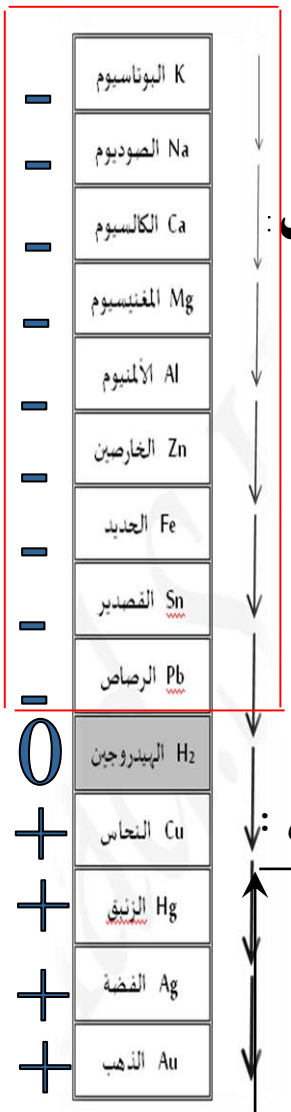
سلسلة جهود الاختزال القياسية Standard Reductions Potential Series

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 :



١) جهود اختزالها تملك إشارة سالبة (-)

٢) جهود اختزالها منخفضة

٣) لا تميل للاختزال

٤) تميل للأكسدة

٥) تعمل آنوداً عند توصيلها بنصف خلية الهيدروجين

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

أ) العناصر الفلزية التي تسبق الهيدروجين :

١) جهود اختزالها منخفضة (-)

٢) تتأكسد بسهولة

٣) لا توجد منفردة في الطبيعة

٤) نشاطها الكيميائي مرتفع

٥) تحلُ محل الهيدروجين في محاليل مركباته (كالماء و الاحماض)

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

و لذلك هي أسهل في الأكسدة وأصعب في الاختزال من الهيدروجين مثل خلية (الخارصين -الهيدروجين القياسية)

أنصاف الخلايا التي تلي الهيدروجين في سلسلة جهود الاختزال :

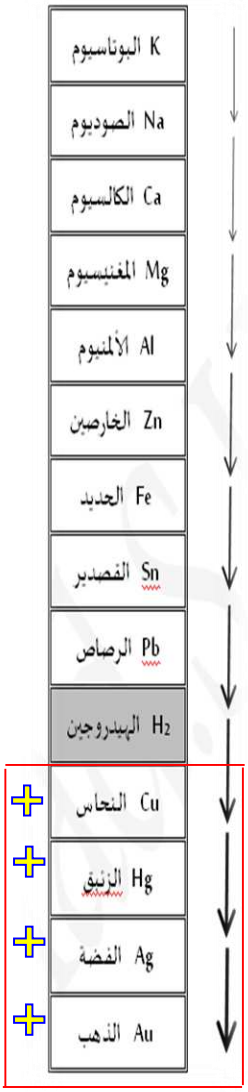
١) جهود اختزالها تملك إشارة موجبة (+)

٢) جهود اختزالها مرتفعة

٣) تميل للاختزال

٤) لا تميل للأكسدة

٥) تعمل كاثوداً عند توصيلها بنصف خلية الهيدروجين



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

١) جهود اختزالها مرتفعة (+)

٢) لا تتأكسد بسهولة

٣) توجد منفردة في الطبيعة

٤) نشاطها الكيميائي منخفض

٥) لا تحلُ محل الهيدروجين في محاليل مركباته (كالماء و الاحماض)

$Cu + HCl \not\longrightarrow$ لا يحدث

و 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)

Ahmad Hussain

سلسلة جهود الاختزال القياسية

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

Li هو **أقوى** العوامل المختزلة

Li^+ **أضعف** العوامل المؤكسدة

عوامل مختزلة

عوامل مؤكسدة

F_2 **أقوى** العوامل المؤكسدة

F^- هو **أضعف** العوامل المختزلة

يمكن معرفة العوامل المختزلة و العوامل المؤكسدة من السلسلة الكهروكيميائية ، وتدرجها في القوة

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

ملاحظات هامة جدا جدا جدا على سلسلة جهود الاختزال القياسية :

عندما نتحدث عن الفلزات (العلاقة عكسية بين جهد اختزالها و نشاطها الكيميائي)

- يكون **الفلز**
- الذي جهد اختزاله **أقل**
- نشاطه الكيميائي **أكثر**
- و أكسدته **أسهل**



من الفلز الذي جهد اختزاله **أكبر**

وبالتالي يستطيع أن يحل محله (يطرده) من محاليل مركباته

Dr. Ahmad Hussain

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 وبالتالي يكون أكثر نشاطاً

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

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

عندما نتحدث عن **اللافلزات** (العلاقة طردية بين جهد اختزالها و نشاطها الكيميائي)

- اللافلز **يكون**
- أكبر **الذي جهد اختزاله**
- أكثر **نشاطه**
- اسهل **و اختزاله**

من اللافلز الذي جهد اختزاله **أقل**

وبالتالي يستطيع أن يحل محله (يطرده) من محاليل مركباته

Ahmad Hussain

ويطرده من محاليل مركباته

يحل محل أنيون اللافلز الذي في **الاعلى**

اللافلز الذي في **أسفل** السلسلة الكهروكيميائية

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

F_2 أقوى العوامل المؤكسدة

F^- هو أضعف العوامل المختزلة

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

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

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 :

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

Ahmad Hussa

❋ أسئـــــلة و مسائـــــــل في سلسلـــة جهـــــود الأختـــزال القيـــاسيـــــة

❖ أمامك جزء من السلسلة الكهروكيميائية ومنه نستنتج أن :

Mg^{+2}	+ $2e^-$	⇆	Mg
$2H^+$	+ $2e^-$	⇆	H_2
Cu^{+2}	+ $2e^-$	⇆	Cu

١) أقوى العوامل المؤكسدة من هذه الأنواع هو : .....

٢) أقوى العوامل المختزلة منها هو : .....

٣) أكبر قيمة جهد خلية تكون ما بين : .....

❖ أقوى عامل مؤكسد من بين الأنواع التالية هو : (جهد الاختزال بالفولت بين القوسين) :

◯ $Cd^{2+} + 2e^- \rightarrow Cd$ (0.4 -) ◯ $S + 2e^- \rightarrow S^{2-}$ (0.48 -)

◯ $Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$ (1.09 +) ◯ $Bi^{3+} + 3\,e^- \rightarrow Bi$ (0.2 +)

❖ أفضل العوامل المختزلة من الأنواع التالية (جهود الاختزال القياسية بين القوسين) هو :

◯ Cu^{2+} (+ 0.34 V) ◯ Na^+ (- 2.71 V)

◯ Mg^{2+} (- 2.38 V) ◯ Pt^{2+} (+ 1.2 V)

❖ الفلز الذي له أكبر قدرة على فقد إلكترونات أثناء التفاعلات الكيميائية من بين الفلزات التالية هو:

◯ Co (- ٠,٢٨ فولت) ◯ Pb (- ٠,١٢٦ فولت)

◯ Cu (+ ٠,٣٤ فولت) ◯ Rb (-٢,٩٢٥ فولت)

❖ إذا علمت أن جهود الاختزال القطبية لكل من Ag^+ , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} ، هي + 0.8 V ، + 0.34 ، - 0.126 V ، - 0.76 على الترتيب ، فإن الفلز الذي يتغطى بطبقة من ذرات الفلز الموجود في المحلول هو فلز :

◯ النحاس عند غمره في محلول $ZnSO_4$ ◯ الفضة عند غمره في محلول $Pb(NO_3)_2$

◯ الرصاص عند غمره في محلول $CuCl_2$ ◯ الرصاص عند غمره في محلول $ZnSO_4$

Amad. Hussain

❖ **إذا كانت جهود الاختزال القطبية القياسية لكل من الكروم ، الكادميوم ، النيكل هي علي الترتيب**

- 0.74 V ، - 0.4 ، - 0.23 ، فإن أحد التفاعلات التالية يحدث تلقائيا ، هو :

☐ $Ni + Cr^{3+} \rightarrow Ni^{2+} + Cr$

☐ $Cd + Cr^{3+} \rightarrow Cd^{2+} + Cr$

☐ $Cr + Cd^{2+} \rightarrow Cr^{3+} + Cd$

☐ $Ni + Cd^{2+} \rightarrow Ni^{2+} + Cd$

❖ **في تفاعل معين وُجد أن ذرات العنصر X تحل محل أنيونات العنصر Z في محاليل أملاحه ،**

فتكون جميع الإجابات التالية صحيحة عدا :

◯ جهد اختزال العنصر X أعلى من جهد اختزال العنصر Z ◯ تختزل ذرات العنصر X

◯ العنصر X يسبق العنصر Z في السلسلة الكهروكيميائية ◯ تتأكسد أنيونات العنصر Z

❖ **إذا علمت أن جهود الاختزال القطبية القياسية لكل من النيكل ، الحديد ، النحاس ، الألمنيوم ، هي**

- 0.23 ، - 0.4 ، + 0.34 ، - 1.67 على الترتيب ، فإن :

◯ النحاس يؤكسد الألمنيوم ولا يؤكسد الحديد . ◯ النيكل يختزل الحديد ولا يختزل النحاس .

◯ الحديد يؤكسد الألمنيوم ويختزل النيكل . ◯ الألمنيوم يؤكسد الحديد و لا يؤكسد النحاس .

❖ **في تفاعل معين وُجد أن ذرات العنصر X تحل محل أنيونات العنصر Z في محاليل أملاحه ،**

فتكون جميع الإجابات التالية صحيحة ما عدا :

◯ جهد اختزال العنصر X أعلى من جهد اختزال العنصر Z ◯ تختزل ذرات العنصر X

◯ العنصر X يسبق العنصر Z في السلسلة الكهروكيميائية ◯ تتأكسد أنيونات العنصر Z

Ahmad Hussain

❖ **من التفاعل التالي :** $Pb + 2Ag^{+} \rightarrow Pb^{2+} + 2Ag$ **يدل على أن :**

◯ الرصاص يلي الفضة في السلسلة الكهروكيميائية ◯ الرصاص عامل مؤكسد أقوى من الفضة

◯ جهد الاختزال القطبي للرصاص أكبر منه الفضة ◯ الرصاص عامل مختزل أقوى من الفضة

❖ **إذا كانت القوة المحركة الكهربائية للخلية الجلفانية** $Sc / Sc^{2+}(1M) // Cu^{2+}(1M) / Cu$ **تساوي** + 2.41 V

وجهد الاختزال القياسي لقطب النحاس يساوي + 0.34 V **فإن جهد الاختزال القياسي لقطب السكانديوم** (Sc) **يساوي :**

◯ + 2.75 V ◯ - 2.07 V ◯ + 2.07 V ◯ - 2.75 V

❖ **إذا كان جهد اختزال** Sn^{4+} / Sn^{2+} **يساوي** + 0.15 V **وجهد اختزال** Fe^{3+} / Fe^{2+} **يساوي** + 0.75 V

فإن جهد التفاعل التالي :

◯ 0.9 V ◯ - 0.9 V ◯ + 0.6 V ◯ - 0.6 V

❖ **التفاعل التالي :** $2\,NaCl_{aq} + I_{2\,(g)}$ → $Cl_{2(g)} + 2\,NaI_{aq}$ **يحدث بشكل تلقائي ومنه نستنتج :**

١ ﴿ يتفاعل الكلور مع محلول يوديد الصوديوم (يحل الكلور محل أنيونات اليوديد (I^-) في المحلول)

٢ ﴿ الأنود هو ..... و الكاثود هو .....

٣ ﴿ الكلور ..... اليود في السلسلة الكهروكيميائية

٤ ﴿ الكلور يعتبر عامل ..... بينما أنيونات اليوديد عامل .....

٥ ﴿ يعتبر الكلور عامل مؤكسد ..... من اليود

Ahmad 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^{2+}/Cr	$Cr^{2+} + 3e^- \rightarrow Cr$	−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**

Iad. Hussain

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

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 تَكون 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 يبهتُ 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 تأكُلُ سطح شريحة الخارصين عند غمرها في محلول مائي لكبريتات النحاس II

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

موقع المناهج الكويتية almanahj.com/kw
Ahmad Hussain

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 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

⑥ يمكن حفظ محلول كبريتات الحديد II في 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

⑦ عند وضع قطعة من فلز الخارصين في 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

⑧ 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

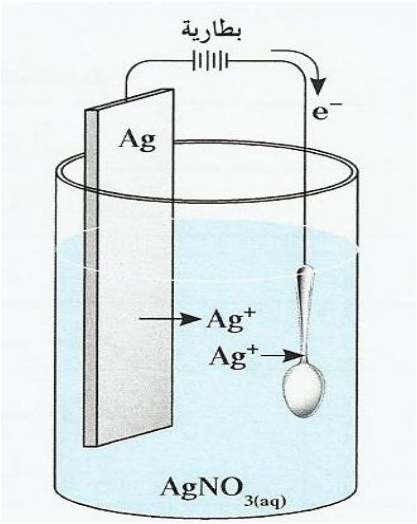
.....

.....

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)

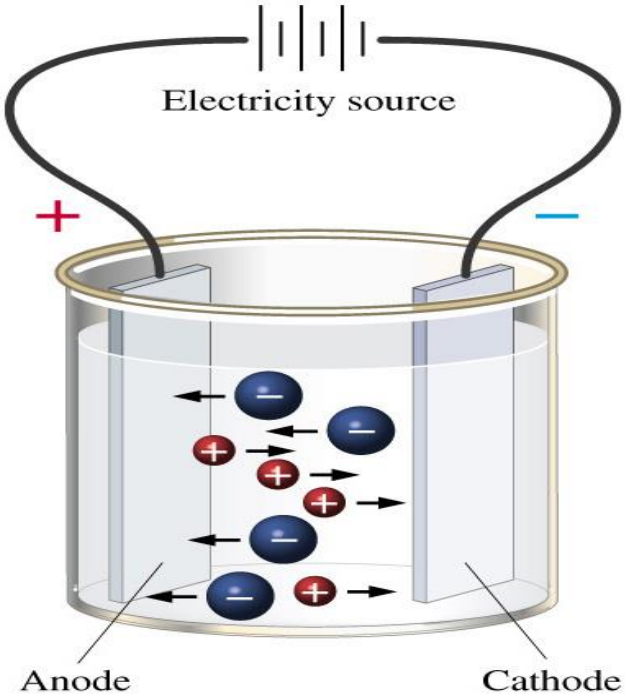
ملاحظة : الجهاز المستخدم في عملية التحليل الكهربائي يسمى :

الخلية الالكتروليتية هي خليه تحتاج طاقةً كهربائيةً و ينتجُ عنها تفاعلٌ كيميائيٌ

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

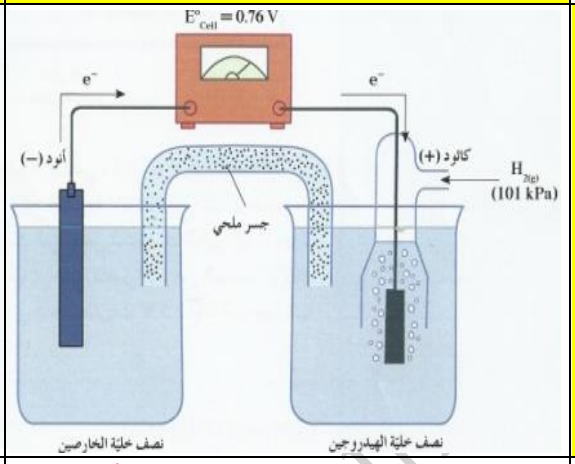
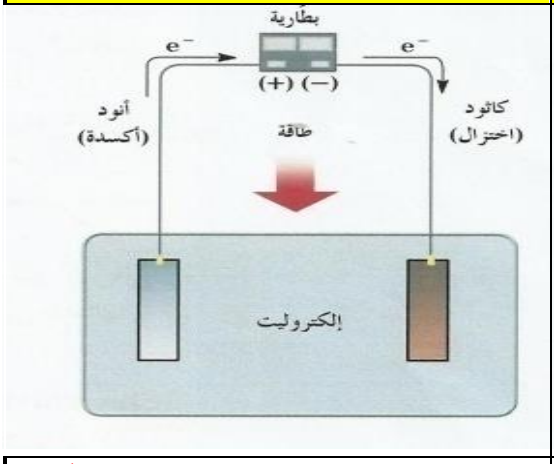
بينما يتصل القطب الآخرو يمثل (**قطب الأنود**)

بالطرف الموجب للمصدر الكهربائي(+) ،

حيث تتجه إليه الأنيونات و تحدث عنده عملية الأكسدة

Mohammad Hussain

الفرق بين الخلية الجلفانية - و الخلية الالكتروليتية

المقارنة	الخلية الجلفانية (الفولتية)	الخلية الالكتروليتية
الرسم		
التعريف	خلايا تنتج طاقة كهربائية من خلال التفاعلات الكيميائية	خلايا تحتاج طاقة كهربائية 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

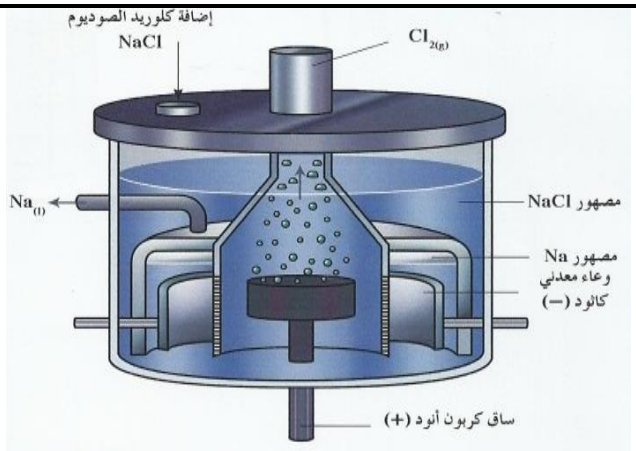
Ahmad Hussain

التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم NaCl

تُسمى الخليةُ المُستخدمةُ في التحليلِ الكهربائي :

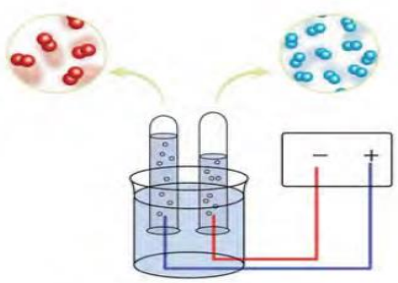
خليةُ داون : هي خليةٌ الكتروليتيةٌ تتم فيها عمليةُ التحليلِ الكهربائي لمصهورِ كلوريد الصوديوم NaCl

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

التفاعل عند الأنود (+) ☚ (أكسدة)	$2Cl^{-}_{(l)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + 2e^{-}$
التفاعل عند الكاثود (-) ☚ (اختزال)	$2Na^{+}_{(l)} + 2e^{-} \longrightarrow 2Na_{(l)}$
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 Hussein

التحليل الكهربائي للماء



① عندما يوصل تيار كهربائي بقطبين مغمورين في ماء نقي

لا يمر تيار كهربائي و لا يحدث تحليل كهربائي للماء **علل** (لأنه مركب تساهمي لا يحتوي على أيونات)

② عند إضافة قطرات من حمض الكبريتيك ، بتركيزات منخفضة إلى الماء

النقي يصبح المحلول موصلاً للتيار الكهربائي و يحدث التحليلُ الكهربائيُ للماءِ كما بالشكل المقابل :

يحتوى المحلول المائي على (SO_4^{-2} ، $4H^+$ ، $2H_2O$)

عند الأنود (أكسدة) حيث يتواجد : H_2O (+1.23 V) / SO_4^{-2} (+ 2 V)	$2H_2O_{(I)} \rightarrow O_{2(g)} \uparrow + 4H^+ + 4e^-$
عند الكاثود (اختزال) حيث يتواجد : H_2O (-0.42 V) / $4H^+$ (0 V)	$4H^+_{(aq)} + 4e^- \rightarrow 2H_{2(g)} \uparrow$
التفاعل (النهائي) الكلي	$2H_2O_{(I)} \rightarrow O_{2(g)} \uparrow + 2H_{2(g)} \uparrow$
النتيجة النهائية	① عند الأنود يتصاعد غاز O_2 ② عند الكاثود يتصاعد غاز H_2 ③ يبقى عدد مولات حمض (H_2SO_4) ثابتاً وبذلك يعتبر حمض الكبريتيك مادة محفزة ④ حجم غاز H_2 الناتج ضعف حجم غاز O_2

علل حجم غاز الهيدروجين (H_2) الناتج ضعف حجم غاز الأكسجين O_2 ؟

" لأن عدد مولات الأكسجين الناتجة من أكسدة الماء (1 mol) ، بينما تُختزل كاتيونات الهيدروجين وينتج (2 mol) من غاز الهيدروجين عند الكاثود (و هي نسبة وجودهما في الماء)

علل يتأكسد الماء عند الانود

لأن جهد اختزاله أقل من جهد اختزال أنيون الكبريتات SO_4^{-2}

علل تختزل كاتيونات الهيدروجين من الوسط الحمضي عند الكاثود

لأن جهد اختزالها أكبر من جهد اختزال الماء

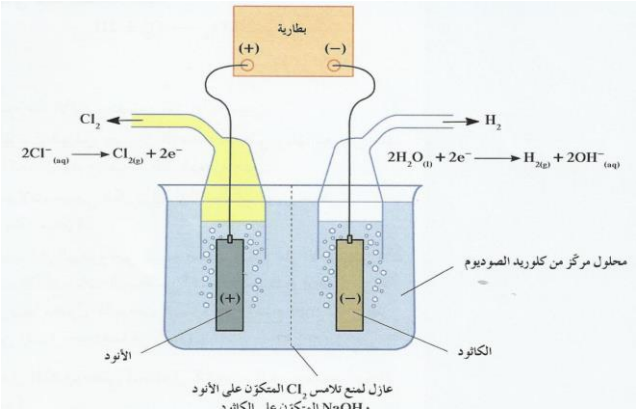
Ahmad Hus

التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد الصوديوم المركز ($NaCl$)

ملاحظة : الفرق بين التحليل الكهربائي للمصهور والمحلول وجود الماء

لأن الماء قد يشارك في التفاعل و قد لا يشارك)

(قد يحدث له أكسدة وقد يحدث له اختزال)



يحتوي المحلول على (أنيونات Cl^- و كاتيونات Na^+ و جزيئات الماء H_2O و أقطاب جرافيت "خاملة")	
عند الأنود (أكسدة) حيث يتواجد: (+1.23 V) H_2O (+ 1.36 V) Cl^-	عند بدء عملية التحليل الكهربائي يتأكسد الماء أولاً (لأن جهد اختزاله أقل) $2H_2O_{(l)} \rightarrow O_{2(g)} \uparrow + 4H^+_{(aq)} + 4e^-$ ولكن تراكم غاز الأكسجين على القطب يرفع جهد اختزال الماء ليصبح أكبر من جهد اختزال الكلور فيتأكسد أنيون الكلوريد $2Cl^-_{(aq)} \rightarrow Cl_{2(g)} \uparrow + 2e^-$
عند الكاثود (اختزال) حيث يتواجد : (- 0.42 V) H_2O (-2.7 V) Na^+	عند الكاثود تتواجد كاتيونات الصوديوم و الماء وبما أن جهد اختزال الماء أكبر من جهد اختزال الصوديوم يختزل الماء . $2H_2O_{(l)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)} \uparrow + 2OH^-$
التفاعل (النهائي) الكلي : $2Na^+_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow Cl_{2(g)} \uparrow + H_{2(g)} \uparrow + 2Na^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$	
النتيجة النهائية	① يتصاعد غاز الكلور (Cl_2) عند الأنود ② يتصاعد غاز الهيدروجين عند الكاثود ③ يصبح الوسط قلوي عند الكاثود بسبب تكون هيدروكسيد الصوديوم ويمكن أن يتحول لون كاشف أزرق البروموثيمول الى اللون الأزرق

Amad. 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

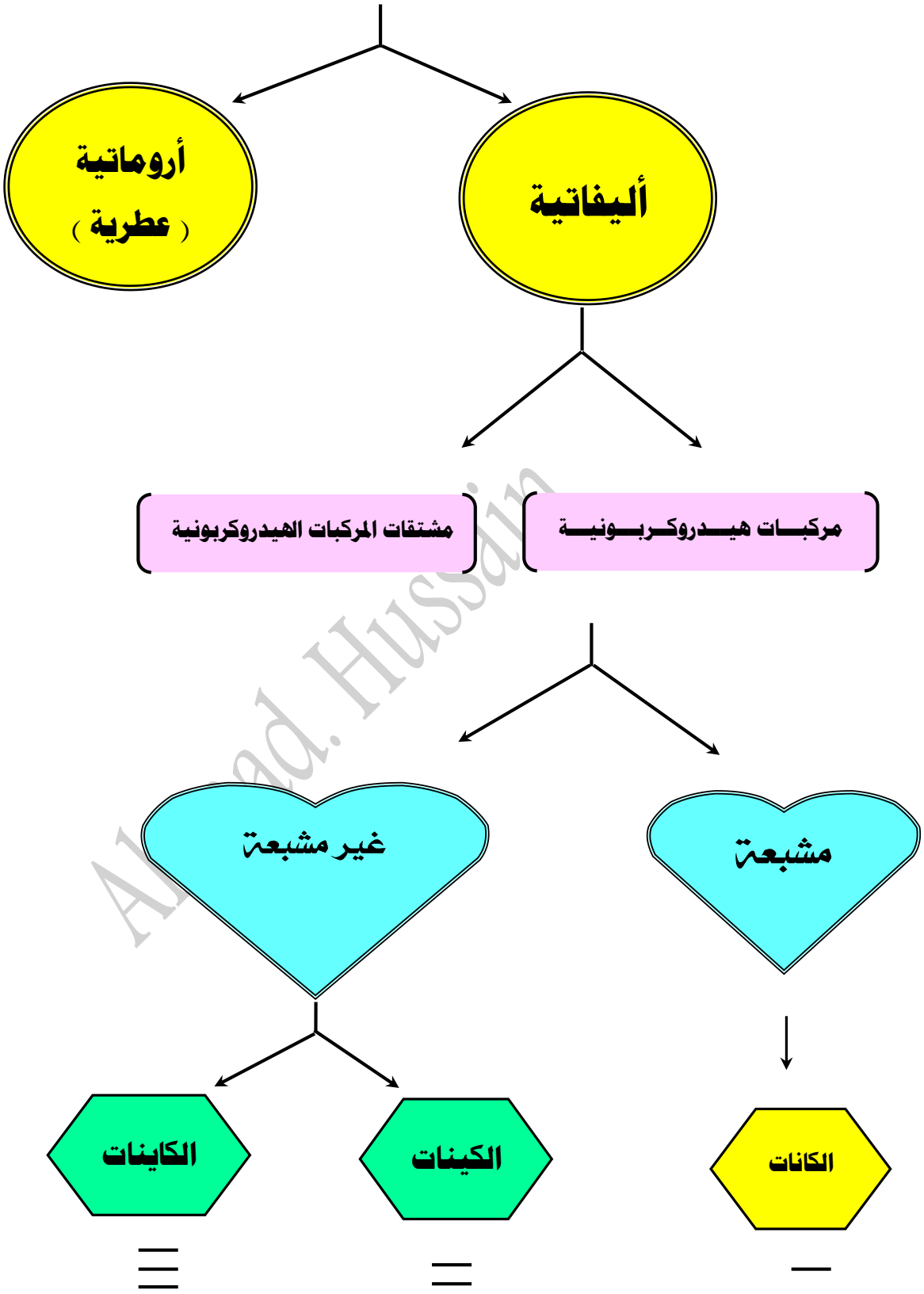


ما المقصود بـ المركباتِ العضويةِ

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 تتكون من عنصري الكربون و الهيدروجين فقط

مشبعة

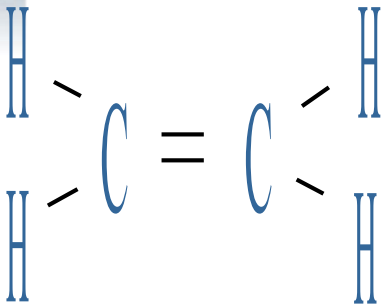
هي مركبات تكون فيها جميع الروابط بين ذرات الكربون روابط تساهمية



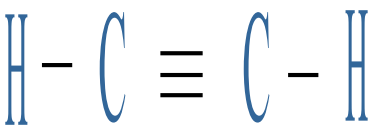
الميثان

غير مشبعة

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



الإيثين



الايثاين

مشتقات المركبات

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**: $CH_3CH_2CH_2CH(CH_3)CH_2CH_3$

الألكانات مستقيمة السلسلة

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

أولاً: 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 للمنطايد

Ahmad. Hussa

ثانياً : الألكانات متفرعة السلسلة

ما هي الذرة أو المجموعة البديلة (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 (اَن) من الألكان بالمقطع (يل)

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

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

Ahmad Hussain

https://k8-school.com

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)

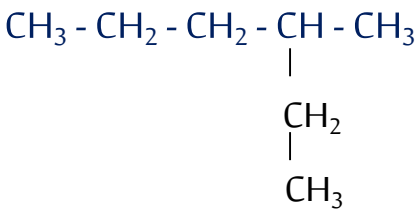
دون النظر إلى ترتيب المقاطع العددية التي تسبق كل مجموعة .

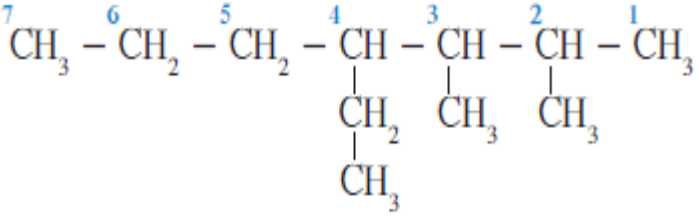
④ عندما يوجد شقان على نفس ذرة الكربون يكرر الرقم مع كل شق .

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

.

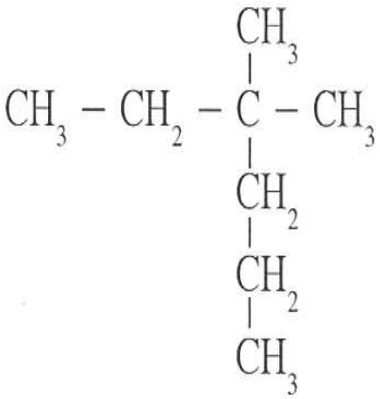
سمي الألكانات التالية بنظام الأيوباك (IUPAC) :

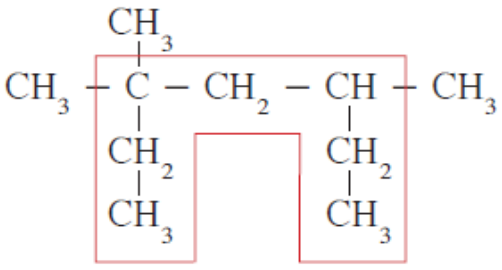




.....

4 ايثيل 2 ، 3- ثنائي ميثيل الهبتان





.....

.....

https://k8-school.com

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

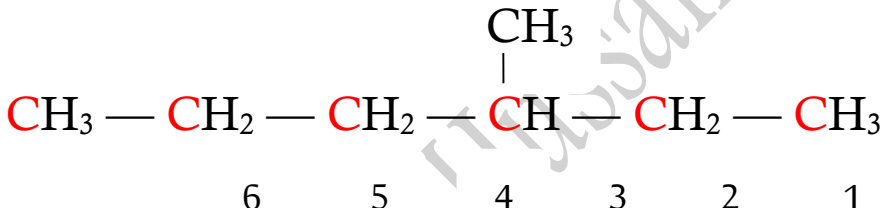
② رقم ذرات الكربون في سلسلة الكربون الرئيسية

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

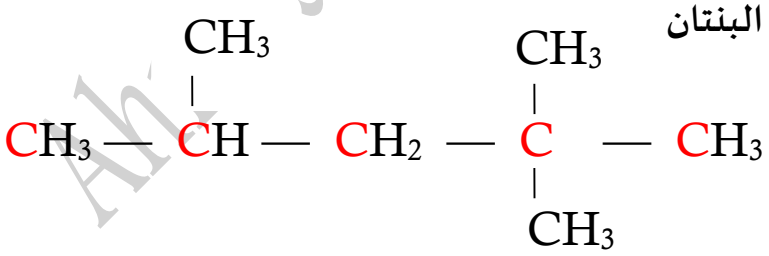
④ أضف ذرات الهيدروجين بحسب الحاجة (لتكوين رو ابط الكربون التساهمية الأحادية الأربع)

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

Ahmed 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 (^oC)
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) $CH_2 = CH_2$ ، والبروبين (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 آن في الألكان)

مكان الرابطة + المقطع الدال على عدد ذرات الكربون + ين

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

و بالتالي 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) $CH \equiv CH$ ، و البروباين $CH_3 - C \equiv CH$

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 : $CH_3 - C \equiv C - CH_2 - CH_2 - CH_3$

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

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
الألكاينات	تحتوي تساهمية ثلاثية واحدة على الأقل	C_nH_{2n-2}	الإيثاين (الاستيلين)	C_2H_2

الخواص الكيميائية للهيدركربونات

Ahmad Hussain

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

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

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

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

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

[redacted]

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

تتميزبها 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

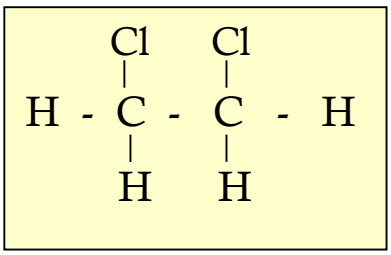
② إضافة الهالوجين (X_2)

تتفاعل الألكينات والألكاينات مع الهالوجينات مثل الكلور أو البروم بالإضافة فينتج هاليدات الكربون

$$CH_2 = CH_2 + Cl_2 \rightarrow CH_2Cl\text{-}CH_2Cl$$

إيثين — ٢,١ ثنائي كلورو إيثان

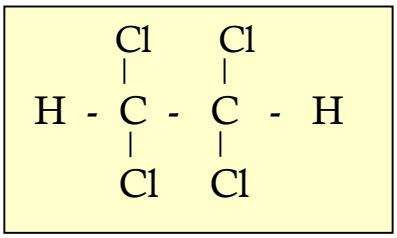
(غير مشبع) — (مشبع)



$$H\text{-}C \equiv C\text{-}H + Cl_2 \xrightarrow{PCl_3} CH\text{-}Cl = CH\text{-}Cl$$

إيثاين — ٢,١ ثنائي كلورو إيثين

(غير مشبع) — (غير مشبع)



$$CH\text{-}Cl = CH\text{-}Cl + Cl_2 \xrightarrow{PCl_3} CH\text{-}Cl_2\text{-}CH\text{-}Cl_2$$

٢,١ ثنائي كلورو إيثين — ٢,٢,١,١ رباعي كلورو إيثان

③ إضافة هاليد الهيدروجين (HX)

Ahmad Hussain

https://k8-school.com

تتفاعل الألكينات مع هاليدات الهيدروجين فينتج مركبات مشبعة أحادية الهالوجين مثل تفاعل

الإيثين مع كلوريد الهيدروجين(HCl) :

$$CH_2 = CH_2 + HCl \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}Cl$$

إيثين — 1- كلورو إيثان

تتفاعل الألكاينات مع هاليدات الهيدروجين فينتج مركبات مشبعة ويتم التفاعل على مرحلتين :

مثل تفاعل الايثاين مع كلوريد الهيدروجين :

$$CH \equiv CH + HCl \rightarrow CH_2 = CH\text{-}Cl$$

$$CH_2 = CH\text{-}Cl + HCl \rightarrow CH_3\text{-}CH\text{-}Cl_2$$

ملاحظة : في حالة الألكينات غير المتماثلة يجب تطبيق قاعدة ماركينوكوف

قاعدة ماركينوكوف

عند إضافة حمض (HX) علي ألكين غير متماثل ، يضاف الهيدروجين (H^+)علي ذرة الكربون (غير المشبعة) المرتبطة بالعدد الأكبر من ذرات الهيدروجين و الهاليد (X^-)على ذرة الكربون (غير المشبعة) المرتبطة بالعدد الأقل من ذرات الهيدروجين

$$CH_3\text{-}CH = CH_2 + H\text{-}Cl \rightarrow CH_3\text{-}\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}\text{-}CH_3$$

بروبين — 2- كلورو بروبان

Ahmad Hussain

https://k8-school.com