



# المبرع في الكيمياء



الأستاذ  
فراس  
أبو دية

الوحدة الثانية  
الكيمياء الكهربائية

للفرع العلمي والفروع المهنية



SCAN ME

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله المتفضل ، القائل في كتابه العزيز

{ قُلْ هَلْ يَسْتَوِي الَّذِينَ يَعْلَمُونَ وَالَّذِينَ لَا يَعْلَمُونَ }

والصلاة والسلام على معلم البشرية الخير والعلم

وللأننا شركاء في النجاح وحرصا على أخوتي الأحبة فأنتني أذكركم وأذكر نفسي ببعض

الملاحظات للوصول للهدف المنشود مع نهاية هذا العام ان شاء الله

1. توكل على الله ، اخلص نيتك واجعلها لله والرسول ، ولاملك ثم اجعلها لنفسك .
2. ضع لنفسك هدفا ساميا تطمح إليه ، ( فأن لم تزد على الحياة ، كنت زائد عليها ) .
3. عليك بالصبر ، وعدم الاستسلام ، فالشجاعة صبر ساعة .
4. تنظيم العمل من اهم عوامل نجاحه .
5. اتقن العمل ( احفظ بدقة واكتب ما تحفظ وقارنه بالكتاب ) .
6. ضع وقتا للراحة للحفاظ على سلامة ذهنك ، وإنعاش ذاكرتك .
7. تذكر إن الضربة التي لا تقسم ظهرك إنما تقويه لذلك عليك ان تهتم بالامتحانات المدرسية والتجريبية ( لانك تعرف من خلالها نقاط القوة والضعف ) .
8. راجع المواد بانتظام وقيم نفسك .
9. حافظ على علاقتك الطيبة مع والديك وزملائك ومعلمينك فكلهم يهتمون لك الخير .
10. لا تنسى الدعاء ، فالدعاء عبادة وادعوا لأخوتك في ظهر الغيب ، وتذكر انك عندما تدعوا للآخرين تؤمن الملائكة وتدعوا لك بالمثل .

بصرت بالراحة الكبرى فلم ترها \*\*\* تنال إلا على جسر من التعب  
أعدت الراحة الكبرى لمن تعب \*\*\* وفاز بالحق من يأله طلبا  
إذا طلبت عظيما فاصيرن له \*\*\* او فاحشدين رماح الخط والقضبا

0779420706 - 0780816356

الاستاذ فراس ابودية كيمياء



المبدع في الكيمياء – الاستاذ فراس أبودية



مجموعة الفيس بوك : تجمع الكيمياء ( للاستاذ فراس ابودية )

creative.in.chemistr.66



منصة الشراء التعليمية

العلمي

## الوحدة الثانية

## الكيمياء الكهربائية

ملخص العناوين والصفحات في هذه الوحدة

### الدرس الأول : التأكسد والاختزال :

| الرقم | العنوان الفرعي   | الصفحة |
|-------|--|--------|
| 1     | مفهوم التأكسد والاختزال  | 3      |
| 2     | عدد التأكسد  | 7      |
| 3     | قواعد أساسية لحساب أعداد التأكسد                                 | 9      |
| 4     | التغير في أعداد التأكسد  | 14     |
| 5     | العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة                               | 16     |
| 6     | التأكسد والاختزال الذاتي   | 19     |
| 7     | موازنة معادلات التأكسد والاختزال                                 | 22     |
| 8     | موازنة معادلات التأكسد والاختزال بطريقة نصف التفاعل              | 23     |
| 9     | موازنة معادلات التأكسد والاختزال بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي  | 25     |
| 10    | موازنة معادلات التأكسد والاختزال بطريقة نصف التفاعل في وسط قاعدي | 31     |
| 11    | مراجعة الدرس الأول   | 37     |
| 12    | الإمتحان الأول   | 41     |

### الدرس الثاني : الخلايا الجلفانية

| الرقم | العنوان الفرعي                                 | الصفحة |
|-------|--|--------|
| 1     | الخلايا الكهركيميائية ( الخلايا الجلفانية )    | 44     |
| 2     | جهد الخلية الجلفانية                           | 52     |
| 3     | جهد الاختزال المعياري ( وطريقة حسابها )        | 54     |
| 4     | التنبؤ بتلقائية حدوث تفاعلات التأكسد والاختزال | 62     |
| 5     | مقارنة قوة العوامل المؤكسدة والمختزلة          | 67     |
| 6     | أسئلة نارية مع أبودية                          | 69     |
| 7     | تطبيقات عملية للخلية الجلفانية ( البطاريات )   | 76     |
| 8     | تاكل الفلزات                                   | 79     |
| 9     | مراجعة الدرس الثاني                            | 81     |
| 10    | الامتحان الثاني                                | 83     |

### الدرس الثالث : خلايا التحليل الكهربائي

| الرقم | العنوان الفرعي  | الصفحة |
|-------|---|--------|
| 1     | التحليل الكهربائي   | 89     |
| 2     | التحليل الكهربائي لمصهور مادة كهربية ( العامة )                             | 89     |
| 3     | التحليل الكهربائي لمحلول مادة كهربية ( المحلول )                            | 93     |
| 4     | التطبيقات العملية للتحليل الكهربائي   | 100    |
| 5     | مراجعة الدرس الثالث   | 104    |
| 6     | الامتحان الثالث   | 105    |
| 7     | سلسلة التجارب الموجودة في كتاب الأنشطة والتجارب العلمية                     | 107    |
| 8     | مراجعة الوحدة   | 111    |
| 9     | أسئلة التفكير الموجودة في كتاب الأنشطة والتجارب العملية ( الامتحان الرابع ) | 118    |

## الدرس الأول : التأكسد والاختزال ( Oxidation and reduction )

### أتأمل الصورة

طوّرت وكالة ناسا الفضائية وقودًا صلبًا مكونًا من فوق كلورات الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{ClO}_4$  ومسحوق الألمنيوم  $\text{Al}$ ؛ إذ تعمل فوق الكلورات على أكسدة الألمنيوم فينتج أكسيد الألمنيوم  $\text{Al}_2\text{O}_3$  وكلوريد الألمنيوم  $\text{AlCl}_3$  وبخار الماء  $\text{H}_2\text{O}$  وغاز النيتروجين  $\text{N}_2$ ، ويصل التفاعل إلى درجة حرارة  $2760^\circ\text{C}$ ، فتتمدد الغازات بسرعة؛ مما يؤدي إلى دفع الصاروخ وانطلاقه من منصّة الإطلاق بفضل تفاعلات التأكسد والاختزال. فما المقصود بتفاعلات التأكسد والاختزال؟ وما التطبيقات العملية المرتبطة بها؟

### \* مفهوم التأكسد والاختزال ( Oxidation and Reduction Concept )

تهتم

# **الكيمياء الكهربائية :** هي أحد فروع الكيمياء ، الذي يهتم بدراسة التحولات بين الطاقة الكيميائية الكهربائية الناتجة عن تفاعلات التأكسد والاختزال والتطبيقات العملية المرتبطة بها

سؤال 1: أذكر بعض الأمثلة على تفاعلات التأكسد والاختزال التي تدخل في العمليات الحيوية؟

الجواب : أ- البناء الضوئي

ب- التنفس

ج- تحرير الطاقة من الغذاء اللازم لأداء الكائن الحي أنشطته المختلفة

سؤال 2: أذكر بعض الأمثلة على تفاعلات التأكسد والاختزال بشكل عام ؟

الجواب : أ- حرق الوقود داخل وسائل النقل ( السيارات ) لتحصل على الطاقة اللازمة لتسييرها

ب- تكون صدأ الحديد عند تعرضه للهواء الجوي الرطب

### # تعريف التأكسد والاختزال قديما :

# **التأكسد :** هو تفاعل ( إتحد ) المادة الأكسجين

# **الاختزال :** نزع ( إزالة ) الأكسجين من المادة



فالكاربون في هذه المعادلة تأكسد لأنه ارتبط بالأكسجين ، أما الاختزال فقد حدث عند نزع الأكسجين من أكسيد الحديد |||



\*\* والشكل التالي يوضح الحديد الناتج من عملية الاختزال \*\*



## # تعريف التأكسد والاختزال حديثاً :

# **التأكسد :** هو **فقد** المادة للإلكترونات خلال التفاعل الكيميائي وتصبح الشحنة ( + )

# **الاختزال :** هو **كسب** المادة للإلكترونات خلال التفاعل الكيميائي وتصبح الشحنة ( - )

وتعد هاتين العمليتين متلازمتين وتسمى تفاعل تأكسد واختزال :

# **تفاعل التأكسد والاختزال :** هو تفاعل كيميائي تحدث فيه عمليتا التأكسد والاختزال معاً

# **تعريف نصف التفاعل :** هو جزء من تفاعل التأكسد والاختزال يبين المادة التي تأكسدت ونواتج عملية التأكسد ، وعدد الإلكترونات المفقودة ، أو المادة التي أختزلت وعدد الإلكترونات المكتسبة ونواتج عملية الاختزال ،

مثال(1)- يتفاعل الكالسيوم مع غاز الكلور حسب المعادلة التالية ، حدد الذرات أو الأيونات التي تأكسدت واختزلت في التفاعل التالي ، وأكتب أنصاف التفاعلات :



**الحل :** ذرة التأكسد : Ca ، ذرة الاختزال :  $\text{Cl}_2$

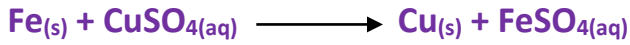
نصف تفاعل التأكسد :  $\text{Ca(s)} \longrightarrow \text{Ca}^{+2} + 2\text{e}^-$

نصف تفاعل الاختزال :  $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Cl}^-$

لاحظ أن : Ca و Cl في المواد المتفاعلة متعادل الشحنة ، وأن مركب كلوريد الكالسيوم الناتج  $\text{CaCl}_2$  مركب أيوني تكون من اتحاد أيون الكالسيوم الموجب  $\text{Ca}^{+2}$  وأيون الكلور السالب  $2\text{Cl}^-$  : للذان تكونا نتيجة تأكسد ذرة الكالسيوم بفقد إلكترونين ، واختزال جزيء الكلور بحيث تكسب كل ذرة منه إلكترون واحد ، ويمكن كتابة المعادلة على شكل نصفي تفاعل ، كما هو مذكور سابقاً ولاحظ أن في هذا التفاعل عدد الإلكترونات المفقودة خلال عملية التأكسد يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة خلال عملية الاختزال

\* سؤال : أحدد ذرة العنصر التي تأكسدت والأيون الذي اختزل في التفاعل ، وأكتب أنصاف تفاعلات التأكسد والاختزال .

مثال(2)- يتفاعل الحديد مع محلول كبريتات النحاس حسب المعادلة :



مثال (3)-



مثال (4)-



مثال(5)-

(( قصور هذا التعريف )) :

وذلك لأنه لم يشمل التفاعلات التي لا يحدث فيها انتقال كلي للإلكترونات بين الذرات ، أي إنتقال كامل للإلكترونات

## # أتتقق :

1- أأدد الذرات أو الأيونات التي تأكسدت أو أأنزلت في التفاعلات الآتية :

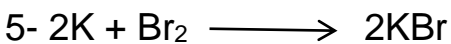


2- أأأب نصف تفاعل الأكسد ونصف تفاعل الأأزال للتفاعل الآتي :



## ورقة عمل ( 1 )

س1- أأد الذرة التي تأكسدت والذرة التي أأنزلت وأأأب نصف تفاعل الأكسد والأأزال في كل مما يلي :

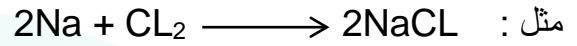


## \* عدد التأكسد ( Oxidation Number )

### \* ملاحظات :

1- لا يوجد تأكسد دون إختزال ، ولا إختزال من غير تأكسد ( فالعمليتين مترافقتين ) .

ويحدث نتيجة إنتقال الإلكترونات بين المواد المتفاعلة فتتكون : الأيونات الموجبة (+) والسالبة (-) فيحدث بينهما تجاذب يؤدي إلى **تكوين المركبات الأيونية**



ونلاحظ تكون NaCl نتيجة فقد ذرة الصوديوم 2e مما أدى إلى تكوين الأيون الموجب  $\text{Na}^{+2}$ ، وإكتساب ذرة CL لهذين الإلكترونين لتكوين الأيون السالب  $\text{CL}^{-2}$

س- ما نوع الرابطة المتكونة في المركبات الأيونية ؟

ج- رابطة أيونية

2- توجد بعض عمليات التأكسد والإختزال قد لا تؤدي إلى فقد أو كسب كامل للإلكترونات وتكون [مركبات جزيئية] ، ( ترتبط فيما بينها بروابط تساهمية قطبية )



مركب جزيئي جزئيء + جزئيء

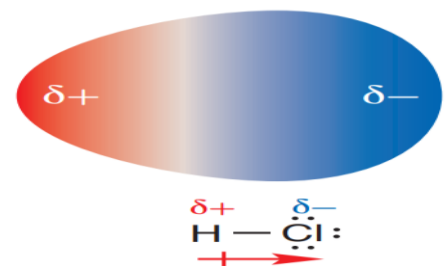
- وهنا تكون الرابطة بين ذرتي الهيدروجين  $\text{H}_2$  ( رابطة تساهمية أحادية غير قطبية )

- وأيضا تكون الرابطة بين ذرتي الكلور  $\text{Cl}_2$  ( رابطة تساهمية أحادية غير قطبية )

- أما بالنسبة إلى كلوريد الهيدروجين 2HCL (فإن الرابطة بين ذرتي الكلور والهيدروجين رابطة تساهمية قطبية )

س- تتكون الرابطة ( التساهمية القطبية ) في المركب الجزيئي HCL ، علل ذلك ؟

ج- وذلك بسبب اختلاف الكهروسلبية بين ذرتي H و CL بحيث يكون زوج الإلكترونات الرابطة بين الذرتين مزاحا باتجاه ذرة الكلور دون أن يحدث له أنتقال كلي ، فتظهر على الهيدروجين (شحنة جزيئية موجبة ومقدارها +1 ) وتظهر على ذرة الكلور ( شحنة جزيئية سالبة ومقدارها -1 ) ، كما في الشكل التالي :



الشكل (2): الرابطة التساهمية القطبية في جزئ H-Cl.



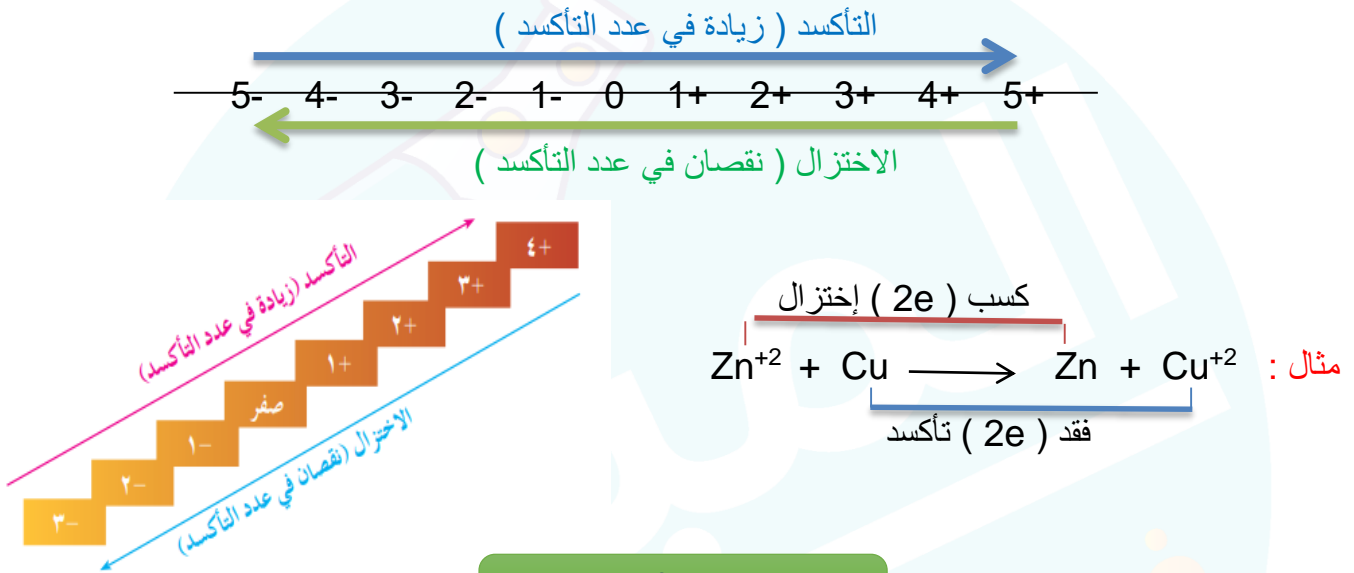
## # تعريف عدد التأكسد :

هو الشحنة الفعلية لأيون الذرة في المركبات الأيونية ، أما في المركبات الجزيئية فيعرف بأنه الشحنة التي يفترض أن تكسبها الذرة المكونة للرابطة التساهمية مع ذرة أخرى فيما لو انتقلت إلكترونات الرابطة كلياً إلى الذرة التي لها أعلى سالبية كهربائية .

وهذا التعريف مبني على أعداد التأكسد والاختزال وهو الأحدث بحيث :

# التأكسد : هو الزيادة في عدد التأكسد

# الاختزال : هو النقصان في عدد التأكسد



## عدد التأكسد

عدد الأكسد = ( عدد الذرات × عدد التأكسد لها ) + ( عدد الذرات × عدد التأكسد لها ) + .....

الشحنة الكلية للمركب =  $(n_{\text{oxid}} \times n_{\text{atoms}}) + (n_{\text{oxid}} + n_{\text{atoms}}) + \dots$  = عدد التأكسد

- تستخدم أعداد التأكسد في التعرف إلى عمليتي التأكسد والاختزال خلال التفاعلات الكيميائية

**Note #** : هو تعبير يمثل عدد الإلكترونات التي يتم فقدانها أو اكتسابها أو مشاركتها بها

- قد يكون عدد التأكسد ( + ) أو ( - ) أو ( صفر )

## \*\* قواعد مهمه جداً يجب حفظها جيداً

- (1)- عدد تأكسد الذرة في ( العناصر الحرة ) سواء أكانت ذرات أم جزيئات = [ صفر ]  
مثل :  $S_8$  ،  $C$  ،  $N_2$  ،  $AL$  ،  $O_2$  ،  $CL_2$  ،  $B$  ،  $Cu$  = صفر
- (2)- عدد تأكسد الذرة في الأيون أحادي الذرة ( الأيون البسيط ) = [ شحنة الأيون ]  
مثل :  $1- = Br^-$  ،  $2+ = Cu^{+2}$  ،  $2- = O^{2-}$  ،  $3- = N^{3-}$  ،  $1+ = Na^+$  ،  $3+ = AL^{+3}$
- (3)- عدد تأكسد أيونات العناصر القلوية ( وهي المجموعة الأولى AI في الجدول الدوري ) = [ 1+ ]  
مثل :  $Fr$  ،  $Cs$  ،  $Rb$  ،  $k$  ،  $Na$  ،  $Li$  ،  $H$
- (4)- عدد تأكسد أيونات القلويات الترابية ( وهي المجموعة الثانية AII في الجدول الدوري ) = [ 2+ ]  
مثل :  $Ra$  ،  $Sr$  ،  $Ca$  ،  $Mg$  ،  $Ba$  ،  $Be$
- (5)- عدد تأكسد عناصر المجموعة الثالثة AIII في الجدول الدوري = [ 3+ ]  
مثل :  $Ga$  ،  $AL$  ،  $B$
- (6)- عدد تأكسد الهيدروجين ( H ) في جميع المركبات = [ 1+ ]

### عدا : هيدرات الفلزات = [ 1- ]

مثل :  $KH$  ،  $MgH_2$  ،  $CaH_2$  ،  $NaH$  ،  $LiH$  ، .....

- (7)- عدد تأكسد الأكسجين ( O ) في مركباته = [ 2- ]

### عدا \* أ- فوق الأكاسيد = [ 1- ]

مثل : فوق أكسيد الهيدروجين  $H_2O_2$

وفوق أكسيد الباريوم  $BaO_2$

### \* ب- ومع عنصر الفلور يكون عدد تأكسد الأكسجين = [ 2+ ]

مثل :  $OF_2$  وذلك لأن عنصر F أعلى كهروسلبية من الأكسجين

- (8)- عدد تأكسد ذرات عناصر المجموعة السابعة ( الهالوجينات مثل :  $I$  ،  $Br$  ،  $CL$  ،  $F$  ) في جميع مركباته = [ 1- ]

مثل :  $HF$  ،  $NH_4CL$  ،  $NaBr$  ،  $Mgl_2$

& أما مع عنصر الفلور (F) فعدد تأكسده في مركباته دائماً = [ 1- ]

مثل :  $HF$

& وعدد تأكسد الهالوجينات ( I ، Br ، CL ) في معظم مركباته يساوي = [ -1 ] ، عدا إذا ارتبطت مع الأكسجين ( O ) أو الفلور ( F ) فيكون موجبا ( + )

(9)- مجموع أعداد التأكسد لجميع ذرات أو أيونات العناصر المكونة للمركب المتعادل = [ صفر ]

مثل :  $\text{CuSO}_4$  ،  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ،  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

(10)- مجموع أعداد التأكسد لجميع ذرات العناصر المكونة لأيون متعدد الذرات = [ شحنة الأيون ]

مثل :  $1+ = \text{N}_2\text{H}_5^+$  ،  $1- = \text{OH}^-$  ،  $2- = \text{CrO}_4^{2-}$  ،  $1- = \text{HSO}_4^-$

(11)- إحدى المجموعات التالية يكون عدد التأكسد لها **تأكسد المجموعه كامله** ، مثل :

## Note

عند كتابة ذرات التأكسد  
والإختزال :

يكتب العنصر + شحنته فقط

دون كتابة عدد المولات

مثل :  $2\text{Fe}^{+2} \rightarrow \text{Fe}^{+2}$

$\text{SO}_4^{2-} = -2$  &  $\text{NH}_4^+ = +1$

$\text{PO}_4^{3-} = -3$  &  $\text{H}_3\text{O}^+ = +1$

$\text{OH}^- = -1$  &  $\text{NO}_3^- = -1$

$\text{CO}_3^{2-} = -2$

## أشكال الأسئلة :

- 1- احسب عدد التأكسد لما تحته خط في كل مما يلي ؟
- 2- أي المركبات التالية يحمل ( أعلى ، أو أقل ) عدد تأكسد ؟
- 3- حدد الذره التي تأكسدت ، أو الذره التي أختزلت في التفاعلات التالية ؟
- 4- حدد العامل المؤكسد ، أو العامل المختزل في المعادلة التالية ؟
- 5- أكتب نصفي تفاعل التأكسد والإختزال في التفاعلات التالية ؟

مثال 1- أحدد عدد التأكسد لذرة عنصر الكبريت في المركبات أو الأيونات الاتية :

( أ ) -  $\text{SO}_2$  :

( ب ) -  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  :

( ج ) -  $\text{HS}^-$  :

مثال 2- أحسب عدد التأكسد لذرة العنصر الذي تحته خط في المركبات أو الأيونات الآتية :

( أ )  $\text{KMnO}_4$  :

( ب )  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  :

( ج )  $\text{NH}_4^+$  :

( د )  $\text{CaO}_2$  :

( هـ )  $\text{MnO}_4$  :

مثال 3 - احسب عدد التأكسد لما تحته خط في كل مما يلي :

| رقم المركب | المركب                       | طريقة الحل | عدد التأكسد |
|------------|------------------------------|------------|-------------|
| 1          | $\text{MnO}_4^-$             |            |             |
| 2          | $\text{Al(OH)}_3$            |            |             |
| 3          | $\text{CH}_3\text{COOH}$     |            |             |
| 4          | $\text{FeO}$                 |            |             |
| 5          | $\text{AsO}_4^{3-}$          |            |             |
| 6          | $\text{CrO}_2^-$             |            |             |
| 7          | $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ |            |             |
| 8          | $\text{CrO}_3$               |            |             |
| 9          | $\text{VO}_3^-$              |            |             |



| رقم المركب | المركب                         | طريقة الحل | عدد التأكسد |
|------------|--------------------------------|------------|-------------|
| 10         | $\text{MnO}_4^-$               |            |             |
| 11         | $\text{P}_2\text{O}_5$         |            |             |
| 12         | $\text{Li}_4\text{C}$          |            |             |
| 13         | $\text{F}_2\text{O}$           |            |             |
| 14         | $\text{F}_2$                   |            |             |
| 15         | $\text{Cl}_2\text{O}$          |            |             |
| 16         | $\text{LiAlH}_4$               |            |             |
| 17         | $\text{NaBH}_4$                |            |             |
| 18         | $\text{H}_3\text{PO}_4$        |            |             |
| 19         | $\text{H}_3(\text{PO}_4^{-3})$ |            |             |
| 20         | $\text{SiCl}_4$                |            |             |

# أتتحقق : أحسب عدد التأكسد لذرة العنصر الذي تحته خط في كل من المركبات أو الأيونات الآتية :



أحسب عدد التأكسد لذرة العنصر الذي تحته خط في كل من المركبات أو الأيونات الآتية :

| الرقم | المركب   | الجواب |
|-------|--|--------|
| 1     | $\text{H}_2\text{C}\underline{\text{O}}_3$                         |        |
| 2     | $\underline{\text{As}}_2\text{O}_3^{-2}$                           |        |
| 3     | $\text{H}\underline{\text{C}}\text{OOH}$                           |        |
| 4     | $\underline{\text{Ca}}_3(\text{PO}_4)_2$                           |        |
| 5     | $\text{Br}_2\underline{\text{O}}$                                  |        |
| 6     | $\text{H}_2\underline{\text{S}}\text{O}_4$                         |        |
| 7     | $\underline{\text{N}}\text{O}_3^-$                                 |        |
| 8     | $\underline{\text{Mn}}\text{O}_2$                                  |        |
| 9     | $\underline{\text{Mn}}\text{O}_4^-$                                |        |
| 10    | $\text{H}\underline{\text{C}}\underline{\text{L}}\text{O}_4$       |        |
| 11    | $\text{H}\underline{\text{P}}\text{O}_4^{-2}$                      |        |
| 12    | $\text{K}\underline{\text{C}}\underline{\text{L}}\text{O}_3$       |        |
| 13    | $\underline{\text{B}}\text{F}_3$                                   |        |
| 14    | $\underline{\text{N}}\text{H}_4\underline{\text{N}}\text{O}_3$     |        |
| 15    | $(\underline{\text{N}}\text{H}_4)_3\underline{\text{P}}\text{O}_4$ |        |
| 16    | $\text{H}_2\underline{\text{Sb}}\text{CL}_6^{-1}$                  |        |

## \* التغير في أعداد التأكسد ( Changes of Oxidation Numbers )

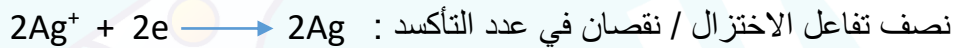
يستفاد من حساب أعداد التأكسد في معرفة ذرات أو أيونات العناصر التي تأكسدت أو اختزلت في تفاعلات التأكسد والاختزال

مثلاً : يتفاعل النحاس مع محلول نترات الفضة مكوناً محلول نترات النحاس ، وترسب الفضة وفق المعادلة الآتية :

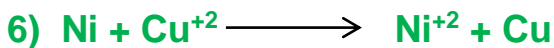
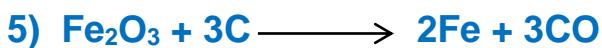
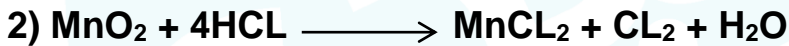


التأكسد هي : النحاس Cu

أما الإختزال فهي : أيونات الفضة  $\text{Ag}^+$  ، ويمكن توضيح ذلك باستخدام أنصاف تفاعلات التأكسد والاختزال كالآتي :



مثال : في معادلات التفاعل التالي ، بين الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت باستخدام التغير في أعداد التأكسد :

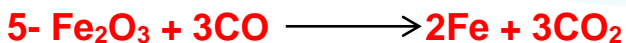
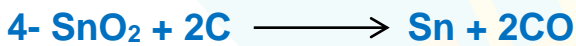
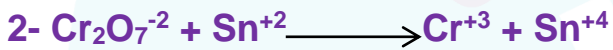
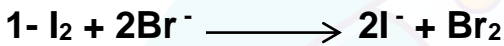


**# أتحدى :** أحدد الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت اعتماداً على التغير في أعداد التأكسد في التفاعلات الآتية :



ورقة عمل 3

أحدد الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت اعتماداً على التغير في أعداد التأكسد في التفاعلات الآتية :





## \* العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة ( Oxidizing Agents and Reducing Agents )

**# تعريف العامل المؤكسد :** هو المادة التي تؤكسد مادة أخرى في التفاعل ، فيكتسب إلكترونات من المادة التي يؤكسدها ( وتحدث له عملية اختزال ) ، ومن الأمثلة على العوامل المؤكسدة :  $O_2$  ،  $KMnO_4$  ،  $K_2Cr_2O_7$  ،  $F_2$

**# تعريف العامل المختزل :** هو المادة تختزل مادة أخرى في التفاعل الكيميائي ، إذ يفقد إلكترونات تكسبها المادة التي يختزلها وتحدث له عملية تأكسد ، ومن الأمثلة على العوامل المختزلة  $LiAlH_4$  ،  $NaBH_4$  ،  $CO$  ( وكل تفاعل تأكسد يحتاج إلى عامل مؤكسد ليحدث ، وكل تفاعل اختزال يحتاج إلى عامل مختزل ليحدث )

## # تعريف التأكسد والاختزال الذاتي :

هو سلوك نفس المادة كعامل مؤكسد وكعامل مختزل في نفس التفاعل ، ويحدد ذلك طبيعة المواد التي تتفاعل معها

### \* عند كتابة العامل المؤكسد أو المختزل :

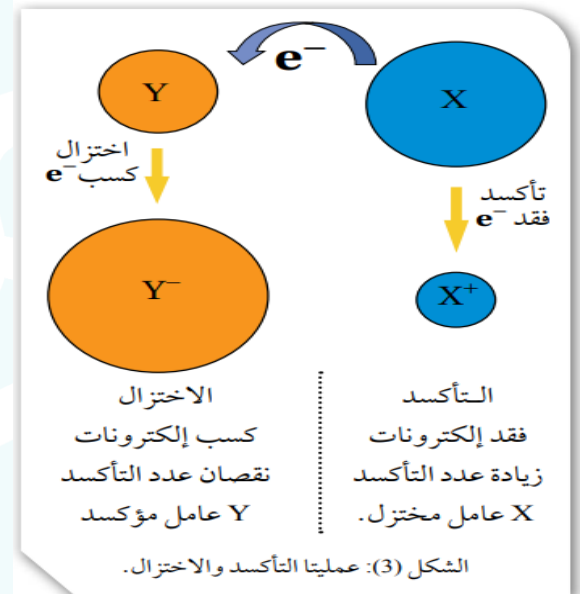
العامل المؤكسد : مع الاختزال

العامل المختزل : مع التأكسد

ونكتب المركب بأكمله ، **دون كتابة أعداد المولات**

\* هناك طريقه سريعه لمعرفة العامل المؤكسد والمختزل بشرط أن تكون المعادله نصف تفاعل .

( العنصر الذي يكون بجانب e هو عامل مؤكسد ، والعنصر الاخر عامل مختزل )



### أشكال الأسئلة :

- 1- حدد أو أكتب العامل المؤكسد ؟
- 2- حدد أو أكتب العامل المختزل ؟
- 3- هل يحتاج نصف التفاعل الاتي لعامل مؤكسد ؟
- 4- هل يحتاج نصف التفاعل الاتي لعامل مختزل ؟

مثال 1: يعد تفاعل الثيرمايت أحد تفاعلات التأكسد والاختزال المهمة حيث يتفاعل الألمنيوم مع أكسيد الحديد III لتكوين أكسيد الألمنيوم والحديد ، وكمية كبيرة من الطاقة ، حسب المعادلة :



أحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل .

مثال 2 : أحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي :  $\text{PbO} + \text{CO} \longrightarrow \text{Pb} + \text{CO}_2$

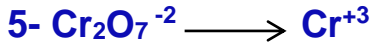
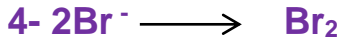
مثال 3 : حدد العامل المؤكسد ، والعامل المختزل في التفاعلات التالية :

| رقم<br>المعادلة | معادلة التفاعل  | العامل<br>المختزل | العامل<br>المؤكسد |
|-----------------|---|-------------------|-------------------|
| 1               | $2\text{AL} + 3\text{CuCL}_2 \longrightarrow 3\text{Cu} + 2\text{ALCL}_3$                     |                   |                   |
| 2               | $\text{Ni} + \text{Pb}^{+2} \longrightarrow \text{Pb} + \text{Ni}^{+2}$                       |                   |                   |
| 3               | $\text{Mg} + \text{CuCL}_2 \longrightarrow \text{MgCL}_2 + \text{Cu}$                         |                   |                   |
| 4               | $\text{Mg} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Mg}^{+2} + \text{H}_2$                         |                   |                   |
| 5               | $\text{Ni} + \text{Cd}^{+2} \longrightarrow \text{Ni}^{+2} + \text{Cd}$                       |                   |                   |
| 6               | $\text{I}_2 + 2\text{Br}^- \longrightarrow 2\text{I}^- + \text{Br}_2$                         |                   |                   |
| 7               | $\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2} + \text{Sn}^{+2} \longrightarrow \text{Cr}^{+3} + \text{Sn}^{+4}$ |                   |                   |

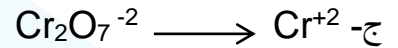
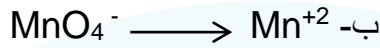
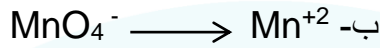
مثال 4 : هل يحتاج حدوث أنصاف التفاعلات التالية لعامل مؤكسد أم لعامل مختزل فسر إجابتك ؟

يمثل هذا التفاعل نصف تفاعل تأكسد ، إذا  $\text{Na}$  ( عامل مختزل )  
 $1- \text{Na} \longrightarrow \text{Na}^+ + 1e$   
 + لذلك نحن بحاجة إلى عامل مؤكسد .

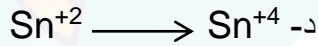
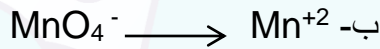
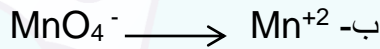
يمثل هذا التفاعل نصف تفاعل اختزال ، إذا  $\text{Fe}^{+3}$  ( عامل مؤكسد )  
 $2- \text{Fe}^{+3} + 1e \longrightarrow \text{Fe}^{+2}$   
 + لذلك نحن بحاجة إلى عامل مختزل .



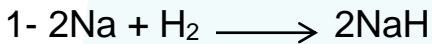
6- ضع دائرة : أي التحولات التالية مشابهة للتحول التالي  $IO_3^- \longrightarrow I_2$  :



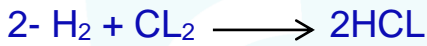
7- ضع دائرة : أي التحولات التالية مشابهة للتحول التالي  $IO_3^- \longrightarrow I_2$  في التغير في عدد التأكسد :



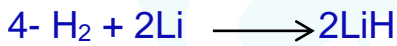
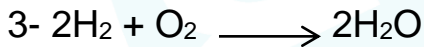
مثال 5 : حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعلات التالية :



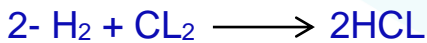
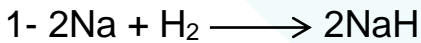
العامل المؤكسد :  $H_2$  ، العامل المختزل :  $Na$



العامل المؤكسد :  $Cl_2$  ، العامل المختزل :  $H_2$



مثال 6 : حدد سلوك الهيدروجين ( $H_2$ ) كعامل مؤكسد ، أو كعامل مختزل في التفاعلات التالية :



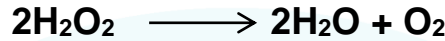
مثال 7 : أي المواد الاتية يمكن أن يسلك كعامل مختزل : ( $F_2$  ،  $Cl^-$  ،  $Na^+$  ،  $Mg$ ) [ مهم جدا جدا ]

مثال 8 : أي المواد الاتية يمكن أن يسلك كعامل مؤكسد : ( $O^{-2}$  ،  $Ca^{+2}$  ،  $K$  ،  $Br_2$ ) [ مهم جدا جدا ]

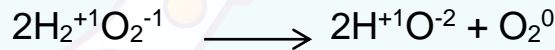
## \* التأكسد والاختزال الذاتي ( Autoxidation – Reducation Reaction )

# تعريف التأكسد والاختزال الذاتي : هو سلوك المادة كعامل مؤكسد وعامل مختزل في التفاعل نفسه

- هناك مواد تسلك سلوكها كعامل مؤكسد و كعامل مختزل في معظم تفاعلاتها ويحدد ذلك طبيعة المواد التي تتفاعل معها وتوصف بأنها عوامل قوية وهذا ما يعرف ( بالتأكسد والاختزال الذاتي ) ومن الأمثلة على ذلك:



أحدد أعداد التأكسد لجميع الذرات في التفاعل كالآتي :



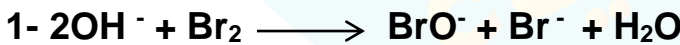
ألاحظ عدم تغير عدد تأكسد الهيدروجين أما الأكسجين فقد اختزل وقل عدد تأكسده من ( -1 في  $\text{H}_2\text{O}_2$  إلى -2 في  $\text{H}_2\text{O}$  ) ، ومن ثم يكون  $\text{H}_2\text{O}_2$  عاملاً مؤكسداً كما تأكسد الأكسجين وزاد عدد تأكسده من ( -1 في  $\text{H}_2\text{O}_2$  إلى 0 في  $\text{O}_2$  ) ، ومن ثم يكون  $\text{H}_2\text{O}_2$  عاملاً مختزلاً ، ولأن التأكسد والاختزال حدثا لنفس العنصر وهو الأكسجين في  $\text{H}_2\text{O}_2$  ، فالتفاعل يمثل تأكسداً واختزالاً ذاتياً .

مثال 9 : يتفاعل الكلور مع محلول هيدروكسيد الصوديوم البارد حسب المعادلة الكيميائية الآتية :



أبين لماذا يعد التفاعل أعلاه مثلاً على تفاعل التأكسد والاختزال الذاتي .

مثال 10 : ما عدد تأكسد كل ذرة في التفاعلات التالية ، وأكتب ذرة التأكسد وذرة الاختزال ، ثم حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعلات التالية :



ذرة التأكسد :  $\text{Br}_2$  ، ذرة الاختزال :  $\text{Br}_2$

العامل المؤكسد :  $\text{Br}_2$  ، العامل المختزل :  $\text{Br}_2$



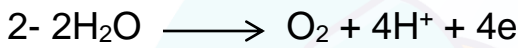
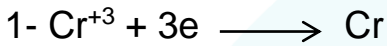


# أتتقق : أأدد المعادلات التي تمثل تفاعل أكسد وأختزال ذاتي :

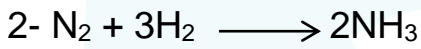
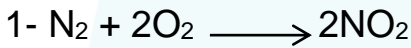


ورقة عمل 4

س1- هل أحتأج أأصاف التفاعلات التالفة لعامل مؤكسد أم لعامل مأختزل ؟



س2- أأدد سلوك النأأروأفن (  $\text{N}_2$  ) كأامل مؤكسد ، أو كأامل مأختزل فف التفاعلات التالفة :

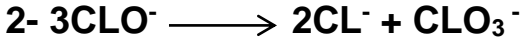
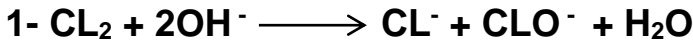


س3- أأ المواد الاتفة فمكن أن فسلأ كأامل مأختزل : (  $\text{O}_2$  ،  $\text{Cl}_2$  ،  $\text{Br}^-$  ،  $\text{Li}^+$  ،  $\text{Ca}$  ) ؟

س4- أأدد العامل المؤكسد ، والعامل المأختزل فف التفاعلات التالفة :

| الرقم | المعادلة  | العامل المأختزل | العامل المؤكسد |
|-------|---|-----------------|----------------|
| 1     | $2\text{IO}_3^- + \text{Fe}^{+2} \longrightarrow \text{Fe}^{+3} + \text{I}_2$   |                 |                |
| 2     | $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$                          |                 |                |
| 3     | $\text{ZnSO}_4 + \text{Mg} \longrightarrow \text{Zn} + \text{MgSO}_4$           |                 |                |
| 4     | $2\text{Ag}^+ + \text{Ni} \longrightarrow 2\text{Ag} + \text{Ni}^{2+}$          |                 |                |
| 5     | $2\text{FeCl}_3 + \text{SnCl}_2 \longrightarrow 2\text{FeCl}_2 + \text{SnCl}_4$ |                 |                |
| 6     | $\text{Zn} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$            |                 |                |

س5 : ما عدد تأكسد كل ذرة في التفاعلات التالية ، وأكتب ذرة التأكسد وذرة الاختزال ، ثم حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعلات التالية :



س6- أي المواد الآتية يمكن أن يسلك كعامل مؤكسد : (  $\text{O}^{2-}$  ،  $\text{Fe}^{+3}$  ،  $\text{Ba}^{+2}$  ،  $\text{Al}$  ،  $\text{I}_2$  ) ؟

س7- هل يحتاج حدوث التحولات الآتية إلى عامل مؤكسد أم عامل مختزل ؟ أفسر إجابتي .



س8 - أحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي :



## • موازنة معادلات التأكسد والاختزال Balancing Redox Equations

### # تعريف المعادلة الكيميائية الموزونة :

هي عبارة عن وصف مختصر للتعبير عن تفاعل كيميائي معين يشمل رموز وصيغ المواد المتفاعله ، والمواد الناتجة والعلاقة الكيميائية بينهما

### # # شروط المعادلة الكيميائية الموزونة :

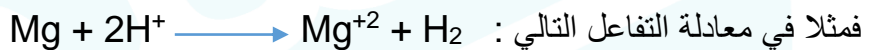
#### ( 1 ) - # قانون حفظ الكتلة :

هو أن تكون أنواع وأعداد الذرات ، في المواد المتفاعله [ مساويه ] للأنواع وأعداد الذرات في المواد الناتجة

#### ( 2 ) - # قانون حفظ الشحنة الكهربائية :

مجموع شحنات المواد المتفاعلة مساو لمجموعها في المواد الناتجة

- ويتحقق ذلك عندما يكون الإلكترونات المكتسبة في أثناء تفاعل الاختزال مساويا لعدد الإلكترونات المفقودة خلال تفاعل التأكسد



يلاحظ أن عدد ذرات المغنيسيوم والهيدروجين مساو على طرفي المعادلة ، وكذلك مجموع شحنات المواد المتفاعلة يساوي مجموعها للمواد الناتجة ويساوي ( 2+ ) ، وعليه يكون عدد الإلكترونات التي فقدتها ذرة المغنيسيوم يساوي عدد الإلكترونات التي اكتسبها أيون الهيدروجين وتساوي (2)

### # # طرق موازنة المعادلات الكيميائية :

#### \* طريقة المحاولة والخطأ

(1)- الموازنه بطريقة نصف التفاعل ( أيون - إلكترون )

(2)- الموازنة في وسط حمضي [ H<sup>+</sup> ]

(3)- الموازنة في وسط قاعدي [ OH<sup>-</sup> ]

## (1)- الموازنة بطريقة نصف التفاعل ( أيون – إلكترون )

### خطوات الحل :

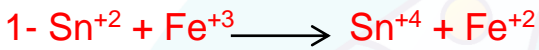
1- وفي هذه الطريقة تعتمد على فصل معادلة التفاعل الكلية إلى نصفين : نصف تفاعل التأكسد ، ونصف تفاعل الاختزال

2- ثم موازنة كل نصف على حدة ( أعداد الذرات )

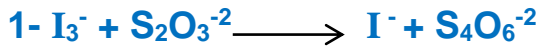
3- وبعد ذلك مساواة عدد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة في نصف التفاعل

4- ثم جمع النصفين لنحصل على المعادلة النهائية الموزونة

مثال : أوازن معادلة التأكسد والاختزال الاتية بطريقة نصف التفاعل ( أيون – إلكترون ) ، ثم فسر لماذا لا تعد موزونة ؟



وازن معادلة التأكسد والاختزال الآتية بطريقة نصف التفاعل (أيون - إلكترون) ؟



المبدع  
في الكيمياء

## (2)- الموازنة في وسط حمضي [ H<sup>+</sup> ]

### # خطوات الحل :

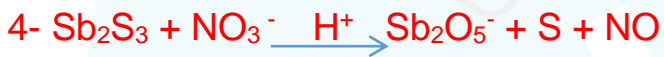
- 1- نقسم المعادله الكيميائيه إلى نصفين ( نصف تفاعل التأكسد ، ونصف تفاعل الإختزال ، وذلك بمقارنه المواد المتفاعلة والنواتجة )
- 2- نوزن جميع ذرات العناصر ( ما عدا ) الأكسجين O والهيدروجين H لنصفي التفاعل
- 3- ثم نوزن ذرات الأكسجين ( O ) وذلك بإضافة جزيء الماء ( H<sub>2</sub>O ) مقابل كل ذرة أكسجين ناقصه إلى الطرف الذي يعاني من النقص
- 4- ثم نوزن ذرات الهيدروجين ( H ) وذلك بإضافة أيون الهيدروجين ( H<sup>+</sup> ) مقابل كل ذرة هيدروجين ناقصه إلى الطرف الذي يعاني من النقص
- 5- ثم نوزن الشحنة الكهربائيه وذلك بإضافة عدد من الإلكترونات ( e ) إلى أحد طرفي المعادلة بحيث يصبح المجموع الجبري للشحنات متساويا على جانبي المعادلة
- 6- واخيرا نجمع نصفي التفاعل بعد أن نجعل عدد الإلكترونات المفقوده مساويه لعدد الإلكترونات المكتسبه ، ثم يتم حذف الإلكترونات وبعض المواد المشتركه ( مثل H<sup>+</sup> ، و H<sub>2</sub>O ) في طرفي المعادله ، وكتابة المعادله النهائيه .

- ثم نتأكد من الحل ليطبق قانون حفظ المادة ، وقانون حفظ الشحنة

مثال 1- وازن المعادلات التالية بطريقة نصف التفاعل (أيون - إلكترون ) في وسط حمضي ، ثم حدد العامل المؤكسد والمختزل :



في الكيمياء



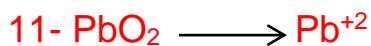
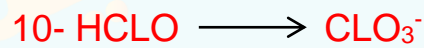
المبدع  
في الكيمياء





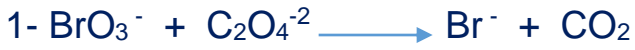
مثال 2 : مثل التحولات الآتية بأنصاف تفاعلات موزونة في

وسط حمضي :



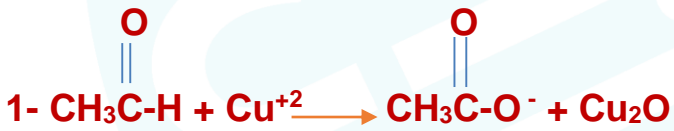
## # أتحدى :

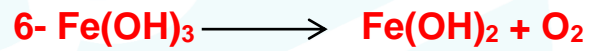
أوازن المعادلتين الاتيتين بطريقة نصف التفاعل في الوسط الحمضي ، وأحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل منها :

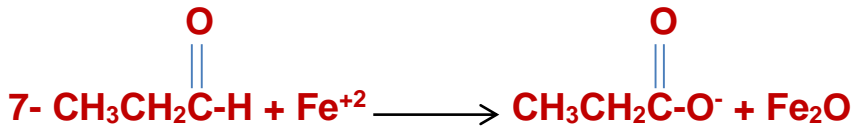


## ورقة عمل 6

وازن المعادلات التالية بطريقة نصف التفاعل ( أيون - الكترون ) ، في وسط حمضي ، ثم حدد العامل المؤكسد والمختزل :



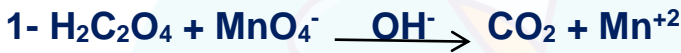




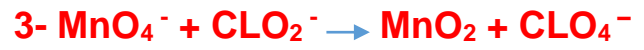
## (3)- الموازنة في وسط قاعدي [ OH<sup>-</sup> ]

### # خطوات الحل :

- 1- نتبع نفس الخطوات المستخدمة في الموازنة بالوسط الحمضي
  - 2- وعند المعادلة النهائية نظيف عدد من أيونات الهيدروكسيد [ OH<sup>-</sup> ] بنفس عدد أيونات الهيدروجين [ H<sup>+</sup> ] إلى طرفي المعادلة ليتكون جزيء الماء [ H<sub>2</sub>O ] في طرف من المعادلة ليتم إختصاره
  - 3- والطرف الثاني يحمل عدد معين من جزيء [ OH<sup>-</sup> ] فقط
  - 4- وأخيرا التأكد من صحة الحل
- مثال 1: وازن المعادلات التالية بطريقة نصف التفاعل ( أيون – الكترون ) في وسط قاعدي ، ثم حدد العامل المؤكسد والمختزل :

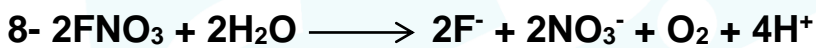


المبدع  
في الكيمياء





مثال 2: وازن المعادلة التالية في وسط قاعدي :

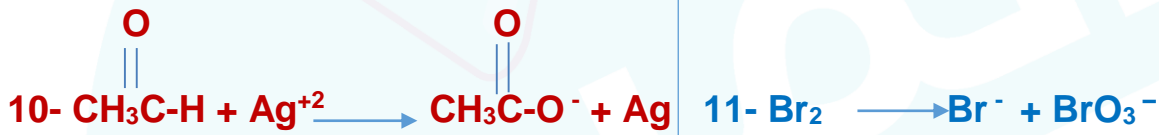
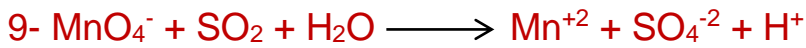


قاعدة : إذا ذكر في معادلات الموازنة الأيونات التالية :

[  $\text{H}^+$  ،  $\text{OH}^-$  ،  $\text{H}_2\text{O}$  ] سواء أكانت في المواد المتفاعلة أو المواد الناتجة : تهمل بعد قسمة المعادلة إلى نصفي تفاعل تأكسد وإختزال .



مثال 3 :وازن المعادلة التاليه في وسط قاعدي بطريقة ( أيون - الكترون ) ، ثم حدد العامل المؤكسد والمختزل:

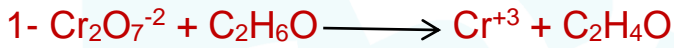


# أتحقق : أوازن المعادلتين الآتيتين بطريقة نصف التفاعل في الوسط القاعدي ، وأحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل منها :



## ورقة عمل 7

وازن المعادلات الآتية بطريقة نصف التفاعل في الوسط القاعدي ، وأحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل منها :



في الكيمياء

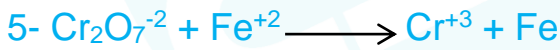
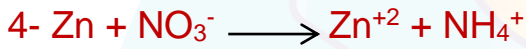


## الربط مع الحياة

تتعرّض القطع الفضية للسواد مع الزمن بسبب تكون مادة كبريتيد الفضة  $\text{Ag}_2\text{S}$  على سطحها الخارجي. ويمكن إزالة هذه الطبقة بوضع هذه القطع الفضية بورق من الألمنيوم في وعاء يحتوي على محلول كربونات الصوديوم وملح الطعام وتسخينه، فتتأكسد ذرات الألمنيوم وتختزل أيونات الفضة حسب المعادلة:

$$3\text{Ag}_2\text{S} + 2\text{Al} \rightarrow 3\text{Ag} + 3\text{S}^{2-} + 2\text{Al}^{3+}$$

فتستعيد القطع الفضية لمعانها وبريقها.



## مراجعة الدرس الأول التأكسد والاختزال

س1- الفكرة الرئيسية : تفاعلا التأكسد والاختزال متلازمان ، يحدثان دائما معا ، أفسر ذلك .

س2- أوضح المقصود بكل من :

أ- عدد التأكسد :

ب- التأكسد والاختزال الذاتي :

س3- أحسب عدد تأكسد العنصر الذي تحته خط :



س4- أطبق : أحدد العناصر التي تأكسدت والعناصر التي اختزلت في التفاعلات الآتية :



س5- أطبق : أدرس المعادلة الموزونة التي تمثل تفاعل  $N_2O_4$  مع  $N_2H_4$  لتكوين غاز  $N_2$  وبخار الماء ، ثم أجب عن الأسئلة الآتية :  

$$N_2O_4 + 2N_2H_4 \longrightarrow 3N_2 + 4H_2O$$

أ- أعدد التغير في أعداد تأكسد ذرات النيتروجين في التفاعل .

ب- هل تمثل المعادلة تفاعل تأكسد واختزال ذاتي ؟

ج- أعدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل .

س6- أعدد المادة التي يمكن أن تسلك كعامل مؤكسد والمادة التي يمكن أن تسلك كعامل مختزل :



س7- أعدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي :

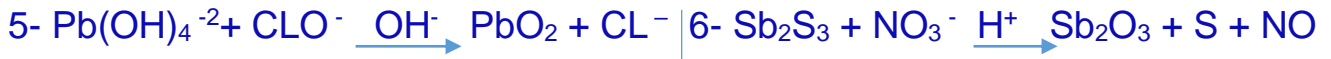


س8- أطبق . أوازن أنصاف التفاعلات الآتية بطريقة نصف التفاعل ، وأحدد ما إذا كانت المادة تمثل عاملاً مؤكسداً أم عاملاً مختزلاً :



س9- أطبق . أوازن معادلات التأكسد والاختزال الاتية بطريقة نصف التفاعل ، وأحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل منها :







## الامتحان الأول

س1- وضح المقصود بكل مما يأتي :

- عدد التأكسد :

- العامل المؤكسد :

- العامل المختزل :

- التأكسد والإختزال الذاتي :

س2- ما عدد تأكسد النيتروجين N في كل مما يأتي :

-  $\text{NH}_3$  :

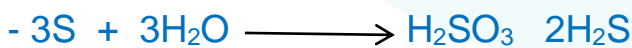
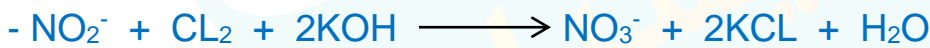
-  $\text{NO}_2$  :

-  $\text{N}_2\text{O}$  :

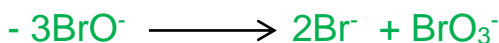
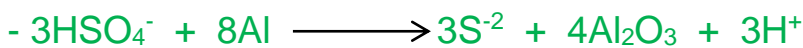
-  $\text{NO}$  :

-  $\text{N}_2\text{O}_3$  :

س3- حدد الذرات التي تأكسدت والتي أختزلت في التفاعلين الاتيين بإستخدام التغير في عدد التأكسد :



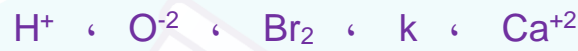
س4- حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في المعادلتين الاتيتين :



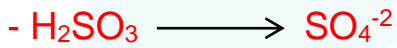
س5- أي من المواد الاتية يمكن أن يسلك كعامل مختزل :



س6- أي من المواد الاتية يمكن أن يسلك كعامل مؤكسد :



س7- مثل التحولات الاتية بأنصاف تفاعلات موزونة في وسط حمضي :



س8- وازن المعادلات الاتية في وسط حمضي :





س9- وازن المعادلات الآتية في وسط قاعدي :



الشكل (4): بعض الأجهزة التي  
تستخدم البطاريات.



## الدس الثاني : الخلايا الجلفانية Galvanic Cells

### \* الخلايا الكهركيميائية Electrochemical Cells

#### # تعريف الخلايا الكهركيميائية :

هي أجهزة أو أدوات تحدث فيها تفاعلات تأكسد وإختزال ، منتجة للطاقة الكهربائية أو مستهلكة لها

س- وضح أقسام الخلايا الكهركيميائية ؟

ج- 1- خلايا جلفانية

2- خلايا تحليل كهربائي

س- أذكر بعض إستخدامات الخلايا الجلفانية ؟

ج- 1- البطاريات بأنواعها ، مثل : البطاريات القابلة للشحن التي تستخدم في الهواتف الخلوية والحواسيب المحمولة

2- خلايا الوقود

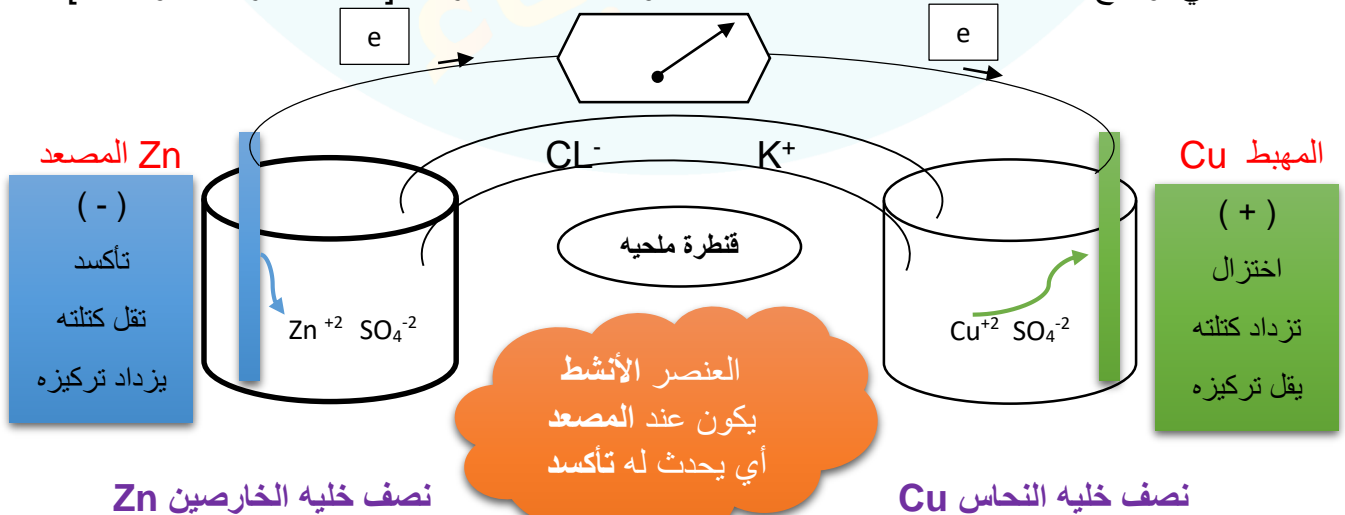
س- أذكر أقسام الخلايا الكهركيميائية ؟

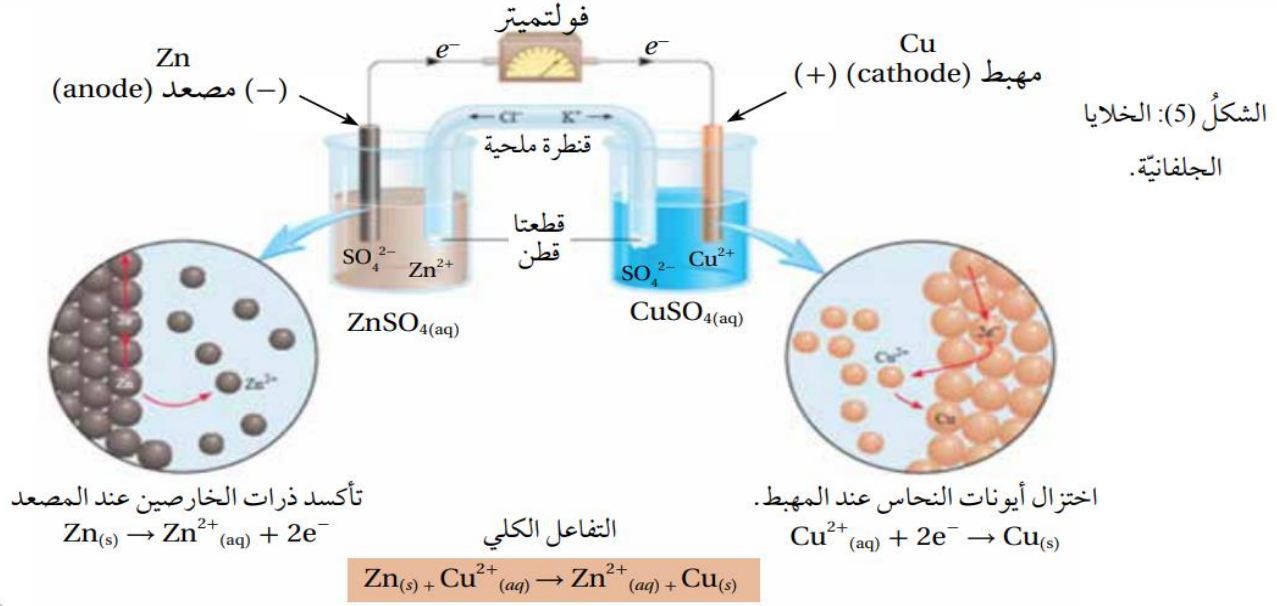
ج- ( 1 )- الخلايا الغلفانية : هي أجهزة أو أدوات يحدث فيها تفاعل تأكسد وإختزال تلقائي (+) ، ويؤدي إلى إنتاج طاقة كهربائية ( تيار كهربائي ) حيث تتحول الطاقة الكيميائية فيها إلى طاقة كهربائية [ تنتج طاقه ]

( 2 )- خلايا التحليل الكهربائي : هي أجهزة أو أدوات يحدث فيها تفاعل تأكسد وإختزال غير تلقائي (-) ، نتيجة مرور تيار كهربائي في محلول ماده كهريه أو مصهورها حيث تتحول الطاقة الكهربائيه إلى طاقه كيميائيه [ تمتص طاقه ]

### \* كيمياء الخلايا الغلفانية Chemistry of Galvanic Cells

الشكل التالي يوضح خليه غلفانية قطباها من النحاس Zn والنيكل Cu ، الرجاء [ حفظ الأجزاء المكونة لها ]





- (1)- المصعد anode ( القطب السالب ) ( ويحدث عنده تفاعل تأكسد ) (فتقل كتلته ) (ويزداد تركيزه في المحلول) : يحتوي على صفيحة فلزية ( وهي Zn ) مغموسة في أيونات الفلز ( وهي أيونات الخارصين  $\text{Zn}^{2+}$  ) ويعبر عنها بالرمز  $\text{Zn} | \text{Zn}^{2+}$  ويحدث عنده تفاعل تأكسد كما يلي  $\text{Zn} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e^{-}$

س- فسر : قطب الخارصين يحمل الشحنة السالبة ؟

ج- لأنه مصدر الإلكترونات بسبب تأكسد ذراته

- (2)- المهبط cathode ( القطب الموجب ) (ويحدث عنده تفاعل اختزال) (فتزداد كتلته) (ويقل تركيزه في المحلول) : يحتوي على صفيحة فلزية ( وهي Cu ) مغموسة في أيونات الفلز ( وهي أيونات النحاس  $\text{Cu}^{2+}$  ) ويعبر عنها بالرمز  $\text{Cu} | \text{Cu}^{2+}$  ويحدث عنده تفاعل إختزال كما يلي :  $\text{Cu}^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow \text{Cu}$

- (3)-  $\text{CuSO}_4$  ( كبريتات النحاس ) ،  $\text{ZnSO}_4$  ( كبريتات الخارصين) : يوضع كل منها في الوعاء الخاص بقطبه لتساعده على التأكسد والإختزال

- (4)- ولتكوين خلية جلفانية ، توصل الأقطاب بموصل خارجي (الأسلاك) ، وتوصل المحاليل بموصل اخر هو القنطرة الملحية

- (5)- القنطرة الملحية : هو انبوب زجاجي على شكل حرف ( U ) يحتوي على محلول ملحي مشبع لأحد الأملاح يصل بين نصفي الخلية ولا تتفاعل أيوناته مع الأيونات الموجودة في نصف الخلية أو مع الأقطاب فيها ، مثل :  $\text{NaCl}$  ،  $\text{KCl}$  ، ..... ( ولها وظيفتان ) :

أ- تحول دون التماس المباشر بين المواد المتفاعلة في الوعائين

ب- ويحافظ على تعادل شحناتها الكهربائية : أي أن موازنة الشحنات الكهربائي في الخلية أثناء عملها ( إكمال الدارة الكهربائية )

# معلومة : ويمكن استبدال القنطرة الملحية بحاجز مسامي يسمح بمرور الأيونات

- (6)- الفولتميتر : هو جهاز يعمل على قياس فرق الجهد بين الأقطاب

(7)- حركة المواد داخل الخلية الغلفانية :

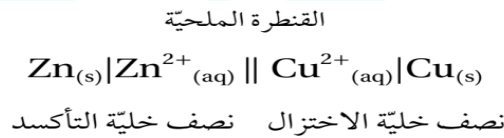
- أ- حركة الإلكترونات  $e^-$  : تكون في الدارة الخارجيه من [ قطب المصعد Zn إلى قطب المهبط Cu ]
- ب- حركة الأيونات الموجبة  $(+)$  : تكون في الدارة الداخلية من [ وعاء المصعد Zn إلى وعاء المهبط Cu ] ،  
أو من وعاء القنطرة الملحية باتجاه وعاء المهبط Cu
- ج- حركة الأيونات السالبة  $(-)$  : تكون في الدارة الداخلية من [ وعاء المهبط Cu إلى وعاء المصعد Zn ] ،  
أو من وعاء القنطرة الملحية باتجاه وعاء المصعد Zn

س- وضح دور القنطرة الملحية في الخلية الغلفانية ، في مقاومتها للتغير في التراكيز ؟

- ج- تتناقص كتلة الخارصين ( المصعد ) نتيجة لتأكسد بعض ذراته : مما يؤدي الى زيادة تركيز أيونات الخارصين الموجبة في المحلول ، فيصبح تركيزها أعلى من تركيز الأيونات السالبة في نصف خلية الخارصين ( حيث تتحرك أيونات الكلوريد السالبة  $Cl^-$  من القنطرة الملحية إلى نصف خلية الخارصين لمعادلة الزيادة في تركيز أيونات  $Zn^{+2}$  )
- كما أن : تزداد كتلة قطب النحاس (المهبط) نتيجة اختزال أيونات النحاس الموجبة : مما يؤدي إلى تناقص تركيزها في المحلول ، فيصبح تركيزها أقل من تركيز الأيونات السالبة في نصف خلية النحاس ( حيث تتحرك أيونات البوتاسيوم  $K^+$  من القنطرة الملحية إلى نصف خلية النحاس لمعادلة النقصان في تركيز أيونات  $SO_4^{2-}$  الزائدة )

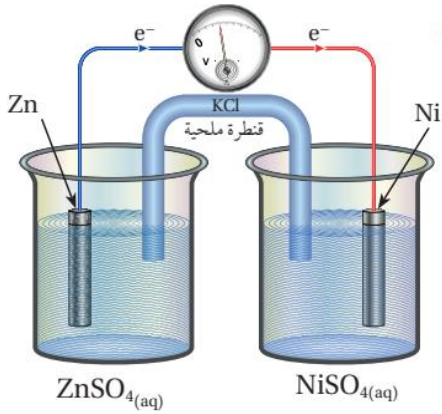
\* أما المعادلة الكلية ( المعادلة النهائية ) للتفاعل هي :  $Zn + Cu^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Cu$

\* وقد عبر الكيميائيون عن الخلية الغلفانية بطريقة مختصرة وسهلة لوصفها :



حيث يجري البدء بكتابة مكونات نصف خلية التأكسد من اليسار فتكتب المادة التي يحدث لها تأكسد أولاً ثم ناتج عملية التأكسد ( ويفصل بينهما خط ( | ) ) كالآتي :  $Zn | Zn^{+2}$  ، ثم يرسم خطان متوازيان ( || ) يرسم للقنطرة الملحية ، ثم تكتب مكونات نصف خلية الاختزال ، فتكتب المادة التي يحدث لها اختزال ، ثم ناتج عملية الاختزال ويفصل بينهما خط ( | ) كالآتي :  $Cu^{+2} | Cu$  .





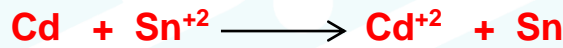
مثال 1 : أدرس الشكل المجاور، حيث يمثل خلية جلفانية مكوّنة من نصف خلية الخارصين

$Zn^{2+}|Zn$  ونصف خلية النيكل  $Ni^{2+}|Ni$ ، ثمّ أجب عن الأسئلة الآتية:

- 1- أحدد كلاً من المصعد والمهبط في الخلية.
- 2- أكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال.
- 3- أحدد اتجاه حركة الأيونات الموجبة والسالبة عبر القنطرة الملحية.
- 4- ما التغيّر في كتلة كلّ من قطبي النيكل والخارصين؟

خطوات الحل:

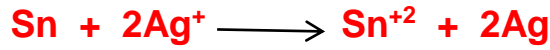
مثال(2): إذا علمت أن التفاعل الآتي يحدث في خلية جلفانية ، أجب عن الأسئلة التي تليه :



- 1- حدد المصعد والمهبط ، وما شحنة كل منهما ؟
- 2- أكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال ؟
- 3- حدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الدارة الخارجية ؟
- 4- ماذا يحدث لكتلة كل من :  $Cd$  و  $Sn$  وفسر ذلك ؟
- 5- حدد اتجاه حركة الأيونات السالبة والموجبة عبر الدارة الداخلية ( عبر القنطرة الملحية )؟
- 6- أكتب رمز الخلية الجلفانية ؟



مثال(3): إذا علمت أن التفاعل التالي يحدث بصورة تلقائية ، أجب عن الأسئلة التي تليه :



1- أكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال ، والمعادلة النهائية ؟

2- وضح إتجاه سريان الإلكترونات عبر الأسلاك ، وإتجاه حركة الأيونات السالبة والموجبة عبر القنطرة الملحية ؟

3- ماذا يحدث لكتلة كل من المصعد ، والمهبط ؟

4- ماذا يحدث لتركيز كل من المصعد ، والمهبط ؟

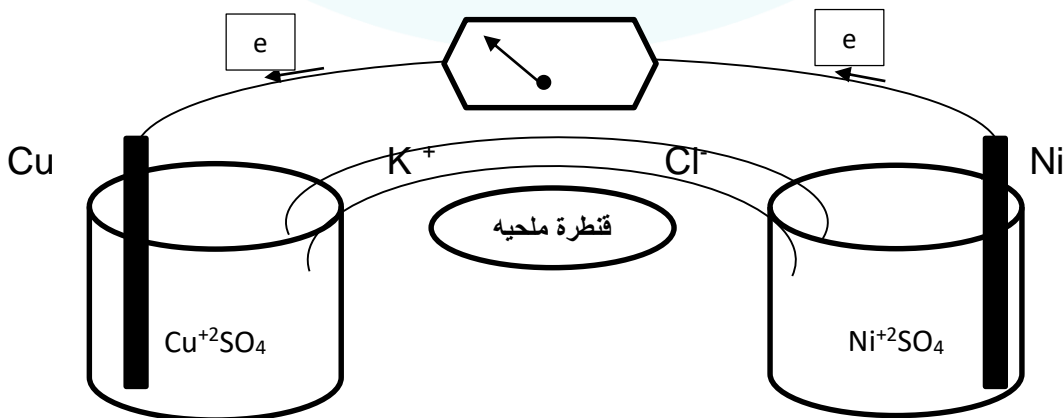
مثال(4): إذا علمت أن الإلكترونات تنتقل من قطب Cd الى قطب Pb في خلية جلفانية بمعدل  $[2+]$  لكل قطب :

1- أكتب نصفي تفاعل التأكسد والإختزال ، والمعادلة النهائية لها ؟

2- حدد إتجاه حركة كل من الأيونات السالبة والموجبة عبر القنطرة الملحية ؟

3- ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة كل من قطبي Cd و Pb ؟

مثال(5): يمثل الشكل المجاور خلية جلفانية مكونه من قطبين ( Cu ، Ni )



1- حدد المصعد والمهبط ، وما شحنة كل منهما :

2- أكتب نصف تفاعل التأكسد والاختزال عند كل قطب :

3- أكتب معادلة التفاعل الكلي للخلية :

4- وضح إتجاه حركة الإلكترونات و الأيونات السالبة في كل من :

أ- الدارة الخارجية :

ب- الدارة الداخلية :

5- ماذا يحدث لكتلة كل من :

أ- Ni : .....

ب- Cu : .....

6- ماذا يحدث لتركيز أيونات كل من المصعد والمهبط :

7- وضح وظيفة القنطرة الملحية في الخلية الجلفانية ؟

**\* أتحقق :** في الخلية الجلفانية ، التي يحدث فيها التفاعل الآتي :  $Cr + 3Ag^+ \longrightarrow Cr^{+3} + 3Ag$

1- أكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال ؟

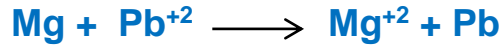
2- أحدد كلا من المصعد والمهبط واتجاه حركة الإلكترونات في الدارة الخارجية ؟

3- أحدد اتجاه حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية

4- ما القطب الذي تزداد كتلته ؟ ولماذا ؟

5- أكتب رمز الخلية الجلفانية ؟

سؤال 1- إذا علمت أن التفاعل التالي يحدث في إحدى الخلايا الجلفانية :



1- حدد المصعد والمهبط ، وشحنة كل منهما :

2- أكتب نصف تفاعل التأكسد والاختزال الحادث عند كل قطب :

3- وضح حركة الإلكترونات والأيونات السالبة والموجبة عند كل قطب :

4- ماذا يحدث لكتلة كل من : أ- Mg ، ب- Pb ؟

5- أكتب رمز الخلية الجلفانية ؟

سؤال 2 : إذا علمت أن الإلكترونات تنتقل من قطب Cd إلى قطب Ni في خلية جلفانية بمعدل [2+] لكل قطب :

1- أكتب معادلة نصف التفاعل الذي يحدث عند كل قطب ، والمعادلة النهائية ؟

2- أي القطبين يمثل المصعد ، والمهبط ، وما شحنة كل منهما :

3- أي القطبين تزداد كتلته ؟

4- أي القطبين يزداد التركيز ؟

سؤال 3 : إذا كان لديك خلية غلفانية تحمل الرمز التالي  $\text{Sn}|\text{Sn}^{2+}||\text{Cr}^{3+}|\text{Cr}$  ، جد ما يلي :

1- حدد المصعد والمهبط ، وشحنة كل منهما :

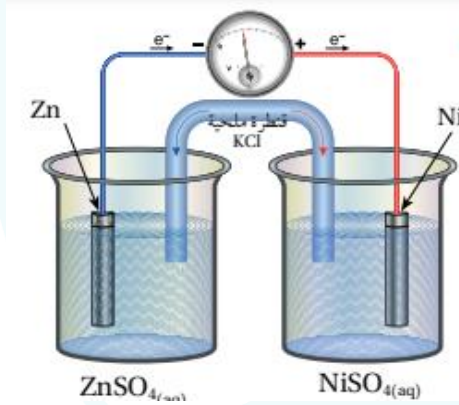
2- أكتب نصف تفاعل التأكسد ، والاختزال ، والمعادلة النهائية الحادثة عند كل قطب :

3- وضح حركة الإلكترونات والأيونات السالبة والموجبة عند كل قطب :

4- ماذا يحدث لكتلة كل من المصعد والمهبط ؟

5- ماذا يحدث لتركيز كل من المصعد والمهبط ؟

سؤال 4 :



أدرس الشكل المجاور، الذي يمثل خلية جلفانية مكوّنة من نصف خلية الخارصين  $\text{Zn}^{2+}|\text{Zn}$  ونصف خلية النيكل  $\text{Ni}^{2+}|\text{Ni}$ ، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

1- أحدد كلاً من المصعد والمهبط في الخلية.

2- أحدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر أسلاكها.

3- أكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال.

4- أحدد اتجاه حركة الأيونات الموجبة والسالبة عبر القنطرة الملحية.

5- ما التغير في كتلة كل من قطبي النيكل والخارصين؟

## الربط مع الحياة

يحدث أحياناً انتفاخ لعبب الأغذية؛ أحد أسباب حدوثه تفاعل الأغذية الحامضية مع الفلزّ المكوّن للعلبة المحفوظة فيها، وينتج عن ذلك غاز الهيدروجين؛ فيتسبب في انتفاخ العلبة، وغالباً ما تكون هذه التفاعلات جزءاً من العوامل التي تُحدّد مدّة صلاحية هذه المتّجات.



## \* جهد الخلية الجلفانية *Cell Potential*

# تعريف جهد الخلية الجلفانية : هو مقياس لقدرة الخلية على إنتاج تيار كهربائي ، ويقاس بوحدة الفولت ( V )

# تعريف القوة الدافعة الكهربائية : وهي القوة المتولدة بين قطبي الخلية ، مما تؤدي إلى إنتاج تيار كهربائي نتيجة دفع الإلكترونات من المصعد إلى المهبط ( عبر الموصل ، الأسلاك ) ، وذلك بسبب فرق الجهد بين القطبين

\* يزداد فرق الجهد بين القطبين بزيادة ميل كل من نصفي تفاعل التأكسد والإختزال للحدوث

\* وبالرجوع الى المثال رقم (1) صفحـ45 الخلية ( Zn – Cu ) السابقة ، كان الخارصين أكثر نشاطا من النحاس ( بناء على سلسلة النشاط الكيميائي ) ، فهو أكثر ميلا للتأكسد من النحاس :

مما يولد قوة دافعة كهربائية تدفع الإلكترونات إلى الحركة من قطب الخارصين Zn (المصعد) إلى قطب النحاس Cu (المهبط) : حيث أن أيونات النحاس  $Cu^{+2}$  أكثر ميلا للإختزال .

\* ويعبر عن :

- ميل نصف تفاعل الإختزال للحدوث ( بجهد الإختزال ) ، ويرمز له بالرمز ( E reduction )

- وميل نصف تفاعل التأكسد للحدوث ( بجهد التأكسد ) ، ويرمز له بالرمز ( E oxidation )

\* يكون نصف الخلية التي يحدث فيها تفاعل الإختزال (جهد الإختزال) أعلى من نصف الخلية التي يحدث فيها تفاعل التأكسد ، والفرق بينهم جهود الإختزال لكلا المتفاعلين = جهد الخلية ، كما يلي :

جهد الخلية = جهد الإختزال لنصف تفاعل المهبط - جهد الإختزال لنصف تفاعل المصعد

$$E_{cell} = E_{reduction}(cathode) - E_{reduction}(anode)$$

\* ويُقاس جهد الخلية في ظروف موحدة تعرف بالظروف المعيارية وهي :

1- تركيز الأيونات ( 1M )

2- ضغوط الغازات ( 1atm )

3- درجة الحرارة ( 25C° ) ، ويرمز له بـ [ E° Cell ]

$$E_{cell} = E_{reduction}(cathode) - E_{reduction}(anode)$$

ويمكن التعبير عنه باختصار كالآتي :

$$E_{cell} = E_{cathode} - E_{anode}$$

س- أذكر على ماذا تعتمد زيادة جهد الخلية ؟

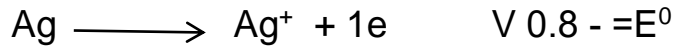
ج- تعتمد على ميل نصف تفاعل التأكسد ونصف تفاعل الإختزال للحدوث ( العلاقة طردية )

# تعريف جهد الإختزال المعياري : هو مقياس لميل نصف تفاعل الإختزال للحدوث في الظروف المعيارية

وجد أن جهد التأكسد المعياري للقطب يساوي جهد الإختزال المعياري نفسه [ ويعاكسه في الإشارة ]

$$E^0 \text{ تأكسد} = - E^0 \text{ إختزال}$$

مثال 1: إذا كان ميل نصف تفاعل الاختزال في قطب الفضة  $\text{Ag} = 0.8$  فولت ، فإن ميل نصف تفاعل التأكسد  $= 0.8 - V$  ، ويمكن تمثيل ذلك كما يلي :



مثال 2 : إذا علمت أن جهد الخلية المكونة من الخارصين  $\text{Zn}$  والنحاس  $\text{Cu}$  في الظروف المعيارية  $= 1.1 V$  ، وأن جهد الخلية المكونة من الخارصين  $\text{Zn}$  والفضة  $\text{Ag}$  في الظروف المعيارية  $= 1.56 V$  ، فإذا علمت أن الخارصين  $\text{Zn}$  في كلتا الخليتين هو المصعد فأيهما أكثر ميلا للاختزال: أيونات النحاس  $\text{Cu}^{+2}$  ، أم أيونات الفضة  $\text{Ag}^+$  ؟

الحل : بما أن جهد الخلية يعتمد على ميل أنصاف التفاعلات للحدوث ، ولأن ميل تفاعل التأكسد ثابت للخارصين  $\text{Zn}$  ، فإن الاختلاف في قيمة جهد الخلية يعتمد على جهد اختزال أيونات المهبط لذلك :

( أيونات الفضة  $\text{Ag}^+$  أكثر ميلا للاختزال من أيونات النحاس  $\text{Cu}^{+2}$  )

مثال 3: خلية غلفانية يحدث فيها التفاعل التالي :  $\text{Fe} + \text{Cu}^{+2} \longrightarrow \text{Fe}^{+2} + \text{Cu}$

احسب جهد الخلية المعياري (  $E^0$  ) علماً بأن جهد الاختزال المعياري لقطب النحاس  $= 0.34 V$  ، بينما جهد الاختزال المعياري لقطب الحديد  $= -0.44 V$  :

الحل :  $E^{\circ}_{\text{cell}} = E^{\circ}_{\text{cathode}} - E^{\circ}_{\text{anode}}$

$$= 0.34 - - 0.44$$

$$= 0.78 V$$


مثال 4 : أي العنصرين التاليين أكثر ميلا للاختزال  $\text{Cu}^{+2}$  أم  $\text{Ag}^+$  إذا علمت أن :



مثال 5 : إذا علمت أن جهد الخلية المكونة من الأقطاب (  $X$  ،  $Y$  ) في الظروف المعيارية  $= (0.57)$  فولت ، وأن جهد الخلية المكونة من الأقطاب (  $X$  ،  $W$  ) في الظروف المعيارية  $= (0.78)$  فولت ، وأن المادة  $X$  في الخليتين هي المهبط ، فأَي العنصرين (  $Y, W$  ) أكثر ميلا للتأكسد ؟

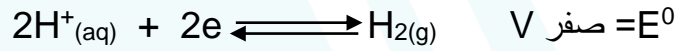
## \* جهد الاختزال المعياري *Standard Reduction Potential*

### # قطب الهيدروجين المعياري *Standard Hydrogen electrode*

وهنا لا توجد وسيلة معروفة لقياس جهد قطب منفرد ، بل إن ما نستطيع قياسه هو جهد الخلية كامله  : لذلك فكر العلماء في تحديد قطب مرجعي يمكن استخدامه مع أي قطب اخر لتكوين خلية غلفانية ، ولدى قياس جهد الخلية ومعرفة جهد القطب المرجعي يمكننا حساب جهود الأقطاب الأخرى .

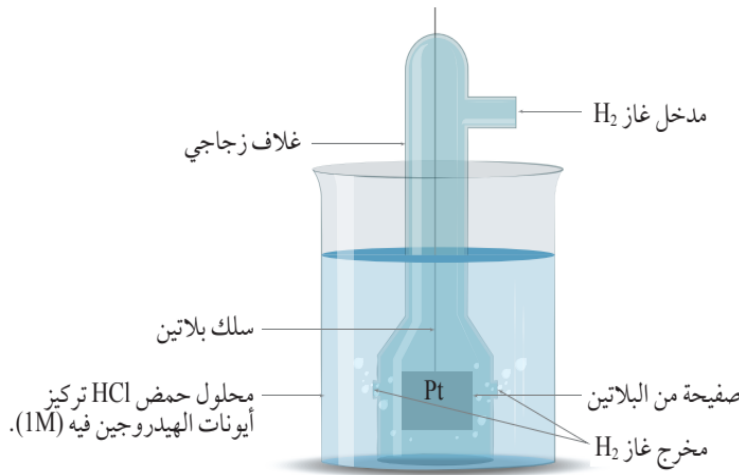
**لذلك إختار العلماء قطب مرجعي ( وهو قطب الهيدروجين المعياري ) ، وذلك لأن :**

- ج- 1- متوسطا بين العناصر في نشاطه الكيميائي
- 2- يمكن أن يستخدم كمصعد أو كمهبط حسب طبيعة القطب الاخر
- 3- ويكون مقدار جهد الاختزال المعياري له يساوي ( 0V ) ويمكن تمثيل التفاعل الذي يحدث في القطب المعياري للهيدروجين بالمعادلة التالية :



### سؤال: وضح مكونات قطب الهيدروجين المعياري ؟

- ج- 1- وعاء يحتوي على صفيحة من البلاتين ( Pt ) التي توفر سطح لحدوث التفاعل وتكون ، مغموسة في محلول حمض الهيدروكلوريك [ HCl ] ، تركيز أيونات الهيدروجين  $H^+$  فيه 1M .
- 2- ضخ غاز الهيدروجين إلى المحلول عند ضغط للغاز يساوي 1 ضغط جوي ( 1atm )
- 3- وعند درجة حرارة  $25^\circ C$  ، أنظر إلى الشكل التالي :



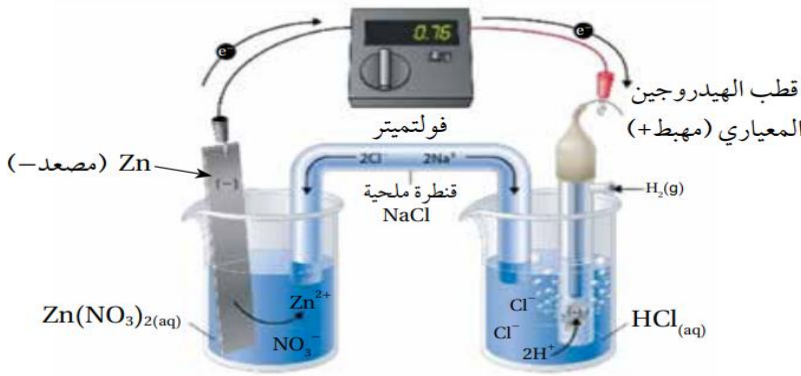
الشكل (6): قطب الهيدروجين المعياري.

**وبشير السهم المزدوج :** إلى أن نصف التفاعل منعكس ، إذ يمكن لأيونات الهيدروجين  $H^+$  أن تختزل ، كما يمكن لجزيئات الهيدروجين أن تتأكسد .

ولكن ، كيف يقاس جهد الاختزال المعياري لنصف خلية ما باستخدام قطب الهيدروجين المعياري ؟



مثال (1) : يمثل الشكل التالي خلية جلفانية قطباها من الخارصين Zn والهيدروجين H<sub>2</sub> ، أدرس الشكل جيدا ثم أجب عن الأسئلة



الشكل (7): خلية جلفانية قطباها  
الخارصين والهيدروجين  
المعياريان.

1- حدد كلا من المصعد والمهبط للخلية :

المصعد : القطب السالب وهو الخارصين Zn

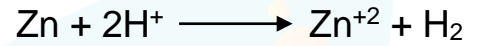
المهبط : القطب الموجب وهو الهيدروجين H<sub>2</sub>

2- اكتب معادلتين تمثلان نصفي التفاعلين الحادثين في الخلية :

نصف تفاعل التأكسد ( المصعد ) :  $Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^-$

نصف تفاعل الاختزال ( المهبط ) :  $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

3- اكتب معادلة التفاعل الكلي للخلية :



4- احسب جهد الاختزال المعياري للخارصين ، واحسب جهد التأكسد المعياري للخارصين ؟

تلاحظ من الشكل أن قراءة الفولتميتر تساوي V (0.76) وهذه القيمة تشكل E° للخلية ، وبمعرفة أن جهد اختزال الهيدروجين = (0) نستطيع حساب جهد الاختزال لقطب الخارصين المعياري كما يلي :

الحل :  $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{cathode} - E^{\circ}_{anode}$

$$0.76 = 0 - E^{\circ}_{anode}$$

$$= - 0.76 V$$

إذا جهد الاختزال المعياري للخارصين (Zn) = - 0.76 V

وأيضا جهد التأكسد المعياري للمصعد (Zn) = + 0.76 V

مثال (2):

في الخلية الجلفانية الممثلة بالرمز الاتي :  $Pt | H_2 | 2H^+ || Cu^{+2} | Cu$  إذا علمت أن جهد الخلية المعياري  $E^{\circ}_{Cell} = 0.34 V$  ، فأحسب جهد الاختزال المعياري للنحاس .

وتشير القيمة السالبة لجهد الاختزال المعياري لقطب الخارصين : أن أيونات الخارصين أقل ميلا للاختزال من أيونات الهيدروجين ، لذلك : اختزلت أيونات الهيدروجين ، وتأكسدت ذرات الخارصين في التفاعل .



مثال ( 3 ) :

إذا علمت أن التفاعل التالي يحدث في إحدى الخلايا الغلفانية :  $Zn + Cu^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Cu$

فإذا علمت أن جهد الخلية المعياري  $V 1.10 =$  ، وكان جهد الإختزال المعياري لـ ( Zn )  $V 0.76 - =$  ،  
احسب قيمة  $E^0$  لنصف التفاعل التالي :  $Cu \longrightarrow Cu^{+2} + 2e$

**\* أتتحقق :** خلية غلفانية مكونة من نصف خلية الهيدروجين  $2H^+|H_2|Pt$  ونصف خلية الكادميوم  $Cd^{+2}|Cd$  المعياريين ، أحسب جهد الإختزال المعياري للكادميوم إذا علمت أن جهد الخلية المعياري يساوي  $0.4V$  ونقصت كتلة قطب الكادميوم بعد تشغيل الخلية لفترة من الزمن ؟

## ورقة عمل 9

سؤال 1- خلية غلفانية مكونة من نصف خلية الهيدروجين  $2H^+|H_2|Pt$  ونصف خلية الذهب  $Fe^{+3}|Fe$  المعياريين ، أحسب جهد الإختزال المعياري للحديد إذا علمت أن جهد الخلية المعياري يساوي  $0.04 V$  ونقصت كتلة قطب الحديد بعد تشغيل الخلية لفترة من الزمن ؟

سؤال 2- خلية غلفانية مكونة من نصف خلية الهيدروجين  $2H^+|H_2|Pt$  ونصف خلية الفضة  $Ag^+|Ag$  المعياريين ، أحسب جهد الإختزال المعياري للفضة إذا علمت أن جهد الخلية المعياري يساوي  $0.80 V$  ونقصت كتلة قطب الهيدروجين بعد تشغيل الخلية لفترة من الزمن ؟

سؤال 3- إذا علمت أن التفاعل التالي يحدث في إحدى الخلايا الغلفانية :  $Ni + Ag^{+2} \longrightarrow Ni^{+2} + Ag$   
فإذا علمت أن :  $V 0.25 - = E^0$  ،  $Ni^{+2} + 2e \longrightarrow Ni$  ،  $V 0.8 + = E^0$  ،  $Ag^{+2} + 2e \longrightarrow Ag$   
احسب جهد الخلية المعياري ؟

# ونتيجة لاستخدام قطب الهيدروجين المعياري ، تمكن العلماء من حساب جهد الاختزال المعياري للأقطاب مختلفة ، وقد تم ترتيبها وفقا لتزايد جهود إختزالها المعيارية عند درجة حرارة 25 C°

## \* جدول جهود الاختزال المعيارية *Standard Reduction Potentials*

استخدم قطب الهيدروجين المعياري في بناء خلايا جلفانية متعددة ، ومن خلال قياس جهودها المعيارية حسبت جهود الاختزال المعيارية للأقطاب المختلفة التي استخدمت فيها

- واتفق الكيميائيون على كتابة أنصاف التفاعلات على شكل أنصاف تفاعل اختزال في الاتجاه الأمامي وترتيبها وفقا لتزايد جهود الاختزال المعيارية في جدول سمي جدول جهود الاختزال المعيارية ، عند درجة حرارة 25°C

| نصف تفاعل الاختزال   |                    |                 |                 |                                      | E° (V)   |      |
|--|--------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|--|------|
| Li <sup>+</sup> <sub>(aq)</sub>                              | +                  | e <sup>-</sup>  | ⇌               | Li <sub>(s)</sub>                    | -3.05  |      |
| K <sup>+</sup> <sub>(aq)</sub>                               | +                  | e <sup>-</sup>  | ⇌               | K <sub>(s)</sub>                     | -2.92  |      |
| Ca <sup>2+</sup> <sub>(aq)</sub>                             | +                  | 2e <sup>-</sup> | ⇌               | Ca <sub>(s)</sub>                    | -2.76  |      |
| Na <sup>+</sup> <sub>(aq)</sub>                              | +                  | e <sup>-</sup>  | ⇌               | Na <sub>(s)</sub>                    | -2.71  |      |
| Mg <sup>2+</sup> <sub>(aq)</sub>                             | +                  | 2e <sup>-</sup> | ⇌               | Mg <sub>(s)</sub>                    | -2.37  |      |
| Al <sup>3+</sup> <sub>(aq)</sub>                             | +                  | 3e <sup>-</sup> | ⇌               | Al <sub>(s)</sub>                    | -1.66  |      |
| Mn <sup>2+</sup> <sub>(aq)</sub>                             | +                  | 2e <sup>-</sup> | ⇌               | Mn <sub>(s)</sub>                    | -1.18  |      |
| 2H <sub>2</sub> O <sub>(l)</sub>                             | +                  | 2e <sup>-</sup> | ⇌               | 2OH <sup>-</sup> + H <sub>2(g)</sub> | -0.83  |      |
| Zn <sup>2+</sup> <sub>(aq)</sub>                             | +                  | 2e <sup>-</sup> | ⇌               | Zn <sub>(s)</sub>                    | -0.76  |      |
| Cr <sup>3+</sup> <sub>(aq)</sub>                             | +                  | 3e <sup>-</sup> | ⇌               | Cr <sub>(s)</sub>                    | -0.73  |      |
| Fe <sup>2+</sup> <sub>(aq)</sub>                             | +                  | 2e <sup>-</sup> | ⇌               | Fe <sub>(s)</sub>                    | -0.44  |      |
| Cd <sup>2+</sup> <sub>(aq)</sub>                             | +                  | 2e <sup>-</sup> | ⇌               | Cd <sub>(s)</sub>                    | -0.40  |      |
| Co <sup>2+</sup> <sub>(aq)</sub>                             | +                  | 2e <sup>-</sup> | ⇌               | Co <sub>(s)</sub>                    | -0.28  |      |
| Ni <sup>2+</sup> <sub>(aq)</sub>                             | +                  | 2e <sup>-</sup> | ⇌               | Ni <sub>(s)</sub>                    | -0.23  |      |
| Sn <sup>2+</sup> <sub>(aq)</sub>                             | +                  | 2e <sup>-</sup> | ⇌               | Sn <sub>(s)</sub>                    | -0.14  |      |
| Pb <sup>2+</sup> <sub>(aq)</sub>                             | +                  | 2e <sup>-</sup> | ⇌               | Pb <sub>(s)</sub>                    | -0.13  |      |
| Fe <sup>3+</sup> <sub>(aq)</sub>                             | +                  | 3e <sup>-</sup> | ⇌               | Fe <sub>(s)</sub>                    | -0.04  |      |
| 2H <sup>+</sup> <sub>(aq)</sub>                              | +                  | 2e <sup>-</sup> | ⇌               | H <sub>2(g)</sub>                    | 0.00   |      |
| Cu <sup>2+</sup> <sub>(aq)</sub>                             | +                  | 2e <sup>-</sup> | ⇌               | Cu <sub>(s)</sub>                    | 0.34   |      |
| I <sub>2(s)</sub>  | +                  | 2e <sup>-</sup> | ⇌               | 2I <sup>-</sup> <sub>(aq)</sub>      | 0.54   |      |
| Fe <sup>3+</sup> <sub>(aq)</sub>                             | +                  | e <sup>-</sup>  | ⇌               | Fe <sup>2+</sup> <sub>(aq)</sub>     | 0.77   |      |
| Ag <sup>+</sup> <sub>(aq)</sub>                              | +                  | e <sup>-</sup>  | ⇌               | Ag <sub>(s)</sub>                    | 0.80   |      |
| Hg <sup>2+</sup> <sub>(aq)</sub>                             | +                  | 2e <sup>-</sup> | ⇌               | Hg <sub>(l)</sub>                    | 0.85   |      |
| Br <sub>2(l)</sub>   | +                  | 2e <sup>-</sup> | ⇌               | 2Br <sup>-</sup> <sub>(aq)</sub>     | 1.07   |      |
| O <sub>2(g)</sub>  | + 4H <sup>+</sup>  | +               | 4e <sup>-</sup> | ⇌                                    | 2H <sub>2</sub> O <sub>(l)</sub>                                     | 1.23 |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> <sub>(aq)</sub> | + 14H <sup>+</sup> | +               | 6e <sup>-</sup> | ⇌                                    | 7H <sub>2</sub> O <sub>(l)</sub> + 2Cr <sup>3+</sup> <sub>(aq)</sub> | 1.33 |
| Cl <sub>2(g)</sub>   |                    | +               | 2e <sup>-</sup> | ⇌                                    | 2Cl <sup>-</sup> <sub>(aq)</sub>                                     | 1.36 |
| Au <sup>3+</sup> <sub>(aq)</sub>                             |                    | +               | 3e <sup>-</sup> | ⇌                                    | Au <sub>(s)</sub>  | 1.5  |
| MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> <sub>(aq)</sub>                | + 8H <sup>+</sup>  | +               | 5e <sup>-</sup> | ⇌                                    | 4H <sub>2</sub> O <sub>(l)</sub> + Mn <sup>2+</sup> <sub>(aq)</sub>  | 1.51 |
| F <sub>2(g)</sub>  |                    | +               | 2e <sup>-</sup> | ⇌                                    | 2F <sup>-</sup> <sub>(aq)</sub>                                      | 2.87 |

تزداد قوة المؤكسدة

تزداد قوة المختزلة

أي يحدث لها تأكسد

أي يحدث لها اختزال

## Note

- (1)- الأكبر جهد إختزال يحدث له إختزال
- (2)- كلما كانت قيمة جهد الاختزال المعياري ( $E^0$ ) **أقل** يزداد ميل العنصر للتأكسد ، لذلك تزداد قوته كعامل مختزل ( وتقل قوته كعامل مؤكسد )
- (3)- كلما كانت قيمة جهد الاختزال المعياري ( $E^0$ ) **أعلى** يزداد ميل الأيون للإختزال ، لذلك تزداد قوته كعامل مؤكسد ( وتقل قوته كعامل مختزل )

## # ملخص هام جدا جدا ( حفظ ) #

- (1)- تتفاعل ( تذوب ) بعض الفلزات في محلول مخفف لحمض الهيدروكلوريك (HCl) وينطلق غاز الهيدروجين ( $H_2$ ) ← إذا كان قيمة جهد الاختزال المعياري ( $E^0$ ) للفلزات **أقل** من صفر [ - ]
- (2)- يجوز حفظ محلول لملح أيوني في وعاء فلزي بشرط أن تكون ← قيمة جهد الاختزال المعياري للوعاء الفلزي **أكبر** من جهد إختزال المحلول الأيوني
- (3)- للحصول على **أعلى** فرق جهد لخليه غلفانيه نأخذ قطبين أحدهما يكون له ← **أعلى** قيمة ( $E^0$ ) ، والاخر له **أقل** قيمة ( $E^0$ ) في جهود الإختزال بشرط أن تكون فلزات .
- (4)- أما للحصول على خليه غلفانيه لها **أقل** فرق جهد ← نأخذ قطبين يكون الفرق بين قيم جهود الاختزال أقل شيء
- (5)- يجوز التحريك بملعقه أو سلك فلزي لمحلول أيوني ← إذا كان جهد اختزال الملعقه أو السلك الفلزي **أكبر** من جهد الاختزال للمحلول الأيوني
- (6)- العنصر الذي يقع فوق **لا يحل** مكان العنصر يلي تحت في الجدول صفحة 57
- (7)- العنصر الذي يقع تحت **يحل** مكان العنصر يلي فوق في الجدول صفحة 57
- (8)- العنصر يلي **فوق** ييختزل يلي تحت
- (9)- العنصر يلي **تحت** بأكسد العنصر يلي فوق
- (10)- عندما يذكر السؤال ما العنصر الذي **يؤكسد** ( عنصر ) **ويختزل** (عنصر آخر) : يكون الجواب العنصر الذي يقع بينهم .

### أقسام درس جدول جهود الاختزال المعيارية

( أ ) - حساب جهد الخلية المعياري

( ب ) - التنبؤ بتلقائية حدوث تفاعلات التأكسد والاختزال

( ج ) - مقارنة قوة العوامل المؤكسدة والمختزلة

**Note** : وهنا قيمة جهد الخلية ( $E^0$ ) لا تتأثر عند ضرب المعادلة بعدد صحيح عند موازنة المعادلة : علل ذلك :

ج- لأن جهود الاختزال من **الخواص النوعية للمادة** (أي أنه يعتمد على نوع المادة وليس على كمية المادة ( عدد المولات ) .

## ( أ ) - حساب جهد الخلية المعياري

بمعرفة جهود الاختزال المعيارية للأقطاب المكونة للخلية الجلفانية يمكن حساب جهد الخلية المعياري حسب المعادلة التالية :

$$E_{\text{cell}} = E(\text{cathode}) - E(\text{anode})$$

مثال 1- أحسب جهد الخلية المعياري للخلية الجلفانية التي يحدث فيها التفاعل الآتي :



علما بأن  $E^\circ$  اختزال  $\text{Co}^{+2} = -0.28 \text{ V}$  و  $E^\circ$  اختزال  $\text{Fe}^{+2} = -0.44 \text{ V}$

مثال 2- خلية جلفانية مكونة من نصف خلية الفضة  $\text{Ag}^+ | \text{Ag}$  ونصف خلية المغنيسيوم  $\text{Mg} | \text{Mg}^{+2}$  في الظروف المعيارية ، بالرجوع الى جدول جهود الاختزال المعيارية لكل منها نجد أن  $E^\circ$  اختزال  $\text{Ag}^+ = 0.80$  و  $E^\circ$  اختزال  $\text{Mg} = -2.37 \text{ V}$  ، أكتب المعادلة الكلية الموزونة للتفاعل ، و أحسب جهد الخلية المعياري ؟

مثال 3- احسب الجهد المعياري (  $E^\circ_{\text{cell}}$  ) لخلية غلفانية يحدث فيها التفاعل التالي :



فإذا علمت أن :  $E^\circ$  اختزال الفضة  $= +0.80 \text{ V}$  ،  $E^\circ$  اختزال النحاس  $= +0.34 \text{ V}$

مثال 4- مستعينا بالجدول السابق صفحة 57 احسب قيمة الجهد المعياري لخلية غلفانية قطباها من الألمنيوم  $\text{Al}$  والنحاس  $\text{Cu}$  ويحدث فيها التفاعل التالي :  $2\text{Al} + 3\text{Cu}^{+2} \longrightarrow 2\text{Al}^{+3} + 3\text{Cu}$

مثال 5- اذا علمت أن التفاعل التالي يحدث في احدى الخلايا الغلفانية :  $Ni + Ag^{+2} \longrightarrow Ni^{+2} + Ag$

فإذا علمت أن :  $E^0 = -0.25 V$   $Ni^{+2} + 2e \longrightarrow Ni$

، احسب جهد الخلية المعياري ؟  $Ag^{+2} + 2e \longrightarrow Ag$   $E^0 = +0.8 V$

مثال 6- احسب جهد التأكسد ، وجهد الاختزال لعنصر النحاس ( Cu ) ، إذا علمت أن الإلكترونات تنتقل في الخلية من قطب الهيدروجين المعياري إلى قطب النحاس وكانت قراءة الفولتميتر ( جهد الخلية المعياري ) =  $0.34 V$  ؟

مثال 7- اذا علمت أن التفاعل التالي يحدث في احدى الخلايا الغلفانية :  $Zn + Cu^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Cu$

فإذا علمت أن جهد الخلية المعياري  $= 1.10 V$  ، وكان جهد الاختزال المعياري لـ ( Zn )  $= -0.76 V$  ، احسب قيمة  $E^0$  لنصف التفاعل التالي :  $Cu \longrightarrow Cu^{+2} + 2e$

مثال 8 - اخر رمز الإجابة الصحيحة في كل فقرة مما يأتي ،

1- أحد أنصاف التفاعلات الاتيه يحتاج إلى عامل مؤكسد هو :

أ-  $NO \longrightarrow NO_3^-$  ب-  $CL_2 \longrightarrow 2CL^-$  ج-  $MnO_4^- \longrightarrow Mn^{+2}$  د-  $S \longrightarrow S^{-2}$

2- أعلى عدد تأكسد للنيتروجين ( N ) يكون في :

أ-  $NO_3^-$  ب-  $N_2O_3$  ج-  $N_2O_4$  د-  $NO$

3- نصف التفاعل الذي يمثل عملية اختزال هو :

أ-  $S_8 \longrightarrow SO_2$  ب-  $SO_2 \longrightarrow SO_3$  ج-  $SO_3 \longrightarrow H_2S$  د-  $H_2S \longrightarrow S_8$

4- العامل المختزل في المعادلة الاتيه :  $As_2O_3 + NO_3^- \xrightarrow{H^+} H_3AsO_4 + NO$  هو :

أ-  $NO_3^-$  ب-  $As_2O_3$  ج-  $H_3AsO_4$  د-  $NO$

5- عند اختزال أيون  $MnO_4^-$  إلى  $MnO_2$  فإن التغير في عدد تأكسد ( Mn ) يساوي :

أ- 3 ب- 4 ج- 5 د- 7

6- خلية غلفانية افتراضية قطباها  $M/Z$  والأيون  $M^{+2}$  أقوى كعامل مؤكسد من الأيون  $Z^{+2}$  وقيمة  $E^0 = Z^{+2} - 0.4$  فولت ، ،  $E^0_{cell} = +1.20 V$  ، فإن قيمة  $E^0$   $M^{+2}$  تساوي :

أ  $+0.80$  ب  $-0.80$  ج  $-1.60$  د  $+1.60$

7- في نصف التفاعل  $I_2 \xrightarrow{H^+} IO_3^-$  فإن عدد مولات الإلكترونات اللازمة لموازنته تساوي :

- أ- 3      ب- 4      ج- 5      د- 10

8- إذا علمت أنه يمكن تحريك محلول كبريتات الفلز X بملعقة من الفلز Y ولا يمكن تحريك محلول كبريتات الفلز Z بنفس الملعقة ، فإن الترتيب الصحيح لأيونات الفلزات وفق قوتها كعوامل مؤكسدة هو :

- أ-  $Y^{+2} < X^{+2} < Z^{+2}$       ب-  $Z^{+2} < Y^{+2} < X^{+2}$       ج-  $Z^{+2} < X^{+2} < Y^{+2}$       د-  $X^{+2} < Y^{+2} < Z^{+2}$

9- المادة التي تسبب في اختزال غيرها في التفاعل ، هي :

- أ- عامل مختزل      ب- عامل مؤكسد      ج- يحدث لها اختزال      د- يقل عدد تأكسدها

10- عدد تأكسد ذرة الأكسجين يساوي (2+) في المركب :

- أ-  $H_2O_2$       ب-  $HClO$       ج-  $OF_2$       د-  $H_2O$

# أتتحق :

خلية جلفانية مكونة من نصف خلية الكروم  $Cr^{+3}|Cr$  ونصف خلية النحاس  $Cu^{+2}|Cu$  المعياريين ، بالرجوع إلى جهود الاختزال المعيارية لكل منهما في الجدول صفحة 57 ، أحسب جهد الخلية المعياري ؟

## ورقة عمل 10

سؤال 1: إذا علمت أن التفاعل التالي يحدث في إحدى الخلايا الغلفانية :  $Cu^{+2} + Ni \longrightarrow Cu + Ni^{+2}$

فإذا علمت أن :  $E^0 = -0.25 \text{ V}$   $Ni^{+2} + 2e \longrightarrow Ni$

$Cu^{+2} + 2e \longrightarrow Cu$   $E^0 = +0.34 \text{ V}$  ، احسب جهد الخلية المعياري ؟

سؤال 2: تختزل أيونات النحاس بواسطة ( Fe ) وفق المعادلة التالية :  $Fe + Cu^{+2} \longrightarrow Fe^{+2} + Cu$

فإذا علمت أن قيمة (  $E^0$  للخلية )  $+0.78 \text{ V}$  ، وأن جهد الاختزال المعياري للنحاس  $= +0.34 \text{ V}$  ، فما قيمة  $E^0$  لنصف التفاعل التالي :  $Fe \longrightarrow Fe^{+2} + 2e$

سؤال 3: تم تكوين خلية غلفانية في الظروف المعيارية ، قطباها من الفضة والهيدروجين وقد وجد أن قيمة  $E^0$  للخلية  $= +0.80 \text{ V}$

فإذا علمت أن قطب الفضة هو القطب الموجب في الخلية ، احسب جهد الاختزال المعياري للفضة؟

## 62

**Note :** في المثال رقم ( 2 + 3 ) وهو تفاعل أو عدم تفاعل الفلز مع ( حمض الهيدروكلوريك HCL ) وتريد الحساب على القانون : يكون  $H_2$  عند المهبط دائما : أي يحدث له اختزال .

**مثال 2-** أفسر : يتفاعل فلز النيكل Ni مع محلول حمض الهيدروكلوريك HCL وينطلق غاز الهيدروجين ، علما أن :  $V 0 = H^+ E^\circ$  ،  $V 0.23- = Ni E^\circ$

**مثال 3-** أفسر : لا يتفاعل فلز النحاس Cu مع محلول حمض الهيدروكلوريك HCL ، ولا ينطلق غاز الهيدروجين ، علما أن  $V 0.34 = Cu E^\circ$  ،  $V 0.00 = H_2 E^\circ$

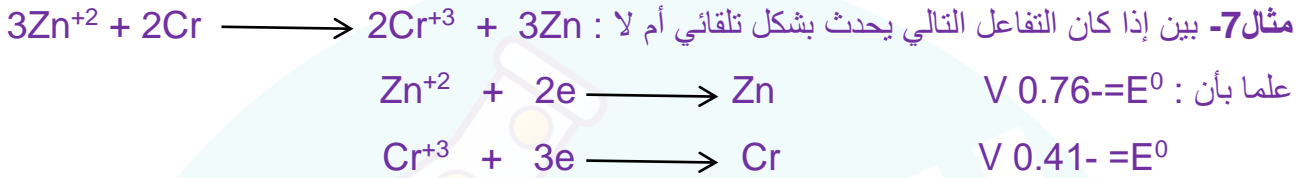
\* ويمكن أيضا استخدام جهود الإختزال المعيارية للتنبؤ بإمكانية تفاعل الفلزات أو اللافلزات مع محاليل الأملاح ، كما في الأمثلة الآتية :

**مثال 4-** هل يمكن تحريك محلول نترات الفضة  $AgNO_3$  بملعقة من الكروم Cr ، علما أن :  $V 0.8 = Ag E^\circ$  ،  $V 0.73- = Cr E^\circ$  ؟

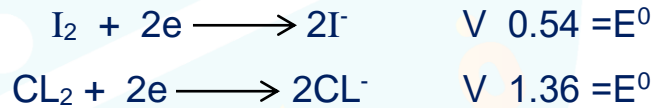
**مثال 5-** هل يمكن حفظ محلول نترات المغنيسيوم  $Mg(NO_3)_2$  بوعاء من القصدير ، علما أن :  $V 2.37- = Mg E^\circ$  ،  $V 0.14- = Sn E^\circ$  ؟



مثال 6- هل يمكن تحضير البروم  $Br_2$  من محلول بروميد البوتاسيوم  $KBr$  باستخدام اليود  $I_2$  ، علما أن :  
 $0.54 V = I_2 E^\circ$  ،  $1.07 V = Br_2 E^\circ$  ؟

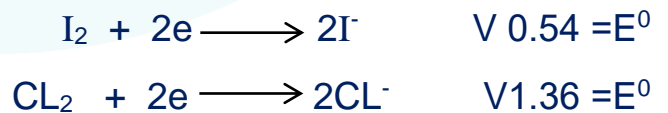


مثال 8- هل يحل اليود ( $I_2$ ) محل أيونات الكلور ( $Cl^-$ ) تلقائيا علما بأن :



{ العنصر الذي يقع فوق لا يحل مكان العنصر يلي تحت في الجدول صفحة 57 }

مثال 9- هل يحل الكلور ( $Cl_2$ ) محل أيونات اليود ( $I^-$ ) تلقائيا علما بأن :



{ العنصر الذي يقع تحت يحل مكان العنصر يلي فوق في الجدول صفحة 57 }

مثال 10- هل يمكن حفظ كبريتات الخارصين في وعاء مصنوع من مادة الألمنيوم ، فسر ذلك : علما بأن



مثال 11- بالرجوع إلى الجدول صفحة 57 استخدم قيم  $E^0$  لتحديد إمكانية حدوث تفاعل عند وضع الفلزات الاتية ( الفضة Ag ، النيكل Ni ) في محلول حمض HCL المخفف ؟

مثال 12- أيهما تختار لحفظ محلول كبريتات الخارصين  $\text{ZnSO}_4$  في وعاء من النحاس أم وعاء من الألمنيوم؟ فسر إجابتك ، علما بأن  $E^0 \text{Zn} = 0.76$  ،  $E^0 \text{Cu} = 0.34$  ،  $E^0 \text{AL} = 1.66$  ؟

# أتتحقق :

باستخدام جدول جهود الاختزال المعيارية أجيب عن الأسئلة الاتية :

1- أتوقع : هل يمكن حفظ محلول كبريتات الحديد  $\text{FeSO}_4$  في وعاء من الألمنيوم AL ؟ أبرر إجابتي .

2- أتوقع : هل يمكن حفظ محلول نترات المغنيسيوم  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  بوعاء من القصدير Sn ؟ أبرر إجابتي .

ورقة عمل 11

سؤال 1: هل يمكن تحريك محلول نترات الفضة  $\text{AgNO}_3$  بملعقة من القصدير Sn ؟ علما بأن



سؤال 2: هل يمكن حفظ محلول كبريتات المغنيسيوم  $MgSO_4$  في وعاء من الكروم  $Cr$  ؟ علما بأن

$$E^0 \text{ لـ } Mg = -2.37 , E^0 \text{ لـ } Cr = -0.73$$

سؤال 3: احسب قيمة الجهد المعياري للتفاعل التالي :  $Zn + Cd^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Cd$

علما بأن :  $E^0 \text{ لـ } Zn = -0.76$  ،  $E^0 \text{ لـ } Cd = -0.40$   $Cd^{2+} + 2e \longrightarrow Cd$

سؤال 4: هل يحدث هذا التفاعل تلقائيا :  $Zn^{2+} + Cu \longrightarrow Zn + Cu^{2+}$  علما بأن :

$$E^0 \text{ لـ } Zn = -0.76 , E^0 \text{ لـ } Cu = +0.34 \quad Cu^{2+} + 2e \longrightarrow Cu$$

وإذا كان التفاعل غير تلقائي ، وضح كيف يمكن أن نجعله تلقائي ؟

سؤال 5 : تمثل المعادلة الاتية للتفاعل الذي يحدث في احدى الخلايا الجلفانية :  $Zn + Ni^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Ni$

فإذا علمت أن  $E^0$  للخلية  $= +0.51V$  ، وأن جهد الاختزال للخارصين  $Zn = -0.76V$  فأجب عما يلي :

1- أي القطبين مصعد وأيها مهبط وما شحنة كل منهما :

2- احسب  $E^0$  لنصف التفاعل التالي :  $Ni^{2+} + 2e \longrightarrow Ni$

3- أكتب رمز الخلية الجلفانية ؟

4- هل يمكن حفظ محلول كبريتات الخارصين  $ZnSO_4$  في وعاء من النيكل  $Ni$  ؟

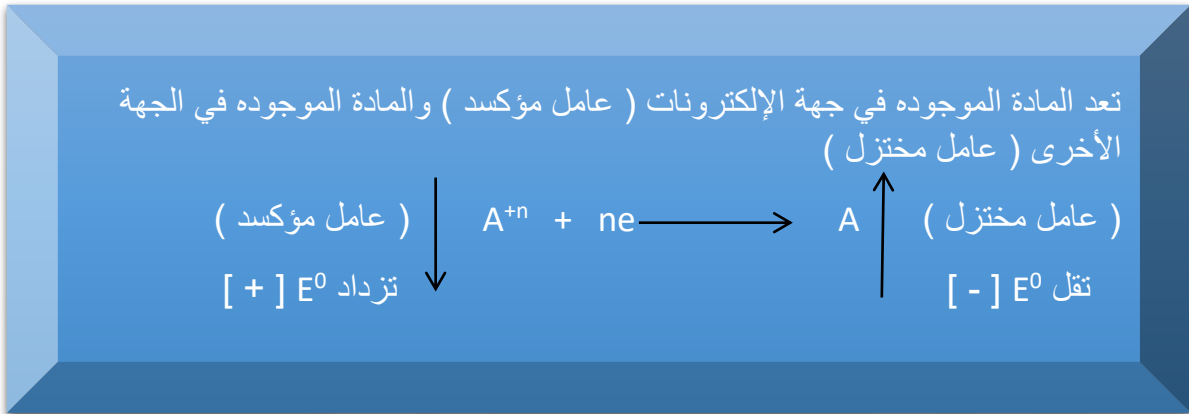
5- أي العنصرين (  $Zn$  أم  $Ni$  ) يتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك  $HCl$  وينطلق غاز الهيدروجين  $H_2$  ؟

6- هل يمكن تحريك محلول من الخارصين  $Zn$  بملعقة من النيكل  $Ni$  ؟

7- هل يحل عنصر الخارصين (  $Zn^{2+}$  ) محل أيونات النيكل (  $Ni$  ) ؟

## ( ج - ) مقارنة قوة العوامل المؤكسدة والمختزلة :

تتفاوت كل من العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة في قوتها ، ويمكن إستخدام الجدول صفحـ 57 لـ مقارنة قوة كل من العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة



1- كلما زادت قيمة جهد الاختزال المعياري : أصبحت المادة أكثر ميلا للإختزال في التفاعل أي تزداد قوتها كعامل مؤكسد .

2- وكلما قلت قيمة جهد الاختزال المعياري : أصبحت المادة أكثر ميلا للتأكسد في التفاعل أي ستزداد قوتها كعامل مختزل .

مثال 1 : حدد العامل المؤكسد والمختزل في التفاعل التالي :  $Zn^{+2} + 2e \longrightarrow Zn$

الحل : العامل المؤكسد :  $Zn^{+2}$

العامل المختزل : Zn

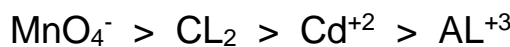
مثال 2 : أستعن بجدول جهود الاختزال المعيارية ، وأرتب المواد الاتية تصاعديا وفق قوتها كعوامل مؤكسدة في

الظروف المعيارية :  $CL_2$  ،  $Cd^{+2}$  ،  $MnO_4^-$  ،  $AL^{+3}$

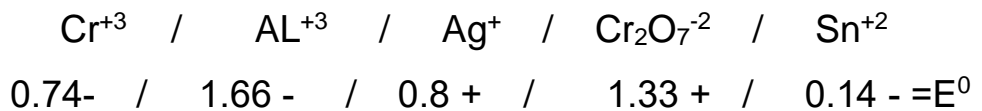
| نصف تفاعل الاختزال                                       | $E^0(V)$ |
|--|----------|
| $AL^{+3} + 3e \rightleftharpoons AL$                     | - 1.66   |
| $Cd^{+2} + 2e \rightleftharpoons Cd$                     | - 0.40   |
| $CL_2 + 2e \rightleftharpoons 2CL^-$                     | 1.36     |
| $MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightleftharpoons Mn^{+2} + 4H_2O$ | 1.51     |

الحل:

بالعودة إلى جدول جهود الاختزال المعيارية ، أختار أنصاف التفاعلات للمواد السابقة ، وأرتبها وفق تزايد جهود الاختزال المعيارية ، فيكون أعلى يسار الجدول أضعف عامل مؤكسد له أقل جهد اختزال معياري ، أي أن أيونات الألمنيوم  $AL^{+3}$  أضعف عامل مؤكسد ، وأن  $MnO_4^-$  أعلى جهد اختزال معياري ، أي أنه أقوى عامل مؤكسد ، أما ترتيب المواد حسب قوتها كعوامل مؤكسدة ، فهو :



مثال 3 : رتب المواد التالية تصاعديا وفق قوتها كعوامل مؤكسدة :



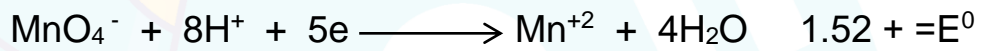
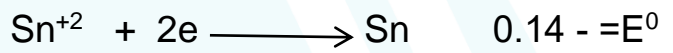
مثال 4: أستعن بجدول جهود الاختزال المعيارية ، ثم أجب عن الأسئلة الآتية :

1- أرتب المواد الآتية تصاعديا وفق قوتها كعوامل مختزلة في الظروف المعيارية :  $Ag, k, I^-, Co$

2- هل يمكن لأيونات الكوبلت  $Co^{+2}$  أكسدة أيونات اليوديد  $I^-$  ؟ أفسر إجابتي .

| نصف تفاعل الاختزال                     | $E^0 (V)$ |
|--|-----------|
| $K^+ + e^- \rightleftharpoons K$       | -2.92     |
| $Co^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Co$ | -0.28     |
| $I_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-$   | 0.54      |
| $Ag^+ + e^- \rightleftharpoons Ag$     | 0.80      |

مثال 5: رتب المواد الآتية حسب قوتها كعوامل مؤكسدة ، وعوامل مختزلة تصاعديا ، علما بأن :



مثال 6: مستعينا بالجدول صفحة 57 أجب عن الأسئلة التالية :

\* حدد العبارات الصحيحة فيما يأتي :

( 8 ) - العنصر يلي فوق بيختزل يلي تحت

أ-  $H_2$  يستطيع إختزال  $Ag^+$

$E^0$  صفر 0.80 ( الجملة صحيحة )

ب-  $Au$  يستطيع إختزال  $Cu^{+2}$

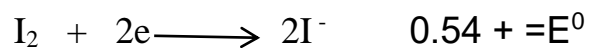
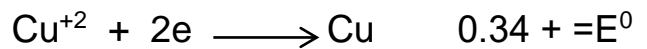
$E^0$  1.5 0.34 ( الجملة غير صحيحة )

ج-  $Pb^{+2}$  يستطيع أكسدة  $Ni$

$E^0$  0.13- 0.23- ( الجملة صحيحة )

( 9 ) - العنصر يلي تحت بأكسد العنصر يلي فوق

مثال 7: ما العنصر الذي يستطيع أكسدة النحاس (  $Cu$  ) ، ولا يستطيع أكسدة أيونات الحديد (  $Fe^{+2}$  ) مع ذكر السبب، علما بأن :



## أسئلة نارية مع أبودية

### سؤال 1-

| نصف تفاعل الاختزال                                       | $E^{\circ}$ (V) |
|--|-----------------|
| $\text{Cr}^{3+} + 3e^{-} \rightleftharpoons \text{Cr}$   | -0.73 V         |
| $\text{Cl}_2 + 2e^{-} \rightleftharpoons 2\text{Cl}^{-}$ | +1.36 V         |
| $\text{Ni}^{2+} + 2e^{-} \rightleftharpoons \text{Ni}$   | -0.23 V         |
| $\text{Pb}^{2+} + 2e^{-} \rightleftharpoons \text{Pb}$   | -0.13 V         |

أدرس جهود الاختزال المعيارية في الجدول، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

- 1- أحدد أقوى عامل مؤكسد.
- 2- أحدد أقوى عامل مختزل.
- 3- هل يستطيع النيكل  $\text{Ni}$  اختزال جزيئات الكلور  $\text{Cl}_2$ ؟ أفسر إجابتي.
- 4- هل تستطيع أيونات الكروم  $\text{Cr}^{3+}$  أكسدة الرصاص  $\text{Pb}$ ؟ أفسر إجابتي.

### سؤال 2- عند دراسة الفلزات ذات الرموز الافتراضية وأيوناتها الثنائية الموجبة $X, L, M, Y, W, Q$ وجد انه:

- \* يسري التيار من  $L$  الى  $X$  في الخلية الغلفانية المكونه منها
  - \* لا يحفظ محلول أيونات  $Y$  في وعاء من  $Q$
  - \* لا تذوب  $Q$  ، و  $W$  في حمض  $\text{HCl}$  المخفف بينما يذوب  $X$  فيه
  - \* تقل كتلة  $Q$  في الخلية الغلفانية المكونه من  $Q$  ، و  $W$
  - \*  $Y$  هو المصعد في الخلية الغلفانية المكونه من  $Y$  و  $W$
- أجب عن الأسئلة الآتية :

- 1- هل يمكن حفظ أيونات  $Q$  في وعاء من  $X$  ؟
- 2- اكتب التفاعل الكلي للخلية الغلفانية المكونه من  $Q$  و  $W$  ؟
- 3- أي القطبين يمثل المهبط في الخلية الغلفانية المكونه من  $Y$  و  $X$  ؟
- 4- أي القطبين تزداد كتلته في الخلية الغلفانية المكونه من  $X$  و  $W$  ؟
- 5- حدد الفلزان اللذان يكونان خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد ؟
- 6- هل يحدث التفاعل  $Q + L^{2+} \longrightarrow Q^{2+} + L$  تلقائيا ؟

**سؤال 3-** تم إجراء سلسلة تجارب على الفزات ( A ، Q ، X ، D ) ولوحظ ما يلي :

- \* ترسبت ذرات A عند وضع قطعة من D في محلول يحتوي  $A^{+2}$
  - \* يتصاعد غاز  $H_2$  عند وضع سلك من مادة Q في محلول HCL المخفف
  - \* عند تحريك محلول يحتوي على  $Q^{+2}$  بملقه من A ترسبت ذرات Q
  - \* لا يتفاعل سلك من X في محلول HCL المخفف
- إعتامدا على الملاحظات ، اجب عما يلي :

- 1- في خليه غلفانية قطباها من A و D أي القطبين تزداد كتلته ؟
- 2- هل يمكن حفظ محلول أحد أملاح Q في وعاء مصنوع من مادة D ؟
- 3- هل تستطيع أيونات  $X^{+2}$  أكسدة ذرات العنصر A ؟
- 4- في خلية غلفانية قطباها X و Q ما اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك ؟
- 5- في خلية غلفانية قطباها Q و a أيهما يمثل المهبط ؟
- 6- حدد الفلزين اللذان يكونان خلية غلفانية لها أعلى فرق جهد ؟

**سؤال 4-** أدرس الجدول الاتي ، ثم اجب عن الأسئلة التي تليه :

| المادة                    | $I_2$ | $Cu^{+2}$ | $AL^{+3}$ | $Zn^{+2}$ | $Ni^{+2}$ | $Ag^{+}$ | $H_2O$ | $Fe^{+2}$ |
|---------------------------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|--------|-----------|
| جهد الاختزال المعيارى (V) | 0.54  | 0.34      | 1.66-     | 0.76-     | 0.25-     | 0.80     | 0.83-  | 0.44-     |

- 1- حدد العامل المؤكسد الأقوى ؟
- 2- أيهما يستطيع تحرير الهيدروجين من محلول HCL المخفف ( Ni أم Cu ) ؟
- 3- هل يمكن حفظ محلول  $CuSO_4$  في وعاء من الخارصين ؟
- 4- حدد الفلزين اللذين يكونان خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد ؟
- 5- هل تستطيع أيونات الألمنيوم أكسدة النيكل ؟
- 6- أكتب التفاعل الكلي للخلية الغلفانية المكونه من Ni و Zn ؟
- 7- ما قيمة جهد الخلية المعيارى للخلية المكونه من Cu و Ag ؟
- 8- أي القطبين تزداد كتلته في الخلية الغلفانية المكونه من Cu و AL ؟

**سؤال 5 -** الجدول التالي يبين جهود الاختزال المعيارية لعدد من أنصاف التفاعلات ، وقيم جهود الاختزال المعيارية لها

| V °E  | نصف تفاعل الاختزال                                       |
|-------|--|
| 0.34  | $\text{Cu}^{+2} + 2\text{e} \longrightarrow \text{Cu}$   |
| 0.40- | $\text{Cd}^{+2} + 2\text{e} \longrightarrow \text{Cd}$   |
| 0.76- | $\text{Zn}^{+2} + 2\text{e} \longrightarrow \text{Zn}$   |
| 0.80  | $\text{Ag}^{+} + \text{e} \longrightarrow \text{Ag}$     |
| 0.25- | $\text{Ni}^{+2} + 2\text{e} \longrightarrow \text{Ni}$   |
| 1.36  | $\text{Cl}_2 + 2\text{e} \longrightarrow 2\text{Cl}^{-}$ |

اعتمادا على الجدول أجب عما يلي :

- 1- حدد العامل المختزل الأقوى ؟
- 2- حدد المصعد في الخلية الغلفانية التي قطباها (Ni و Cd) ؟
- 3- أيهما يستطيع تحرير الهيدروجين من محلول حمض HCL المخفف ( Cu أم Ni ) ؟
- 4- حدد الفلزين اللذين يكونان خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد
- 5- ما قيمة جهد الخلية المعياري للخلية الغلفانية المكونة من قطبي ( Zn و Cd ) ؟
- 6- أي القطبين تقل كتلته في الخلية الغلفانية المكونة من قطبي ( Cu و Ag ) ؟
- 7- هل يمكن تحريك محلول  $\text{CdSO}_4$  بملعقه من Cu ؟
- 8- هل تستطيع أيونات  $\text{Cd}^{+2}$  أكسدة Ag ؟
- 9- حدد القطب الي تتجه نحوه الإلكترونات في الخلية الغلفانية التي قطباها ( Zn و Ag ) ؟

**# أتتحقق :**

أدرس الجدول الاتي ، الذي يتضمن جهود الاختزال المعيارية لبعض المواد ، ثم أجب عن الأسئلة الاتية :

| نصف تفاعل الاختزال  | E° (V) |
|---|--------|
| $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^{+} + 6\text{e}^{-} \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ | 1.33   |
| $\text{Ag}^{+} + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Ag}$  | 0.80   |
| $\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Sn}$  | - 0.14 |
| $\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^{-} \rightarrow \text{Au}$  | 1.5    |

1- أحدد أقوى عامل مؤكسد ، وأقوى عامل مختزل ؟

2- أستنتج ، أي الفلزات تختزل أيونات  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  ولا تختزل أيونات  $\text{Sn}^{+2}$  ؟

**\* أفكر :** أرتب الفلزات ذوات الرموز الإفتراضية Z ، Y ، X وفق قوتها كعوامل مختزلة إذا علمت أن : الفلز X يختزل أيونات  $\text{Z}^{+2}$  ولا يختزل أيونات  $\text{Y}^{+2}$  ؟

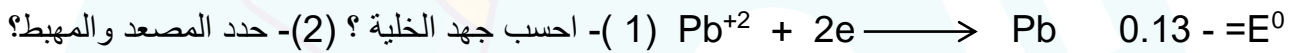


## ورقة عمل 12

س1- أي العناصر الاتيه التي معطى لها جهود الاختزال المعيارية (  $Br_2 = 1.06$  ،  $F_2 = 2.87$  ،  $CL_2 = 1.36$  ) أقواها كعامل مؤكسد ، وأقواها كعامل مختزل ؟

س2- أي الفلزات الاتيه والتي معطى معها جهود الاختزال المعيارية (  $AL^{+3} = 1.66$  ،  $Ni^{+2} = 0.25$  ،  $Zn^{+2} = 0.76$  ) أقواها كعامل مختزل ، وأضعفها كعامل مؤكسد ؟

س3- خلية غلفانية يحدث فيها تفاعل ما ، إذا علمت أن :



احسب جهد الخلية ؟ (2) - حدد المصعد والمهبط؟

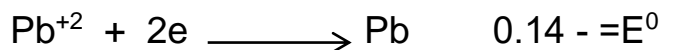
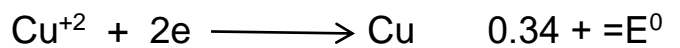
س4- أدرس الجدول التالي ثم أجب عن الأسئلة التي تليه :

| نصف تفاعل الاختزال                    | $E^0$   |
|---------------------------------------|---------|
| $Zn^{+2} + 2e \longrightarrow Zn$     | $-0.76$ |
| $Cu^{+2} + 2e \longrightarrow Cu$     | $+0.34$ |
| $Ni^{+2} + 2e \longrightarrow Ni$     | $-0.25$ |
| $Pb^{+2} + 2e \longrightarrow Pb$     | $-0.14$ |
| $AL^{+3} + 2e \longrightarrow AL^{+}$ | $-1.66$ |

(1)- رتب العوامل المؤكسدة في الجدول تنازليا حسب قوتها ؟

(2)- رتب العوامل المختزلة في الجدول تنازليا حسب قوتها ؟

س5- هل يجوز حفظ محلول كبريتات النحاس في وعاء من الرصاص ، فسر إجابتك عما بأن :



س6- يبين الجدول الاتي جهود الاختزال المعيارية ( $E^0$ ) لعدد من الفلزات ، اعتمادا على الجدول التالي أجب عما يلي :

| نصف تفاعل الاختزال                | $E^0$         |
|-----------------------------------|---------------|
| $Al^{+3} + 3e \longrightarrow Al$ | <b>1.66 -</b> |
| $Ag^+ + e \longrightarrow Ag$     | <b>0.8 +</b>  |
| $Zn^{+2} + 2e \longrightarrow Zn$ | <b>0.76 -</b> |
| $Cu^{+2} + 2e \longrightarrow Cu$ | <b>0.34 +</b> |
| $Mn^{+2} + 2e \longrightarrow Mn$ | <b>1.38 -</b> |
| $Ni^{+2} + 2e \longrightarrow Ni$ | <b>0.25 -</b> |

1- أي الفلزات أقوى كعامل مؤكسد ؟

2- أي العناصر أقوى كعامل مختزل ؟

3- حدد الفلز أو الفلزات التي تذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف HCL تركيزه ( M 1 ) ؟

4- اذا علمت ان جهد اختزال الحديد ( - 0.44 V ) فهل يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس في وعاء من الحديد ؟ فسر اجابتك

5- ماذا يحدث لو تم تحريك محلول نترات الفضة بملعقة نحاس ؟

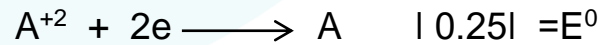
6- ماذا يحدث لو تم تحريك محلول المنغنيز بملعقه من النيكل ؟

7- ما الفلزات التي يمكن إستخدامها للحصول على خليه غلفانيه بأكبر فرق جهد ؟

8- احسب قيمة  $E^0$  للخلية الغلفانيه المكونه من قطبي [ Ni - Zn ] ؟

9- حدد عنصرين يستطيعان أكسدة الخارصين Zn ، وإختزال أيونات الفضة Ag ؟

س7- إذا علمت أن القيم المطلقة لجهد الاختزال المعياري لعنصرين ( A ، B ) كما يلي :



وقد لوحظ عند وصل نصف الخلية ( A ) مع نصف الخلية ( B ) أن الإلكترونات تنتقل من ( A ) إلى ( B ) ، كما لوحظ عند وصل نصف الخلية ( A ) مع قطب الهيدروجين المعياري أن الإلكترونات تنتقل من ( A ) الى قطب الهيدروجين ؟

(1)- ما إشارة ( $E^0$ ) لنصفي التفاعلين السابقين ؟

(2)- ما قيمة جهد الخلية ( $E^0$ ) المكونه من ( B ، A ) ؟

الحل : (1)- لحل هذا السؤال يجب أن نستخدم ما يلي :

(أ)- بما أن الإلكترونات تنتقل من A إلى B ، إذا A مصعد (تأكسد) وتكون قيمة  $E^0$  له أقل من قيمة  $E^0$  لـ B

(ب)- وبما أن الإلكترونات تنتقل من A إلى قطب الهيدروجين ، إذا A يتأكسد حيث تكون قيمة  $E^0$  له أقل من  $E^0$  للهيدروجين وجهد إختزال الهيدروجين = صفر لذلك  $E^0$  A أقل من صفر يعني سالب



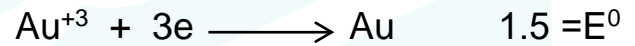
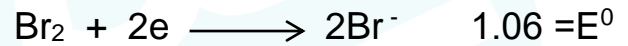
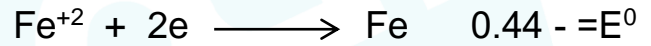
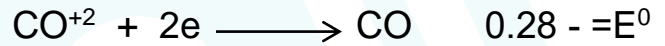
$$E_{\text{cell}} = E^{\circ}(\text{cathode}) - E^{\circ}(\text{anode})$$

$$= 0.34 - - 0.25 = 0.59 \text{ V}$$

س8- هل يمكن حدوث كل من تفاعلات التأكسد والاختزال الممثلته بالمعادلات الآتية بشكل تلقائي ؟ وضح إجابتك من خلال حساب قيمة  $E^0$  لكل منها :



علما بأن :



س9- يمثل الجدول التالي جهود اختزال معيارية لبعض العناصر ، ادرسه ثم أجب عن الاسئلة التي تليه :

| نصف تفاعل الإختزال                              | $E^0(\text{V})$ |
|---|-----------------|
| $\text{Zn}^{+2} + 2e \longrightarrow \text{Zn}$ | 0.76 -          |
| $\text{Cu}^{+2} + 2e \longrightarrow \text{Cu}$ | 0.34 +          |
| $\text{Ni}^{+2} + 2e \longrightarrow \text{Ni}$ | 0.25 -          |
| $\text{Ag}^{+2} + 2e \longrightarrow \text{Ag}$ | 0.80 +          |
| $\text{CL}_2 + 2e \longrightarrow 2\text{CL}^-$ | 1.36 +          |
| $\text{AL}^{+3} + 3e \longrightarrow \text{AL}$ | 1.66 -          |
| $\text{Pb}^{+2} + 2e \longrightarrow \text{Pb}$ | 0.14 -          |

1- أي العناصر أقوى كعامل مؤكسد ؟

2- أي العناصر أقوى كعامل مختزل ؟

3- أي الفلزات يتفاعل مع محلول ( HCL ) تركيزه

( M1 ) ويطلق غاز  $\text{H}_2$  ؟

4- هل يجوز حفظ محلول كبريتات الخارصين في وعاء من الرصاص ؟ فسر إجابتك

5- هل يجوز تحريك محلول نترات الفضة بملعقه من الألمنيوم ؟ فسر إجابتك

6- أي الفلزات يمكن استخدامها للحصول على خليه غلفانيه بأكبر فرق جهد ؟

7- هل تستطيع أيونات  $Ni^{+2}$  أكسدة ذرات Pb تلقائياً ؟

8- يراد عمل خلية غلفانيه من قطبي ( Pb ) و ( Cu ) ، أجب عما يلي :

(أ)- حدد المصعد والمهبط ، وما شحنة كل منهما :

(ب)- أكتب نصف تفاعل التأكسد والاختزال الحاصل عند كل قطب :

(ج)- أكتب معادلة التفاعل الكلي :

(د)- وضح اتجاه حركة الإلكترونات في الدارة الخارجية :

(هـ)- ماذا يحدث لكتلة كل من ( الرصاص Pb ) و ( النحاس Cu ) :

9- يراد عمل خلية غلفانيه من قطبي ( Cu ، Ni ) ولوحظ إنتقال الإلكترونات من Ni إلى Cu أجب عما يلي:

(أ)- حدد المصعد والمهبط ، وما شحنة كل منهما :

(ب)- أكتب معادلة التفاعل الكلي :

(ج)- وضح إتجاه حركة الأيونات السالبة في الدارة الخارجيه :

(د)- ماذا يحدث لكتلة الأقطاب :

(هـ)- أيهما أكثر نشاطاً كيميائياً Ni أم Cu ؟

(و)- أي العناصر من الجدول لها قدره على أكسدة النيكل ( Ni ) واختزال الفضة ( Ag )

(ز)- أكتب رمز الخلية الجلفانية :

**س10- أدرس الجدول الاتي الذي يتضمن عدداً من أنصاف تفاعلات الاختزال ، وقيم جهود الاختزال المعياريه لكل منها ، ثم أجب عن الاسئلة التي تليه :**

| نصف تفاعل الاختزال                | $E^0 (V)$     |
|-----------------------------------|---------------|
| $Ni^{+2} + 2e \longrightarrow Ni$ | <b>- 0.23</b> |
| $Ag^+ + e \longrightarrow Ag$     | <b>+ 0.80</b> |
| $Cu^{+2} + 2e \longrightarrow Cu$ | <b>+ 0.34</b> |
| $Al^{+3} + 3e \longrightarrow Al$ | <b>- 1.66</b> |

1- حدد أقوى عامل مؤكسد :

2- حدد أقوى عامل مختزل :

3- هل يستطيع عنصر النيكل Ni اختزال أيونات الفضة  $Ag^+$  ؟  
وضح اجابتك

4- هل تستطيع أيونات الألمنيوم  $Al^{+3}$  أكسدة عنصر النحاس Cu ؟ وضح اجابتك

## \* تطبيقات عملية للخلية الجلفانية Applications of the Galvanic Cell

### # أقسام الدرس :

#### ( 1 )- البطاريات

أ- بطارية الرصاص للتخزين ، ب- بطارية أيون الليثيوم

#### ( 2 )- تاكل الفلزات

جميع المعادلات الواردة  
في هذا الدرس حفظ

#### ( 1 )- البطاريات :

تعد البطاريات من التطبيقات العملية المهمة للخلايا الجلفانية ، إذ تحدث فيه تفاعلات تأكسد واختزال تلقائية ( تتحول فيها الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية ) ، وتختلف البطاريات في ما بينها في مكوناتها ، ومن ثم تختلف تفاعلات تفاعلات التأكسد والاختزال التي تولد الطاقة الكهربائية فيها .

#### س- أذكر أنواع البطاريات ؟

ج- أ- البطاريات الأولية : وهي التي تستخدم مرة واحدة فقط ، ولا يمكن إعادة شحنها مثل : البطاريات الجافة ، والبطاريات الجافة القلوية

ب- البطاريات الثانوية : وهي البطاريات التي تكون قابلة للشحن مثل : بطاريات التخزين ، كالمركم الرصاصي ( بطارية الرصاص الحمضية ) ، وبطارية أيون الليثيوم . كما في الشكل التالي الذي يوضح أنواع مختلفة من البطاريات :



#### أ- بطارية الرصاص للتخزين ( أو تسمى المركم الرصاصي أو بطارية الرصاص الحمضية ) :

- تعد مثالا على البطاريات الثانوية ، أي أنه يمكن إعادة شحنها

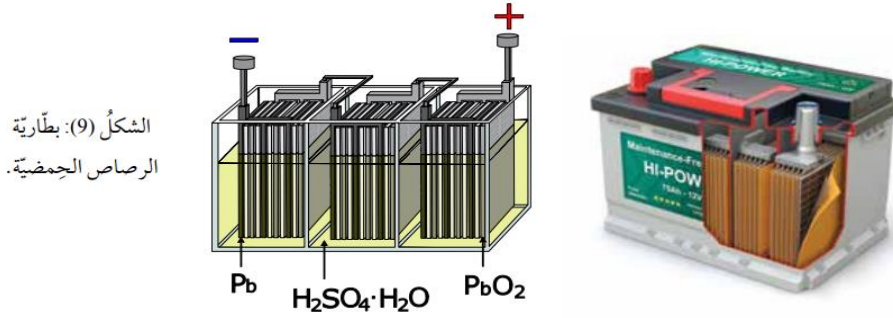
- تتكون من :

- 1- ست (6) خلايا جلفانية تتكون كل منها من ألواح من الرصاص تمثل فيه ( المصعد )
- 2- وألواح من الرصاص المغلف بأكسيد الرصاص [ PbO<sub>2</sub> IV ] تمثل فيه ( المهبط )
- 3- تترتب هذه الأقطاب (الخلايا) بوعاء بلاستيكي مقوى بطريقة متبادلة ، تفصل بينهما صفائح عازلة
- 4- تغمر في محلول حمض الكبريتيك الذي كثافته ( 1.28 g/cm<sup>3</sup> )
- 5- وتوصل ببعضها على التوالي
- 6- أما أنصاف التفاعلات التي تحدث فيها كما يلي



\* يكون جهد الخلية الواحدة يساوي 2V تقريبا ، أي أن البطارية تعطي فرق جهد يساوي 12V

كما يوضح الشكل التالي:



الشكل (9): بطارية الرصاص الجُمضية.

يلاحظ من المعادلات الكيميائية أن :

- حمض الكبريتيك H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> يستهلك نتيجة استخدام البطارية : مما يؤدي إلى ( نقصان كثافته ) ، لذلك يمكن مراقبة كفاءة البطارية من خلال قياس كثافة حمضها

- وعند شحن البطارية بواسطة تيار كهربائي يجرى عكس تفاعلي التأكسد والاختزال ، ومن ثم التفاعل الكلي في البطارية ، وفي السيارات تجري عملية الشحن بشكل تلقائي ومستمر بواسطة مولد التيار (الدينامو) المتصل بمحرك السيارة

- ويتراوح عمر البطارية من 3-5 سنوات تقريبا ، وذلك لأنها : تفقد صلاحيتها نتيجة فقدان جزء من مكوناتها ، مثل PbSO<sub>4</sub> الذي يتكون نتيجة عمليتي التأكسد والاختزال اللتين تحدثان فيها ، ونتيجة الحركة المستمرة للمركبات على الطرق : التي تؤدي إلى تساقطه عن ألواح الرصاص ، ومن ثم عدم دخوله في التفاعل العكسي ، الذي يؤدي إلى إعادة شحن البطارية ، كما في المعادلة التالية :



**ب- بطارية أيون الليثيوم :**

- تعد هذه البطارية من أكثر أنواع البطاريات استخداما في الوقت الحاضر

- استخدمت هذه البطارية للمرة الأولى عام 1991

- أما اليوم فإنها تعد مصدر الطاقة الرئيس للعديد من وسائل التكنولوجيا وأدواتها في المجالات المختلفة

- تستخدم في كل من :

السيارات الكهربائية ، والحواشيب ، والهواتف المحمولة ، والعديد من الأجهزة الكهربائية الاستهلاكية الأخرى

انظر الى الشكل التالي :



الشكل (10): بطارية أيون الليثيوم.

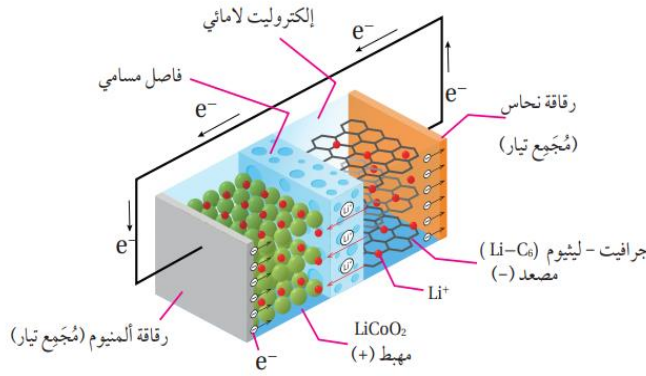
**\* مكونات بطارية أيون الليثيوم :**

تتكون من عدة خلايا متصلة ببعضها تتكون كل منها من (3) مكونات رئيسية هي :

1- **المصعد (القطب السالب) :** يتكون عادة من الجرافيت ، الذي يتميز بقدرته على تخزين (استيعاب) ذرات الليثيوم وأيوناته دون التأثير فيها

2- **المهبط (القطب الموجب) :** يتكون من بلورات لأكسيد عنصر انتقالي ، مثل أكسيد الكوبلت (CoO<sub>2</sub> IV) الذي يمكنه أيضا تخزين (استيعاب) أيونات الليثيوم ، مثل الجرافيت .

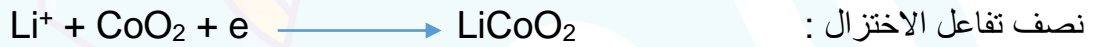




الشكل (11): مكوّنات  
بطارية أيون الليثيوم.

### 3- المحلول الإلكتروليتي : يتكون من محلول لامائي لأحد أملاح الليثيوم ومذيب

عضوي يذوب فيه الملح ، وعادة يستخدم  $\text{LiPF}_6$  مذابا في كربونات الإيثيلين  $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CO}_3$  ، وتولد خلايا أيون الليثيوم الكهرباء من خلال تفاعل التأكسد والاختزال الآتي :



حيث تتأكسد ذرات الليثيوم عند المصعد متحولة الى أيونات  $\text{Li}^+$  تنتقل عبر المحلول الإلكتروليتي باتجاه المهبط ، بينما تتحرك الإلكترونات عبر الدارة الخارجية من المصعد إلى المهبط : حيث تختزل أيونات الكوبلت من  $\text{Co}^{+4}$  في أكسيد الكوبلت  $\text{CoO}_2$  إلى  $\text{Co}^{+3}$  في  $\text{LiCoO}_2$  : وهي عملية ينعكس مسارها خلال شحن البطارية ، فيتأكسد  $\text{LiCoO}_2$  وتتحرك أيونات الليثيوم  $\text{Li}^+$  عبر المحلول الإلكتروليتي باتجاه نصف خلية الجرافيت ، حيث تختزل .

### س- ما هي ميزات بطارية أيون الليثيوم ؟

ج- 1- أقل جهد اختزال معياري

2- أقوى عامل مختزل

3- أخف عنصر فلزي ، حيث إن [ 6.941 g ] من ( كتلته المولية ) كافية لإنتاج ( 1 مول ) من الإلكترونات

4- أي أن البطارية خفيفة الوزن

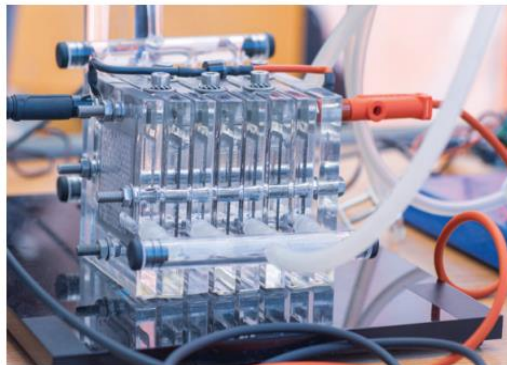
5- كثافة طاقتها عالية

6- يمكن إعادة شحنها مئات المرات

#### الربط مع الحياة

##### خلايا الوقود

هي خلايا جلفانية تنتج الطاقة الكهربائية من تفاعل غازي الأكسجين والهيدروجين وفق المعادلة الآتية:  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$  ، وتتميز عن البطاريات بأنها لا تنضب ولا تحتاج إلى شحن، وقد استخدمت هذه الخلايا في تزويد المركبات الفضائية بالطاقة، وتستخدمها المستشفيات في توليد الطاقة حال انقطاع التيار الكهربائي، وتستخدم في دول عدة في تشغيل بعض الحافلات والسيارات.



## ( 2 ) - تآكل الفلزات

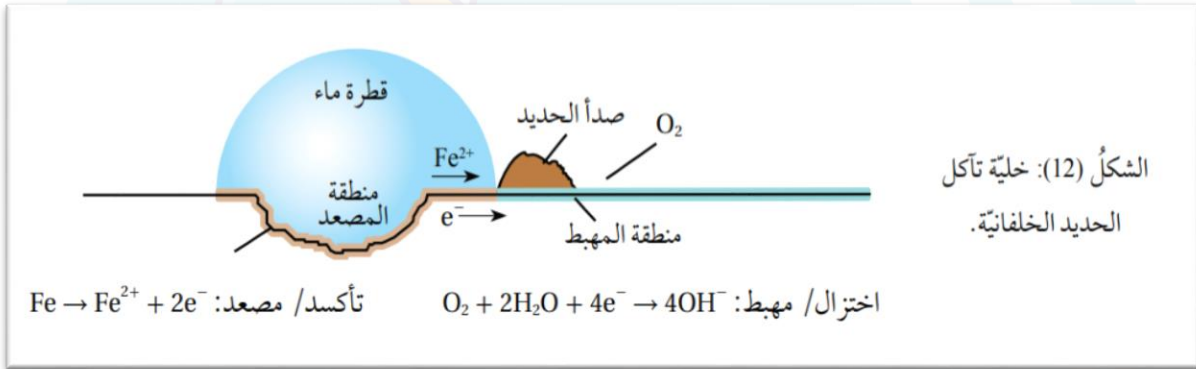
**# التعريف :** هو تفاعل الفلزات مع الهواء الجوي والمواد في البيئة المحيطة ، فتفقد العديد من خصائصها وتتحول الى مواد جديدة أكثر ثباتا كيميائيا ، كأكاسيد الفلزات وهيدروكسيدات وكربوناتاها

**\* ولهذه العملية أضرار اقتصادية كبيرة :**

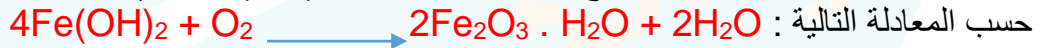
مثل : تآكل الحديد بفعل الهواء الجوي الرطب وينتج صدأ الحديد الصلب الهش ، الذي يحتاج تعويض خسائره إلى خمس كمية الحديد المستخرج سنويا

**\* ويصنع من الحديد الهياكل الرئيسية للجسور والمباني والسيارات ، لذلك فإن منع تآكله يعد أمرا بالغ الأهمية ، ولتحقيق ذلك لا بد أولا من معرفة الية تآكل الحديد :**

فالحديد يتآكل بفعل تفاعل كهروكيميائي يحدث بوجود الأكسجين والماء معا إذ يتأكسد الحديد عند تكشف سطحه بفعل شق أو كشط أو كسر إلى أيونات الحديد  $Fe^{2+}$  فيصبح هذا الجزء مصعدا للخلية وتتحرك الإلكترونات الناتجة عن تأكسده من منطقة الحديد المغطاة بقطرة الماء إلى حافتها حيث يوجد الهواء والقليل من الماء : وهناك يختزل أكسجين الهواء مكونا أيونات الهيدروكسيد  $OH^-$  ، وتمثل هذه المنطقة مهبط الخلية ، كما يوضح الشكل التالي :



**\* وهنا تتحرك أيونات الحديد  $Fe^{2+}$  من مركز القطرة باتجاه حافتها ، وتتحرك أيونات الهيدروكسيد  $OH^-$  بالاتجاه المعاكس وتتفاعلان عند التقائهما وينتج هيدروكسيد الحديد  $Fe(OH)_2$  الذي سرعان ما يتأكسد مكونا الصدا**



**# وصدأ الحديد :** مادة صلبة هشة بنية اللون تتكون على الأشياء الحديدية ، وتتقشر بسهولة معرضة سطح الحديد أسفل منها للمزيد من التآكل

**س- وضح طرق حماية الحديد من التآكل ؟**

**ج- الحماية المهبطية :** التي تستخدم لحماية خطوط الأنابيب الحديدية المدفونة في الأرض ( الغاز أو النفط ) وأجسام السفن ، وتعتمد هذه الطريقة على :

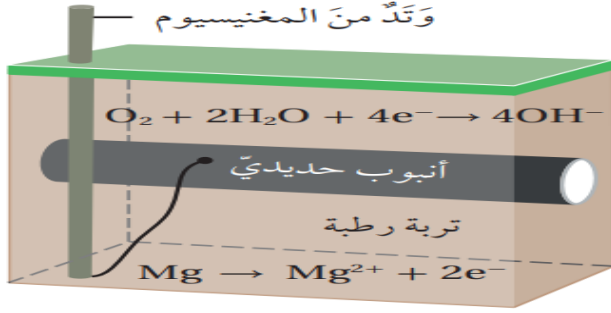
تشكيل خلية غلفانية يكون فيها **الحديد المهبط** ، وأحد الفلزات النشطة ( **مغنيسيوم Mg ، خارصين Zn المصعد** ) أما التربة الرطبة أو مياه البحر فتمثل المحلول الإلكتروليتي .

فمثلا : - إذا وصلت الأنابيب الحديدية بأوتاد من المغنيسيوم ، ستلاحظ تأكسد المغنيسيوم (المصعد) ، وانتقال الإلكترونات عبر السلك المعزول إلى الأنبوب الفولاذي (المهبط) فتختزل جزيئات الأكسجين ، وبذلك يتأكسد المغنيسيوم ويحمي الحديد من التآكل .



أما في السفن فتوصل أقطاب من المغنيسيوم بهيكل السفينة لتجري حمايتها بنفس الطريقة السابقة ، وتستبدل أقطاب المغنيسيوم المتأكلة بأقطاب أخرى بشكل دوري ،

كما في الشكل التالي :



الشكل (13): الحماية  
المهبطية للحديد.

**\* أفكر :**

أفسر استخدام المغنيسيوم أو الخارصين في الحماية المهبطية للحديد ؟

**\* أتتحقق :**

1- أكتب معادلة التفاعل الكلي الذي يحدث في بطارية الرصاص الحمضية خلال شحنها ؟

2- أفسر: يعد تاكل الحديد خلية جلفانية ؟

## مراجعة الدرس الثاني

س1- الفكرة الرئيسية : كيف تنتج الخلية الجلفانية الطاقة الكهربائية ؟

س2- أوضح المقصود بكل من :

أ- القنطرة الملحية :

ب- جهد الإختزال المعياري :

س3- خلية جلفانية يحدث فيها التفاعل الآتي :  $\text{Co} + \text{Cu}^{+2} \rightarrow \text{Co}^{+2} + \text{Cu}$

أ- أحدد فيها المصعد ، والمهبط ؟

ب- أكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال ؟

ج- أحسب جهد الخلية المعياري ، وأكتب تعبيراً رمزياً للخلية الجلفانية ؟

د- ما التغير الذي يحدث لكتلة كلا القطبين ؟

س4- نصف التفاعل الآتيان يشكلان خلية جلفانية في الظروف المعيارية :



أجيب عن الأسئلة الآتية المتعلقة بهما :

أ- أكتب معادلة التفاعل الكلي في الخلية ؟

ب- أحسب جهد الخلية المعياري

ج- ما التغير الذي يحدث لتركيز أيونات كل من  $\text{I}^-$  و  $\text{Fe}^{+2}$  ؟

س5- أدرس الجدول الاتي الذي يوضح جهد الخلية المعياري لعدد من الخلايا الجلفانية المكونة من الفلزات ذوات الرموز الافتراضية (A, B, C, D, E) وجميعها تكون أيونات ثنائية موجبة ، ثم أجيب عن الاسئلة الاتية :

| E <sub>Cell</sub> (v) | المصدر | قطب الخلية |
|-----------------------|--------|------------|
| 1.3                   | D      | D-B        |
| 1.5                   | E      | E-B        |
| 0.4                   | C      | C-E        |
| 0.3                   | B      | A-B        |

أ- أحدد الفلز الذي له أعلى جهد اختزال معياري : D أم C

ب- أحدد أقوى عامل مؤكسد ؟

ج- أتنبأ . هل يمكن تحريك محلول نترات E بملعقة من A ؟ أفسر إجابتي

د- أحدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك في الخلية الجلفانية المكونة من نصف خلية E<sup>2+</sup>|E ونصف خلية D<sup>2+</sup>|D ؟

هـ- أحسب جهد الخلية المعياري للخلية الجلفانية المكونة من نصف خلية C<sup>2+</sup>|C ونصف خلية B<sup>2+</sup>|B ؟

س6- فلزان أعطيا الرموز الافتراضية A و B حيث أيوناتها A<sup>3+</sup> و B<sup>+</sup> قيست جهود الاختزال المعيارية لنصفي تفاعل الاختزال المعياريين المكونين لخلية جلفانية كالآتي :



أ- أكتب معادلة كيميائية للتفاعل الكلي في الخلية الجلفانية ؟

ب- أحسب E<sup>o</sup> للتفاعل الكلي ؟

ج- أحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل ؟

س7- أدرس الجدول المجاور الذي يمثل جهود الاختزال المعيارية لبعض المواد ، ثم أجيب عن الأسئلة الاتية :

أ- أحدد أقوى عامل مؤكسد وأقوى عامل مختزل ؟

| المادة           | E <sup>o</sup> (V) |
|------------------|--------------------|
| Co <sup>2+</sup> | -0.28              |
| Br <sub>2</sub>  | 1.07               |
| Pb <sup>2+</sup> | -0.13              |
| Ag <sup>+</sup>  | 0.80               |
| Mn <sup>2+</sup> | -1.18              |
| Cd <sup>2+</sup> | -0.40              |

ب- أستنتج. هل يمكن حفظ البروم Br<sub>2</sub> في وعاء من الفضة ؟

أفسر إجابتي

ج- أقرن. ما الفلزان اللذان يكونان خلية غلفانية لها أكبر جهد خلية معياري ؟

د- أستنتج المادة التي تستطيع أكسدة Cd ولا تؤكسد Pb ؟

هـ- أحدد القطب الذي تزداد كتلته في الخلية الجلفانية (Cd – Pb) ؟

و- أحدد الفلز الذي لا يحرر غاز الهيدروجين من محلول حمض HCL المخفف ؟

ز- في الخلية الجلفانية التي أعطيت الرمز الاتي :  $Co | Co^{+2} || Sc^{+3} | Sc$  ، إذا علمت أن جهد الخلية المعياري  $E_{cell} = 1.8V$  ، فأجيب عن الأسئلة الاتية :

أ- أحدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك في الخلية ؟

ب- أحسب جهد الاختزال المعياري لقطب السكنديوم Sc

ج- أكتب معادلة التفاعل الكلي في الخلية ؟

## الامتحان الثاني

س1- اعتمادا على الجدول المجاور الذي يمثل جهود الاختزال المعيارية لبعض المواد، اجب عن الأسئلة التي تليه

| V °E  | نصف تفاعل الاختزال                |
|-------|-----------------------------------|
| 0.36+ | $Cl_2 + 2e \longrightarrow 2Cl^-$ |
| 0.40- | $Cd^{+2} + 2e \longrightarrow Cd$ |
| 0.76- | $Zn^{+2} + 2e \longrightarrow Zn$ |
| 0.80  | $Ag^+ + e \longrightarrow Ag$     |
| 0.14- | $Sn^{+2} + 2e \longrightarrow Sn$ |
| 0.34  | $Cu^{+2} + 2e \longrightarrow Cu$ |
| 0.44- | $Fe^{+2} + 2e \longrightarrow Fe$ |

1- حدد الفلزان اللذان يكونان خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد

2- أي القطبين تقل كتلته في خلية غلفانية قطباها (Cd و Cu)

3- هل يمكن تحريك محلول  $ZnSO_4$  بملعقة من Cu ؟

4- حدد اتجاه حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية في خلية غلفانية قطباها من (Sn و Cd) ؟

5- حدد المصعد في الخلية الغلفانية التي قطباها (Zn و Fe) ؟

6- حدد العامل المختزل الأقوى ؟

7- ما قيمة الجهد المعياري للخلية الغلفانية التي قطباها (Sn و Cu) ؟

8- أي من الاتيه (Ag ، Sn ، Cu) يذوب في محلول HCL المخفف ؟

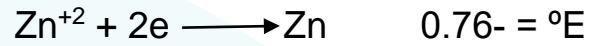
س2- في الخلية الغلفانية المكونة من قطب نحاس مغموس في محلول كبريتات النحاس  $\text{CuSO}_4$  تركيزه (1)  $\text{M}$  ، وقطب خارصين مغموس في محلول كبريتات الخارصين  $\text{ZnSO}_4$  تركيزه (1)  $\text{M}$  ، تم وصلها معا بواسطة قنطرة ملحیه مملوءه بملح نترات البوتاسيوم  $\text{KNO}_3$  بناء على ذلك أجب عن الأسئلة الآتية :

1- ما وظيفة نترات البوتاسيوم  $\text{KNO}_3$  الموجوده في القنطرة الملحیه :

2- ماذا يحدث لكتلة قطب النحاس ( تزداد ، تقل ، تبقى ثابتة ) ؟

3- اكتب معادلة نصف التفاعل الحاصل على القطب  $\text{Zn}$  ؟

4- احسب  $E^\circ$  للخلية الكلية اذا علمت أن :



5- حدد اتجاه حركة الإلكترونات في الدارة الخارجيه :

6- حدد المصعد والمهبط في الخلية السابقه وإشارة كل منها ؟

س3- يبين الجدول المجاور بيانات لعدد من الخلايا الغلفانيه ، ادرسه ثم أجب عن الأسئلة التي تليه

1- ما القطب الذي يمثل المصعد في الخلية رقم (2) ؟

2- ما قيمة جهد الخلية الغلفانيه المكونه من قطبي (  $\text{Cu}$  ،  $\text{Ni}$  ) ؟

3- أكتب التفاعل الكلي في الخلية رقم ( 5 ) ؟

4- ما رقم الخلية التي تقل فيه كتلة قطب  $\text{Cu}$  ؟

5- هل يمكن حفظ محلول  $\text{HCL}$  المخفف في وعاء من  $\text{Sn}$  ؟

6- ما القطب الذي يمثل المهبط في الخلية غلفانيه مكونه من قطب (  $\text{Zn}$  ،  $\text{Ag}$  ) ؟

7- ما اتجاه سريان الإلكترونات عبر الأسلاك في الخلية رقم ( 3 ) ؟

8- أيهما أقوى كعامل مختزل  $\text{Zn}$  أم  $\text{Ni}$  ؟

| رقم الخلية | الأقطاب                  | العامل المؤكسد   | $E^\circ_{\text{cell}}$ (V) |
|------------|--------------------------|------------------|-----------------------------|
| 1          | $\text{Zn} , \text{Cu}$  | $\text{Cu}^{+2}$ | 1.1                         |
| 2          | $\text{Zn} , \text{Sn}$  | $\text{Sn}^{+2}$ | 0.62                        |
| 3          | $\text{Ni} , \text{Sn}$  | $\text{Sn}^{+2}$ | 0.11                        |
| 4          | $\text{Ag} , \text{Cu}$  | $\text{Ag}^+$    | 0.46                        |
| 5          | $\text{H}_2 , \text{Sn}$ | $\text{H}^+$     | 0.14                        |

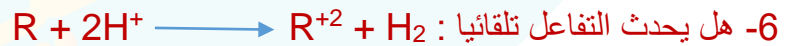
س4- تم دراسة الفلزات ذات الرموز الافتراضية ( A،D،R،G،M ) والتي تشكل أيونات ثنائية موجبه في محاليلها المائية حيث تبين ما يلي :

- \* عند وضع قطعة من الفلز A في محلول الحمض المخفف HCL يتصاعد غاز  $H_2$
- \* تتحرك الإلكترونات من القطب D إلى القطب A في الدارة الخارجيه في الخلية الغلفانيه المكونه من الفلزين ( A ، D )
- \* تتجه الأيونات السالبه في القطرله الملحيه إلى وعاء العنصر M في الخلية الغلفانيه المكونه من الفلزين ( G ، M )
- \* يمكن حفظ محلول أحد أملاح العنصر A في وعاء من العنصر M
- \* تقل كتلة القطب R عند تكوين خليه غلفانيه من القطبين ( D ، R )

بناء على هذه المعلومات أجب عن الأسئلة الآتيه :

- 1- حدد أقوى عامل مختزل ؟
- 2- في الخلية الغلفانيه المكونه من القطبين ( D ، G ) ؟  
أ- حدد المصعد وإشارته :
- ب- أكتب معادلة التفاعل الكلي :

- 3- هل يمكن تحريك محلول أحد أملاح الفلز M بمعلقه من الفلز R ؟
- 4- حدد اتجاه الإلكترونات في الدارة الخارجيه للخلية الغلفانيه المكونه من القطبين A و G ؟
- 5- أي القطبين تقل كتلته عند تكوين خليه غلفانيه من الفلزين ( D و M ) ؟



- 7- حدد فلزا يستطيع اختزال أيونات  $G^{+2}$  ولا يستطيع اختزال أيونات  $A^{+2}$  ؟

س5- يبين الجدول المجاور بيانات للخلايا الغلفانيه لفلزات افتراضيه ( A،B،C ) بالإضافة إلى قطب الهيدروجين المعياري  $H_2$  والذي قيمة جهد اختزاله ( صفر 0 ) ادرسه ثم أجب عن الأسئلة التي تليه

- 1- حدد العامل المختزل الأقوى ؟

- 2- حدد اتجاه حركة الإلكترونات في الخليه رقم (4) ؟

| المهبط         | جهد الخلية<br>V °E | الخلية<br>الغلفانية | رقم<br>الخلية |
|----------------|--------------------|---------------------|---------------|
| B              | 0.78               | A – B               | 1             |
| A              | 1.22               | A – C               | 2             |
| H <sub>2</sub> | 0.44               | H <sub>2</sub> – A  | 3             |
| ؟              | ؟                  | H <sub>2</sub> – B  | 4             |
| ؟              | ؟                  | B – C               | 5             |

3- أي القطبين تقل كتلته في الخلية الغلفانية رقم (1) ؟

4- أي الفلزات لا يحرر غاز H<sub>2</sub> عند وضعه في محلول HCL المخفف ؟

5- أي الوعائين (B أم C) يمكن حفظ محلول أحد أملاح (A) فيه ؟

6- حدد الفلزين اللذين يكونان خلية غلفانية لها أقل فرق جهد ؟

7- ما قيمة جهد الخلية رقم (5) ؟

8- أي القطبين هو المصعد في الخلية المكونه من قطبي (C ، B) ؟

س6- ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل فقرة من الفقرات الآتية :

1- في الخلية الغلفانية يكون :

أ- المهبط سالب      ب- الإختزال المصعد      ج- التفاعل تلقائي      د- جهد الخلية سالب

2- إذا علمت أن  $E^\circ$  لـ  $(\text{Co}^{+2} = -0.28, \text{Ni}^{+2} = -0.25)$  فإن  $E^\circ$  للخلية الغلفانية التي قطباها (Ni ، Co) يساوي V :

أ- 0.53-      ب- 0.53+      ج- 0.3-      د- 0.3+

3- خلية غلفانية من قطبي Cd ( $E^\circ$  اختزاله = -0.40 V) و Zn ( $E^\circ$  اختزاله = -0.76 V) فإن العبارة الصحيحة هي :

أ- تزداد كتلة Cd      ب- تزداد كتلة Zn      ج- يتأكسد قطب Cd      د- يختزل  $\text{Zn}^{+2}$

4- تتم موازنة الأكسجين في المعادلات الكيميائية عن طريق اضافة :

أ- الإلكترونات      ب- جزيئات الماء      ج- أيونات الهيدروجين  $\text{H}^+$       د- أيونات الهيدروكسيد  $\text{OH}^-$

5- العامل المؤكسد من بين الآتية هو :

أ- Zn      ب- AL      ج- Mg      د- O<sub>3</sub>

6- عدد تأكسد ذرة الهيدروجين في المركب  $\text{CaH}_2$  يساوي :

أ- (1-)      ب- (1+)      ج- (2-)      د- (2+)

7- في التفاعل  $\text{MnO}_2 + 4\text{HCL} \longrightarrow \text{MnCL}_2 + \text{CL}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  ، الذرة التي تأكسدت ، هي :

أ- Mn      ب- CL      ج- O      د- H

8- العامل المختزل في التفاعل  $AL + 3CuCl_2 \longrightarrow 3Cu + ALCl_3$  هو :

أ- AL      ب-  $CuCl_2$       ج- Cu      د-  $ALCl_3$

9- مقدار التغير في عدد التأكسد لذرة الكربون C عند تحوله من  $CH_4$  إلى  $CH_3Cl$  ، يساوي :

أ- 2      ب- 4      ج- 6      د- 8

10- نصف التفاعل الذي يحتاج إلى عامل مؤكسد ، هو :

أ-  $NO \longrightarrow N_2$       ب-  $N_2 \longrightarrow NO_2$       ج-  $NO \longrightarrow N_2O_4$       د-  $NO_2 \longrightarrow N_2O_4$

11- عدد مولات جزيئات الماء  $H_2O$  اللازمة لموازنة نصف التفاعل  $CO_2 \longrightarrow C_2H_6O$  تساوي :

أ (2)      ب (3)      ج (4)      د (6)

12- عدد مولات الإلكترونات اللازمة لموازنة نصف التفاعل  $NO \longrightarrow NO_3^-$  ، يساوي :

أ- 1      ب- 2      ج- 3      د- 6

13- عدد تأكسد ذرة الكلور Cl في المركب  $HClO_3$  يساوي :

أ  $1+$       ب  $1-$       ج  $5+$       د  $5-$

14- أعلى قيمة لعدد تأكسد ذرة المنغنيز Mn يكون في :

أ- Mn      ب-  $MnO_2$       ج-  $Mn^{+2}$       د-  $MnO_4^-$

15- في التفاعل الآتي  $HSO_3^- + IO_3^- \longrightarrow SO_4^{2-} + I_2$  فإن العامل المختزل هو :

أ-  $I_2$       ب-  $SO_4^{2-}$       ج-  $IO_3^-$       د-  $HSO_3^-$

16- أحد أنصاف التفاعلات الآتية يحتاج إلى عامل مؤكسد ، هو :

أ-  $SO_4^{2-} \longrightarrow SO_2$       ب-  $Cr^{+3} \longrightarrow Cr_2O_7^{2-}$       ج-  $I_2 \longrightarrow I_2O_5$       د-  $AL \longrightarrow ALO_2^{-1}$

17- عدد مولات أيونات  $H^+$  اللازمة لموازنة نصف التفاعل  $NO \longrightarrow N_2H_4$  يساوي :

أ- 2      ب- 4      ج- 6      د- 8



\* ادرس المعلومات الواردة في الجدول ، وأجب عن الفقرات ( 18 ، 19 ، 20 ، 21 ، 22 )

| الأيون                        | $\text{Co}^{+2}$ | $\text{Ni}^{+2}$ | $\text{Al}^{+3}$ | $\text{Ag}^{+}$ | $\text{Zn}^{+2}$ | $\text{Cu}^{+2}$ |
|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|
| جهد الاختزال المعياري $V E^0$ | - 0.28           | - 0.23           | - 1.66           | + 0.8           | - 0.76           | + 0.34           |

18- العبارة الصحيحة فيما يتعلق بخلية غلفانية قطباها  $\text{Ni}$  و  $\text{Co}$  ، هي :

- أ- تقل كتلة القطب  $\text{Ni}$       ب- شحنة قطب  $\text{Co}$  سالبة      ج- تزداد كتلة قطب  $\text{Co}$       د- يزداد تركيز أيونات  $\text{Ni}^{+2}$
- 19- لا يمكن حفظ محلول  $\text{ZnSO}_4$  في وعاء مصنوع من :

- أ-  $\text{Al}$       ب-  $\text{Cu}$       ج-  $\text{Ni}$       د-  $\text{Ag}$

20- يمكن تكوين خلية غلفانية لها أعلى فرق جهد باستخدام أقطاب من :

- أ-  $\text{Zn/Cu}$       ب-  $\text{Zn/Ag}$       ج-  $\text{Ag/Al}$       د-  $\text{Ag/Cu}$

21- أقوى عامل مؤكسد ، هو :

- أ-  $\text{Ag}^{+}$       ب-  $\text{Al}^{+3}$       ج-  $\text{Ni}^{+2}$       د-  $\text{Cu}^{+2}$

22- في الخلية الغلفانية قطباها  $(\text{Ag/Cu})$  تكون قيمة جهد الخلية المعياري  $E^0 (V)$  تساوي :

- أ + 0.46      ب - 0.46      ج + 1.14      د - 1.14

23- العبارة الصحيحة فيما يتعلق بالخلية الغلفانية ، هي :

- أ- قطب المهبط سالب      ب- التفاعل تلقائي      ج- قطب المصعد موجب      د- جهد الخلية سالب

24- الفلزات الافتراضية  $(C, B, A)$  مرتبة حسب قوتها كعوامل مختزلة  $(C < B < A)$  فالعبارة الصحيحة هي:

- أ- جهد اختزال  $B^{+2}$  أكبر من جهد اختزال  $C^{+2}$       ب- ميل أيونات  $C^{+2}$  للاختزال أكبر من ميل أيونات  $A^{+2}$

- ج- يمكن حفظ أملاح  $C$  في وعاء من  $B$       د- يمكن تحريك محلول ملح  $B$  بملعقة  $A$

25- عدد تأكسد ذرة البورون  $B$  في المركب  $\text{BF}_3$  ، يساوي :

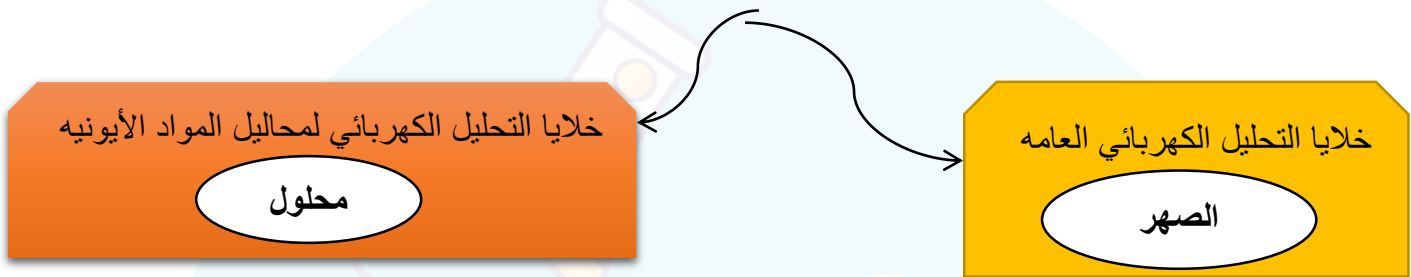
- أ + 3      ب + 1      ج - 3      د - 1

## الدرس الثالث: خلايا التحليل الكهربائي Electrolysis Cells

### التحليل الكهربائي Electrolysis

**# تعريف (عملية) خلية التحليل الكهربائي :** هي عملية إمرار تيار كهربائي في مصهور أو محلول مادة كهربية ، مما يسبب حدوث تفاعل تأكسد واختزال غير تلقائي ويكون جهد هذه الخلية (سالب) وتتحول فيها الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية [ وتمتص طاقة ] من خلال مصدر طاقة خارجي (كالبطارية)

### أنواع التحليل الكهربائي



**سؤال: ما هي أهمية التحليل الكهربائي ؟**

- ج- 1- شحن البطاريات
- 2- استخلاص العديد من الفلزات النشطة من مصاهيرها كالصوديوم Na والألمنيوم AL
- 3- وتستخدم في تنقية الفلزات
- 4- وتستخدم في الطلاء الكهربائي لبعضها ، سواءً لحمايتها من التآكل أو لإكسابها مظهرا جميلا

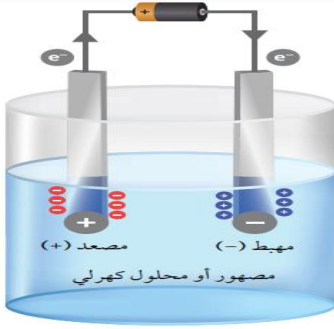


### \*التحليل الكهربائي لمصهور مادة كهربية Electrolysis of Molten Electrolyte

**سؤال: مكونات خلية التحليل الكهربائي ؟**

- ج- 1- تحتوي على مصهور من مادة (كهربية) أو أيونية
- 2- أقطاب خاملة من الجرافيت ( C ) أو البلاتين ( Pt ) ، التي تعمل على إيصال الشحنات الكهربائية
- 3- أسلاك توصيل الأقطاب بالبطارية
- 4- **المصعد** ( ويوصل مع القطب الموجب في البطارية ) ويحدث عليه تفاعل **تأكسد ( + )**
- المهبط** ( ويوصل مع القطب السالب في البطارية ) ويحدث عليه تفاعل **اختزال ( - )**
- 5- البطارية ( القوة الدافعة الكهربائية ) **لها وظيفتان :** أ- دفع الإلكترونات في الدارة الخارجية
- ب- تحريك الأيونات نحو الأقطاب المخالفة لها في الشحنه

## \* آلية عمل الخلية :

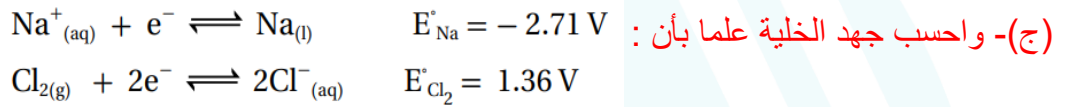


الشكل (15): مكونات خلية التحليل الكهربائي.

يحتوي مصهور المادة الأيونية على أيونات موجبة وسالبة ، وعند إمرار تيار كهربائي فيه : تتحرك الأيونات باتجاه الأقطاب المخالفة لها في الشحنة حيث تتحرك الأيونات الموجبة : باتجاه القطب السالب (المهبط) وتختزل أما الأيونات السالبة : فتتحرك باتجاه القطب الموجب (المصعد) وتتأكسد وبالتالي فإن التفاعل الذي يحدث في الخلية (( غير تلقائي )) ، لذا يجب أن يكون جهد البطارية المستخدمة لإحداثه أكبر من جهد الخلية

**مثال 1- (أ)- ما نواتج التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم (NaCl) ؟**

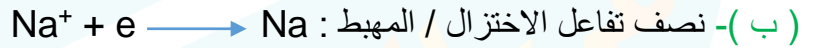
**(ب)- وأكتب أنصاف التفاعلات والمعادلة النهائية ( التفاعل الكلي ) ؟**



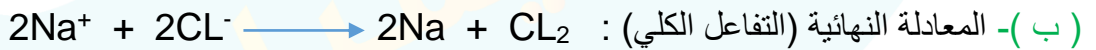
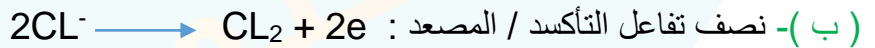
**الحل :** يحتوي مصهور NaCl على أيونات  $\text{Na}^+$  و  $\text{Cl}^-$  حيث يلاحظ عند إغلاق الدارة الكهربائية ومرور تيار كهربائي عبر الأسلاك :

**(أ)-** يتكون عند المهبط : ذرات الصوديوم (Na) ، وعند المصعد غاز الكلور ( $\text{Cl}_2$ )

- تتحرك أيونات  $\text{Na}^+$  باتجاه (المهبط) وتحدث له عملية اختزال ، وتتكون ذرات الصوديوم (Na) كما في المعادلة التالية :



- أما أيونات الكلوريد  $\text{Cl}^-$  فتتحرك باتجاه (المصعد) وتحدث له عملية تأكسد ، ويتكون غاز الكلور  $\text{Cl}_2$  كما في المعادلة التالية :



**(ج)-** نحسب الان جهد الخلية المعياري كما يلي :

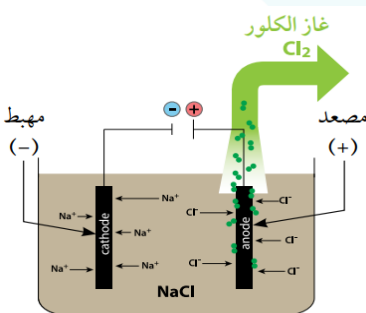
$$E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{Na}(\text{cathode})} - E^\circ_{\text{Cl}_2(\text{anode})}$$

$$E^\circ_{\text{cell}} = -2.71 - 1.36 = -4.07 \text{ V}$$

ويلاحظ أن جهد الخلية المعياري للتفاعل (سالب) ما يعني أن التفاعل غير تلقائي

وأنه يحدث بسبب تزويد الخلية بفرق جهد كهربائي من البطارية يزيد عن جهد

الخلية المعياري (أي أكبر من 4.07V)



الشكل (16): التحليل الكهربائي لمصهور NaCl.

- وتستخدم عملية تحليل مصهور NaCl : لاستخلاص الصوديوم Na صناعيا

كما تستخلص معظم الفلزات النشطة :

كالليثيوم Li ، والبوتاسيوم K غالبا من مصاهير كلوريداتها بتحليلها كهربائيا .

## NOTE : العنصر الأنشط

- في الخلايا الغلفانية يكون عند المصعد أي يحدث له ( تأكسد ) ، وشحنته سالبة
- أما في خلايا التحليل الكهربائي يكون عند المهبط أي يحدث له ( اختزال ) ، وشحنته سالبة

مثال 2- ما نواتج التحليل الكهربائي لمصهور أكسيد المغنيسيوم  $2\text{MgO}$  باستخدام أقطاب غرافيت :

مثال 3- أجب عن الأسئلة الآتية المتعلقة بالتحليل الكهربائي لمصهور بروميد البوتاسيوم  $\text{KBr}$  :

- أكتب نصف تفاعل التأكسد ، ونصف تفاعل الاختزال ، والمعادلة النهائية ؟
- ب- أستنتج نواتج التحليل الكهربائي للمصهور ؟
- ج- أتوقع جهد البطارية اللازم لإحداث تفاعل التحليل الكهربائي للمصهور ،  
علما بأن  $E^{\circ} \text{K} = -2.92$  ،  $E^{\circ} \text{Br} = 1.07$  ؟

مثال 4- أجب عن الأسئلة الآتية المتعلقة بالتحليل الكهربائي لمصهور بروميد الليثيوم  $\text{LiI}$  :

- أكتب نصف تفاعل التأكسد ، ونصف تفاعل الاختزال ، والمعادلة النهائية ؟
- ب- أستنتج نواتج التحليل الكهربائي للمصهور ؟
- ج- أتوقع جهد البطارية اللازم لإحداث تفاعل التحليل الكهربائي للمصهور ،  
علما بأن  $E^{\circ} \text{Li} = -3.05$  ،  $E^{\circ} \text{I} = 0.54$  ؟

**\* اتحقق :**

**أجيب عن الأسئلة الآتية المتعلقة بالتحليل الكهربائي لمصهور  $\text{CaBr}_2$  :**

- أ- أكتب نصف تفاعل التأكسد ، ونصف تفاعل الاختزال في خلية التحليل الكهربائي ؟  
 ب- أستنتج نواتج التحليل الكهربائي للمصهور ؟  
 ج- أتوقع جهد البطارية اللازم لإحداث تفاعل التحليل الكهربائي للمصهور، علماً بأن  $E^\circ \text{Ca} = -2.76$  ،  $E^\circ \text{Br} = 1.07$

## ورقة عمل 13

**سؤال 1- خلية تحليل كهربائي تحتوي على مصهور كلوريد المغنيسيوم  $\text{MgCl}_2$  :**

- ( أ )- أكتب أنصاف التفاعلات التي تحدث عند القطبين ؟ ، ( ب )- ما نواتج التحليل الكهربائي للمصهور ؟  
 ( ج )- ما مقدار جهد البطارية اللازم لحدوث التفاعل علماً بأن :  $E^\circ \text{Mg} = -2.37$  ،  $E^\circ \text{CL} = 1.36$  ؟

**سؤال 2- خلية تحليل كهربائي تحتوي على مصهور فلوريد الليثيوم  $2\text{LiF}$  :**

- ( أ )- أكتب أنصاف التفاعلات التي تحدث عند القطبين ؟ ، ( ب )- ما نواتج التحليل الكهربائي للمصهور ؟  
 ( ج )- ما مقدار جهد البطارية اللازم لحدوث التفاعل علماً بأن :  $E^\circ \text{Li} = -3.05$  ،  $E^\circ \text{F} = 2.87$  ؟

**سؤال 3- خلية تحليل كهربائي تحتوي على مصهور كلوريد الخارصين  $\text{ZnCl}_2$  :**

- ( أ )- أكتب أنصاف التفاعلات التي تحدث عند القطبين ؟ ، ( ب )- ما نواتج التحليل الكهربائي للمصهور ؟  
 ( ج )- ما مقدار جهد البطارية اللازم لحدوث التفاعل علماً بأن :  $E^\circ \text{Zn} = -0.76$  ،  $E^\circ \text{CL} = 1.36$  ؟

خلايا التحليل الكهربائي لمحلول مادة كهربية

( لمحاليل المواد الأيونية ) محلول

Electrolysis of an Electrolyte Solution

سؤال: إن التحليل الكهربائي لمحاليل المواد الأيونية أكثر تعقيدا من المصاهير ، علل ذلك ؟

ج- وذلك لوجود جزيئات الماء (  $H_2O$  ) وإحتمال تأكسدها عند المصعد ( أو ) إختزالها عند المهبط ، لذلك عند إجراء التحليل الكهربائي لمحلول المادة الأيونية يجب أن نأخذ بالإعتبار وجود الماء الذي يتنافس مع الأيونات على تفاعل التأكسد والإختزال

## # ملاحظات مهمة جدا :

( 1 )- يتأكسد [  $H_2O$  ] على المصعد ، بدلا من :

[ أ ]- الأيونات السالبة إذا كان جهد تأكسد الماء أعلى من هذه الأيونات مثل (  $SO_4^{2-}$  ،  $NO_3^{-1}$  ، ..... )

معادلة تأكسد الماء :



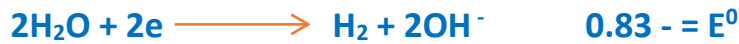
[ ب ]- أما إذا جاءت الأيونات التالية (  $Cl^-$  ،  $Br^-$  ،  $F^-$  ،  $I^-$  )

هي التي تتأكسد بدل الماء

( 2 )- يختزل [  $H_2O$  ] على المهبط بدلا من :

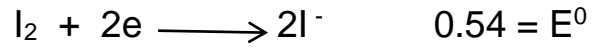
أ- الأيونات الموجبة إذا كان جهد إختزال الماء أعلى من هذه الأيونات مثل (  $Na^+$  ،  $K^+$  ،  $Li^+$  ،  $Ca^{+2}$  ، ..... )

معادلة إختزال الماء

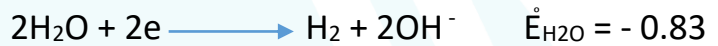


## \* التحليل الكهربائي لمحلول يوديد البوتاسيوم KI

مثال 1: ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول يوديد البوتاسيوم ( KI ) : وضح إجابتك بمعادلات علما بأن :

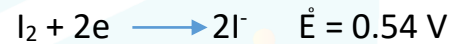


**الحل:** يتفكك يوديد البوتاسيوم في الماء حسب المعادلة التالية :  $KI \xrightarrow{H_2O} K^+ + I^-$  وعند تحليل محلول KI كهربائيا يحتمل اختزال أيونات  $K^+$  أو جزيئات الماء عند المهبط ، وبالرجوع إلى جهود الاختزال المعيارية لكل من البوتاسيوم والماء :



يلاحظ أن جهد اختزال الماء أعلى من جهد اختزال البوتاسيوم ، أي أن الماء أسهل اختزالا من أيونات البوتاسيوم  $K^+$  ، لذلك يختزل الماء ، حسب المعادلة التالية :  $2H_2O + 2e \longrightarrow H_2 + 2OH^-$

أما عند المصعد : فيحتمل تأكسد أيونات اليوديد  $I^-$  أو جزيئات الماء ، وبالرجوع إلى جدول جهود الاختزال المعيارية نجد أن :



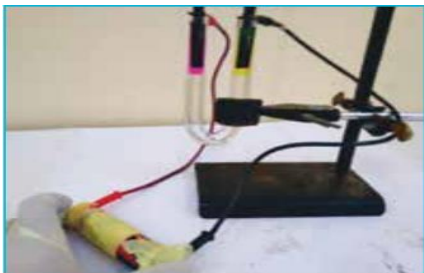
ألاحظ أن التفاعل العكسي في المعادلة الأولى يمثل تأكسد الماء ، ويمثل في المعادلة الثانية تأكسد أيون اليود  $I^-$  ، وبمعرفة أن جهد التأكسد المعياري  $( - E^0_{Reduction} )$  لنصف التفاعل ، ومقارنة جهود التأكسد لكل منها أجد أن جهد تأكسد الماء يساوي  $( - 1.23V )$  أما جهد تأكسد اليود فيساوي  $( - 0.54V )$  أي أن جهد تأكسد اليود أعلى من جهد تأكسد الماء .

وبالتالي فإنه أسهل تأكسداً من الماء ، لذا تتأكسد أيونات اليود  $I^-$  وينتج اليود  $I_2$  ( عند المصعد ) حسب المعادلة التالية :  $I_2 + 2e \longrightarrow 2I^-$

أما التفاعل الكلي ، هو مجموع نصفي تفاعل التأكسد والاختزال كما يلي :



\* ويتفق ذلك مع النتائج العملية لتحليل محلول KI كهربائيا ، إذ يلاحظ تكون اليود  $I_2$  عند المصعد وتصاعد غاز الهيدروجين  $H_2$  عند المهبط ، وتكون محلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH كما في الشكل التالي :



الشكل (17): التحليل الكهربائي لمحلول KI.

- ويمكن حساب جهد الخلية المعياري كالآتي :

$$E^0_{Cell} = E^0_{H_2O(Cathode)} - E^0_{I_2(anode)}$$

$$E^0_{Cell} = -0.83 - 0.54 = -1.37 V$$

( أما جهد البطارية اللازم لإحداث التفاعل ، فيزيد على  $( 1.37 V )$  )



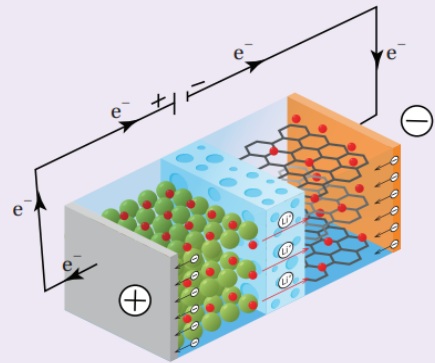
مثال 2: ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد الصوديوم NaCl باستخدام أقطاب بلاتين ، علما بأن :  
 $E^\circ \text{CL}_2 = 1.36 \text{ V}$  ،  $E^\circ \text{Na} = - 2.71 \text{ V}$  ، واحسب جهد الخلية كامله ؟

مثال 3: ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول بروميد الليثيوم LiBr باستخدام أقطاب غرافيت ، علما بأن :  
 $E^\circ \text{Br}_2 = 1.07 \text{ V}$  ،  $E^\circ \text{Li} = - 3.05 \text{ V}$  ، واحسب جهد الخلية كامله ؟

## الربط مع الحياة شحن البطارية



تَجْمَعُ البطارياتُ القابلةُ لإعادة الشحن بين كيمياء كلِّ من الخلايا الجلفائية وخلايا التحليل الكهربائي. فعند استخدام الأجهزة المحتوية عليها، مثل الهاتف الخليوي أو السيارة الكهربائية، تُحوَّل الطاقة الكيميائية إلى كهربائية؛ أي تعملُ خلية جلفائية، أما عند شحن البطارية فإنها تعملُ كخلية تحليل كهربائي تُحوِّل الطاقة الكهربائية التي تزوِّدُ بها إلى كيميائية؛ حيث ينعكس اتجاه حركة الإلكترونات فيها، ويحدثُ التفاعلُ العكسيُّ للتفاعل المنتج للتيار الكهربائي في البطارية.



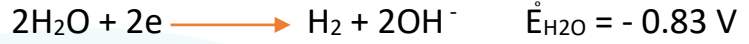
شحن بطارية أيون الليثيوم.



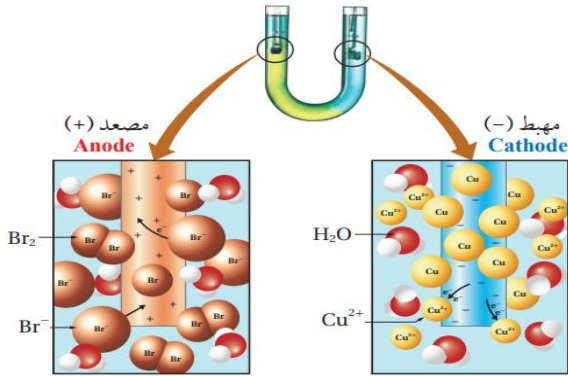
## \* التحليل الكهربائي لمحلول بروميد البوتاسيوم $\text{CuBr}_2$

مثال 1 : يتفكك بروميد النحاس في الماء ، حسب المعادلة :  $\text{CuBr}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Cu}^{2+} + 2\text{Br}^-$

وعند تحليل  $\text{CuBr}_2$  كهربائياً يحتمل اختزال أيونات  $\text{Cu}^{2+}$  أو جزيئات الماء عند المهبط ، وبالرجوع إلى جهود الاختزال المعيارية لكل من النحاس والماء :

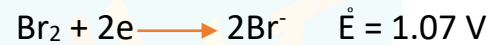
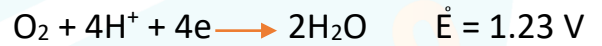


- ويلاحظ أن جهد اختزال النحاس  $\text{Cu}$  أعلى منه للماء  $\text{H}_2\text{O}$  لذلك تكون أيونات النحاس  $\text{Cu}^{2+}$  أسهل اختزالاً عند المهبط ، حيث يلاحظ تكون النحاس ، أنظر الشكل التالي :

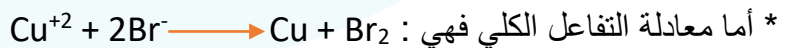


الشكل (18): تحليل  
محلول  $\text{CuBr}_2$  كهربائياً.

- أما عند المصعد : فيحتمل تأكسد أيونات البروميد  $\text{Br}^-$  أو جزيئات الماء  $\text{H}_2\text{O}$  ، وبالرجوع إلى جدول جهود الاختزال المعيارية ، وكتابة أنصاف التفاعلات ، كما يلي :



\* وألاحظ أن التفاعل العكسي في المعادلة الأولى يمثل تأكسد الماء  $\text{H}_2\text{O}$  ويمثل في الثانية تأكسد أيون البروميد  $\text{Br}^-$  وعند مقارنة جهود التأكسد لكل من الماء والبروم ، نجد أن جهد تأكسد الماء يساوي (  $-1.23\text{V}$  ) أما جهد تأكسد البروم فيساوي (  $-1.07\text{V}$  ) ، ألاحظ أن جهد تأكسد البروم أعلى منه للماء ، ومن ثم فإن أيونات البروميد  $\text{Br}^-$  أسهل تأكسداً ، حيث يلاحظ تكون البروم عند المصعد حسب المعادلة التالية : نصف تفاعل التأكسد



- ويتفق ذلك مع النواتج العملية لتحليل محلول  $\text{CuBr}_2$  كهربائياً : إذ يلاحظ تكون البروم عند المصعد وتكون النحاس عند المهبط .

- ويمكن حساب جهد الخلية المعياري للتفاعل الكلي كالآتي :

$$E^\circ_{\text{Cell}} = E^\circ_{\text{Cu (Cathode)}} - E^\circ_{\text{Br}_2 \text{ (anode)}}$$

$$E^\circ_{\text{Cell}} = 0.34 - 1.07 = -0.73 \text{ V}$$

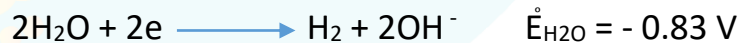
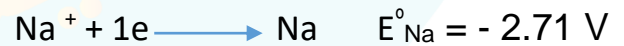
( أما جهد البطارية اللازم لإحداث التفاعل ، فيزيد على (  $0.73 \text{ V}$  ) )

مثال 2: ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد النحاس  $\text{CuCl}_2$  باستخدام أقطاب غرافيت ، علماً بأن :  
 $E^\circ \text{Cu} = 0.34 \text{ V}$  ،  $E^\circ \text{CL}_2 = 1.36 \text{ V}$  ، واحسب جهد الخلية كامله ؟

مثال 3: ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول يوديد المغنيسيوم  $\text{MgI}_2$  باستخدام أقطاب غرافيت ، علماً بأن :  
 $E^\circ \text{Mg} = - 2.37 \text{ V}$  ،  $E^\circ \text{I}_2 = 0.54 \text{ V}$  ، واحسب جهد الخلية كامله ؟

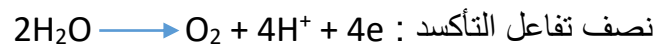
## \* التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات الصوديوم $\text{Na}_2\text{SO}_4$

مثال 1 : تتفكك كبريتات الصوديوم في الماء ، حسب المعادلة :  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$   
 وعند تحليل محلوله كهربائياً يحتمل اختزال أيونات الصوديوم  $\text{Na}^+$  أو جزيئات الماء عند المهبط ، وبالرجوع إلى جهود الاختزال المعيارية كما يلي :



- يلاحظ أن جهد اختزال الماء أعلى منه لأيونات الصوديوم  $\text{Na}^+$  ، لذلك يكون أسهل اختزالاً عند المهبط ، حيث يتكون غاز الهيدروجين  $\text{H}_2$  وأيونات الهيدروكسيد  $\text{OH}^-$  .

- أما عند المصعد فيحتمل تأكسد أيونات الكبريتات  $\text{SO}_4^{2-}$  أو جزيئات الماء ، وقد لوحظ عملياً تصاعد غاز الأكسجين عند المصعد ، ما يدل على تأكسد جزيئات الماء حسب المعادلة التالية :



- أما التفاعل الكيميائي الكلي فمجموع نصف تفاعل التأكسد ونصف تفاعل الاختزال وهو :  $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$

\* أي أن ما حدث عند تحليل محلول كبريتات الصوديوم كهربائياً ، هو تحليل الماء كهربائياً ، حيث :

تأكسدت جزيئات الماء ، واختزلت مكونة غازي الأكسجين  $\text{O}_2$  والهيدروجين  $\text{H}_2$

## Note :

يلاحظ من دراسة الأمثلة السابقة لتحليل محاليل المركبات الأيونية كهربائياً : أن الأيونات الموجبة وجزيئات الماء يحتمل أن تختزل عند المهبط ،

وأن الأيونات السالبة ، وجزيئات الماء ، يحتمل أن تتأكسد عند المصعد ، وأن التفاعل الذي يحدث يعتمد بشكل عام على جهود الاختزال المعيارية لكل منهما : كما أن سلوك أيون معين هو نفسه خلال عملية التحليل الكهربائي بغض النظر عن مصدره ، وأن هناك بعض الأيونات متعددة الذرات مثل (  $SO_4^{2-}$  ،  $NO_3^-$  ، ..... ) ، لا تتأثر عند تحليل محاليلها كهربائياً

مثال 2: ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات الليثيوم  $Li_2SO_4$  باستخدام أقطاب غرافيت ، علماً بأن :

$$E^\circ Li = - 3.05 V$$

مثال 3: ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول نترات البوتاسيوم  $KNO_3$  باستخدام أقطاب غرافيت ، علماً بأن :

$$E^\circ K = - 2.92 V$$

## \* أتتحقق :

أكتب تفاعلي المصعد والمهبط اللذين يحدثان عند تحليل محلول  $NiBr_2$  كهربائياً باستخدام أقطاب من الجرافيت ؟

## \* أفكر :

أفسر : دور كبريتات الصوديوم في عملية التحليل الكهربائي للماء ؟

## \* أفكر :

أفسر : مستعينا بالمعادلات عند تحليل محلول  $CuSO_4$  كهربائياً يتحول تدريجياً إلى محلول  $H_2SO_4$  ؟

سؤال 1: ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول فلوريد الصوديوم  $\text{NaF}$  باستخدام أقطاب بلاتين ، علما بأن :  
 $E^\circ \text{Na} = - 2.71 \text{ V}$  ،  $E^\circ \text{CL}_2 = 1.36 \text{ V}$  ، واحسب جهد الخلية كامله ؟

سؤال 2: ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول فلوريد المغنيسيوم  $\text{MgF}_2$  باستخدام أقطاب غرافيت ، علما بأن :  
 $E^\circ \text{Mg} = - 2.37 \text{ V}$  ،  $E^\circ \text{F}_2 = 2.87 \text{ V}$  ، واحسب جهد الخلية كامله ؟

سؤال 3: ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول نترات الليثيوم  $\text{LiNO}_3$  باستخدام أقطاب غرافيت ، علما بأن :  
 $E^\circ \text{Li} = - 3.05 \text{ V}$  ؟

سؤال 4 : ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات البوتاسيوم  $\text{K}_2\text{SO}_4$  باستخدام أقطاب غرافيت ، علما  
 بأن :  $E^\circ \text{K} = - 2.92 \text{ V}$  ؟

سؤال 5 : ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول نترات الرصاص ( شجرة الرصاص )  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  باستخدام  
 أقطاب غرافيت ، علما بأن :  $E^\circ \text{Pb} = - 0.13 \text{ V}$  ؟

## # التطبيقات العملية للتحليل الكهربائي Application of Electrolysis

تعمل خلايا التحليل الكهربائي على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية ، من خلال : استخدام تيار كهربائي يجبر تفاعلي تأكسد واختزال غير تلقائيين على الحدوث ، ولهذه الخلايا تطبيقات مهمة في الصناعة : مثل

- استخلاص الفلزات النشطة من مصاهير خاماتها
- وتنقية الفلزات لاستخدامها في المجالات التي تحتاج إلى فلزات نقية بدرجة كبيرة

### استخلاص الألمنيوم Aluminum Extraction

يعد من أكثر الفلزات انتشارا في القشرة الأرضية وهو من الفلزات النشطة

سؤال : ما اسم الخام / واسم الطريقة التي يستخرج منها الألمنيوم ؟

ج- اسم الخام : خام البوكسيت (  $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$  )

اسم الطريقة : هول – هيروليت

سؤال : وضح طريقة الاستخلاص ؟

ج- 1- يعالج الخام لتخليصه من الشوائب

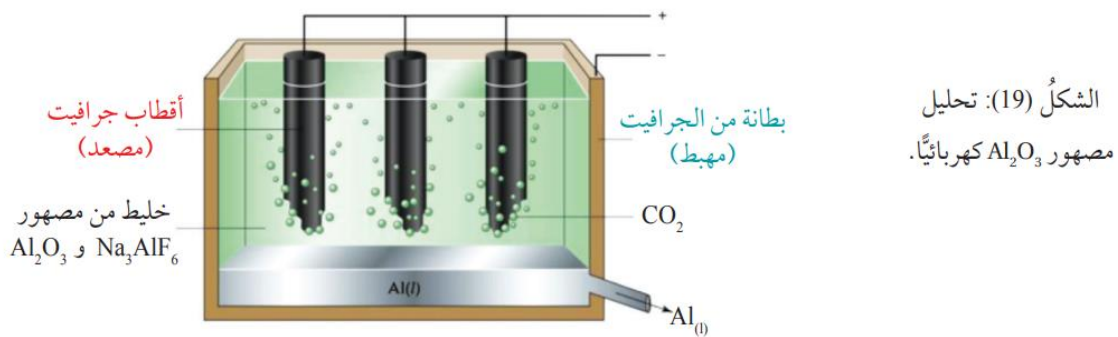
2- ثم يسخن لتحويله إلى أكسيد الألمنيوم  $Al_2O_3$

3- ثم يذاب في مصهور الكريوليت (  $Na_3AlF_6$  ) فتتخفض درجة انصهاره نحو  $1000^\circ C$

سؤال : أذكر مكونات خلية التحليل الكهربائي لمصهور  $Al_2O_3$  ؟

ج- تتكون من الداخل : 1- من طبقة من الجرافيت تمثل المهبط

2- وسلسلة من أقطاب الجرافيت تغمس في المصهور تمثل المصعد

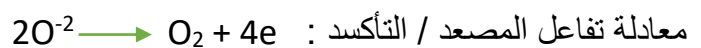


سؤال : نواتج عملية التحليل الكهربائي للألمنيوم ؟

ج- عند إجراء عملية التحليل الكهربائي يحدث (اختزال) لأيونات الألمنيوم عند المهبط ، ويتكون الألمنيوم الذي يتجمع أسفل الخلية ، حيث يسحب من مخرج خاص ، كما في المعادلة التالية :



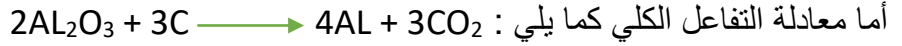
أما عند المصعد ، فتتأكسد أيونات الأكسجين  $O^{2-}$  مكونة غاز الأكسجين ، كما في المعادلة التالية :



ويتفاعل الأكسجين الناتج مع أقطاب الجرافيت مكونا ثاني أكسيد الكربون حسب المعادلة التالية :



- مما يؤدي إلى تاكلها ، فيجري تغييرها بشكل دوري



**\* ملحوظة :** ونظرا إلى أن عملية استخلاص الألمنيوم تستهلك كميات هائلة من الطاقة ، تقام مصانع إنتاجه قريبا من محطات الطاقة الكهربائية لتوفير كلفة نقل الطاقة ، كما يركز بشكل كبير على عملية إعادة تدويره ، إذ تبلغ كمية الطاقة اللازمة لإعادة التدوير نحو 5% من الطاقة اللازمة لاستخلاصه من خام ( البوكسيت )

## تنقية الفلزات Purification of Metals

تحتاج بعض استخدامات الفلزات إلى أن تكون نقية تماما فمثلا : يجب أن يكون النحاس Cu المستخدم في التمديدات الكهربائية نقياً ، لذا تستخدم عملية التحليل الكهربائي في تنقية الفلزات مثل النحاس بعد عمليات استخلاصه من خاماته

- إذ يحتوي على شوائب مثل : الخارصين Zn ، والحديد Fe ، والذهب Au ، والفضة Ag ، والبلاتين Pt ، وحتى تتم تنقيته كما يلي :

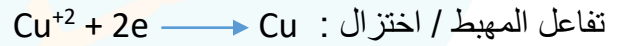
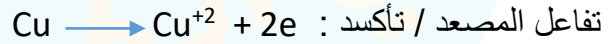
**سؤال : وضح الية تنقية النحاس من خاماته ؟**

ج- 1- يشكل النحاس الغير نقي على شكل قوالب تمثل المصعد في خلية التحليل الكهربائي

2- ويوصل المهبط بشريحة رقيقة من النحاس النقي

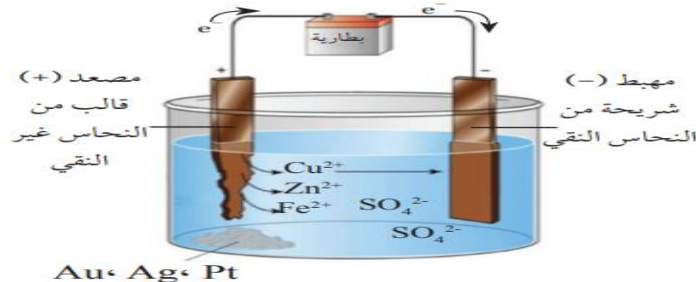
3- ثم يغمران في محلول كبريتات النحاس  $CuSO_4$

- وعند تمرير تيار كهربائي في الخلية تحدث التفاعلات الآتية :



\* ومع الإستمرار تتأكسد ذرات النحاس إلى أيونات  $Cu^{+2}$  وتنتقل لتختزل وتترسب على المهبط ، وتتأكسد ذرات الفلزات (الشوائب) التي لها جهد اختزال أقل من النحاس ( كالخارصين ، والحديد مكونة أيونات  $Zn^{+2}$  و  $Fe^{+2}$  على الترتيب وتبقى هذه الأيونات ذائبة في المحلول )

\* أما ( الذهب Au ، والفضة Ag ، والبلاتين Pt ، فإن جهد اختزالها أعلى من جهد الخلية المستخدم لذلك لا تتأكسد ذراتها ، وتتجمع في قاع الخلية ، وتكون درجة نقاوة النحاس الناتج نحو 9.99 % ) ، كما في الشكل التالي :



الشكل (20): تنقية النحاس  
بالتحليل الكهربائي.

\* أتتحقق :

1- أفسر : لا تختزل أيونات  $Fe^{+2}$  و  $Zn^{+2}$  التي توجد ذراتها على شكل شوائب مع النحاس ، خلال عملية تنقيته بالتحليل الكهربائي ؟

2- أفسر : مستعينا بمعادلات كيميائية ، استبدال أقطاب الجرافيت المستخدمة في خلية هول-هيروليت بشكل دوري ؟

3- أكتب معادلة التفاعل الكلي الذي يحدث في بطارية الرصاص Pb الحمضية خلال شحنها

## ورقة عمل 15

سؤال : ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يلي :

1- احدى الجمل التالية غير صحيحة فيما يخص خلية التحليل الكهربائي ؟

- أ- يحدث فيها التفاعل بشكل غير تلقائي  
ب- يجب توفر البطارية لحدوث التفاعل  
ج- تحول الطاقة الكهربائية إلى كيميائية  
د- يكون جهد الخلية بالقيمة الموجبة

2- يستخلص الألمنيوم من خام البوكسيت ، الذي يحمل الصيغة الكيميائية التالية :

- أ- AL      ب-  $Al_2O_3$       ج-  $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$       د-  $Na_3AlF_6$

3- يذاب خام البوكسيت في مصهور ..... ، لكي يعمل على إزالة الشوائب :

- أ- البوكسيت      ب- الكريوليت      ج- هول - هيروليت      د- البلاتين

4- الغاز الذي ينتج من عملية استخلاص الألمنيوم هو :

- أ-  $O_2$       ب-  $CO_2$       ج-  $3O_2$       د-  $3CO_2$

5- يتم ربط قطب النحاس الغير نقي في خلية التحليل الكهربائي عند :

- أ- المصعد (-)      ب- المهبط (+)      ج- المصعد (+)      د- المهبط (-)

انتبه عزيزي الطالب/ة : عند تنقية الفلزات

يتأكسد النحاس Cu أولاً لأن جهد إختزاله أقل ثم الخارصين Zn ، ثم الحديد  $Fe^{+2}$  على الترتيب وتبقى ذائبة في المحلول أما الذهب Au ، والفضة Ag والبلاتين Pt فإن جهد إختزاله أعلى ، فلا يتأكسد فيترسب (يتجمع) في قاع الخلية



## الإثراء والتوسع

### إعادة تدوير البطاريات Recycling Batteries

تُستخدم البطاريات لتزويد أجهزة مختلفة بالطاقة؛ تشمل السيارات والهواتف وأجهزة الحاسوب وغيرها، وعندما تنفذ البطارية أو تلف تُرمى (يُستغنى عنها)، ويؤدي ذلك إلى تراكم كميات كبيرة من النفايات الخطرة؛ إذ تحتوي البطاريات على مواد كيميائية سامة وفلزات ثقيلة، ينتج عن تراكمها ودفنها مخاطر بيئية؛ فقد تسبب تلوث المياه والتربة، ومن هنا جاءت فكرة إعادة تدوير البطاريات.

تدوير البطاريات يعني معالجة نفاياتها؛ بهدف التقليل منها بوصفها نفايات صلبة، وإعادة استخدام مكوناتها مرة أخرى.

#### إعادة تدوير بطارية الرصاص الحمضية

تعد بطاريات الرصاص الحمضية من أقدم أنواع البطاريات القابلة لإعادة الشحن في العالم، ولإعادة تدويرها أهمية كبيرة في صناعة الرصاص في الوقت الحاضر؛ حيث يمثل الرصاص المُعاد استخدامه نحو 47% من إجمالي الرصاص المُستخدم عالمياً.

وتشمل عملية إعادة تدوير بطاريات الرصاص الحمضية المُستخدمة مراحل عدّة، هي:



التجميع: يُقصد به تجميع بطاريات الرصاص المُستخدمة، وغالباً ما يكون ذلك لدى باعة البطاريات، حيث تجمعها الشركات التي تُعيد تدويرها.  
التكسير: تُفكّك البطارية في منشأة إعادة التدوير، وتُسحق مكوناتها باستخدام أدوات خاصة، فتتحول إلى شظايا.

الفرز: تتضمن هذه العملية فصل أجزاء بطارية الرصاص الحمضية بفرز المكونات البلاستيكية والورقية عن الرصاص والفلزات الثقيلة،

وسحب السائل الموجود فيها، يتبع ذلك سير كل مادة في رحلة تدوير خاصة بها؛ إذ تُغسل القطع البلاستيكية وتُجفف ثم تُرسل إلى وحدة تدوير البلاستيك، حيث تُصهر وتُشكّل آلياً على شكل كرات من مادة البولي بروبيلين، وتُستخدم مرة أخرى لإنتاج صناديق بطاريات الرصاص الحمضية، ويمكن استخدامها في صناعة منتجات أخرى. أما ألواح الرصاص وأكسيده ومركباته الأخرى فتُصهر معاً في أفران الصهر، ثم تُصب في قوالب وتُزال الشوائب المعروفة باسم الخبث من فوق سطح مصهور الرصاص، وتترك السبائك لتبرد وتتصلب، ثم تُرسل إلى الشركات المُصنّعة للبطاريات، حيث تُستخدم في إنتاج ألواح جديدة من الرصاص وأكسيده.

أما حمض الكبريتيك، وهو المكون السائل في البطارية؛ فيجري التعامل معه بطريقتين، أولاًهما: مفاعلة الحمض مع مركب كيميائي قاعدي؛ فينتج الملح والماء، ثم يجري تجميع المياه الناتجة ومعالجتها ضمن مواصفات محددة والتخلص من الماء في شبكة الصرف الصحي، أما الطريقة الثانية؛ فيجري فيها تحويل الحمض إلى كبريتات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ، ثم استخدامه في صناعة منظّفات الغسيل والزجاج والمنسوجات.



## مراجعة الدرس الثالث

**س1- الفكرة الرئيسية : أوضح مبدأ عمل خلية التحليل الكهربائي .**

ج- تحول خلية التحليل الكهربائي الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية من خلال إمرار تيار كهربائي في محلول أو مصهور مادة كهربية مما يؤدي إلى حدوث تفاعل تأكسد واختزال غير تلقائي للحدوث

**س2- أفسر:**

**أ- لا يمكن تحضير غاز الفلور بالتحليل الكهربائي لمحلول NaF**

ج- لأن الماء أسهل تأكسداً من أيونات  $F^-$  ، إذ أن جهد تأكسده  $(-1.23 V)$  أعلى من جهد تأكسد أيونات الفلوريد  $F^-$   $(-2.87 V)$  وبالتالي لا تتأكسد أيونات الفلوريد عند التحليل الكهربائي لمحلول NaF

**ب- تكون الكلفة الاقتصادية لإعادة تدوير الألمنيوم أقل من كلفة إستخراجه من خام البوكسيت ؟**

ج- نظراً للإرتفاع الكبير لدرجة انصهار أكسيد الألمنيوم (الألومينا)  $Al_2O_3$  مما يتطلب إذابته في مصهور مادة الكربوليت لتخفيض درجة انصهاره ثم إجراء عملية تحليل كهربائي للمصهور وجميع هذه العمليات تتطلب كميات كبيرة من الطاقة أما إعادة تدوير الألمنيوم فيتطلب صهر المواد المصنوعة من الألمنيوم فقط ، ونظراً لانخفاض درجة انصهار الألمنيوم مقارنة بأكسيد الألمنيوم فإنها تحتاج لكميات قليلة من الطاقة

**س3- أتوقع : بالرجوع إلى جدول جهود الاختزال المعيارية ، أتوقع نواتج التحليل الكهربائي لمحاليل الأملاح الاتية:**

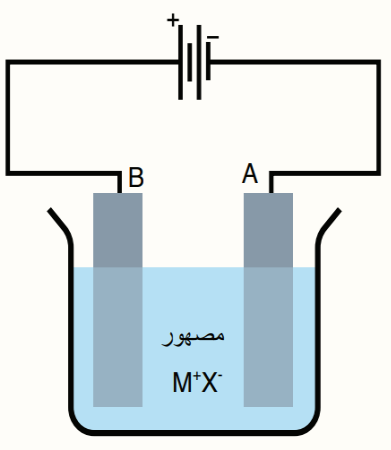
**أ- يوديد المغنيسيوم  $MgI_2$  :**

**ب- نترات الرصاص  $Pb(NO_3)_2$  :**

**ج- كبريتات الكوبلث  $CoSO_4$  :**

**س4- أدرس الشكل المجاور ، الذي يمثل خلية تحليل كهربائي لمصهور المركب الأيوني MX باستخدام أقطاب من الجرافيت أعطيت الرموز A و B ، ثم أجب عن الأسئلة الاتية :**

**أ- أحدد المصعد والمهبط في الخلية ؟**



**ب- أحدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك ، واتجاه حركة الأيونات**

**الموجبة والسالبة داخل المحلول باستخدام الأسهم ؟**

**ج- أحدد القطب الذي تحدث عنده عملية التأكسد ؟**

**د- أحدد القطب الذي تتكون عنده ذرات العنصر M ؟**

**س5- عند تنقية قوالب من النيكل باستخدام عملية التحليل الكهربائي :**

**أ- ما القطب الذي يجب أن تمثله القوالب غير النقية ؟**

**ب- ما المادة المستخدمة في القطب الآخر ؟**

**ج- أقتراح محلولاً يمكن استخدامه في هذه الخلية .**

## الامتحان الثالث

س1- اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

- 1- عند التحليل الكهربائي لمحلول NaI تركيزه ( 1 M ) باستخدام أقطاب بلاتين , فإن نواتج التحليل هي :  
 ( أ )  $O_2 + I_2$  ( ب )  $Na + I_2$  ( ج )  $O_2 + H_2$  ( د )  $H_2 + I_2$
- 2- عند تحليل مصهور هيدريد الصوديوم NaH كهربائياً باستخدام أقطاب من البلاتين فإن تفاعل المصعد هو :  
 ( أ )  $Na \rightarrow Na^+ + 1e$  ( ب )  $2H^- \rightarrow H_2 + 2e$  ( ج )  $2H^+ + 2e \rightarrow H_2$  ( د )  $Na^+ + 1e \rightarrow Na$
- 3- إذا تم تحليل مصهور هيدريد الليثيوم ( LiH ) كهربائياً باستخدام أقطاب بلاتين , فإن تفاعل المصعد هو :  
 ( أ )  $Li^+ + e \rightarrow Li$  ( ب )  $Li \rightarrow Li^+ + e$  ( ج )  $2H^- \rightarrow H_2 + 2e$  ( د )  $2H^+ + 2e \rightarrow H_2$
- 4- عند التحليل الكهربائي لمحلول مائي ليوديد البوتاسيوم ( KI ) باستخدام أقطاب غرانيت فإن ما يحدث عند المهبط هو :  
 ( أ ) ترسب اليود ( ب ) ترسب البوتاسيوم ( ج ) انطلاق غاز الهيدروجين ( د ) انطلاق غاز الأكسجين
- 5- العبارة التي تتفق وخلية التحليل الكهربائي :  
 ( أ ) شحنة المهبط موجبة ( ب ) التفاعل الكلي تلقائي  
 ( ج ) تفاعل الاختزال يحدث عند المصعد ( د ) جهد الخلية (  $e^-$  ) له قيمة سالبة
- 6- عند تحليل محلول مائي من كلوريد البوتاسيوم ( KCl ) تركيزه ( 1M ) كهربائياً باستخدام أقطاب غرافيت يكون الناتج عند المصعد :  
 ( أ )  $O_2(g)$  ( ب )  $K(s)$  ( ج )  $Cl_2(g)$  ( د )  $H_2(g)$
- 7- إحدى العبارات الآتية غير صحيحة فيما يتعلق بخلية التحليل الكهربائي وهي :  
 ( أ ) شحنة المصعد موجبة ( ب ) يحدث تفاعل اختزال عند المهبط  
 ( ج ) تنتج الأيونات الموجبة نحو المصعد ( د ) جهد الخلية (  $E^\circ$  ) له قيمة سالبة
- 8- نواتج التحليل الكهربائي لمحلول مائي من يوديد البوتاسيوم KI : ( علماً بأن جهد اختزال كل من البوتاسيوم واليود والماء على التوالي ( بالفولت )  $V = -2,93 + 0,54 - 0,83$  وجهد التأكسد الماء = ( - 1,23 فولت )  
 ( أ ) البوتاسيوم عند المهبط ( ب ) الأكسجين عند المهبط  
 ( ج ) اليود عند المصعد ( د ) الهيدروجين عند المصعد
- 9- عند التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم تكون النواتج النهائية هي :  
 ( أ ) الصوديوم عند المصعد والكلور عند المهبط ( ب ) الصوديوم عند المهبط والكلور عند المصعد  
 ( ج ) الصوديوم عند المهبط والهيدروجين ( د ) الكلور عند المصعد وهيدروكسيد الصوديوم عند المهبط
- 10- تفاعل المصعد في عملية التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد الصوديوم NaCl :  
 ( أ ) أكسدة الماء ( ب ) اختزال  $Na^+$  ( ج ) أكسدة  $Cl^-$  ( د ) اختزال الماء
- 11- في خلية التحليل الكهربائي لمصهور NaBr (أقطاب بلاتين) فإن التفاعل الحادث عند المهبط :  
 ( أ )  $Na \rightarrow Na^+ + 1e$  ( ب )  $Na^+ + 1e \rightarrow Na$  ( ج )  $2Br^- \rightarrow Br_2 + 2e$  ( د )  $2Br^- \rightarrow Br_2 + 2e$
- 12- في التحليل الكهربائي لمحلول NaCl تركيزه ( 1M ) المادة التي تنتج عند المهبط هي :  
 ( أ )  $H_2$  ( ب )  $O_2$  ( ج ) Na ( د )  $Cl_2$

س2- ما نواتج التحليل الكهربائي لكل من :

1- محلول كبريتات الصوديوم ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )

2- محلول بروميد الصوديوم ( $\text{NaBr}$ )

3- محلول كبريتات النحاس ( $\text{CuSO}_4$ )

4- محلول يوديد الحديد ( $\text{FeI}_2$ )

5- محلول فلوريد الليثيوم ( $\text{LiF}$ )

6- مصهور كلوريد الزنك ( $\text{ZnCl}_2$ )

7- محلول نترات الكالسيوم ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ )

س3- أجب عن الأسئلة الآتية ( بالرجوع الى جدول جهود الإختزال المعيارية صفحـ 57 — هـ )

1- أكتب التفاعل الكلي في خلية التحليل الكهربائي لمحلول  $\text{AgI}$  ؟

2- أكتب تفاعل المصعد في التحليل الكهربائي لمصهور  $\text{AgCl}$  ؟

3- أكتب معادلة تفاعل المهبط في عملية التحليل الكهربائي لمصهور  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ؟

سلسلة التجارب الموجودة في كُتابه الأنشطة والتجارب العلمية

## التجربة الاستهلالية : تفاعل بعض الفلزات مع حمض الهيدروكلوريك HCL

### تفاعل بعض الفلزّات مع حمض الهيدروكلوريك HCl

### تجربة استهلالية

#### الخلفية العلمية:

تتفاوت الفلزّات في نشاطها الكيميائي، ويمكن الاستدلال على ذلك من خلال تفاعلاتها المختلفة، كالتفاعل مع الحموض، مثل حمض الهيدروكلوريك HCl. فمثلاً، يتفاعل الخارصين Zn مع حمض HCl وينطلق غاز الهيدروجين  $H_2$ ، حسب المعادلة:



يُلاحظ من المعادلة أنّ فلزّ الخارصين حلّ محلّ الهيدروجين؛ حيث تأكسدت ذرّاته؛ أي فقدت إلكترونات واختزلت أيونات الهيدروجين  $H^+$ ، التي اكتسبت الإلكترونات لتنتج على شكل غاز  $H_2$ . وهناك بعض الفلزّات لا تتفاعل مع حمض HCl ولا تحلّ محلّ الهيدروجين؛ أي أنّها لا تتأكسد ولا تختزل أيونات  $H^+$ . ويمكن الاستدلال على نشاط الفلزّ من خلال سرعة تفاعله مع الحمض وسرعة انطلاق غاز الهيدروجين  $H_2$  من التفاعل.

#### الهدف: أقرن سرعة تفاعل بعض الفلزّات مع حمض الهيدروكلوريك HCl.

| الفلزّ | حدوث تفاعل<br>نعم، لا | تصاعد غاز $H_2$<br>نعم، لا | النشاط<br>أنشط، أقلّ نشاطاً، لم يتفاعل |
|--------|-----------------------|----------------------------|--|
| Mg     |                       |                            |  |
| Zn     |                       |                            |  |
| Al     |                       |                            |  |
| Cu     |                       |                            |  |

علما أن جهود الاختزال للعناصر

التاليه كما يلي :

$$Mg^{+2} = -2.37 v$$

$$Zn^{+2} = -0.76 v$$

$$Al^{+3} = -1.66 v$$

$$Cu^{+2} = 0.34 v$$

\* التحليل والاستنتاج :

(1)- أعدد الفلزّات التي تفاعلت مع حمض الهيدروكلوريك HCL .

ج- الفلزّات التي تتفاعل مع حمض HCL هي : Zn , AL , Mg

(2)- أرتب الفلزّات حسب نشاطها في التفاعل مع الحمض

ج- الترتيب :  $Zn < AL < Mg$

(3)- أكتب معادلات كيميائية موزونة للفلزّات التي تفاعلت مع الحمض

| معادلة التفاعل  | الفلزّات التي تفاعلت مع الحمض |
|---|-------------------------------|
| $Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow MgCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$    | Mg                            |
| $2Al_{(s)} + 6HCl_{(aq)} \longrightarrow 2AlCl_{3(aq)} + 3H_{2(g)}$ | AL                            |
| $Zn_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$    | Zn                            |

ج-

(4)- أعدد التغير الذي يطرأ على شحنة كل فلز في التفاعلات السابقة . ما نوع التفاعل ؟

ج- نوع التفاعل : استبدال ، إحلال أحادي ، تأكسد واختزال

| العنصر | التغير الذي يطرأ على شحنة الفلز |
|--------|---------------------------------|
| Mg     | تغيرت الشحنة من 0 إلى 2+        |
| AL     | تغيرت الشحنة من 0 إلى 3+        |
| Zn     | تغيرت الشحنة من 0 إلى 2+        |

## التجربة ( 1 ) : مقارنة جهود بعض الخلايا الجلفانية

### مقارنة جهود بعض الخلايا الجلفانية

### التجربة (1)

#### الخلفية العلمية:

تتكوّن الخلية الجلفانية من نصفي خلية؛ نصف خلية تأكسد ونصف خلية اختزال، ويحدث في الخلية تفاعل تأكسد واختزال تلقائي منتج للطاقة الكهربائية؛ إذ تنتقل الإلكترونات في الدارة الخارجية من القطب الذي يحدث عنده التأكسد (المصعد Anode)؛ حيث تتأكسد ذراته مُتحوّلةً إلى أيونات في المحلول فتقل كتلته، إلى القطب الذي يحدث عنده الاختزال (المهبط Cathode)؛ حيث تختزل الأيونات الموجبة في محلول الملح وترسب عليه فتزداد كتلته. وتتحرك الأيونات الموجبة من القنطرة الملحية باتجاه نصف خلية الاختزال، بينما تتحرك الأيونات السالبة باتجاه نصف خلية التأكسد بحيث تحافظ على التعادل الكهربائي في المحلولين. أما فرق الجهد الذي يقيسه الفولتميتر بين القطبين فهو جهد الخلية الذي يزداد بزيادة ميل كل من نصف تفاعل التأكسد ونصف تفاعل الاختزال للحدوث، أو بزيادة الفرق في جهد الاختزال بين القطبين.

**الهدف:** أقرن جهد الخلية ( $E_{cell}$ ) لعدة خلايا جلفانية باستخدام أزواج مختلفة من الأقطاب الفلزية.

| الخلية          | جهد الخلية المقاس | جهد الخلية المعياري (V) |
|-----------------|-------------------|-------------------------|
| نحاس - خارصين   |                   | 1.1                     |
| نحاس - ألومنيوم |                   | 2.0                     |
| نحاس - رصاص     |                   | 0.47                    |
| رصاص - ألومنيوم |                   | 1.53                    |

علما أن جهد الاختزال للأقطاب

كما يلي :

$$Cu^{+2} = 0.34 \text{ v}$$

$$Zn^{+2} = -0.76 \text{ v}$$

$$Al^{+3} = -1.66 \text{ v}$$

$$Pb^{+2} = -0.13 \text{ v}$$

\* التحليل والاستنتاج :

(1)- أعدد المصعد والمهبط في كل خلية جلفانية .

ج-

| الخلية  | المصعد | المهبط |
|---------|--------|--------|
| Zn - Cu | Zn     | Cu     |
| AL - Cu | AL     | Cu     |
| Pb - Cu | Pb     | Cu     |
| AL - Pb | AL     | Pb     |

(2)- أكتب التفاعل الكلي في كل خلية جلفانية .

ج-

| الخلية  | معادلة التفاعل الكلي                            |
|---------|---|
| Zn - Cu | $Zn + Cu^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Cu$     |
| AL - Cu | $2AL + 3Cu^{+2} \longrightarrow 2AL^{+3} + 3Cu$ |
| Pb - Cu | $Pb + Cu^{+2} \longrightarrow Pb^{+2} + Cu$     |
| AL - Pb | $2AL + 3Pb^{+2} \longrightarrow 2AL^{+3} + 3Pb$ |

(3)- أقرن بين جهود الخلايا الجلفانية التي جرى قياسها ، وأفسر الاختلاف فيها .

$$E^0_{cell} (AL - Cu) > E^0_{cell} (AL - Pb) > E^0_{cell} (Zn - Cu) > E^0_{cell} (Pb - Cu) \quad \text{ج-}$$

كلما زاد ميل كل من نصفي تفاعل التأكسد والاختزال للحدوث زاد جهد الخلية

(4)- أترتيب الفلزات وفق تزايد جهود اختزالها اعتمادا على قيم جهود الخلايا المقاسة .

$$Cu > Pb > Zn > AL \quad \text{ج-}$$

## التجربة ( 2 ) : مقارنة قوة بعض العوامل المختزلة

### مقارنة قوّة بعض العوامل المختزلة

### التجربة (2)

#### الخلفية العلميّة:

تحدث تفاعلات التأكسد والاختزال نتيجة انتقال الإلكترونات من المادّة التي تتأكسد (العامل المختزل) إلى المادّة التي تُختزل (العامل المؤكسد)، ويعتمد حدوث التفاعل على جهود الاختزال المعيارية لنصف تفاعل التأكسد ونصف تفاعل الاختزال. ولما كان كل نصف تفاعل يتضمّن عاملاً مؤكسداً وعاملاً مختزلاً، فكلّما زاد جهد الاختزال المعياري للقطب قلّ ميل العامل المختزل للتأكسد وقلّت قوّة العامل المختزل، وكذلك زاد ميل العامل المؤكسد للاختزال وزادت قوته. ويكون التفاعل تلقائياً عندما يكون جهد الاختزال المعياري للعامل المؤكسد في التفاعل أعلى من جهد الاختزال المعياري للعامل المختزل فيه، وعندها يكون جهد الخلية المعياري للتفاعل موجباً.

#### الهدف: أقرن قوّة بعض العوامل المختزلة.

| محلول                             |               |                                   |               |                                   |               |                                   |               | التفاعل مع<br>المحاليل<br><br>العنصر |
|-----------------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------|--------------------------------------|
| Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> |               | Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> |               | Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> |               | Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> |               |                                      |
| الدليل                            | حدوث<br>تفاعل | الدليل                            | حدوث<br>تفاعل | الدليل                            | حدوث<br>تفاعل | الدليل                            | حدوث<br>تفاعل |                                      |
|                                   |               |                                   |               |                                   |               |                                   |               | Mg                                   |
|                                   |               |                                   |               |                                   |               |                                   |               | Ni                                   |
|                                   |               |                                   |               |                                   |               |                                   |               | Pb                                   |
|                                   |               |                                   |               |                                   |               |                                   |               | Fe                                   |

علما أن جهد الاختزال للأقطاب

كما يلي :

$$\text{Mg}^{+2} = - 2.37 \text{ v}$$

$$\text{Ni}^{+2} = - 0.23 \text{ v}$$

$$\text{Pb}^{+2} = - 0.13 \text{ v}$$

$$\text{Fe}^{+2} = - 0.44 \text{ v}$$

\* التحليل والاستنتاج :

(1)- أكتب معادلة كيميائية موزونة تمثل التفاعل الحادث في كل أنبوب .

ج- معادلة التفاعل الحادث في كل أنبوب ( لأن أيون النترات NO<sub>3</sub><sup>-</sup> لم يحدث له أي تغيير خلال التفاعل فهو أيون متفرج لذلك سيتم حذفه من معادلات التفاعل وكتابة معادلة أيونية

| العنصر | معادلة التفاعل  |
|--------|---|
| Mg     | $\text{Mg} + \text{Ni}^{+2} \longrightarrow \text{Mg}^{+2} + \text{Ni}$ |
| Mg     | $\text{Mg} + \text{Pb}^{+2} \longrightarrow \text{Mg}^{+2} + \text{Pb}$ |
| Mg     | $\text{Mg} + \text{Fe}^{+2} \longrightarrow \text{Mg}^{+2} + \text{Fe}$ |
| Fe     | $\text{Fe} + \text{Pb}^{+2} \longrightarrow \text{Fe}^{+2} + \text{Pb}$ |
| Fe     | $\text{Fe} + \text{Ni}^{+2} \longrightarrow \text{Fe}^{+2} + \text{Ni}$ |
| Ni     | $\text{Ni} + \text{Pb}^{+2} \longrightarrow \text{Ni}^{+2} + \text{Pb}$ |

(2)- أرتب الفلزات حسب قوتها كعوامل مختزلة .

ج-  $\text{Mg} > \text{Fe} > \text{Ni} > \text{Pb}$

(3)- أفسر ترسب النيكل عند تفاعل المغنيسيوم مع نترات النيكل Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> .

ج- لأن المغنيسيوم أقوى كعامل مختزل من النيكل ، لذلك فإنه يتأكسد ويختزل أيونات النيكل

(4)- أفسر . لا يتفاعل الرصاص مع محلول نترات الحديد Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> .

ج- لأن الرصاص عامل مختزل أضعف من الحديد فلا يتأكسد ولا يختزل أيونات الحديد



## التجربة ( 3 ) : التحليل الكهربائي لمحاليل بعض المركبات الأيونية

### التجربة (3) التحليل الكهربائي لمحاليل بعض المركبات الأيونية

#### الخلفية العلمية:

تحدث عملية التحليل الكهربائي عند إمرار تيار كهربائي في محلول أو مصهور مادة أيونية، ويؤدي ذلك إلى حدوث تفاعل تأكسد واختزال. تتكوّن خلية التحليل الكهربائي من قطبين من البلاتين أو الجرافيت مغموسين في محلول مادة أيونية، ويتصلان بأسلاك توصيل تتصل بالبطارية، وعند مرور التيار الكهربائي في المحلول تتحرك الأيونات الموجبة باتجاه القطب السالب (المهبط)، إذ يُحتمل أن تُختزل هذه الأيونات أو أن تُختزل جزيئات الماء، أما الأيونات السالبة فتتحرك باتجاه القطب الموجب (المصعد)، إذ يُحتمل أن تتأكسد، أو أن تتأكسد جزيئات الماء. ويعتمد التفاعل الذي يحدث بشكل عام على جهود الاختزال المعيارية لكل منهما؛ حيث تُختزل المادة التي لها أعلى جهد اختزال عند المهبط، وتتأكسد المادة التي لها أقل جهد اختزال (أعلى جهد تأكسد) عند المصعد.

الهدف: أستقصي نواتج التحليل الكهربائي لمحلول يوديد البوتاسيوم ومحلول كبريتات النحاس.

| المهبط    | المصعد     | المحلول   | التغير ومكان حدوثه            |
|-----------|------------|-----------|-------------------------------|
|           |            |           |                               |
| تصاعد غاز | تغير اللون | تصاعد غاز | تغير اللون                    |
|           |            |           | يوديد البوتاسيوم $KI_{(aq)}$  |
|           |            |           | كبريتات النحاس $CuSO_{4(aq)}$ |

#### \* التحليل والاستنتاج :

(1)- أصف التغيرات التي حدثت عند تحليل محلول كل من يوديد البوتاسيوم و كبريتات النحاس كهربائياً عند كل من المصعد والمهبط .

| محلول $CuSO_4$              | محلول $KI$   |
|-----------------------------|--|
| عند المصعد يتصاعد غاز $O_2$ | عند المصعد يتغير اللون إلى بني نتيجة تأكسد أيونات $I^-$ وتحولها إلى جزيئات اليود $I_2$ |
| عند المهبط يترسب النحاس     | عند المهبط يتصاعد غاز الهيدروجين وتتكون أيونات $OH^-$ فيتحول لون المحلول إلى زهري      |

(2)- ما نواتج تحليل كل من محلول يوديد البوتاسيوم وكبريتات النحاس كهربائياً ؟

| محلول $CuSO_4$   | محلول $KI$   |
|--|--|
| تكون غاز $O_2$ ومحلول $H_2SO_4$ عند المصعد وترسب النحاس عند المهبط | تكون جزيئات اليود $I_2$ عند المصعد ، يتكون غاز $H_2$ ومحلول $KOH$ عند المهبط |

(3)- أكتب معادلة كيميائية تمثل التفاعل الذي حدث عند المصعد لكل محلول .

| محلول $CuSO_4$                            | محلول $KI$                        | التفاعل              |
|---|-----------------------------------|----------------------|
| $2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$ | $2I^- \longrightarrow I_2 + 2e^-$ | تفاعل المصعد / تأكسد |

(4)- أكتب معادلة كيميائية تمثل التفاعل الذي حدث عند المهبط لكل محلول .

| محلول $CuSO_4$                      | محلول $KI$                                 | التفاعل               |
|-------------------------------------|--|-----------------------|
| $Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$ | $2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2OH^-$ | تفاعل المهبط / اختزال |

(5)- أستنتج نواتج التحليل الكهربائي لمحلول  $CuI_2$  .

ج- نواتج التحليل الكهربائي لمحلول  $CuI_2$  : ترسب النحاس  $Cu$  عند المهبط ، وتكون اليود  $I_2$  عند المصعد

## مراجعة الوحدة

س1- أقرن بين الخلية الجلفانية و خلية التحليل الكهربائي ، من حيث :

أ- تحويلات الطاقة في كل منهما ؟

ب- شحنة كل من المصعد والمهبط ؟

ج- تلقائية تفاعل التأكسد والاختزال ؟

د- إشارة جهد الخلية المعياري  $E_{Cell}^{\circ}$  ؟

س2- أفسر :

أ- يخلط أكسيد الألمنيوم  $Al_2O_3$  بالكربوليت خلال عملية استخلاص الألمنيوم بطريقة هول – هيروليت ؟

ب- تفقد بطارية السيارة صلاحيتها بعد بضع سنوات من استخدامها ، رغم إمكانية شحنها نظريا عددا لا نهائيا من المرات ؟

س3- تمثل المعادلة الكيميائية الاتية تفاعل تأكسد واختزال ، أدرسه جيدا ، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه :



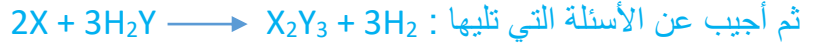
أ- أكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال ؟

ب- أكتب معادلة التفاعل الكلي الموزونة في ( وسط حمضي ) ؟

ج- هل يحدث هذا التفاعل تلقائيا ؟ ( أستعين بجدول جهود الاختزال المعيارية )



س4- أدرس معادلة التفاعل الكيميائي ، التي تتضمن رموزاً افتراضية للفلز X واللافلز Y وعنصر الهيدروجين ،



أ- أعدد التغير في عدد تأكسد X ؟

ب- أعدد التغير في عدد تأكسد H ؟

ج- أعدد العامل المؤكسد

س5- أوازن معادلات التأكسد والاختزال الآتية بطريقة نصف التفاعل ، وأعدد العامل المؤكسد والعامل المختزل



وسط قاعدي



وسط حمضي

س6- خلية جلفانية مكونة من نصف خلية الرصاص  $Pb^{+2}|Pb$  ونصف خلية الكروم  $Cr^{+3}|Cr$  إذا علمت أن تركيز أيونات  $Cr^{+3}$  يزداد عند تشغيل الخلية ، فأجب عما يأتي :

أ- أعدد المصعد والمهبط في الخلية الجلفانية ؟

ب- أوقع التغير على كتلة قطب الرصاص مع استمرار تشغيل الخلية ؟

ج- أكتب معادلة موزونة تمثل التفاعل الكلي الذي يحدث في الخلية ؟

د- أستعن ، بجدول جهود الاختزال المعيارية في حساب ، جهد الخلية المعياري ( $E_{Cell}^\circ$ ) .

س7- يبين الجدول المجاور القيم المطلقة لجهود الاختزال المعيارية  $E^\circ$  للعناصر (A, B, C, D, M) إذا علمت أن ترتيب العناصر حسب قوتها كعوامل مختزلة ، هو :  $D > B > M > A > C$  وأنه عند وصل القطب M بقطب الهيدروجين المعياري تتحرك الإلكترونات من M إلى قطب الهيدروجين ، فأجيب – مستعينا بالمعلومات السابقة – عن الأسئلة الآتية :

| نصف تفاعل الاختزال                         | $ E^\circ  \text{ V}$ |
|--|-----------------------|
| $A^+_{(aq)} + e^- \rightarrow A_{(s)}$     | 0.80                  |
| $B^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightarrow B_{(s)}$ | 1.66                  |
| $C^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightarrow C_{(s)}$ | 1.5                   |
| $D^+_{(aq)} + e^- \rightarrow D_{(s)}$     | 2.71                  |
| $M^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow M_{(s)}$ | 0.28                  |

أ- أكتب إشارة قيم جهود الاختزال المعيارية  $E^\circ$  للعناصر A, B, C, D, M ؟

ب- أستنتج . ما العنصر الذي يمكن استخدام وعاء مصنوع منه لحفظ محلول يحتوي على أيونات  $A^+$  ؟

ج- أستنتج . ما العامل المؤكسد الذي يؤكسد D ولا يؤكسد M ؟

س8- أدرس المعادلات والمعلومات المبينة في الجدول ، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه :

| المعادلة                                | المعلومات        |
|---|------------------|
| $Ca + Cd^{2+} \rightarrow Ca^{2+} + Cd$ | تفاعل تلقائي     |
| $2Br^- + Sn^{2+} \rightarrow Br_2 + Sn$ | تفاعل غير تلقائي |
| $Cd + Sn^{2+} \rightarrow Cd^{2+} + Sn$ | تفاعل تلقائي     |

أ- أحدد أقوى عامل مؤكسد ؟

ب- أرتب العوامل المختزلة تصاعديا حسب قوتها ؟

ج- أستنتج هل تؤكسد أيونات الكاديوم  $Cd^{2+}$  أيونات البروم  $Br^-$  ؟

د- أقارن ما العنصران اللذان يكونان خلية جلفانية لها أعلى جهد خلية معياري ؟

س9- خلية تحليل كهربائي تحتوي على محلول بروميد الليثيوم LiBr بالرجوع إلى جدول جهود الاختزال المعيارية ، أجيب عن الأسئلة الآتية :

أ- أكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند المصعد ؟

ب- أستنتج ما ناتج التحليل الكهربائي عند المهبط ؟

ج- أحسب ما مقدار جهد البطارية اللازم لإحداث عملية التحليل الكهربائي ؟

س10- عند استخدام آلة تصوير ذات بطارية قابلة للشحن ، أجب عن الأسئلة الآتية :

أ- أقرن تحويلات الطاقة خلال عمليتي الاستخدام والشحن

ب- أفسر تعمل هذه البطارية كخلية جلفانية وخلية تحليل كهربائي

س11- أدرس المعلومات الآتية المتعلقة بالفلزات ذات الرموز الافتراضية الآتية :  $C, Z, B, X, A, Y$  ، ثم أجب عن الأسئلة التي تليها :

أ- الفلز  $A$  يتخزل أيونات  $X^{+2}$  ولا يختزل أيونات  $Y^{+2}$

ب- عند مفاعلة الفلزين  $X, B$  مع محلول حمض الهيدروكلوريك المخفف ،

يتفاعل  $X$  وينطلق غاز الهيدروجين ، أما  $B$  فلا يتفاعل

ج- عند تكوين خلية جلفانية من الفلزين  $C$  و  $Y$  تتحرك الأيونات السالبة

من القطرلة الملحية باتجاه نصف خلية  $C$

د- يمكن استخلاص الفلز  $Z$  من محاليل أملاحه باستخدام الفلز  $B$

1- استنتج اتجاه حركة الإلكترونات في الخلية المكونة من القطبين  $C, X$  ؟

2- استنتج القطب الذي تزداد كتلته في الخلية المكونة من القطبين  $A, B$  ؟

3- أقرن ما القطبان اللذين يشكلان خلية جلفانية لها أعلى جهد خلية معياري ؟

4- أتنبأ هل يمكن تحضير الفلز  $Z$  بالتحليل الكهربائي لمحلول  $ZNO_3$  ؟ أفسر إجابتي

5- استنتج هل يتفاعل الفلز  $A$  مع محلول حمض الهيدروكلوريك وينطلق غاز الهيدروجين ؟ أفسر إجابتي

6- أتنبأ هل يمكن تحريك محلول نترات الفلز  $Y(NO_3)_2$  بملقعة من الفلز  $B$  ؟

س12- استخدمت أنصاف الخلايا المعيارية للفلزات ذات الرموز الافتراضية الآتية :

$T, R, D, M, L$  مع نصف خلية الفلز  $E$  المعيارية لتكوين خلايا جلفانية ، وكانت النتائج كما في الجدول الآتي ، أدرسه جيدا ثم أجب عن الاسئلة الآتية :

| المصعد | $E_{cell}^{\circ} V$ | الخلية الجلفانية |
|--------|----------------------|------------------|
| E      | 0.16                 | E-D              |
| E      | 0.78                 | E-L              |
| T      | 1.93                 | T-E              |
| E      | 0.30                 | E-M              |
| R      | 0.32                 | R-E              |

أ- أرتب الفلزات متضمنة الفلز  $E$  حسب قوتها كعوامل مختزلة ؟

ب- أحسب جهد الخلية المعياري  $E_{cell}^{\circ}$  للخلية المكونة من الفلزين  $T, R$  ؟

ج- أقرن ما الفلزان اللذان يشكلان خلية جلفانية لها أعلى جهد خلية معياري ؟

د- أستنتج هل يمكن حفظ محلول أحد أملاح الفلز  $D$  في وعاء من الفلز  $R$  ؟ أفسر إجابتي

س13- أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية :

1- المادة التي اختزلت في التفاعل التي :  $TiO_2 + 2Cl_2 + C \longrightarrow TiCl_4 + CO_2$  ، هي :

أ-  $C$       ب-  $Cl_2$       ج-  $TiO_2$       د-  $TiCl_4$

2- عدد تأكسد البورون  $B$  في المركب  $NaBH_4$  يساوي :

أ-  $3+$       ب-  $5+$       ج-  $5-$       د-  $3-$

3- إحدى العبارات الآتية صحيحة :

أ- العامل المختزل يكتسب إلكترونات في التفاعل الكيميائي

ب- العامل المؤكسد يفقد إلكترونات في التفاعل الكيميائي

ج- تحتوي جميع تفاعلات التأكسد والاختزال جميعها على عامل مؤكسد وعامل مختزل

د- يحتوي تفاعل التأكسد والاختزال على عامل مؤكسد أو عامل مختزل فقط

4- العبارة الصحيحة في معادلة التفاعل الموزونة الآتية :  $IO_3^- + 5I^- + 6H^+ \longrightarrow 3I_2 + 3H_2O$  هي :

أ- عدد تأكسد اليود في  $IO_3^-$  يساوي  $7+$       ب- العامل المؤكسد في التفاعل هو  $I^-$

ج- يعد التفاعل تأكسدا واختزالا ذاتيا      د- تأكسدت ذرات اليود (أو أيوناته) واختزلت في التفاعل

5- التفاعل الذي يسلك فيه الهيدوجين كعامل مؤكسد هو :

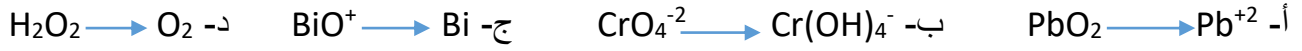
أ-  $H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$       ب-  $Cu^{+2} + H_2 \longrightarrow Cu + 2H^+$

ج-  $H_2 + 2Na \longrightarrow 2NaH$       د-  $HCHO + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3OH$

6- مقدار التغير في عدد تأكسد ذرة الكربون ( $C$ ) عند تحول الأيون  $C_2O_4^{2-}$  إلى جزيء  $CO_2$  هي :

أ- 0      ب- 1      ج- 2      د- 4

7- أحد التغيرات الآتية يحتاج إلى عامل مؤكسد :



8- أحد التفاعلات غير الموزونة الآتية يمثل تفاعل تأكسد واختزال ذاتي :



9- عدد مولات الإلكترونات اللازمة لموازنة نصف التفاعل الآتي في وسط حمضي  $\text{FeO}_4^{2-} \longrightarrow \text{Fe}^{+3}$  هو :

أ- 2    ب- 4    ج- 3    د- 1

10- عدد مولات أيونات الهيدروكسيد  $\text{OH}^-$  اللازم إضافتها إلى طرفي المعادلة لموازنة التفاعل الآتي في وسط قاعدي :  $\text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{MnO}_2 + \text{O}_2$  ، هو :

أ-  $8\text{OH}^-$     ب-  $6\text{OH}^-$     ج-  $4\text{OH}^-$     د-  $2\text{OH}^-$

11- إذا كان التفاعل الآتي يحدث في إحدى الخلايا الجلفانية  $\text{A} + \text{B}^{+2} \longrightarrow \text{A}^{+2} + \text{B}$  ، فإن :

أ- القطب السالب هو B    ب- كتلة القطب A تزداد  
ج- تركيز أيونات  $\text{A}^{+2}$  يزداد    د- الإلكترونات تتحرك من القطب B إلى القطب A

\* يتضمن الجدول المجاور ثلاث خلايا جلفانية يشكل الفلز X أحد أقطابها مع أحد الفلزات ذات الرموز الافتراضية M, N, L ومعلومات عنها أدرسه جيدا ثم أجب عن الأسئلة 12 و 13 و 14 .

12- أرتب الفلزات X, L, N, M حسب قوتها كعوامل مختزلة :

| قطب الخلية | القطب الذي يُشكِّلُهُ الفلز X | $E^\circ_{\text{cell}}$ V |
|------------|-------------------------------|---------------------------|
| M-X        | مهبط                          | 0.78                      |
| X-N        | مُصعد                         | 0.15                      |
| X-L        | مُصعد                         | 0.74                      |

أ-  $\text{X} > \text{L} > \text{N} > \text{M}$     ب-  $\text{M} > \text{X} > \text{N} > \text{L}$

ج-  $\text{M} > \text{N} > \text{L} > \text{X}$     د-  $\text{L} > \text{N} > \text{X} > \text{M}$

13- جهد الخلية M-N المعياري  $E^\circ_{\text{Cell}}$  بالفولت يساوي :

أ- 0.63    ب- 0.93    ج- 0.04    د- 0.59

14- الفلز الذي يمكن حفظ محلول أحد أملاحه في وعاء

مصنوع من أي من الفلزات الثلاثة المتبقية ، هو :

أ- X    ب- L    ج- N    د- M

15- الفلز الذي يوفر لجسر حديدي أفضل حماية مهبطية من التآكل :

أ- Au    ب- Sn    ج- Mg    د- Cu

\* أدرس الجدول المجاور ، حيث يتضمن بعض أنصاف تفاعلات الاختزال المعيارية وجهودها ، واستخدمه للإجابة عن الأسئلة 16 و 17 .

| نصف تفاعل الاختزال  | E° V  |
|---|-------|
| $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$                          | 0.80  |
| $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$                      | 0.34  |
| $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$                      | -0.76 |
| $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ | -0.83 |
| $\text{Br}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Br}^-$                      | 1.07  |

16- عند التحليل الكهربائي لمحلول بروميد الخارصين

فإن الناتج عند المهبط هو :

أ- Zn      ب-  $\text{H}_2$       ج-  $\text{Br}_2$       د-  $\text{OH}^-$

17- عند التحليل الكهربائي لمحلول يحتوي على الأيونات  $\text{Cu}^{2+}, \text{Zn}^{2+}, \text{Ag}^+$  فإن

ذراتها تبدأ بالترسب عند المهبط حسب الترتيب الآتي :

أ- Zn, Ag, Cu      ب- Cu, Ag, Zn      ج- Ag, Cu, Zn      د- Ag, Zn, Cu

18- عندما يعاد شحن بطارية قابلة لإعادة الشحن تعمل الخلية بوصفها خلية :

أ- حمضية      ب- قلوية      ج- جلفانية      د- تحليل كهربائي

19- العبارات الآتية صحيحة ، بالنسبة إلى الخلية الجلفانية  $\text{Ba}|\text{Ba}^{+2}||\text{Ni}^{+2}|\text{Ni}$  ، عدا :

أ-  $\text{Ni}^{+2}$  أقوى عامل مؤكسد      ب- Ba أقوى عامل مختزل

ج- تزداد كتلة القطب Ni      د-  $\text{Ba}|\text{Ba}^{+2}$  تمثل نصف خلية الاختزال

20- العبارة غير الصحيحة من العبارات الآتية التي تصف ما يحدث في بطارية أيون الليثيوم خلال عملية شحن البطارية هي :

أ- تتأكسد أيونات الكوبلت  $\text{Co}^{+3}$  إلى  $\text{Co}^{+4}$

ب- يمثل أكسيد الكوبلت  $\text{CoO}_2$  قطب المهبط في أثناء الشحن

ج- تختزل أيونات الليثيوم  $\text{Li}^+$

د- تتحرك أيونات الليثيوم  $\text{Li}^+$  باتجاه نصف خلية الجرافيت

أسئلة التفكير الموجودة في كتاب الأنشطة والتجارب العملية ( الإمتحان الرابع )

س1- استعن بأنصاف تفاعلات الاختزال وجهودها المعيارية الاتية :



أجب عن الأسئلة الاتية :

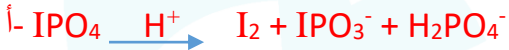
أ- أكتب معادلة كيميائية للتفاعل الكلي المتوقع بينهما ؟

ب- أحدد العامل المختزل ؟

ج- أحدد العامل المؤكسد ؟

د- أحسب جهد الخلية المعياري  $\bar{E}_{\text{Cell}}$  ؟

س2- أوازن معادلات التفاعل الاتية بطريقة نصف التفاعل ، وأبين العامل المؤكسد والعامل المختزل :



س3- المعلومات الاتية تتعلق بالعناصر ذات الرموز الفتراضية الاتية ( A,B,C,D ) ، وجميعها تكون أيونات ثنائية موجبة في محاليلها :

أ- لا يمكن تحريك محلول  $A(NO_3)_2$  بملقعة من C

ب- جهد الخلية المعياري للخلية الجلفانية المكونة من (B و C) أقل من جهد الخلية المعياري للخلية الجلفانية المكونة من ( B و D ) وقد لوحظ في الخليتين نقص في كتلة القطب B

ج- لوحظ عند تحليل محلول كل من  $ABr_2$  و  $DBr_2$  كهربائياً تصاعد غاز  $H_2$  عند المهبط في المحلول الأول ، وترسب D عند المهبط في المحلول الثاني

أدرسها جيداً ، ثم أجب عن الأسئلة الاتية :

1- أرتب العناصر ( A,B,C,D ) حسب قوتها كعوامل مختزلة ؟

2- أحدد أقوى عامل مؤكسد ؟

3- أتنبأ . هل يمكن حفظ محلول  $B(NO_3)_2$  في وعاء مصنوع من الفلز A ؟ أفسر إجابتي

4- أحدد الفلزين اللذين يكونان خلية جلفانية لها أعلى جهد خلية معياري

س4- مرر غاز الكلور  $Cl_2$  بضغط يساوي 1atm في محلول يحتوي على أيونات الفلوريد  $F^-$  وأيونات البروميد  $Br^-$  تركيز كل منهما 1M وعند درجة حرارة  $25^\circ C$  ، مستعينا بأنصاف تفاعلات الاختزال وجهودها المعيارية الاتية:

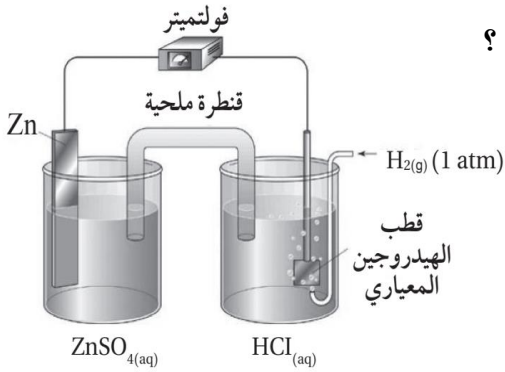


أكتب المعادلة الكلية الموزونة للتفاعل المتوقع ، أبرر إجابتي



س5- أدرس الشكل المجاور الذي يمثل الخلية الجلفانية الممثلة بالرمز الاتي في الظروف المعيارية ، ثم أجيب عن الاسئلة الاتية :  $Zn|Zn^{+2} || 2H^+ | H_2 | Pt$

أ- ما تركيز أيونات  $Zn^{+2}$  المستخدمه في نصف خلية الخارصين المعيارية ؟



ب- أتنبأ. هل يمكن استخدام محلول مشبع من كبريتات النحاس  $CuSO_4$  في القنطرة الملحية المستخدمة في الخلية الجلفانية ؟ أفسر إجابتي .

جهد الاختزال المعيارى للنحاس (  $E^\circ = 0.34 V$  )

س6- أدرس الجدول المجاور الذي يتضمن بعض أنصاف تفاعلات الاختزال وجهودها المعيارية ، ثم أجيب عن الأسئلة الاتية :

| نصف تفاعل الاختزال                            | $E^\circ V$ |
|---|-------------|
| $Mn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Mn$        | -1.18       |
| $Fe^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Fe$        | -0.44       |
| $2H_2O + 2e^- \rightleftharpoons H_2 + 2OH^-$ | -0.83       |
| $I_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-$          | 0.54        |
| $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-$ | 0.40        |
| $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O$  | 1.23        |
| $Na^+ + e^- \rightarrow Na$                   | -2.71       |

أ- أتنبأ هل يمكن تحضير المنغنيز Mn بالتحليل الكهربائي لمحلول  $MnI_2$  ؟ أفسر إجابتي

ب- أكتب معادلة كيميائية موزونة تمثل نصف تفاعل الاختزال في خلية التحليل الكهربائي لمحلول  $FeCl_2$  ؟

ج- أكتب معادلة كيميائية كلية موزونة تمثل نواتج التحليل الكهربائي لمحلول  $NaOH$  ؟

د- أوقع . هل يحدث تفاعل التأكسد والاختزال في خلية التحليل الكهربائي لمصهور  $MnI_2$  ، إذا زودت بجهد مقداره  $1.5 V$  ؟ أبرر إجابتي

تم بحمد الله الإزتهاء من الوحدة الثانية

أسأل الله العلي العظيم التوفيق لي ولكم

محكم أ. فراس أبو دية



خدمة العملاء

06 - 505 5051

واتس اب

079 809 0638

078 180 8686



بإمكانكم متابعة كافة الحصص مصوّرة

على منصة الشراء التعليمية

# أو عبر قناتي على اليوتيوب

CONTACT ME



077 942 0706



@creative\_in\_chemistr\_66



المبدع في الكيمياء  
الأستاذ فراس أبو دية



الأستاذ فراس أبو دية  
كيمياء

## سأتواجد مع جيل 2006 في

### منصة الشراء التعليمية

إسكان ماركا

مركز الهدف التعليمي

جبل النصر

أكاديمية اسماعيل الحموز

الوحدات - شارع مادبا

مركز أنوار الوحدات الثقافي

مادبا - دوار المحبة

مركز أكاديمية الأثير

ضاحية الأمير حسن

مركز المستقبل

جبل النصر - حي عدن

مركز الأجيال الثقافي