سما
www.samakw.net
SAMA

2

مذكرة

الكيمياء

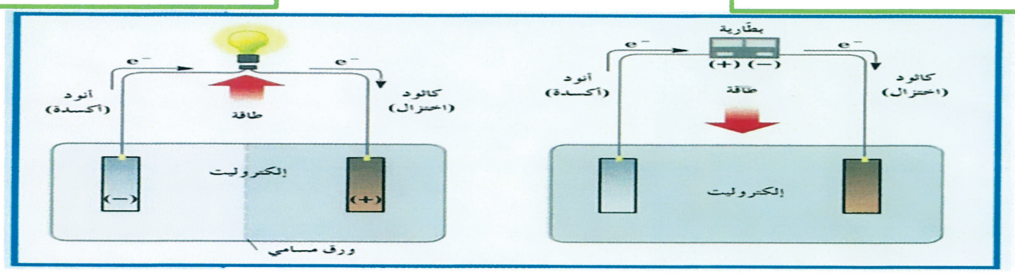
للصف الحادي عشر

الفصل الدراسي الثاني

الجزء الثاني

الخلايا الإلكتروكيميائية

الكتروليتية | جلفانية



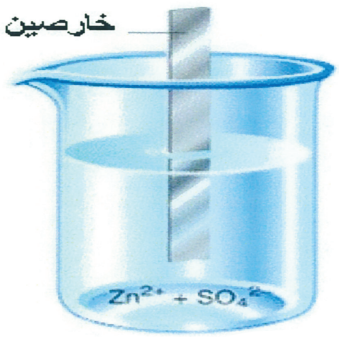
هي أنظمة أو أجهزة تقوم بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية أو العكس من خلال تفاعلات أكسدة واختزال.

خلايا جلفانية	خلايا الكتروليتية
هي خلايا تنتج طاقة كهربائية من خلال التفاعلات الكيميائية (الأكسدة والاختزال)	خلايا تحتاج إلى طاقة كهربائية وينتج منها تفاعل كيميائي من نوع الأكسدة والاختزال
أمثلة الخلية الجافة والمركم الرصاصي وخلية الوقود.	أمثلة خلايا التحليل الكهربائي
تفاعل الاكسدة والاختزال تلقائي	تفاعل الاكسدة والاختزال غير تلقائي

الأنود	الكاثود	الأنود	الكاثود
−	+	+	−

- الطاقة المصاحبة لاكتساب المادة للإلكترونات أي ميلها إلى الاختزال.( )
- جهد الاختزال عند الظروف القياسية (عند درجة الحرارة 25 °C وضغط غاز 101kPa وتركيز المحلول 1M) ( )

تجربة سابقة : عند غمر شريحة خارصين في محلول مائي من كبريتات النحاس II :



الأكسدة

الاختزال

الكلي

علل : لن نحصل على طاقة كهربائية بل على تغير حراري فقط

***شروط توليد التيار:**

1- ..... _____

2- ..... _____

أنواع حاملات الشحنة	
المواد التي توصل التيار الكهربائي عن طريق حركة الالكترونات داخلها.	المواد التي توصل التيار الكهربائي عن طريق حركة الايونات(+,-) داخلها.

التفاعل التالي: $Zn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$, $\Delta H = -217.6\ KJ/mol$

1- التفاعل يمثل حدوث عمليتي ..... _____ و ..... _____

2- يحدث التفاعل تلقائياً لأنه ..... _____ للحرارة.

3- يمكن الحصول من هذا التفاعل على طاقة ..... _____ ولكن لا يمكن الحصول منه على طاقة _____ ..... لعدم وجود موصل _____ اللازم لحركة الإلكترونات (دائرة مفتوحة).

4- المادة التي تأكسدت هي _____ والمادة التي اختُزلت هي ..... _____

5- الخارصين _____ نشاطاً من النحاس، لذلك يحل ..... _____ محل ..... _____ في محاليل مركباته

6- جهد الاختزال _____ جهد الأكسدة للنوع نفسه مع اختلاف الإشارة.

7- جهد الاختزال القياسي للهيدروجين يساوي ..... _____

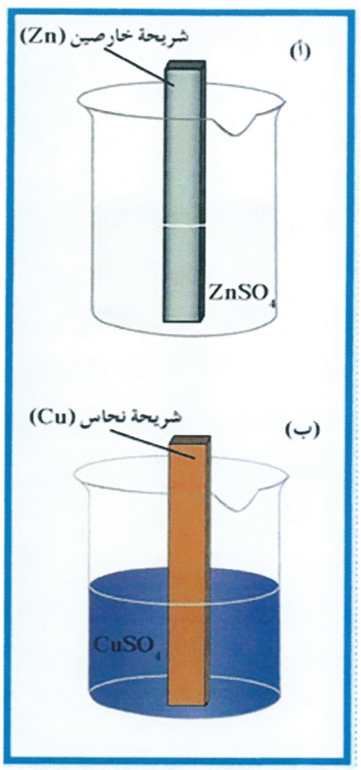
8- حاملات الشحنات في الموصلات الفلزية هي _____ بينما حاملات الشحنات في الموصلات الالكتروليتية _____

أنصاف الخلايا

وعاء يحتوي على شريحة مغمورة جزئيا في محلول إلكتروليتي لأحد مركبات مادة الشريحة عند درجة $25^{\circ}C$ وضغط 101kPa وتركيز المحلول 1M .

1- نصف خلية الخارصين القياسية:

- رمزها الاصطلاحي:
- نصف التفاعل:



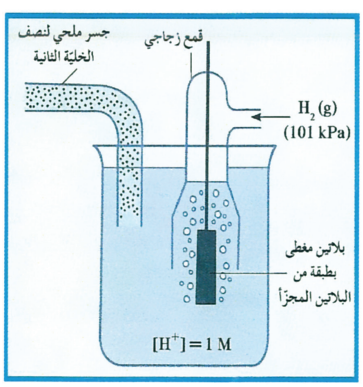
خواصها مذكورة .

2-نصف خلية النحاس القياسية:

- رمزها الاصطلاحي:
- نصف التفاعل:

❖ نتيجة حالة الاتزان:

1- **يبقى تركيز الكاتيونات في المحلول ثابتا**
2- **تبقى كتلة الشريحة ثابتة**
2- **يُعتبر نصف الخلية المفرد دائرة مفتوحة**

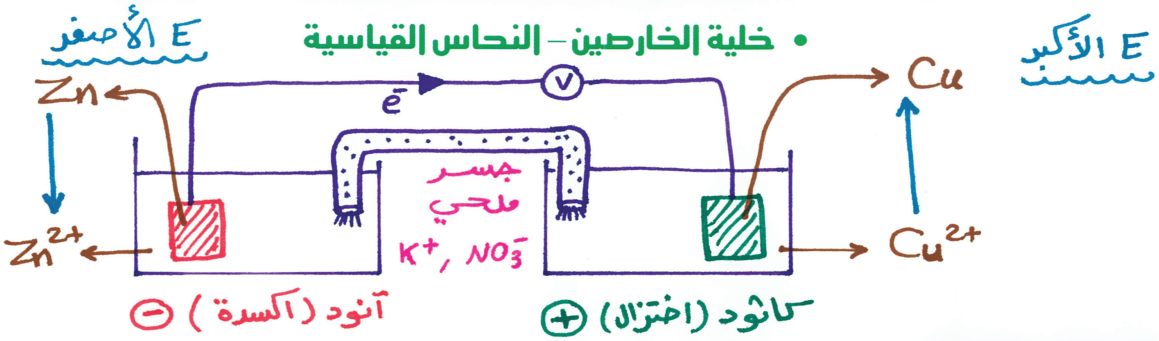


3- نصف خلية الهيدروجين القياسية:

- رمزها الاصطلاحي:
- نصف التفاعل:

الخلية الجلفانية

خلية تنتج طاقة كهربائية من خلال التفاعلات الكيميائية



وجه المقارنة	قطب النحاس	قطب الخارصين
نصف التفاعل		
كتلة القطب		
تركيز الكاتيونات		
تركيز الانيونات		
اسم القطب		
شحنة القطب		
الرمز الاصطلاحي للخلية		

- **ما هو الجسر الملحي؟**

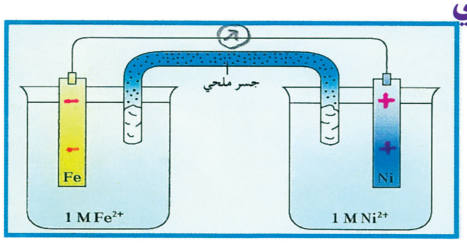
- **ما أهمية الجسر الملحي؟** ①
  ②
  ③

مثال 1 : حدد نصف خلية الاختزال ونصف خلية الأكسدة في الخلية الفولتية المكونة من نصفي الخلية التالية ثم احسب جهد الخلية القياسي واكتب المعادلة النهائية.

$$Fe^{3+}_{(aq)} + e^- \longrightarrow Fe^{2+}_{(aq)} \qquad E^\circ_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = +0.77\ V$$
$$Ni^{2+}_{(aq)} + 2\,e^- \longrightarrow Ni_{(s)} \qquad E^\circ_{Ni^{2+}/Ni} = -0.25\ V$$

مثال 2 : يحدث تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي التالي في الخلية الفولتية الموضحة في الشكل التالي:

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



(أ) حدد الأنود والكاثود.

(ب) حدد الشحنات على الأقطاب.

(ج) اكتب نصفي التفاعل.

(د) احسب جهد الخلية القياسي.

مثال 3 : خليه فولتية مكونه من نصفي الخلايا التالية:

3X $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu(s)$ $E^\circ\ Cu^{2+}/Cu = +0.34V$

2X $Al^{3+}(aq) + 3e^- \longrightarrow Al(s)$ $E^\circ\ Al^{3+}/Al = -1.66V$

اكتب معادلة الخلية النهائية واحسب جهدها القياسي.

مثال 4 : خلية جلفانية تتألف هذه الخلية من نصفين:

• نصف خلية فضة: يحتوي الوعاء على 50mL من محلول نترات الفضة $AgNO_3$ بتركيز 0.2M وعلي شريحة فضة. نصف خلية حديد: يحتوي الوعاء على 50mL من محلول نترات الحديد(II) $Fe(NO_3)_2$ بتركيز 0.1M وعلى شريحة حديد. أما الجسر الملحي فيحتوي على محلول مشبع من نترات البوتاسيوم KNO_3 معطى: $E^\circ_{Fe^{2+}/Fe} = -0.4\ V$, $E^\circ_{Ag^+/Ag} = +0.8\ V$

(أ) ارسم شكل تخطيطي للخلية موضحا عليه الأنود والكاثود واتجاه سير الالكترونات.

(ب) التفاعل عند الأنود (ج) التفاعل عند الكاثود (د) التفاعل الكلي

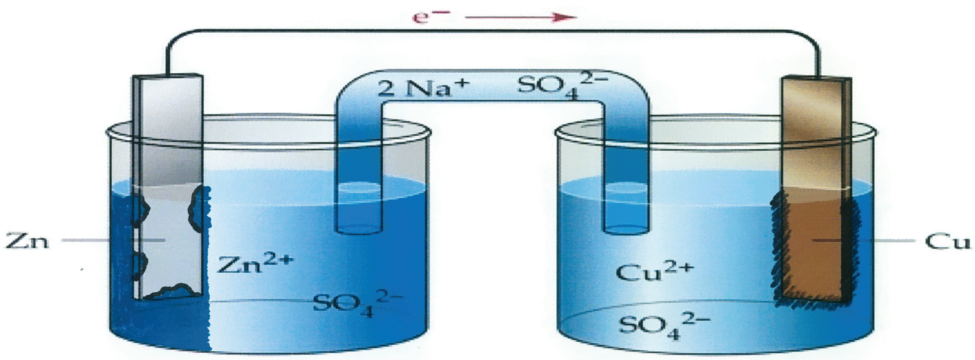
(هـ)احسب جهد الخلية (و)أكتب الرمز الاصطلاحي للخلية

مثال 5 : خلية فولتية مكونه من نصفي الخلايا التالية:

$Ag^{+}_{(aq)} + e^{-} \longrightarrow Ag_{(s)}$ $\quad E^{\circ}\ Ag^{+}/Ag = +0.80V$ $\quad 2\ X$

$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow Cu_{(s)}$ $\quad E^{\circ}\ Cu^{2+}/Cu = +0.34V$

اكتب معادلة الخلية النهائية واحسب جهدها القياسي.



علل : تزيد كتلة قطب الكاثود و يقل تركيز محلوله	علل : تقل كتلة قطب الآنود و يزيد تركيز محلوله
علل : تتحرك الكاتيونات دوماً باتجاه الكاثود	علل: تتحرك الآنيونات دوماً باتجاه الآنود

تطبيقات على الخلايا الجلفانية

تصنف الخلايا التجارية إلى نوعين:

خلايا تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية نتيجة حدوث تفاعل أكسدة واختزال بشكل تلقائي وهي غير قابلة لإعادة الشحن	خلايا تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية نتيجة حدوث تفاعل أكسدة واختزال بشكل تلقائي ولكنها قابلة لإعادة الشحن

أنصاف الخلايا وجهد الخلية

مقياس قدرة الخلية على انتاج تيار كهربائي. ويقاس بوحدة الفولت V

1-جهد الخلية هو الفرق بين جهد الاختزال لنصف الخلية التي يحدث عنده . ... وجهد الاختزال لنصف الخلية التي يحدث عنده ... .

2-في جميع الخلايا الإلكتروكيميائية يحدث .. .. عند الكاثود ويحدث . .. عند الأنود

$$E^{o}_{cell} = E^{o}_{cathode} - E^{o}_{anode}$$

إختزال — أكسدة

$$E^{o}_{H+/H2} = 0$$

- **إذا كان القطب أنودا ونصف خلية الهيدروجين كاثودا**

$$E_{\text{آنود}} =$$

مثال : خلية جلفانية مكونة من نصف الخلية القياسي Sn^{2+}/Sn بحيث كان قطبها أنود ونصف خلية الهيدروجين القياسية بحيث كان قطبها كاثود والقوة المحركة الكهربية لهذه الخلية تساوى 0.14 فولت فان جهد الاختزال القياسي لنصف الخلية Sn^{2+}/Sn يساوى ..... فولت.

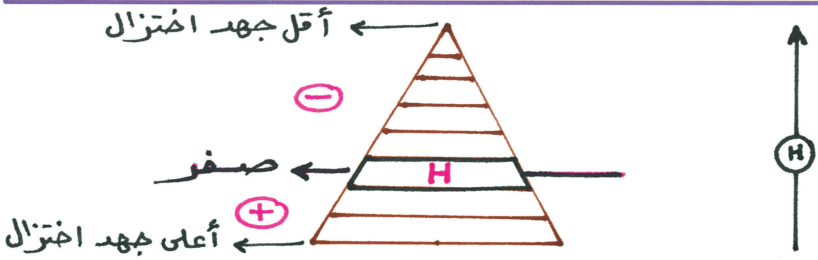
- **إذا كان القطب كاثودا ونصف خلية الهيدروجين أنودا**

$$E_{\text{كاثود}} =$$

مثال : خلية جلفانية مكونة من نصف الخلية القياسي Cu^{2+}/Cu بحيث كان قطبها كاثوداً وقطب الهيدروجين القياسي بحيث كان أنود والقوة المحركة الكهربية لهذه الخلية تساوى 0.34 فولت فان جهد الاختزال القياسي لنصف الخلية النحاس يساوى ..... فولت .

سلسلة جهود الاختزال القياسية

ترتيب أنصاف خلايا مختلفة ترتيباً تصاعدياً تبعاً لجهود اختزالها القياسية



توضح المعادلة التالية تفاعل عنصر X مع ملح العنصر Y

$$X_{(s)} + Y^{2+}_{(aq)} \longrightarrow X^{2+}_{(aq)} + Y_{(s)}$$

نلاحظ ما يلي:

- حدثت عمليه. _____ للعنصر X وبالتالي يسلك سلوك _____ ويعتبر عامل _____
- _____كاتيونات العنصر Yو بالتالي يسلك سلوك _____ و يعتبر عامل _____
و لذلك العنصر X _____ نشاطا من العنصر Y و لديه _____ جهد اختزال.

1-جهد الاختزال القياسي للقطب _____جهد الأكسدة القياسي لنفس القطب، ولكن _____

2-جهود الاختزال القطبية لأنصاف الخلايا التي تسبق الهيدروجين لها إشارة _____ولذلك :

أ-أي نصف خلية منها يعمل _____عند توصيله بنصف خلية الهيدروجين.

ب-سهلة _____ وصعبة _____

ج-الفلزات التي تسبق الهيدروجين _____محله في محاليل مركباته.

د-الفلزات التي تسبق الهيدروجين _____ في الطبيعة على الحالة العنصرية(منفردة)

3-جهود الاختزال القطبية لأنصاف الخلايا التي تلي الهيدروجين لها إشارة _____ولذلك :

أ-أي نصف خلية منها يعمل _____عند توصيله بنصف خلية الهيدروجين.

ب-سهلة _____ وصعبة _____

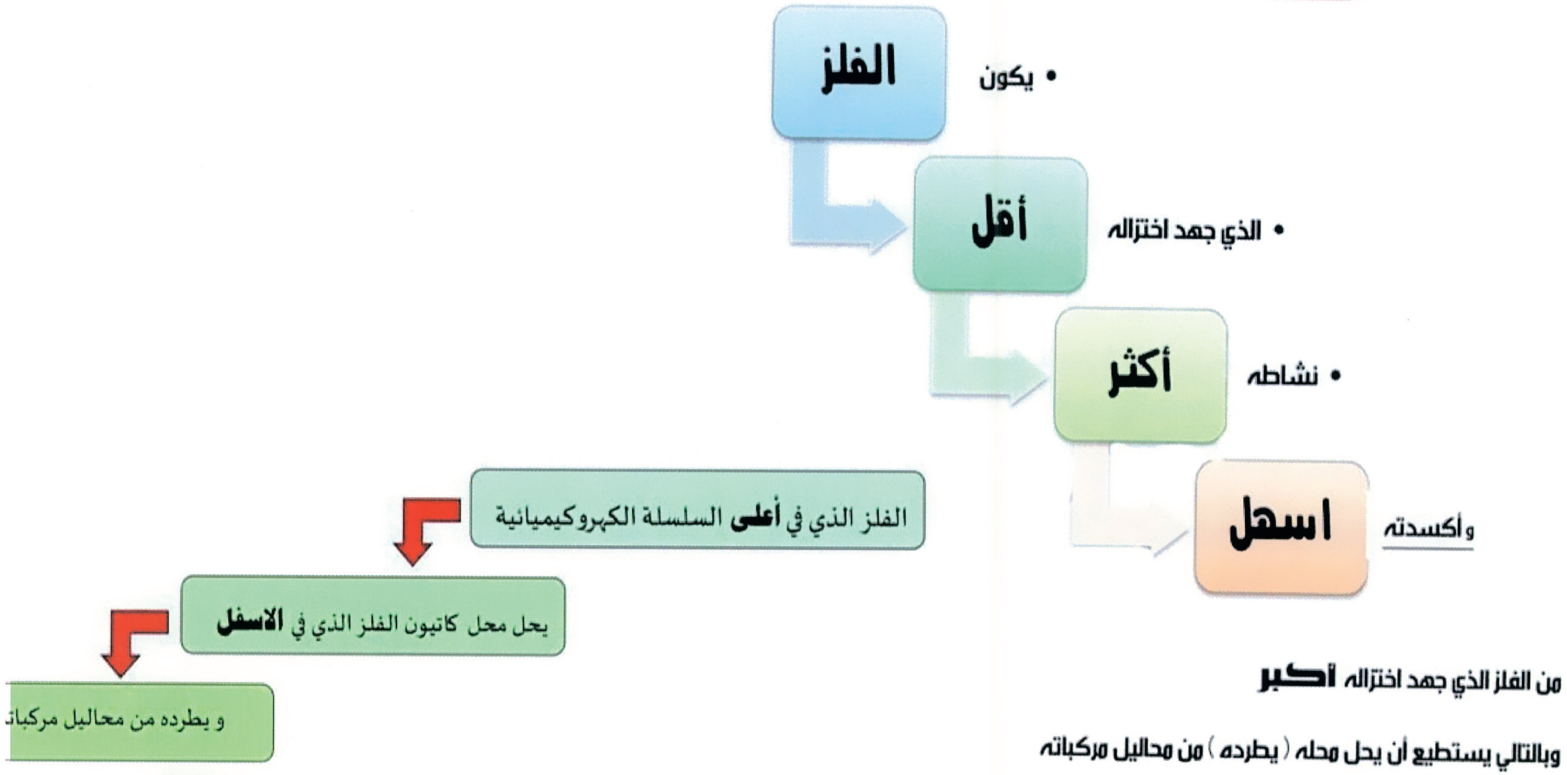
ج-الفلزات التي تلي الهيدروجين _____ محله في محاليل مركباته.

د-الفلزات التي تلي الهيدروجين _____ في الطبيعة على الحالة العنصرية(منفردة)

سلسلة جهود الاختزال القياسية

قوة العامل المختزل	Half-Reaction	E^0 (V)	قوة العامل المؤكسد
مُختزل	$Li^+_{(aq)} + e^- \rightarrow Li_{(s)}$	-3.05	-
مُختزل	$K^+_{(aq)} + e^- \rightarrow K_{(s)}$	-2.93	-
مُختزل	$Ba^{2+}_{(aq)} + 2\,e^- \rightarrow Ba_{(s)}$	-2.90	-
مُختزل	$Na^+_{(aq)} + e^- \rightarrow Na_{(s)}$	-2.71	-
مُختزل	$Mg^{2+}_{(aq)} + 2\,e^- \rightarrow Mg_{(s)}$	-2.37	-
مُختزل	$Al^{3+}_{(aq)} + 3\,e^- \rightarrow Al_{(s)}$	-1.66	-
مُختزل	$2\,H_2O + 2\,e^- \rightarrow H_{2(g)} + 2\,OH^-_{(aq)}$	-0.83	-
مُختزل	$Zn^{2+}_{(aq)} + 2\,e^- \rightarrow Zn_{(s)}$	-0.76	-
مُختزل	$Cr^{3+}_{(aq)} + 3\,e^- \rightarrow Cr_{(s)}$	-0.74	-
مُختزل	$Fe^{2+}_{(aq)} + 2\,e^- \rightarrow Fe_{(s)}$	-0.44	-
مُختزل	$Cd^{2+}_{(aq)} + 2\,e^- \rightarrow Cd_{(s)}$	-0.40	-
مُختزل	$PbSO_{4(s)} + 2\,e^- \rightarrow Pb_{(s)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$	-0.31	مؤكسد
مُختزل	$Co^{2+}_{(aq)} + 2\,e^- \rightarrow Co_{(s)}$	-0.28	مؤكسد
مُختزل	$Ni^{2+}_{(aq)} + 2\,e^- \rightarrow Ni_{(s)}$	-0.25	مؤكسد
مُختزل	$Pb^{2+}_{(aq)} + 2\,e^- \rightarrow Pb_{(s)}$	-0.13	مؤكسد
مُختزل	$2\,H^+_{(aq)} + 2\,e^- \rightarrow H_{2(g)}$	0.00	مؤكسد
مُختزل	$Cu^{2+}_{(aq)} + e^- \rightarrow Cu^+_{(aq)}$	+0.13	مؤكسد
مُختزل	$AgCl_{(s)} + e^- \rightarrow Ag_{(s)} + Cl^-_{(aq)}$	+0.22	مؤكسد
مُختزل	$Cu^{2+}_{(aq)} + 2\,e^- \rightarrow Cu_{(s)}$	+0.34	مؤكسد
مُختزل	$O_{2(g)} + 2\,H_2 + 4\,e^- \rightarrow 4\,OH^-_{(aq)}$	+0.40	مؤكسد
مُختزل	$I_{2(s)} + 2\,e^- \rightarrow 2\,I^-_{(aq)}$	+0.53	مؤكسد
مُختزل	$MnO_4^-{}_{(aq)} + 2\,H_2O + 3\,e^- \rightarrow MnO_{2(s)} + 4\,OH^-_{(aq)}$	+0.59	مؤكسد
مُختزل	$O_{2(g)} + 2\,H^+_{(aq)} + 2\,e^- \rightarrow H_2O_{2(aq)}$	+0.68	مؤكسد
مُختزل	$Fe^{3+}_{(aq)} + e^- \rightarrow Fe^{2+}_{(aq)}$	+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

عندما نتحدثُ عن الفلزات



من الفلز الذي جهد اختزاله **أكبر**

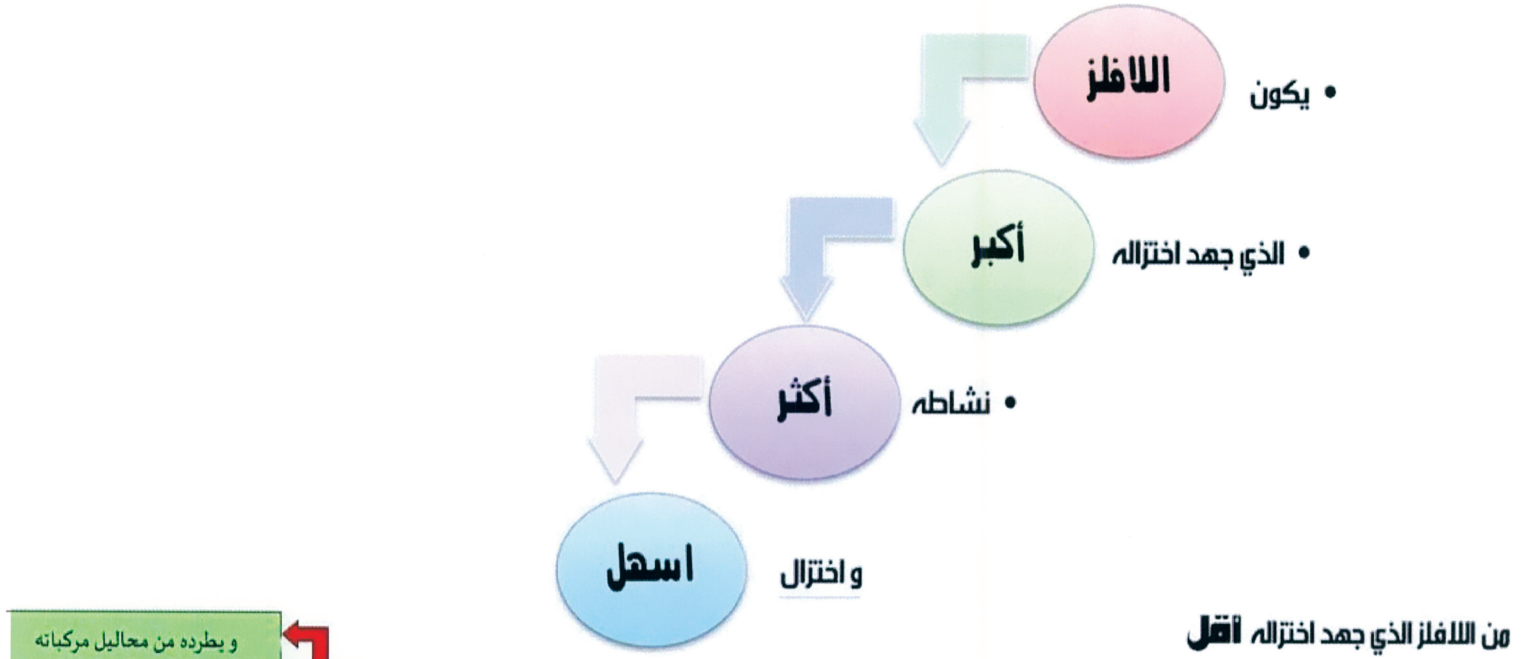
وبالتالي يستطيع أن يحل محله (يطرده) من محاليل مركباته

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

و يستطيع أن يحل محله (**يطرده**) من محاليل مركباته :

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

عندما نتحدث عن اللافلزات



من اللافلز الذي جهد اختزاله **أقل**

وبالتالي يستطيع أن يحل محله (يطرده) من محاليل مركباته

اللافلز الذى فى **أسفل** السلسلة الكهروكيميائية

يحل محل أنيون اللافلز الذي في **الاعلى**

و يطرده من محاليل مركباته

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

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

www.samakw.net 60084568

سما SAMA
www.samakw.net 6008 4568

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

أكمل الفراغات في العبارات التالية بما يناسبها علميا:

- إذا كان جهد الاختزال القطبي القياسي لنصف خلية النحاس يساوي V 0.34 + ،فإن جهد الأكسدة القطبي القياسي لنصف خلية النحاس يساوي.....

- أقوى العوامل المختزلة: ..... جهد اختزال ويقع على ..... السلسلة(الليثيوم Li)
- أقوى العوامل المؤكسدة: ..... جهد اختزال ويقع على ..... السلسلة(الفلور F)

اختر الإجابة الصحيحة علميا لكل من العبارات التالية وضع علامة ( ) في المربع المقابل لها :

1- أقوي عامل مؤكسد من بين الأنواع التالية هو: (جهد الاختزال بالفولت بين القوسين)

- ☐ $Cd^{2+} + 2\ e^- \longrightarrow Cd$ (0.4 -)
- ☐ $S + 2\ e^- \longrightarrow S^{2-}$ (0.48 -)
- ■ $Br_2 + 2\ e^- \longrightarrow 2\ Br^-$ (1.09 +)
- ☐ $Bi^{3+} + 3\ e^- \longrightarrow Bi$ (0.2 +)

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)

3-الفلز الذي له أكبر قدرة علي فقد إلكترونات أثناء التفاعلات الكيميائية من بين الفلزات التالية هو: (جهود الاختزال بين القوسين)

- ☐ Co (0.28 – فولت)
- ☐ Pb (0.126 – فولت)
- ☐ Cu (0.34 + فولت)
- ■ Rb (2.925– فولت)

**الفلز الذي له جهد اختزال قطبي أقل يكون ..... نشاطا و..... في الاكسدة من الفلز الذي له جهد اختزال قطبي ..... وبالتالي يستطيع أن يحل محله ويطرده من محاليل مركباته

❖ الفلز الأقل جهد اختزال محاليل مركباته.

يحل محل
أكثر نشاطا من
يختزل
يطرد
يقع أعلى من

كاتيونات الفلز الأعلى جهد اختزال في

التفاعل التالي $Zn_{s} + Cu^{+2}{}_{aq} \longrightarrow Zn^{2+}{}_{aq} + Cu_{s}$ **يحدث بشكل تلقائي**

ومنه نستنتج:

- **يتفاعل الخارصين مع محلول كبريتات النحاس II**
- **يحل الخارصين محل كاتيونات النحاس (Cu^{2+}) في المحلول .**
- **لا يمكن حفظ محلول كبريتات النحاسII في وعاء من الخارصين.**
- **لا يتفاعل محلول كبريتات الخارصين مع لوح النحاس.**
- **يمكن حفظ محلول كبريتات الخارصين في وعاء من النحاس**

1. الأنود هو ..... والكاثود هو .....
2. جهد اختزال الخارصين ..... جهد اختزال النحاس.
3. الخارصين ..... النحاس في السلسلة الكهروكيميائية
4. الخارصين يعتبر عامل ..... بينما كاتيونات النحاسII تعتبر عامل .....
5. يعتبر الخارصين عامل مختزل..... النحاس.
6. يعتبر النحاس عامل مختزل..... الخارصين.
7. كاتيون النحاس Cu^{+2} تعتبر عامل مؤكسد ..... من كاتيون الخارصين Zn^{2+}
8. كاتيون الخارصين Zn^{+2} تعتبر عامل مؤكسد ..... من كاتيون النحاس Cu^{2+}

1-علل : لا يمكن يحفظ محلول كبريتات النحاسII في وعاء من الحديد.

2- علل : يمكن حفظ محلول كبريتات الحديدII في إناء من النحاس.

3-علل : عند وضع قطعة من فلز الخارصين في محلول كبريتات النحاس II الزرقاء تتكون طبقة بنية إسفنجية على سطح قطعة الخارصين، ويبهت لون محلول كبريتات النحاس II؟

• نشاط **اللافلزات** يعتمد على قدرتها على اكتساب الالكترونات لذا فان :

اللافلز الذي له جهد اختزال قطبي ..... يكون أكثر نشاطا وأسهل في الاختزال من اللافلز الذي له جهد اختزال قطبي ..... وبالتالي يستطيع أن يحل محله في محاليل مركباته .

اللافلزات ذات جهود اختزال موجبة

❖ اللافلز الأعلى جهد اختزال يحل محل أنيونات اللافلز الأقل جهد اختزال في محاليل مركباته.

يحل محل
أكثر نشاطا من
يؤكسد
يقع أسفل من

- **التفاعل التالي:** $Cl_{2(g)} + 2\ NaI_{aq} \longrightarrow 2\ NaCl_{aq} + I_{2(g)}$ **يحدث بشكل تلقائي ونستنتج :**

• يتفاعل الكلور مع محلول يوديد الصوديوم

• يحل الكلور محل أنيونات اليوديد (I^-) في المحلول .

• الأنود هو ..... والكاثود هو .....

• جهد اختزال الكلور ..... جهد اختزال اليود.

• الكلور ..... اليود في السلسلة الكهروكيميائية

• الكلور يعتبر عامل ..... بينما أنيونات اليوديد .....

• يعتبر الكلور عامل مؤكسد ..... اليود.

- **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 أعلي من جهد اختزال العنصر Z ❑ تختزل ذرات العنصر X

■ العنصر X يسبق العنصر Z في السلسلة الكهروكيميائية ❑ تتأكسد أنيونات العنصر Z

**يمكن التنبؤ بإمكانية حدوث تفاعل الأكسدة والاختزال بشكل تِلْقَائي أم لا

عن طريق حساب جهد التفاعل

حيث **جهد التفاعل = جهد اختزال القطب الكاثود – جهد اختزال القطب الآنود**

- إذا كانت قيمة جهد التفاعل ..... دل ذلك على أن التفاعل يحدث بشكل تلقائي مستمر.
- إذا كانت قيمة جهد التفاعل ..... دل ذلك على أن التفاعل لا يحدث بشكل تلقائي.

مثال : إذا كانت جهود الاختزال القياسية لكل من الكلور والبروم هي (+1.36 و +1.065) فولت فإن قيمة جهد التفاعل التالي: $Br_2 + 2HC\ell \longrightarrow 2HBr + C\ell_2$ تساوي ..... V والتفاعل ..... تلقائي.

مثال : إذا علمت أن جهود الاختزال القياسية للعنصرين الافتراضيين X_2 , Y_2 هي +1.06 و +1.36 V علي الترتيب فإن التفاعل التالي $X_2 + 2\ NaY \longrightarrow 2\ NaX + Y_2$ ..... بشكل تلقائي.

1- طبقا للتفاعل التلقائي التالي: $X_{(s)} + M^{2+}_{(aq)} \longrightarrow M_{(s)} + X^{2+}_{(aq)}$ فإن العنصر الافتراضي M يقع ..... العنصر الافتراضي X في السلسلة الكهروكيميائية.

2- يحل المغنسيوم تلقائياً محل الرصاص في محاليل مركباته مما يدل على أن جهد اختزال الرصاص ..أكبر..... من جهد اختزال المغنسيوم.

3- إذا علمت أن جهود الاختزال القطبية القياسية لكل من النيكل، الحديد، النحاس، الألمنيوم، هي
- 0.23 ، - 0.4 ، + 0.34 ، - 1.67 علي الترتيب ، فإن :

Al
Fe
Ni
Cu

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

■ الحديد يؤكسد الألمنيوم ويختزل النيكل. ☐ الألمنيوم يؤكسد الحديد ولا يؤكسد النحاس.

4- 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 علي الترتيب ، فإن الفلز الذي يتغطى بطبقة من الفلز الموجود في المحلول هو فلز :

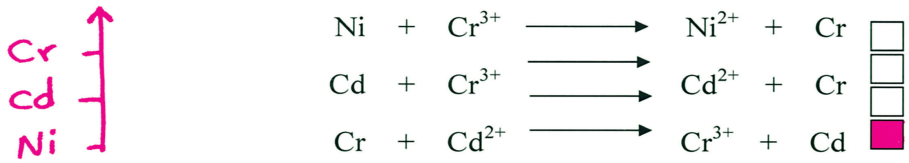
☐ النحاس عند غمره في محلول $ZnSO_4$. ☐ الفضة عند غمره في محلول $Pb(NO_3)_2$.

■ الرصاص عند غمره في محلول $CuC\ell_2$. ☐ الرصاص عند غمره في محلول $ZnSO_4$.

يتأكسد يُختزل

5- إذا كانت جهود الاختزال القطبية القياسية لكل من الكروم، الكادميوم، النيكل هي على الترتيب

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



6- إذا كان كاتيون العنصر أصعب في الاختزال من الهيدروجين ، فإن ذلك يدل على أن جهد اختزال هذا العنصر ..... من جهد اختزال الهيدروجين.

7-قيم جهود الاختزال القطبية لأنصاف الخلايا التي تسبق الهيدروجين لها إشارة .....ولذلك فإن أي نصف خلية منها يعمل ..... عند توصيله بنصف خلية الهيدروجين، وبالتالي فهي ..... اكسدة من الهيدروجين، و..... اختزالا منه.

8-الفلزات التي تسبق الهيدروجين في السلسلة الكهروكيميائية..... أن تحل محله في مركباته.

9-قيم جهود الاختزال القطبية لأنصاف الخلايا التي تلي الهيدروجين لها إشارة ..... ولذلك فإن أي نصف خلية منها يعمل ..... عند توصيله بنصف خلية الهيدروجين.

10-الفلزات التي تلي الهيدروجين في السلسلة الكهروكيميائية ..... أن تحل محله في مركباته.

11-أقوى العوامل المؤكسدة هي تلك الأنواع التي تقع على..... السهمين وفي أسفل السلسلة وبذلك يعتبر عنصر..... أقوى العوامل المؤكسدة، بينما يعتبر..... أضعف العوامل المؤكسدة

12-أقوى العوامل المختزلة هي تلك الأنواع التي تقع على ..... السهمين وفي أعلى السلسة يعتبر عنصر ..... أقوى العوامل المختزلة، بينما يعتبر ..... أضعف العوامل المختزلة.

13-إذا كانت قيمة جهد التفاعل موجبة، دل ذلك على أن التفاعل ..... بشكل تلقائي مستمر.

14-إذا كانت قيمة جهد التفاعل سالبة، دل ذلك على أن التفاعل ..... بشكل تلقائي.

15-الفلز الذي له جهد اختزال قطبي أقل يكون ..... نشاطاً و ..... في الأكسدة من الفلز الذي له جهد اختزال قطبي أكبر وبالتالي فإن الفلز الذي يسبق في السلسلة ..... كاتيون الفلز الذي يليه في محاليل مركباته.

16-اللافلز الأكبر جهد اختزال يكون ..... نشاطاً و ..... في الاختزال من اللافلز الأقل جهد اختزال قطبي وبالتالي ..... أن يحل محله في محاليل مركباته.

17-إذا كان جهد اختزال Sn^{2+} / Sn^{4+} يساوي + 0.15 V ، وجهد اختزال Fe^{3+} / Fe^{2+} يساوي + 0.75 V ، فإن جهد التفاعل التالي : $Sn^{2+} + Fe^{3+} \longrightarrow Sn^{4+} + Fe^{2+}$ يساوي:

☐ 0.9 V ☐ - 0.9 V ■ + 0.6 V ☐ - 0.6 V

18-التفاعل التلقائي التالي: $Pb + 2\,Ag^{+} \longrightarrow Pb^{2+} + 2\,Ag$ يدل علي 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.

19-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

20-إذا علمت أن جهود الاختزال القطبية القياسية لكل من النيكل، الحديد، النحاس، الألمنيوم، هي - 0.23 V ، - 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 ولا يؤكسد النحاس.

- **اذا كان X يحل محل كاتيون Z فهذا يدل على أن X و Z ...**
- **اذا كان X يحل محل آنيون Z فهذا يدل على أن X و Z ...**

علل : يستخدم الذهب و الفضة في صناعة الحلي

علل : يستطيع الفلور أن يحل محل جميع الهالوجينات بينما لا يستطيع اليود ذلك