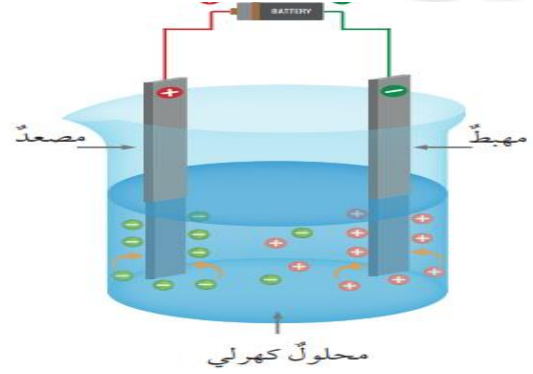
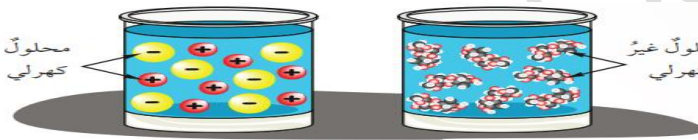
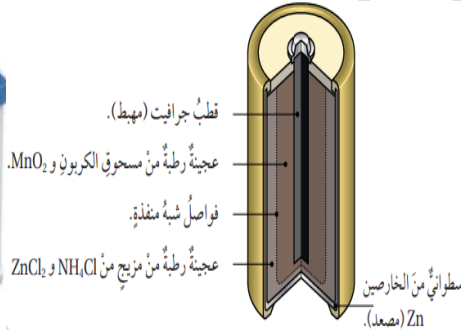
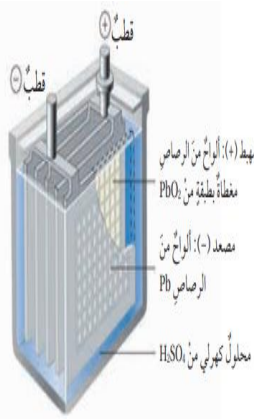
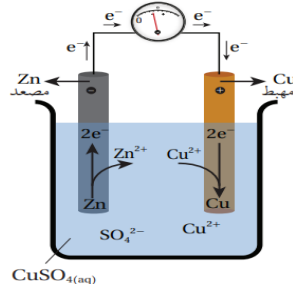
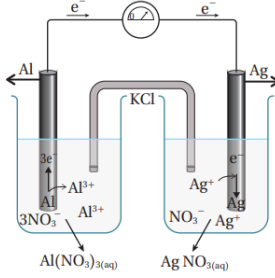


# الكيمياء الكهربائية

الوحدة  
الرابعة



## مكونات الوحدة

خلايا التحليل الكهربائي

التأكسد و الأختزال  
و الخلايا الجلفانية

الفكرة العامة للوحدة: تعد تفاعلات التأكسد و الأختزال شائعة في الطبيعة و ضرورية في الصناعة و تتضمن انتقال الإلكترونات من المادة التي تتأكسد إلى المادة التي تختزل و يصاحب ذلك إنتاج طاقة كهربائية أو استهلاكها



## التأكسد و الأختزال و الخلايا الجلفانية

الدرس الأول

### الأفكار الأساسية في الدرس



الفكرة الرئيسية للدرس : توصف المادة بأنها متأكسدة أو مختزلة بالاعتماد على ( كسب و فقد الأكسجين أو كسب و فقد الإلكترونات ) ويسمى التفاعل الحاصل تفاعل تأكسد و اختزال حيث تتحول فيه الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية

### مفهوم التأكسد و الأختزال

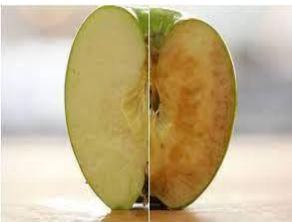
تعد تفاعلات التأكسد و الأختزال من أكثر التفاعلات الشائعة في حياتنا اليومية ومن الأمثلة عليها ما يلي :



1- صدأ الحديد

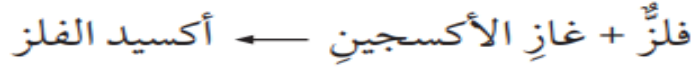
2- احتراق الفحم

3- تحول لون قطعة التفاح إلى اللون البني





- ▼ نلاحظ أن جميع الأمثلة السابقة كانت ترتبط بشكل مباشر بتفاعل المادة مع غاز الأكسجين (O<sub>2</sub>)  
 ▼ وبذلك اعتمد الكيميائيون (قديماً) مفهوم التأكسد بالإعتماد على الأكسجين وقسم إلى نوعين
- 1- تفاعل العنصر مع الأكسجين منتجاً أكسيد العنصر ( كما في تفاعلات الفلز مع الأكسجين بالدرس الأول في الوحدة السابقة )



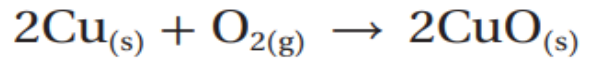
- 2- تفاعل التنافس على الأكسجين ( تفاعل أكسيد الفلز مع عنصر آخر نفسه تفاعل الإحلال )



من الأمثلة على تفاعلات التأكسد ( بالإعتماد على الأكسجين ما يلي )

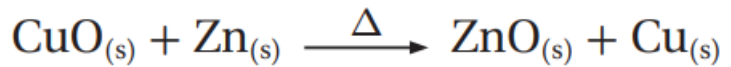
- 1- تفاعل فلز النحاس Cu مع غاز الأكسجين O<sub>2</sub> لإنتاج أكسيد النحاس كما في التفاعل التالي

يشير التفاعل إلى ارتباط ذرة النحاس مع الأكسجين و هذه يعني أن عنصر النحاس تأكسد (ارتبط بذرة أكسجين )



- 2- تفاعل فلز الخارصين مع أكسيد النحاس لإنتاج أكسيد الخارصين و راسب النحاس وهذه يعني أن الخارصين قد تأكسد في حين أن أكسيد النحاس كما في التفاعل التالي CuO قد تحول إلى Cu وذلك بنزع ذرة الأكسجين منه ( وهذه يعني اختزال أيون Cu<sup>2+</sup> )

يشير التفاعل إلى ارتباط ذرة الخارصين مع الأكسجين و هذه يعني أن عنصر الخارصين تأكسد (ارتبط بذرة أكسجين )



- ▼ نستنتج من الأمثلة السابقة أن تعريف عملية التأكسد يعتمد بشكل كبير على عنصر الأكسجين وأن عملية التأكسد يرافقها عملية معاكسة لها تسمى الأختزال

🌀 التأكسد : عملية اتحاد أو ارتباط العنصر ( أو المركب ) بالأكسجين

🌀 الأختزال : عملية نزع الأكسجين من المركب

🌀 تفاعلات التأكسد و الأختزال : هو التفاعل الذي تحدث فيه عمليتان مترافقتان إحداهما تأكسد و الأخرى اختزال

▼ نستنتج مما سبق أن كل عملية تأكسد ترافقها عملية اختزال  
بعض الأمثلة لتثبيت الأفكار

مثال 1



يستخدم تفاعل الثيرمايت في تفاعل السكك الحديدية إذ ينتج من هذه التفاعل كمية كبيرة من الطاقة الحرارية الكافية لصهر الحديد ما يتيح صب الحديد المصهور مباشرة في الشقوق في مسار سكة الحديد و الثيرمايت هو تفاعل أكسيد الحديد ( III )  $Fe_2O_3$  مع فلز الألمنيوم منتجاً أكسيد الألمنيوم  $Al_2O_3$  وفلز الحديد أحده المادة التي تأكسدت و المادة التي اختزلت في المعادلة التالية :



الحل :

وفق دراستي لمفهوم التأكسد و الأختزال (بالاعتماد على الأكسجين ) يتبين لنا أن المادة التي تكسب أكسجين ( تتفاعل مع الأكسجين ) يحدث لها تأكسد و وأن المادة التي تفقد الأكسجين يحدث لها اختزال

وبالتالي فإن عملية التأكسد تحدث على ذرة الألمنيوم Al ( تتحول إلى أكسيد الألمنيوم  $Al_2O_3$  )  
وعملية الأختزال تحدث على أيون الحديد  $Fe^{+3}$  في أكسيد الحديد  $Fe_2O_3$  (يتحول إلى عنصر الحديد Fe)

سؤال أتحقق ص 41 : أحده المادة التي تأكسدت وتلك المادة التي اختزلت في معادلة تفاعل أكسيد



الحل :

تحدث عملية التأكسد على ذرة الكربون C

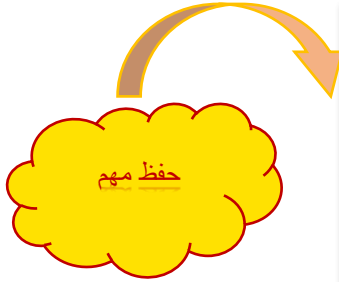
بينما تحدث عملية الأختزال على أيون الحديد  $Fe^{+3}$  في أكسيد الحديد  $Fe_2O_3$

مثال 2 (إضافي) : أحدد المادة التي تأكسدت وتلك المادة التي اختزلت في معادلة تفاعل أكسيد الخارصين ZnO مع الكربون C :  

$$ZnO + C \rightarrow Zn + CO$$
 الحل :

تحدث عملية التأكسد على ذرة الكربون C

بينما تحدث عملية الأختزال على أيون الخارصين  $Zn^{2+}$  في أكسيد الخارصين ZnO



بعض الملاحظات المهمة بالنسبة لتفاعلات التأكسد و الأختزال بالإعتماد على ذرة الأكسجين :

1- تسمى المادة التي يحدث لها عملية تأكسد بالذرات

2- تسمى المادة التي يحدث لها عملية اختزال بالأيونات

مفهوم التأكسد و الأختزال بالإعتماد على انتقال الإلكترون

اعتمد العلماء أثناء دراستهم تفاعلات التأكسد و الأختزال على اتحاد العنصر أو المركب مع ذرة الأكسجين ولكن لاحظ العلماء أن هنالك بعض تفاعلات التأكسد و الأختزال التي لا تحتوي على عنصر الأكسجين فكان من الصعب تحديد المواد التي حدث لها تأكسد و اختزال

لذلك لجأ العلماء لوضع مفهوم جديد لتفاعلات التأكسد و الأختزال يعتمد على انتقال الإلكترونات أثناء حدوث التفاعل كما في المثال التالي :

يتفاعل الحديد Fe مع كبريتات النحاس  $CuSO_4$  لإنتاج النحاس Cu و كبريتات الحديد  $FeSO_4$  حدد المادة التي تأكسدت وتلك المادة التي اختزلت



الحل :

نقوم بكتابة المعادلة الأيونية للتفاعل السابق :



ثم نحذف الأيونات المتفرجة (وهي الأيونات التي تظهر في طرفي التفاعل) فتبقى المعادلة الأيونية النهائية



ألاحظ من المعادلة أن ذرة الحديد Fe في المتفاعلات تحولت إلى أيون  $Fe^{2+}$  في النواتج وأن أيون النحاس  $Cu^{2+}$  في المتفاعلات تحول إلى ذرات النحاس Cu في النواتج  
أقسم المعادلة قسمين كما يلي :



ثم أضيف عدد من الإلكترونات إلى كل معادلة يساوي عدد الشحنة الموجدة



نستنتج من التفاعل السابق أن عملية التأكسد و الأختزال تعتمد على انتقال الإلكترونات حيث أن عملية التأكسد تؤدي إلى فقد الإلكترونات و عملية الأختزال تؤدي إلى كسب الإلكترونات

التأكسد : عملية فقد الإلكترونات أثناء حدوث التفاعل

الأختزال : عملية كسب الإلكترونات أثناء حدوث التفاعل

نصف تفاعل التأكسد : المعادلة التي تظهر فيها الإلكترونات جهة المواد الناتجة

نصف تفاعل الأختزال : المعادلة التي تظهر فيها الإلكترونات جهة المواد المتفاعلة

ملاحظة مهمة : التأكسد و الأختزال عمليتان متلازمتان لا يمكن حدوث إحداهما دون الأخرى

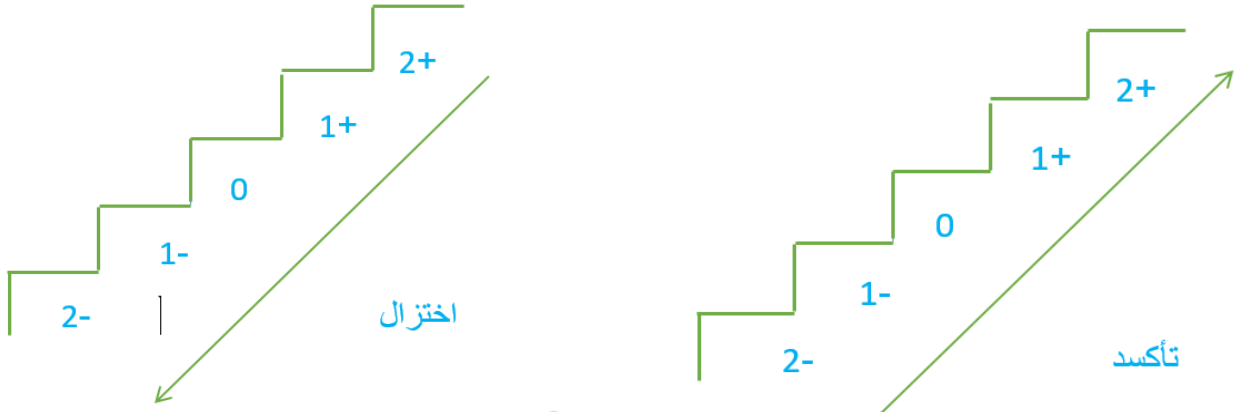
ملاحظة مهمة : يكون عدد الإلكترونات المكتسبة في نصف تفاعل الأختزال مساوي لعدد الإلكترونات المفقودة في نصف تفاعل التأكسد

إذا أصبح لدينا تعريف شامل لتفاعلات التأكسد و الأختزال والذي يعتمد على انتقال الإلكترون أو ذرة الأكسجين أثناء التفاعل و يعرف بأنه :

التأكسد : عملية اتحاد أو ارتباط العنصر ( أو المركب ) بالأكسجين أو فقد الإلكترونات

الأختزال : عملية نزع الأكسجين من المركب أو كسب الإلكترونات

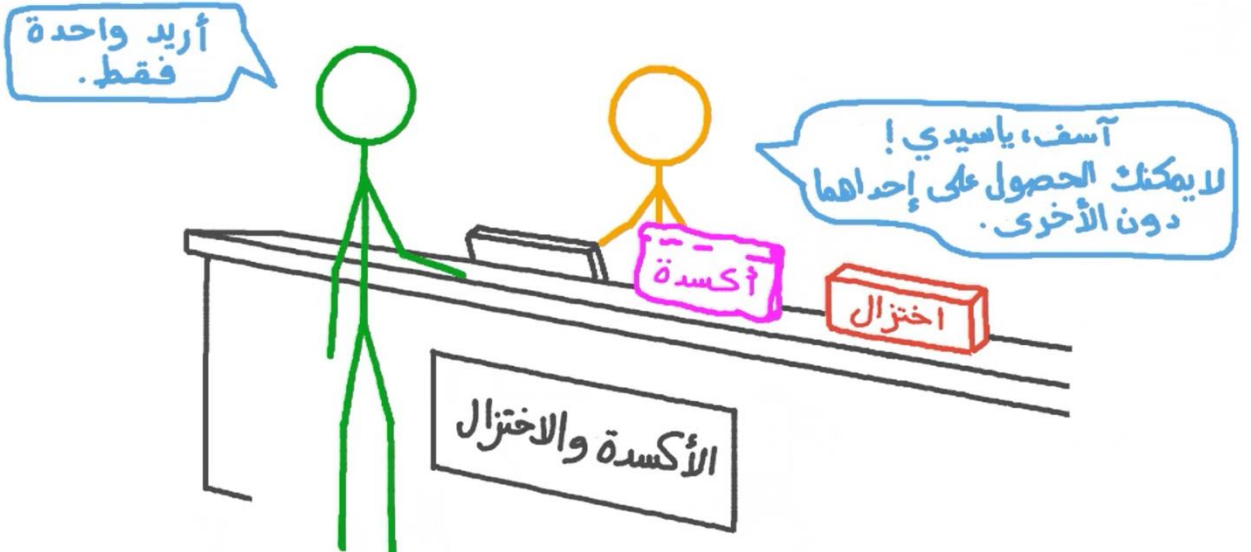
## تثبيت الأفكار الأساسية



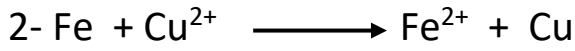
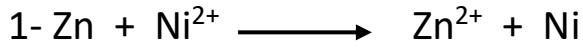
دائماً و أبداً تكون عمليتا التأكسد و الاختزال مترافقتين حيث تأكسد مادة ما في التفاعل يرافقها اختزال مادة أخرى في التفاعل نفسه

عملية التأكسد أو الاختزال تحدث لذرة واحدة في المركب أو لأيون أو لأيون متعدد الذرات ( مثال  $\text{CuO} + \text{Zn} \longrightarrow \text{ZnO} + \text{Cu}$  )

## الأكسدة والاختزال



مثال : أحدد المادة التي تأكسدت و المادة التي اختزلت في كل من التفاعلات التالية



الحل :

دائماً المادة التي تتأكسد تفقد إلكترونات ( تصبح شحنتها موجبة ) أو ترتبط بذرة أكسجين  
والمادة التي تختزل تكسب إلكترونات ( تصبح شحنتها سالبة ) أو يُنتزع منها ذرة الأكسجين

1- Zn تأكسدت و  $\text{Ni}^{2+}$  اختزلت

2- Fe تأكسدت و  $\text{Cu}^{2+}$  اختزلت

مثال : يتفاعل فلز الألمنيوم مع أيونات الفضة  $\text{Ag}^+$  وفقاً للمعادلة التالية :



اكتب نصف تفاعل التأكسد و نصف تفاعل الأختزال ؟

الحل:

لكتابة نصف تفاعل التأكسد و نصف تفاعل الأختزال نحتاج أولاً لتحديد المادة التي حدث لها تأكسد و المادة التي حدث لها اختزال

Al حدث له تأكسد

$\text{Ag}^+$  حدث له اختزال


الآن يمكننا كتابة نصف تفاعل التأكسد و نصف تفاعل الأختزال

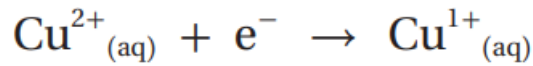
نصف تفاعل التأكسد :



نصف تفاعل الأختزال:




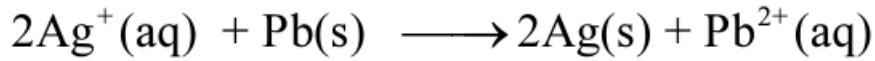
سؤال أتحقق ص 44 : هل أيون النحاس يتأكسد أم يختزل وفق لنصف التفاعل الآتي ؟ أفسر اجابتي 



الحل :

يحدث لأيون النحاس عملية اختزال لأن هذه الأيون اكتسب إلكترون

واجب : من خلال دراستك للتفاعل التالي حدد المادة التي تتأكسد و المادة التي تختزل ثم اكتب نصف التفاعل لكل منها 



الحل :

## العامل المؤكسد و العامل المختزل

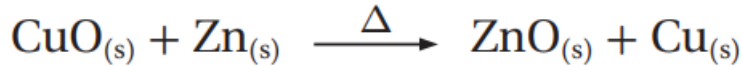
### العامل عكس العملية

العامل المؤكسد : هي المادة التي تختزل و تسبب تأكسد غيرها

العامل المختزل : هي المادة التي تتأكسد وتسبب اختزال غيرها

في معظم التفاعلات الكيميائية يكون موقع العامل المؤكسد و العامل المختزل في المتفاعلات

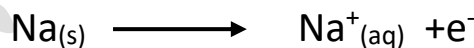
مثال : حدد العامل المؤكسد و العامل المختزل في التفاعل التالي ؟



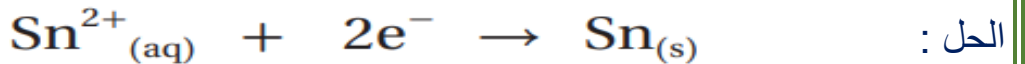
الحل : وفق مفهوم مفهوم التأكسد و الأختزال بالإعتماد على الأكسجين فإن ذرة الخارصين Zn يحدث لها عملية تأكسد وبهذه الحالة فإن ذرة الخارصين **العامل المختزل** بينما تحدث عملية الأختزال لأيون النحاس CuO وبذلك يكون **أكسيد النحاس CuO هو العامل المؤكسد**

ملاحظة مهمة جداً : عملية التأكسد أو الأختزال تحدث لذرة واحدة في المركب أو لأيون أو لأيون متعدد الذرات بينما العامل المؤكسد أو المختزل يكون لكامل المركب

مثال 4 ص 45 : أعدد العامل المختزل في نصف التفاعل الآتي ؟



الحل : بما أن ذرة الصوديوم فقدت الكترون ( تأكسدت ) فبذلك تكون ذرة الصوديوم هي العامل المختزل  
سؤال أتحقق ص 45 : أعدد العامل المؤكسد في نصف التفاعل الآتي :



بما أن أيون القصدير  $\text{Sn}^{2+}$  كسب الكترونين فهذه يعني أنه اختزل فبذلك يكون أيون القصدير  $\text{Sn}^{2+}$  هو العامل المؤكسد



توصل العلماء إلى أن تفاعلات التأكسد و الإختزال التلقائية تكون مصدر لإنتاج الطاقة الكهربائية

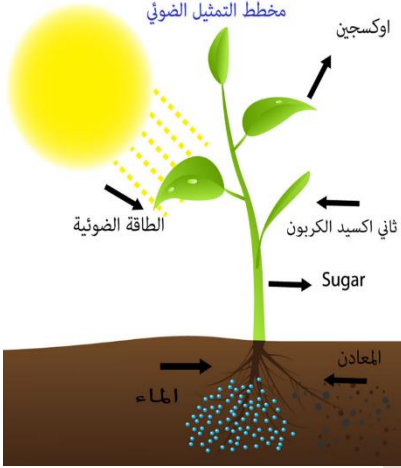
سؤال: اذكر بعض الأمثلة على عمليات التأكسد و الإختزال التي تحدث في الطبيعة ( الطبيعية ) ؟

الحل :



1- الضوء الناتج من قنديل البحر بسبب عمليات التأكسد و الإختزال حيث ينتج طاقة ضوئية

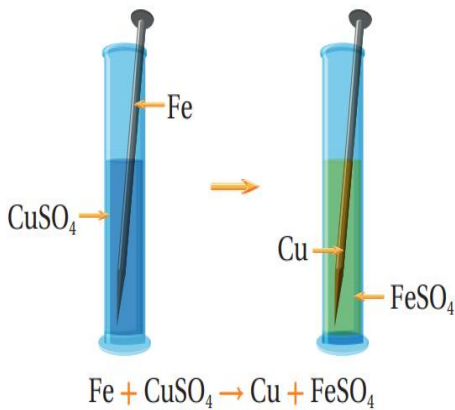
2- عملية البناء الضوئي في النباتات حيث يحدث تفاعل تأكسد و إختزال بسبب امتصاص الضوء



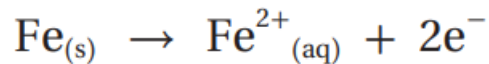
درست سابقاً سلسلة النشاط الكيميائي و عرفنا أن الفلز الأكثر نشاط يحل محل الفلز الأقل نشاط (تفاعل الإحلال الأحادي) حيث يتم ذلك عن طريق تفاعل تأكسد و إختزال كما في المثال التالي :

مثال: عند وضع مسمار من الحديد Fe في وعاء يحتوي على محلول من كبريتات النحاس  $CuSO_4$  وضح كيفية حدوث هذه التفاعل و حدد المادة التي تأكسدت و المادة التي إختزلت ؟

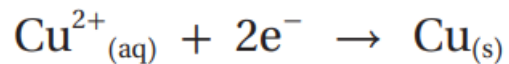
الحل:



يتأكسد الحديد بفقد إلكترونين و يتحول إلى أيون الحديد الموجب



بينما يختزل أيون النحاس في محلول كبريتات النحاس و يتحول إلى ذرات النحاس



استنتاج مهم: في تفاعلات الإحلال الأحادي يتأكسد الفلز الأكثر نشاطاً و يختزل الأيون الأقل نشاطاً

## الخلايا الكهروكيميائية

الخلايا الكهروكيميائية : هي الأداة التي تحدث فيها تفاعلات تأكسد و اختزال منتجة لطاقة كهربائية أو مستهلكة لها

تقسم خلايا التحليل الكهروكيميائي إلى نوعين :

### خلايا التحليل الكهروكيميائي

خلايا التحليل الكهربائي

الخلايا الجلفانية

### الخلايا الجلفانية

الخلايا الجلفانية : هي الأداة التي يحدث فيها تفاعل تأكسد و اختزال منتج للطاقة الكهربائية

سؤال : اذكر مثلاً على الخلايا الجلفانية ؟

الحل :

تعد البطاريات أحد أكثر الأمثلة شيوعاً على تطبيقات الخلايا الجلفانية

والآن دعونا نتعرف على مكونات الخلايا الجلفانية و كيفية عملها

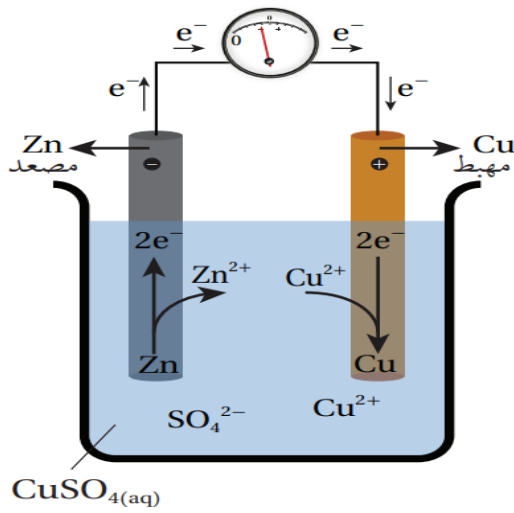
تقسم الخلايا الجلفانية إلى نوعين هما :

# الخلايا الجلفانية

الخلايا الجلفانية ذات وعاءين

الخلايا الجلفانية البسيطة

## مكونات الخلايا الجلفانية البسيطة



الشكل (5): خلية جلفانية بسيطة.

سؤال اذكر مكونات الخلايا الجلفانية البسيطة؟

الحل :

تتكون الخلايا الجلفانية البسيطة من وعاء يحتوي صفيحتين فلزيتين مغموستين في محلول كهربي لأحد أملاح الفلز الأقل نشاطاً وتتصل كل صفيحة بسلك موصل بالفولتميتر

ملاحظة مهمة : يكون اتجاه مؤشر الفولتميتر نحو المهبط ( يتحرك من المصعد إلى المهبط نفس حركة الإلكترونات )

تشكل الصفيحتان قطبي الخلية

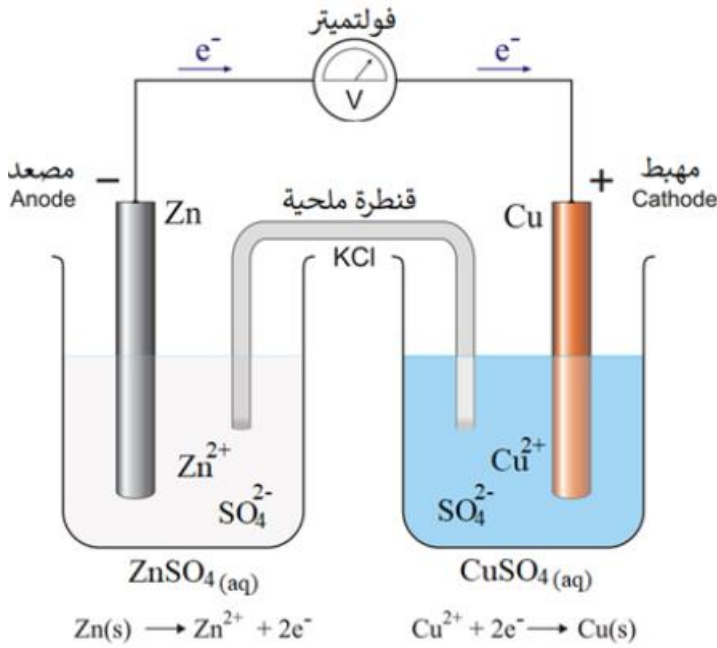
القطب : مادة صلبة موصولة في دائرة كهربائية ينقل الإلكترونات من محلول أو مصهور وإليه وله نوعان

المصعد : القطب الذي تحدث عنده عملية التأكسد ( غالباً ما يكون العنصر الأكثر نشاط )

المهبط : القطب الذي تحدث عنده عملية الأختزال ( غالباً ما يكون العنصر الأقل نشاط )

المحلول الكهربي : محلول يحتوي الكترولونات موجبة وسالبة حرة الحركة تسمح بمرور التيار الكهربائي ( يجب ان يحتوي الملح على الفلز الأقل نشاطاً وهو الفلز عند المهبط )

## مكونات الخلايا الجلفانية ذات الوعاءين



سؤال اذكر مكونات الخلايا الجلفانية ذات الوعاءين؟

تتكون الخلايا الجلفانية ذات الوعاءين من :

- 1- وعائين يغمس بداخل كل منهما صفيحة فلزية (القطب) و محلول أحد أملاح الصفيحة الفلزية
- 2- أسلاك توصيل كهربائي
- 3- فولتميتر أو مصباح
- 4- القنطرة الملحية

القنطرة الملحية : هي أنبوب على شكل حرف U يحتوي على محلول مشبع لأحد الأملاح مثل KCl

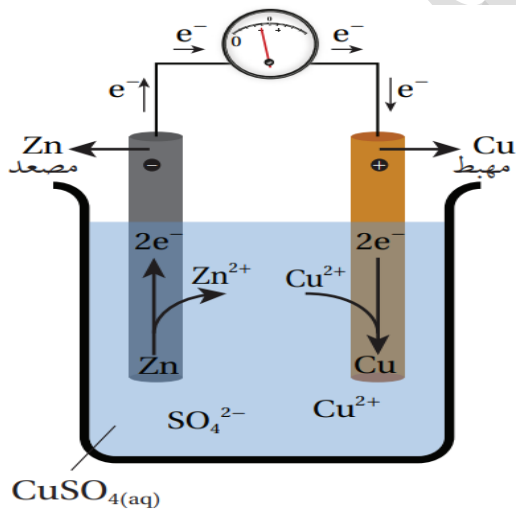
ملاحظة مهمة : يكون اتجاه مؤشر الفولتميتر نحو المهبط ( يتحرك من المصعد إلى المهبط نفس حركة الإلكترونات )

سؤال : اذكر الوظيفة أو الأهمية التي تلعبها القنطرة الملحية في الخلية الجلفانية؟

تحافظ على التعادل الكهربائي في الخلية

سؤال : اذكر آلية (كيفية) عمل الخلايا الجلفانية؟

الحل:



الشكل (5): خلية جلفانية بسيطة.

1- تبدأ ذرات الفلز الأكثر نشاطاً بالتأكسد منتجة بذلك إلكترونات حرة

2- يتولد فرق جهد كهربائي بسبب عملية التأكسد

3- يدفع فرق الجهد الكهربائي الإلكترونات عبر الأسلاك باتجاه قطب الفلز الأقل نشاطاً

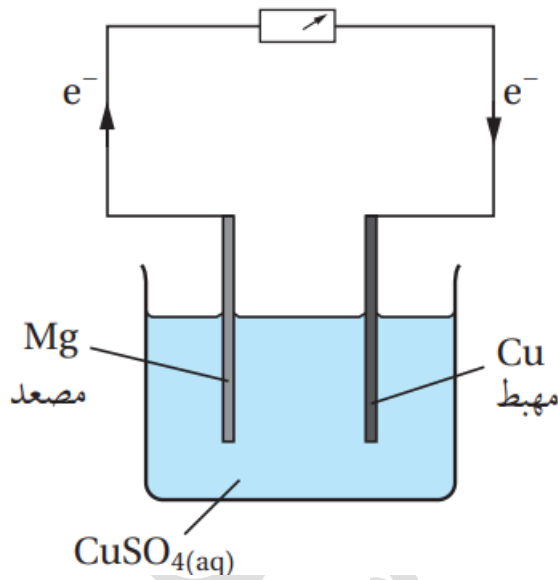
4- تؤدي هذه العملية إلى ترسب أيونات الفلز الأقل نشاطاً الموجودة في المحلول على سطح القطب نفسه

- ▼ يسمى القطب الذي يحدث عنده نصف تفاعل تأكسد (عند الفلز الأكثر نشاطاً) المصعد ويرمز له بشحنة سالبة في الخلية ويقل وزنه أثناء التفاعل
- ▼ يسمى القطب الذي يحدث عنده نصف تفاعل اختزال (عند الفلز الأقل نشاطاً) المهبط ويرمز له بشحنة موجبة في الخلية ويزداد وزنه أثناء التفاعل
- ▼ عند كتابة التفاعل الكلي للخلايا الجلفانية نقوم بجمع نصف تفاعل التأكسد و نصف تفاعل الاختزال مع مراعات أن يكون عدد الإلكترونات متساوي
- ▼ تكون حركة الإلكترونات في الخلية الجلفانية من المصعد إلى المهبط

مثال 1 :

خلية جلفانية بسيطة قطباها هما فلز المغنيسيوم Mg و فلز النحاس Cu في محلول كبريتات النحاس  $CuSO_4$ ، أستعين بسلسلة النشاط الكيميائي على الإجابة عن الأسئلة الآتية:

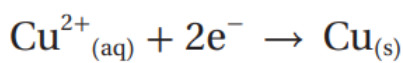
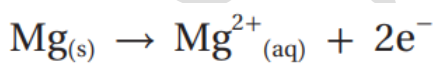
- 1- أرسم الخلية الجلفانية، ثم أحدد المصعد والمهبط واتجاه حركة الإلكترونات فيها على الرسم.
- 2- أكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال في الخلية.
- 3- أكتب معادلة كيميائية تمثل التفاعل الكلي في الخلية.
- 4- أتوقع التغير في كتلة صفيحة النحاس بعد استخدام الخلية مدة من الزمن.



الحل :

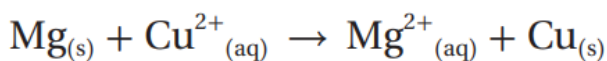
1- نحتاج لتحديد العنصر الأكثر نشاطاً ( عنصر راح يتأكسد ) القطب الموجب ( المصعد ) وذلك من خلال سلسلة النشاط الكيميائي

حيث يتبين أن فلز المغنيسيوم أكثر نشاطاً من النحاس وبذلك يكون المغنيسيوم هو المصعد و النحاس هو المهبط



2- نصف تفاعل التأكسد / مصعد

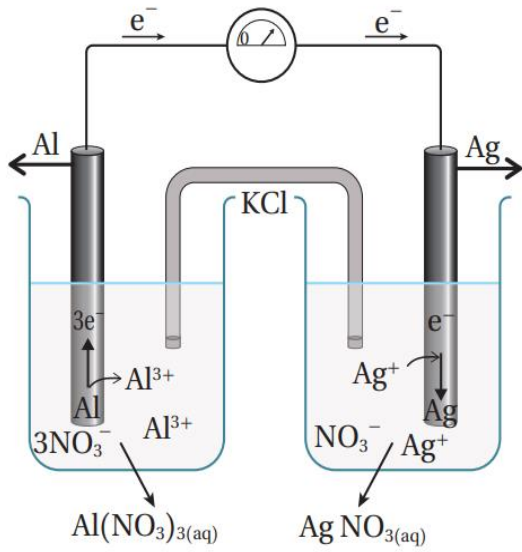
نصف تفاعل الاختزال / مهبط



3- أجمع نصفي تفاعل التأكسد والاختزال:

4- زيادة في كتلة صفيحة النحاس بسبب ترسب ذرات النحاس على القطب

مثال 2 :

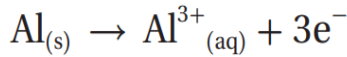


- خلية جلفانية قطباها من الألمنيوم Al في محلول نترات الألمنيوم  $Al(NO_3)_3$  والفضة Ag في محلول نترات الفضة  $AgNO_3$  أجيب عن الأسئلة الآتية مُستعيناً بالشكل المجاور:
- 1- أحدد المصعد والمهبط وشحنة كل منهما.
  - 2- أكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال.
  - 3- أكتب معادلة التفاعل الكيميائي الكلية في الخلية الجلفانية.
  - 4- ما وظيفة القنطرة الملحية في الخلية؟

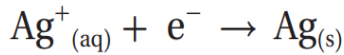
الحل :

1- المصعد قطب الألمنيوم وشحنته سالبه (-)

المهبط قطب الفضة وشحنته موجبة (+)



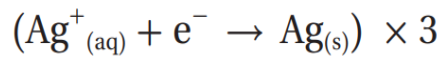
2- نصف تفاعل التأكسد:



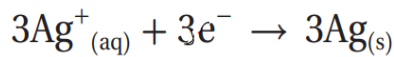
نصف تفاعل الاختزال:

3- أجمع نصفي تفاعل التأكسد والاختزال معاً بعد التأكد من أن عدد الإلكترونات المفقودة

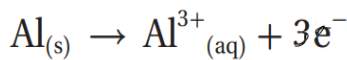
تساوي عدد الإلكترونات المكتسبة، وإذا كانت غير متساوية، أضرب كل نصف تفاعل في معامل، بحيث تصبح متساوية. هنا سيضرب نصف تفاعل الاختزال في الرقم (3) كما يأتي:



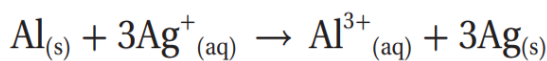
نصف تفاعل الاختزال:



فتصبح المعادلة:



نصف تفاعل التأكسد:



معادلة التفاعل الكيميائي الكلية:

4- وظيفة القنطرة الملحية: المحافظة على التعادل الكهربائي في الخلية.

سؤال أتتحقق ص 50 : خلية جلفانية بسيطة قطباها فلز الحديد Fe و فلز الرصاص Pb في محلول نترات الرصاص  $Pb(NO_3)_2$  مستعيناً بسلسلة النشاط الكيميائي أجب عن الأسئلة التالية :

1- أحدد المصعد و المهبط و اتجاه حركة الإلكترونات في الخلية الجلفانية

2- أكتب نصفي تفاعل التأكسد و الأختزال

3- أفسر نقصان كتلة الحديد Fe بعد تشغيل الخلية مدة من الزمن

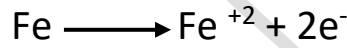
الحل :

1-

المصعد (نصف تفاعل التأكسد شحنته سالبه ) : الحديد Fe

المهبط ( نصف تفاعل الأختزال شحنته موجبة ) : الرصاص Pb

2-



3- بسبب تأكسد ذرات الحديد و تحولها إلى أيونات تذوب بالمحلول

واجب : خلية جلفانية بسيطة قطباها فلز الخارصين Zn و فلز النحاس Cu في محلول كبريتات النحاس  $CuSO_4$  مستعيناً بسلسلة النشاط الكيميائي أجب عن الأسئلة التالية :

1- أحدد المصعد و المهبط و اتجاه حركة الإلكترونات في الخلية الجلفانية

2- أحدد العامل المؤكسد و العامل المختزل

3- أكتب معادلة نصف تفاعل التأكسد و نصف تفاعل الأختزال

4- حدد الأيونات المتفرجة في التفاعل ثم أكتب المعادلة الأيونية النهائية

## فرق الجهد الكهربائي في الخلايا الجلفانية المختلفة



كما تعلمنا سابقاً فإن الخلايا الجلفانية تنتج طاقة كهربائية وتختلف مقدار هذه الطاقة باختلاف الأقطاب المكونة للخلية

يعتمد مقدار فرق الجهد الكهربائي على موقع كل من الفلزين في سلسلة النشاط الكيميائي

<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 10px;">↑</div> <div style="margin-top: 10px;">↓</div> </div>	أكثر نشاطاً	K بوتاسيوم
	Na صوديوم	
	Li ليثيوم	
	Ca كالسيوم	
	Mg مغنيسيوم	
	Al ألنيوم	
	Zn خارصين	
	Fe حديد	
	Sn قصدير	
	Pb رصاص	
	Cu نحاس	
	Ag فضة	
	Au ذهب	
	أقل نشاطاً	

كلما زاد الفرق في نشاط الفلزين زاد فرق الجهد الكهربائي في الخلية ( علاقة طردية )

مثال : بالإعتماد على سلسلة النشاط الكيميائي أتوقع أي من الخلايا التالية يكون لها أكبر فرق جهد كهربائي خلية متكونة من (Zn,Fe) او خلية متكونة من (Zn,Cu) ؟



الحل :

في الخلية الأولى (Zn,Fe) ينتج فرق جهد كهربائي أقل من الخلية الثانية (Zn,Cu) ولذلك لأن عنصر خارصين و النحاس أكثر تباعداً عن بعضهم في سلسلة النشاط الكيميائي

سؤال أتخصص ص52: أتوقع التغير في فرق الجهد الكهربائي الناتج إذا استخدم قطب من الألمنيوم بدلاً من قطب خارصين في خلية (خارصين - حديد) هل سيزداد أم سيقبل أم لا يتغير ؟ أبرر اجابتي .

الحل : سيزداد فرق الجهد الكهربائي وذلك لأن عنصر الألمنيوم اكثر نشاطاً من خارصين (اكثر تباعداً في سلسلة النشاط الكيميائي من عنصر خارصين)

سؤال أفكر ص52: هل يمكن تحديد فلزين يشكلان خلية جلفانية لها أقل فرق جهد كهربائي اعتماداً على سلسلة النشاط الكيميائي ؟ أفسر إجابتي .

يجب أن يكون الفلزين متتابعين في سلسلة النشاط الكيميائي ولديهم قيم منخفضة ولكن بسبب عدم وجود قيم عديدة للعناصر في سلسلة النشاط الكيميائي لا يمكن تحديد العناصر التي تشكل أقل فرق جهد كهربائي

### البطاريات

▼ تعد البطاريات من أهم الأمثلة على الخلايا الجلفانية  
▼ يحدث في داخل البطاريات تفاعل تأكسد و احتزال يؤدي إلى تحول الطاقة الكيميائية إلى كهربائية

🌀 توجد أنواع عدت من البطاريات وتقسم البطاريات إلى :

1- البطاريات الأولية

2- البطاريات الثانوية

🧪 البطاريات الأولية : هي البطاريات التي لا يمكن إعادة شحنها عندما تنفذ  
🔋 أمثلة على البطاريات الأولية

البطاريات الجافة

🧪 البطاريات الثانوية : هي البطاريات القابلة لإعادة الشحن  
🔋 أمثلة على البطاريات الثانوية

بطارية السيارة

🧪 سؤال اذكر بعض التطبيقات العملية على الخلايا الجلفانية ؟

الحل :

1- البطاريات الجافة

2- بطارية السيارة

3- خلايا الوقود

## البطاريات الجافة

▼ تعد البطاريات الجافة من اقدم انواع البطاريات و اكثرها انتشاراً و هي أحد الأمثلة على البطاريات الأولية

▼ من أشهر الأمثلة على هذه النوع من البطاريات هو بطارية ( خارصين – جرافيت )

سؤال : اذكر الأجزاء الأساسية التي تتكون منها بطارية ( جرافين – خارصين )؟

الحل :

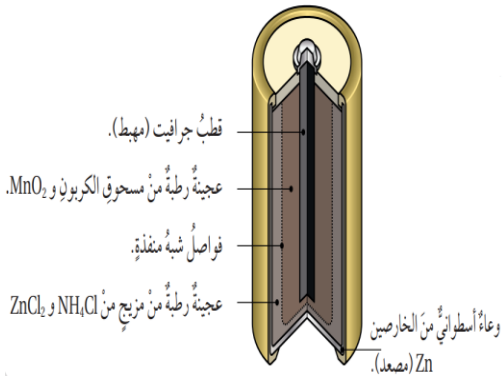
1- المهبط : يتكون من قطب الجرافيت ( عنصر الكربون )

ويحاط بعجينة رطبة تتكون من أكسيد المغنيسيوم  $MnO_2(IV)$  و مسحوق الجرافيت

2- المحلول الكهرلي : هي عجينة رطبة تتكون من كلوريد

الأمونيوم  $NH_4Cl$  و كلوريد الخارصين  $ZnCl_2$  لها خصائص حمضية

3- المصعد : يتكون من وعاء أسطواني من فلز الخارصين و يفصله عن العجينة الرطبة غشاء شبه منفذ



تبلغ قيمة فرق الجهد في الناتج من هذه البطارية 1.5 V

## بطارية السيارة (بطارية الرصاص الحمضية)

▼ تعد بطارية السيارة ذات خصائص حمضية وهي مثال على البطاريات الثانوية ( يعاد شحنها )

▼ تحتوي بطاريات السيارات على 6 خلايا جلفانية يعاد شحنها

سؤال : اذكر الأجزاء الأساسية التي تتكون منها بطارية السيارة ؟



1- المصعد : يتكون من الواح من الرصاص Pb

2- المهبط : يتكون من الواح من الرصاص Pb مغطاة بأكسيد

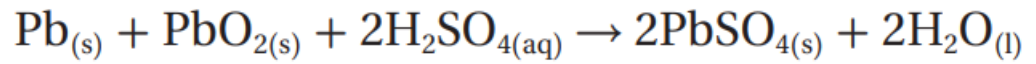
الرصاص PbO<sub>2</sub>(IV)

3- محلول كهرلي : يتكون من حمض الكبريتيك H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ويكون

مغمور بداخل هذه الحمض الألواح ( الأقطاب )

تبلغ قيمة فرق الجهد في الناتج من هذه البطارية 12 V

سؤال : اكتب التفاعل الكلي الذي يحدث في بطارية السيارة ؟



### خلية الوقود

تعد خلية الوقود خلية جلفانية لكنها تختلف عن غيرها بتزويدها بالمواد المتفاعلة أو الوقود

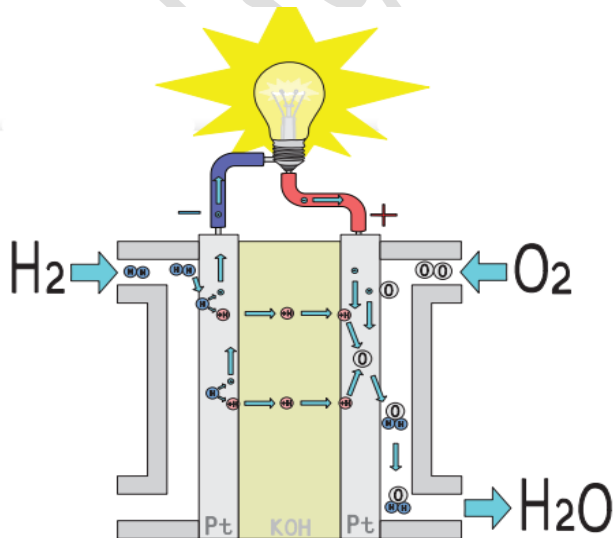
باستمرار هو غالباً غاز الهيدروجين

تتميز خلايا الوقود بما يلي

1- غير ملوثة للبيئة

2- تنتج كمية كبيرة من الطاقة

سؤال : اذكر الأجزاء الأساسية التي تتكون منها خلية الوقود ؟



1- قبطين من البلاتين يمثلان المصعد و المهبط

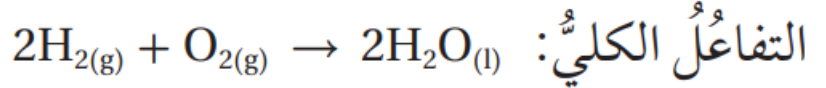
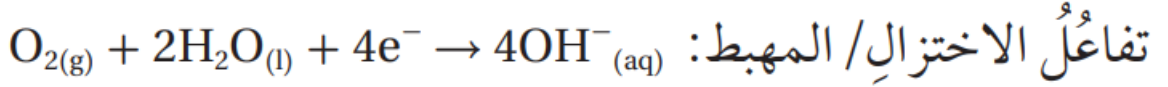
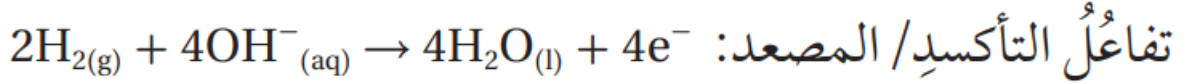
2- غاز الهيدروجين و الأكسجين

3- محلول كهرلي : هيدروكسيد البوتاسيوم KOH

ملاحظ مهمة : يذخ غاز الهيدروجين إلى

المصعد وغاز الأكسجين إلى المهبط

ينتج من ضخ هذه الغازات تفاعل تأكسد و اختزال و عليه تحدث التفاعلات التالية :



سؤال : اذكر بعض الاستخدامات لخلايا الوقود :

- 1- تستخدم في المركبات الفضائية للحصول على الطاقة
- 2- يستفيد رواد الفضاء من الماء الناتج للشرب
- 3- يستخدم في وسائل النقل كالسيارات و الباصات
- 4- تستخدم كمصدر احتياطي للطاقة للتشغيل عند الضرورة

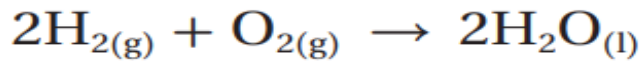
سؤال أتحقق ص 56:

1- أقرن بين الخلية الجافة و بطارية السيارة من حيث نوع البطارية و فرق الجهد الكهربائي الناتج

وجه المقارنة	نوع الخلية	الخلية الجافة	بطارية السيارة
نوع البطارية	البطارية الأولية	البطارية الثانوية	
فرق الجهد الكهربائي	1.5	12	

2- أكتب المعادلة الكلية للتفاعل في خلية الوقود

الحل :



## مراجعة الدرس

1- الفكرة الرئيسة : كيف تنتج الخلايا الجلفانية تياراً كهربائياً ؟

عن طريق تفاعلات التأكسد و الأختزال التلقائية في الخلية و تحول الطاقة الكيميائية إلى كهربائية

2- أوضح المقصود بكل مما يلي :

أ- الخلايا الكهروكيميائية : الخلايا الكهروكيميائية : هي الأداة التي تحدث فيها تفاعلات تأكسد و اختزال منتجة لطاقة

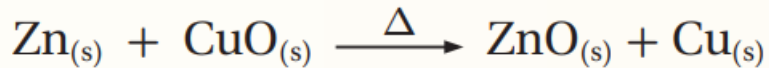
ب- المصعد : القطب الذي تحدث عنده عملية التأكسد

ج : العامل المؤكسد : هي المادة التي تختزل و تسبب تأكسد غيرها

3- املاء الجدول الآتي الذي يتضمن المقارنة بين التأكسد و الأختزال :

الأختزال	التأكسد	التفاعل	وجه المقارنة
نزع الأكسجين من المادة	اتحاد العنصر مع الأكسجين	وفقاً لوجود الأكسجين	
كسب المادة للأكسجين	فقد المادة للأكسجين	وفقاً للإلكترونات	

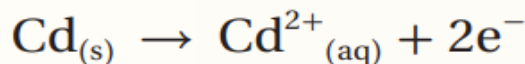
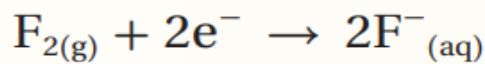
4- أعدد المادة التي تأكسدت و المادة التي اختزلت في المعادلة الكيميائية الآتية :



المادة التي تأكسدت : ذرات Zn

المادة التي اختزلت : أيونات Cu

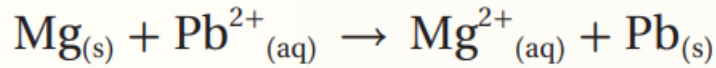
5- أعدد المادة التي تأكسدت و المادة التي اختزلت في نصفي التفاعلين الآتيين:



Cd : المادة التي تأكسدت

F<sub>2</sub> : المادة التي اختزلت

6- استنتج العامل المختزل و العامل المؤكسد في المعادلة الكيميائية الآتية :



العامل المختزل : Mg

العامل المؤكسد :  $\text{Pb}^{2+}$

7- وزعت صفائح فلزية للعناصر : (نحاس Cu , رصاص Pb , المنيوم Al , خارصين Zn ) على مجموعات الطلبة في الصف وطلب إلى كل مجموعة :

- تشكيل خلية جلفانية بسيطة مختلفة باستخدام زوج من الفلزات و محلول كهربي مناسب (يمكن استخدام أملاح نترات الفلزات إذ أن جميع النترات تذوب في الماء )
- تنظيم معلومات الخلية في الجدول الآتي :

قطب الخلية	المصعد	المهبط	المحلول الكهربي	اتجاه حركة الإلكترونات من قطب ... إلى قطب

- الإستعانة بسلسلة النشاط الكيميائي و بالجدول للإجابة عن الأسئلة الآتية :

أ- استنتج عدد الخلايا الجلفانية التي يمكن تكوينها

6 خلايا

ب- املاء الجدول بحيث يتضمن المعلومات الخاصة بكل خلية

قطب الخلية	المصعد	المهبط	المحلول الكهربي	اتجاه حركة الإلكترونات من قطب ... إلى قطب
Pb-Zn	Zn	Pb	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	من قطب Zn إلى قطب Pb
Cu-Zn	Zn	Cu	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	من قطب Zn إلى قطب Cu
Zn-Al	Al	Zn	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$	من قطب Al إلى قطب Zn
Pb-Al	Al	Pb	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	من قطب Al إلى قطب Pb
Cu-Al	Al	Cu	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	من قطب Al إلى قطب Cu
Cu-Pb	Pb	Cu	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	من قطب Pb إلى قطب Cu

ج- احدد الفلزين اللذان يشكلان قطبي الخلية الجلفانية التي تنتج أعلى فرق جهد كهربائي ثم ابرر اجابتي .  
 خلية Al و Cu لأن فرق النشاط ( ترتيبهم في سلسلة النشاط الكيميائي) أكبر ما يمكن وهذه يعني أن  
 عنصر Al هو الأكثر ميلا للتأكسد و عنصر Cu الأكثر ميلا للاختزال

8- خلية جلفانية بسيطة قبطاها القصدير Sn و النحاس Cu مغموسان في محلول كهربي عند تشغيل  
 الخلية لوحظ أن اتجاه حركة مؤشر الفولتميتر من قطب القصدير إلى قطب النحاس علماً أن القصدير  
 يكون أيون  $Sn^{2+}$  بناءً على ذلك أجب عن الأسئلة الآتية

أ – أعدد المصعد و المهبط وشحنة كل منهما في الخلية

المصعد : قطب القصدير Sn

المهبط : قطب النحاس Cu

ب – أترح المحلول الكهربي الذي يمكن استخدامه في هذه الخلية

$Cu(NO_3)_2$

ج – أكتب نصفي تفاعل التأكسد و الاختزال



د – أكتب التفاعل الكلي الذي يحدث في الخلية الجلفانية



هـ – استنتج التغير في كتلة Sn بعد انتهاء التجربة

نقل بسبب فقد الألكترونات من القطب و تحرر الأيونات

9- يوضح الجدول فرق الجهد الكهربائي الناتج من أربع خلايا جلفانية بسيطة مكونة من أزواج من  
 الفلزات : A,B,C,D علماً أن A أقل هذه الفلزات نشاطاً وأن جميع هذه الفلزات تكون أيونات شحنتها  $2+$   
 تأملها جيداً ثم أجب عن الأسئلة التالية :

رَقْمُ الخلية	قطبا الخلية		فَرْقُ الجهدِ الكهربائيِّ الناتجُ من الخلية (V)
	فلز 1	فلز 2	
1	A	B	0.1
2	A	C	2.2
3	A	D	1.6
4	B	C	1.9

أ - أستنتج رمز الفلز الأكثر نشاطاً ثم أفسر إجابتي  
الفلز C أكثر نشاطاً لأن فرق الجهد بينه و بين الفلز A أكبر ما يمكن  
ب - أرتب الفلزات وفقاً لنشاطها الكيميائي

$$A < B < D < C$$

ج - أرسم خلية جلفانية بسيطة تمثل الخلية (3) ثم أوضح عليها : المصعد ، المهبط ، المحلول الكهرلي المقترح ، اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك ، قراءة الفولتميتر

المصعد : قطب D

المهبط : قطب A

المحلول الكهرلي :  $A(NO_3)_2$

د - اكتب رمز المصعد و المهبط في الخلية B - C

المصعد : قطب C

المهبط : قطب B

تذكر دوماً أن الأمتحان كالمخلوط الكيميائي يتكون من القليل من الأمل مع القليل  
من الأمل لينتج محلولاً جديداً يسمى النجاح

مساحة لتدوين ملاحظتك و افكارك :

الأستاذ أحمد الدويك



الفكرة الأساسية للدرس : تستخدم الطاقة الكهربائية في إحداث تفاعلات التأكسد و الأختزال في خلايا التحليل الكهربائي و يمكن توظيف ذلك في عدة مجالات سنتعرف عليها في هذه الدرس

## مقدمة

درسنا سابقاً عن المركبات الكيميائية و تعرفنا بعض خصائصها دعونا نستذكر بعضها

سؤال اذكر خصائص ( صفات ) المركبات الأيونية ؟

1- تتفكك في الماء إلى ايونات موجبة و السالبة

2- محاليلها موصلة للتيار الكهربائي

سؤال : اذكر بعض الأمثلة على محاليل المركبات الأيونية

1- محاليل الحموض

محاليل القواعد

ولكن هناك مواد أخرى محاليلها غير موصلة للتيار الكهربائي سوف ندرسها في هذه الدرس و نعرف القواسم المشتركة بين المواد الموصلة و غير الموصلة للتيار الكهربائي

## المواد الكهربية و الغير كهربية

تقسم أنواع المواد الترس سندرستها في هذه الدررس إلى نوعين :



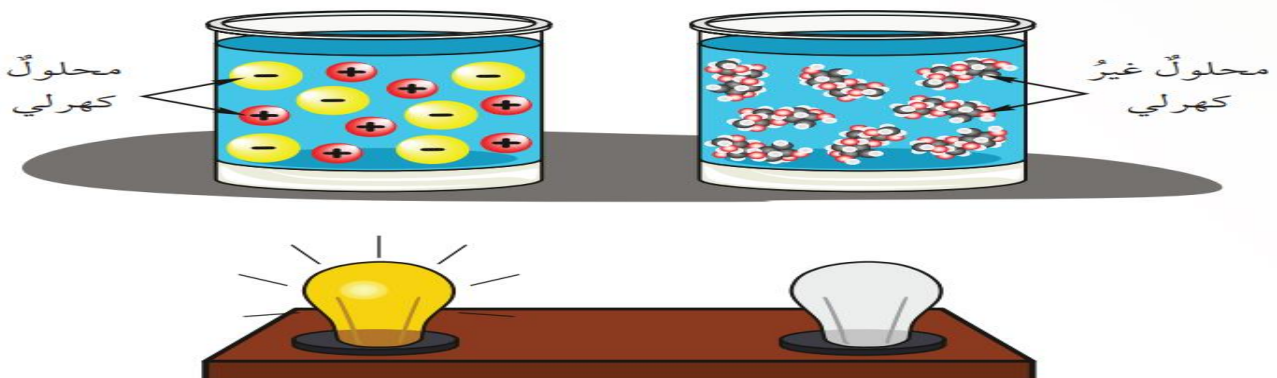
### المواد الكهربية

المواد الكهربية : مادة تتفكك إلى أيونات موجبة وسالبة عند صهرها أو إذابتها في الماء

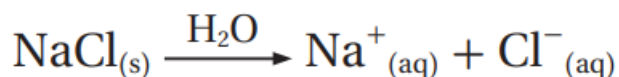
فسر لماذا تعد المواد الكهربية موصلة للتيار الكهربائي ؟

الحل :

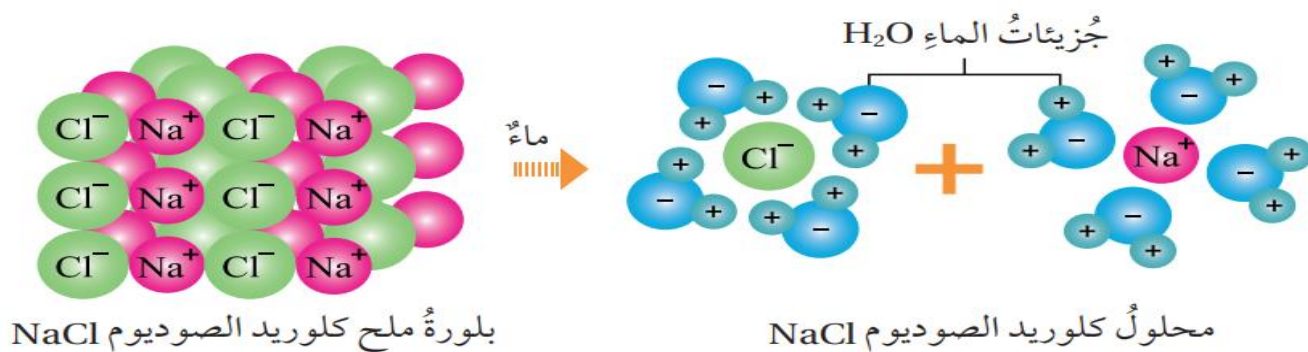
بسبب قدرة أيوناتها على التحرك إلى الأقطاب المخالفة لها في الشحنة



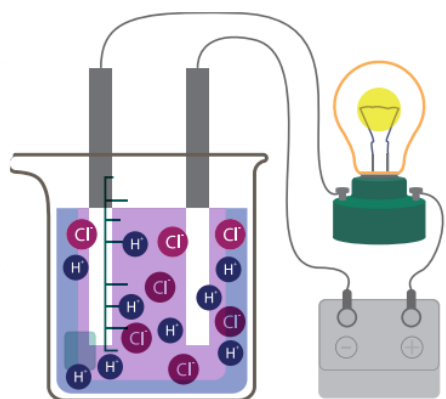
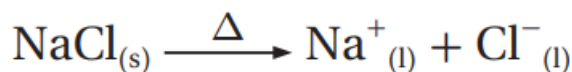
▼ تعد المركبات الأيونية مثل : NaCl , KBr من الأمثلة على المواد الكهربية  
 فمثلاً يتفكك ملح كلوريد الصوديوم NaCl في الماء بحسب المعادلة التالية :



▼ لاحظ من المعادلة أن ملح كلوريد الصوديوم يتفكك إلى أيونات موجبة و سالبة عند إذابته في الماء



عند صهر ملح كلوريد الصوديوم NaCl بالحرارة فإنه يتفكك إلى أيونات موجبة و سالبة كما في التفاعل التالي :

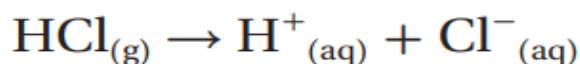


▼ إذا وجود هذه الإلكترونات يفسر سبب توصيل محلول و مصهور ملح كلوريد الصوديوم للتيار الكهربائي وبذلك نستنتج أنه مادة كهربية

تعد الحموض مثل : HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub> ( أي مادة تبدأ بيسارها ب H ) مواد كهربية على الرغم من أنها جزيئات صلبة وليست أيونات

سؤال : فسر لماذا تعد الحموض مواد كهربية ؟

لأنها تتأين في الماء و تنتج أيونات حرة الحركة كما في المثال التالي



ملخص أفكار المواد الكهربية :

- 1- تعد جميع المواد الكهربية موصلة للتيار الكهربائي
- 1- تعد جميع المركبات الأيونية مواد كهربية
- 2- تعد الحموض ( أي مادة تبدأ ب H ) مواد كهربية
- 3- الشرط الأساسي لكي نعتبر المادة بأنها كهربية هي أن تكون هذه المواد أيونات موجبة و سالبة عند تفاعلها مع الماء
- 4- توجد المواد الكهربية بشكلين هما :
  - أ – المحاليل
  - ب – المصاهير

### المواد غير الكهربية

المادة غير الكهربية : مادة لا تتفكك إلى أيونات حرة الحركة عند صهرها أو ذوبانها في الماء

تعد المواد غير الكهربية غير موصلة للتيار الكهربائي مثل السكر

سؤال : فسر تعد المادة غير الكهربية غير موصلة للتيار الكهربائي ؟

الحل :

لأنها لا تتفكك إلى أيونات حرة الحركة عند صهرها أو ذوبانها في الماء

سؤال أفكر ص 60 : هل يعد مصهور الشمع مادة كهربية ؟

الحل :

لا يعد مادة كهربية لأنه لا يتفكك إلى أيونات حرة الحركة

سؤال أتتحقق ص 60 : ما الشروط الواجب توافرها في المادة لوصفها بالكهربية ؟

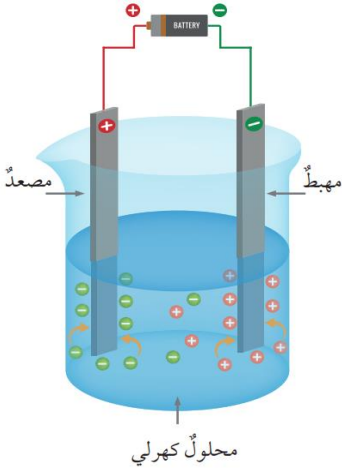
الحل:

1- محاليلها موصلة للتيار الكهربائي

2- تتفكك إلى أيونات حرة الحركة عند صهرها أو ذوبانها في الماء



## التحليل الكهربائي



- التحليل الكهربائي : تمرير تيار كهربائي في محلول أو مصهور مادة كهربية يؤدي إلى أحداث تفاعل تأكسد و اختزال
- خلايا التحليل الكهربائي : خلايا كهروكيميائية تتحول فيها الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية

والآن سوف نتعرف على مكونات خلايا التحليل الكهربائي

سؤال : اذكر مكونات خلايا التحليل الكهربائي ؟

الحل :

- 1- وعاء يحتوي محلول أو مصهور مادة كهربية
- 2- بطارية و أسلاك توصيل
- 3- قطبان خاملان لا يشتركان في التفاعل

وظيفة هذه الأقطاب نقل الإلكترونات من المحلول أو المصهور الكهربائي وإليه وله نوعين

- أ - المصعد : يتصل بالقطب الموجب للبطارية وتتحرك باتجاهه الشحنات السالبة
- ب - المهبط : يتصل بالقطب السالب للبطارية وتتحرك باتجاهه الشحنات الموجبة

عند مرور التيار الكهربائي في محلول أو مصهور كهربائي تتحرك الأيونات السالبة باتجاه القطب الموجب ( المصعد) و تتحرك الأيونات الموجبة باتجاه القطب السالب ( المهبط)

تقسم أنواع التفاعلات داخل خلايا التحليل الكهربائي اعتماداً على نوع المادة الكهربية إلى نوعين :

- 1- خلايا التحليل الكهربائي لمصهور مادة كهربية حيث تتأكسد الأيونات السالبة عند المصعد(القطب الموجب ) أما الأيونات الموجبة فتختزل عند المهبط (القطب السالب )
- 2- خلايا التحليل الكهربائي لمحلول مادة كهربية يحتمل تأكسد الأيون السالب أو الماء عند المصعد وكذلك يحتمل اختزال الأيون الموجب أو الماء عند المهبط

سؤال أتحقق ص 61 :

- 1 - أقرن بين تحولات الطاقة في الخلية الجلفانية و خلية التحليل الكهربائي
- 2 - أعدد التفاعل الذي يحدث عند كل من المصعد و المهبط في خلية التحليل الكهربائي

الحل:

-1

أنواع الخلايا الكهروكيميائية	تحولات الطاقة التي تحدث
1- الخلية الجلفانية	من كيميائية إلى كهربائية
2- خلية التحليل الكهربائي	من كهربائية إلى كيميائية

-2

عند المصعد : تأكسد الأيون الساب

عند المهبط : اختزال الأيون الموجب

### التحليل الكهربائي لمصهور مادة كهربية

دائماً وابدأ عندما يكون لدينا **مصهور** كهربي فإن

1- الأيونات السالبة تتأكسد عند المصعد

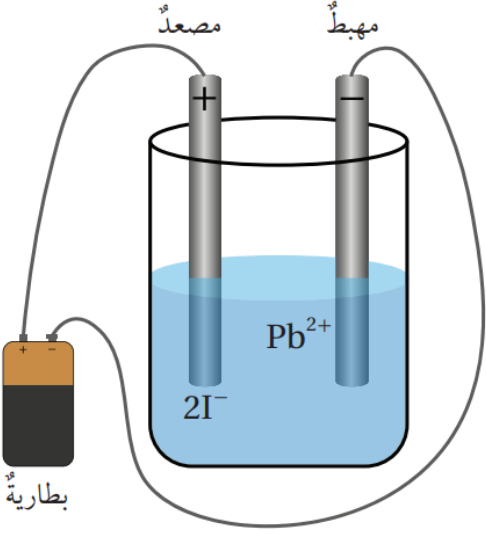
( يكون ناتجها دائماً صيغة ثنائية مثل  $F_2, Cl_2, Br_2, I_2$  )

2- الأيونات الموجبة تختزل عند المهبط

حفظ مهم

معلومات مهمة قبل البدء بحل أي سؤال في الدرس :

- 1- أول خطوه لحل أي سؤال يجب أن نكتب معادلة تحلل أو تأين المادة الكهربية (مصهور أو محلول)
- 2- نقوم بفصل المركب من المنتصف ( بعد أول عنصر في المركب )
- 3- دائماً العنصر الموجود على اليسار يأخذ شحنة موجبه
- 4- دائماً العنصر الموجود على اليمين يأخذ شحنة سالبة
- 5- إذا كان العنصر الموجود على اليمين يحتوي رقم في اخره فسوف يعطى نفس قيمة هذه الرقم للأيون الموجب
- 6- يجب أن يكون عدد الإلكترونات متساوي في أنصاف التفاعلات

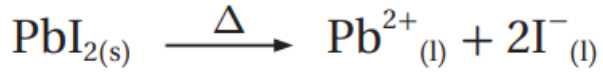


مثال : أكتب معادلة كيميائية تمثل التفاعلات التي تحدث عند الأقطاب و التفاعل الكلي عند التحليل الكهربائي لمصهور يوديد الرصاص  $PbI_2$  ثم اكتب نواتج التحليل الكهربائي له ؟

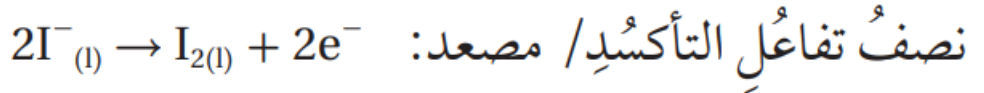
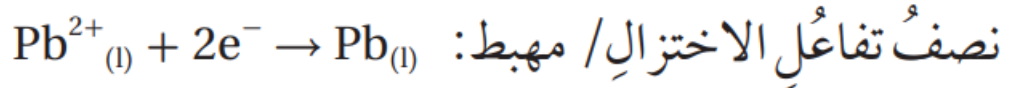
الحل :

أول خطوة نقوم بتفكيك المركب على أيوناته حسب الخطوات السابقة

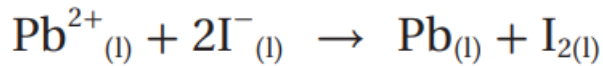
ملاحظة كلمة مصهور تدل على أن المركب تعرض للحرارة  $\Delta$



وبما أن نوع المادة مصهور فيكون دائماً الأيون الموجب يختزل و الأيون السالب يتأكسد



وعند حذف الإلكترونات في التفاعلين السابقين و دمج المعادلتين يتكون لدينا معادلة التفاعل الكلي



أي أنه عند التحليل الكهربائي لمصهور يوديد الرصاص  $PbI_2$  يتكون لدينا الرصاص و اليود

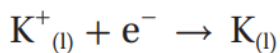
مثال : أكتب معادلة كيميائية تمثل التفاعلات التي تحدث على الأقطاب عند التحليل الكهربائي لمصهور بروميد البوتاسيوم  $KBr$  ثم اكتب نواتج التحليل الكهربائي له؟

الحل :

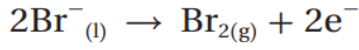
بروميد البوتاسيوم مركب أيوني يتفكك عند صهره بالحرارة بحسب المعادلة الآتية:



نصف تفاعل الاختزال / مهبط :

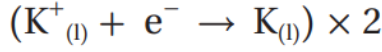


نصف تفاعل التأكسد / مصعد:

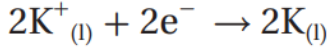


هنا نلاحظ أن عدد الإلكترونات فنقوم بعملية ضرب لجعل عدد الإلكترونات متساوي

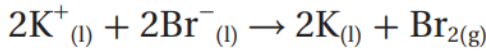
أضربُ نصف تفاعل الاختزال في 2:



فيصبحُ:



أما معادلة التفاعل الكلي، فهي:



ونواتج التحليل الكهربائي لمصهور بروميد البوتاسيوم KBr هي تكوُّن البوتاسيوم K والبروم  $\text{Br}_2$ .

سؤال أتحقق ص 63 : عند التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الكالسيوم  $\text{CaCl}_2$ .

1- أكتبُ نصفي تفاعل المصعد والمهبط والتفاعل الكلي.

2- أحددُ نواتج التحليل الكهربائي للمصهور.

الحل :

اولاً نقوم بكتابة معادلة تفكك (انصهار) المركب



-1

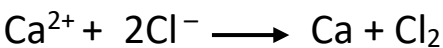
نصف تفاعل التأكسد / المصعد :



نصف تفاعل الاختزال / المهبط :



معادلة التفاعل الكلي :



2- تكون الكالسيوم Ca و الكلور Cl

## التحليل الكهربائي لمحلول مادة كهربية

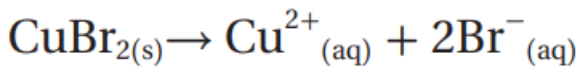
ملخص حل جميع أفكار تحليل محلول كهربائي مكون من (XY)

المهبط		المصعد	
سؤال : هل X أحد Cu,Ag,Au		سؤال : هل Y أحد المواد التالية I <sub>2</sub> ,Br <sub>2</sub> ,Cl <sub>2</sub>	
لا	نعم	لا	نعم
يحدث للماء اختزال	يحدث للمادة اختزال $X^{+n} + ne^{-} \longrightarrow X$	يحدث للماء تأكسد	يحدث للمادة تأكسد $2Y^{-} \longrightarrow Y_2 + 2e^{-}$
$2H_2O_{(l)} + 2e^{-} \rightarrow H_{2(g)} + 2OH^{-}_{(aq)}$		$2H_2O \longrightarrow O_{2(g)} + 4H^{+} + 4e^{-}$	

مثال : استنتج نواتج التحليل الكهربائي لمحلول بروميد النحاس (II)  $CuBr_2(II)$

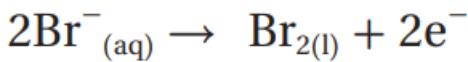
الحل :

اولا نكتب معادلة تفكك بروميد النحاس (II)  $CuBr_2(II)$

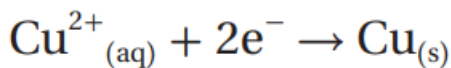


ثم نطبق خطوات السؤال الموجودة في الجدول ونستنتج ما يلي :

نصف تفاعل التأكسد / المصعد :



نصف تفاعل الأختزال / المهبط :

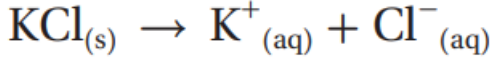


أي أن نواتج التحليل الكهربائي هي تكوُّن النحاس  $Cu$  عند المهبط، وتكوُّن البروم  $Br_2$  عند المصعد.

مثال : استنتج نواتج التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد البوتاسيوم KCl اعتماداً على سلسلة النشاط الكيميائي

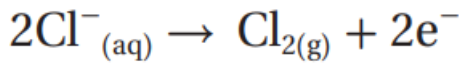
الحل :

اولا نكتب معادلة تفكك محلول كلوريد البوتاسيوم KCl

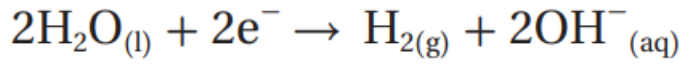


ثم نطبق خطوات السؤال الموجودة في الجدول ونستنتج ما يلي :

نصف تفاعل التأكسد / المصعد :



نصف تفاعل الأختزال / المهبط :



أي أن نواتج التحليل الكهربائي هي غاز الهيدروجين  $\text{H}_2$  عند المهبط، وغاز الكلور  $\text{Cl}_2$  عند المصعد.

سؤال أتحقق ص 65 : استنتج نواتج التحليل الكهربائي لمحلول يوديد الصوديوم NaI

الحل :

اولا نكتب معادلة تفكك محلول يوديد الصوديوم NaI

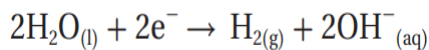


ثم نطبق خطوات السؤال الموجودة في الجدول ونستنتج ما يلي :

نصف تفاعل التأكسد / المصعد :



نصف تفاعل الأختزال / المهبط :



أي أن نواتج التحليل الكهربائي هي غاز الهيدروجين عند المهبط و غاز اليود عند المصعد

## تطبيقات خلايا التحليل الكهربائي

▼ كما تعلمنا سابقاً أن خلايا التحليل الكهربائي تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية باستخدام تيار كهربائي يؤدي إلى حدوث تفاعلات تأكسد و اختزال ولهذه الخلايا تطبيقات كثيرة

سؤال : اذكر بعض التطبيقات المهمة لخلايا التحليل الكهربائي

الحل :

1- تحضير ( استخلاص ) بعض العناصر النشطة مثل الصوديوم

2- الطلاء الكهربائي للحلي و غيرها

سؤال : فسر استخدام عملية الطلاء الكهربائي للحلي أو الأدوات المنزلية ؟

1- لإكسابها مظهراً جميلاً

2- لحمايتها من التآكل

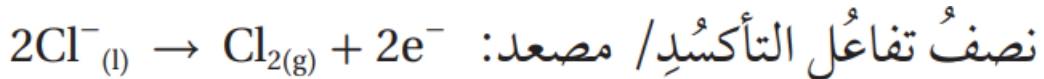
### استخلاص الصوديوم

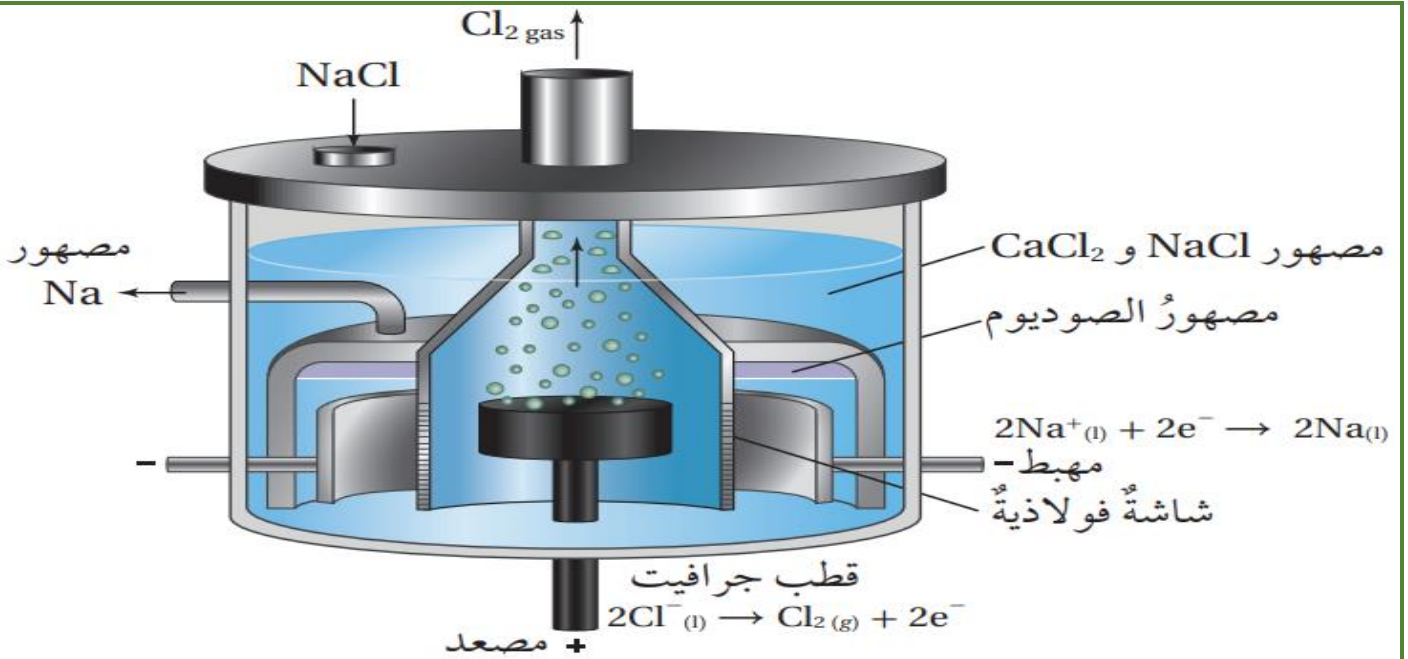
▼ تستخدم عملية التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم NaCl في استخلاص الصوديوم صناعياً باستخدام خلية داون

سؤال : اذكر خطوات استخلاص الصوديوم باستخدام خلية داون ؟

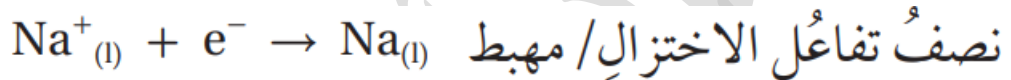
1- إمرار تيار كهربائي في مصهور كلوريد الصوديوم

2- تحرك أيونات الكلوريد السالبة Cl<sup>-</sup> باتجاه المصعد ( قضيب الجرافين أو القطب الموجب ) وتتأكسد مكونة غاز الكلور Cl<sub>2</sub> كما في التفاعل التالي

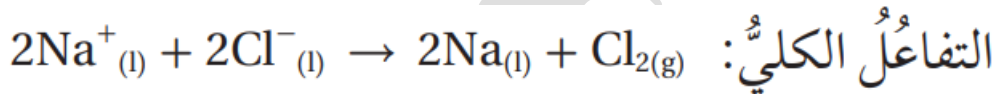




3- تحرك أيونات الصوديوم الموجبه باتجاه المهبط (القطب السالب) وتحدث له عملية اختزال وتتكون ذرات الصوديوم كما في التفاعل التالي



4- تكون نواتج التحليل الكهربائي هي الصوديوم عند المهبط و غاز الكلور عند المصعد



بعض الملاحظات على عملية استخلاص الصوديوم

■ يكون المصعد في الخلية محاط بشاشة فولاذية

سؤال : فسر يكون المصعد في الخلية محاط بشاشة فولاذية

الحل :

لمنع ( عزل ) غاز الكلور الناتج من التفاعل مع الصوديوم حيث يخرج غاز الكلور من مخرج خاص به

### الطلاء الكهربائي

الطلاء الكهربائي : عملية ترسيب طبقة رقيقة من المادة المراد الطلاء بها على سطح المادة

المراد طلاؤها

سؤال اذكر بعض الأمثلة على الطلاء الكهربائي ؟

1- طلاء الحديد بطبقة من الخارصين ( عملية الجلفنة )

2- طلاء معلقة من الفضة

سؤال اذكر خطوات (كيفية) الطلاء الكهربائي لمعلقة من الفضة؟

الحل :

1- توصل المعلقة بالقطب السالب للبطارية وتمثل المهبط في خلية التحليل الكهربائي

2- يوصل قطب من الفضة في القطب الموجب للبطارية يمثل المصعد

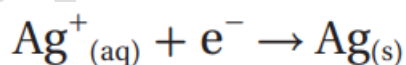
3- يغمس القطبان بمحلول كهربي لأحد أملاح الفضة ( تم استخدام نترات الفضة  $AgNO_3$  )

4- عند إلاق التيار الكهربائي تحدث عملية التآسد و الأختزال على الأقطاب ويتم طلاء معلقة الفضة

معادلة التأكسد لذرات الفضة عند المصعد :



معادلة اختزال أيونات الفضة على المعلقة عند المصعد :



سؤال أتحقق ص 67 : يطلّى الكثير من الفولاذية كهربائياً بطبقة من الكروم Cr لحمايتها من الصدأ اكتب نصفي تفاعل التأكسد و الأختزال الذي يحدث فيها ( شحنة أيون الكروم  $Cr^{3+}$  )

الحل :

تأكسد ذرات الكروم عند المصعد :



اختزال أيونات الكروم ( عند سطح المادة الفولاذية ) عند المهبط :



## مراجعة الدرس

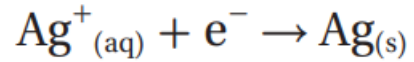
- 1 - كيف تسهم حركة الأيونات في إيصال التيار الكهربائي في المحاليل المائية ؟  
من خلال قدرة الإلكترونات على الحركة للأقطاب المخالفة لها بالإشارة مما يجعل محاليلها و مصاهيرها موصلة للتيار الكهربائي
- 2 - أوضح المقصود بكل مما يلي :  
أ . المادة غير الكهربية : مادة لا تتفكك إلى أيونات حرة الحركة عند صهرها أو ذوبانها في الماء  
ب . التحليل الكهربائي : تمرير تيار كهربائي في محلول أو مصهور مادة كهربية يؤدي إلى أحداث تفاعل تأكسد و اختزال
- 3 - أفسر  
أ . بروميد الخارصين مركب أيوني صيغته  $ZnBr_2$  غير موصل للتيار الكهربائي في الحالة الصلبة لأن أيوناته مقيدة بروابط ( غير حرة الحركة )  
ب . عند التحليل الكهربائي لمصهور  $NaCl$  في خلية داون يفصل بين المصعد و المهبط لمنع ( عزل ) غاز الكلور الناتج من التفاعل مع الصوديوم حيث يخرج غاز الكلور من مخرج خاص به
- 4 - أكمل الجدول الآتي :

المصهور	نواتج تحليل الكهربائي	عند المصعد	عند المهبط
بروميد الفضة $AgBr$		البروم $Br_2$	الفضة $Ag$
كلوريد الرصاص $PbCl_2(II)$		الكلور $Cl_2$	الرصاص $Pb$
يوريد المغنيسيوم $MgI_2$		اليود $I_2$	المغنيسيوم $Mg$

- 5 - يراد استخدام الطلاء الكهربائي في طلاء خاتم نحاسي بالفضة  
أ. أعدد مكونات خلية الطلاء الكهربائي المستخدمة في ذلك
- 1- يوصل الخاتم بالقطب السالب للبطارية ويمثل المهبط في خلية التحليل الكهربائي
- 2- يوصل قطب من الفضة في القطب الموجب للبطارية يمثل المصعد
- 3- يغمس القطبان بمحلول كهربي لأحد أملاح الفضة
- ب . أكتب انصاف التفاعلات التي تحدث عند كل من المصعد و المهبط  
معادلة التأكسد لذرات الفضة عند المصعد :



معادلة اختزال أيونات الفضة على الخاتم عند المصعد :



6 - عند التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد الصوديوم ينتج غاز الكلور بناءً على ذلك أجب عن السؤالين الآتيين :

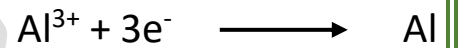
أ . أحدد القطب الذي يتكون عنده غاز الكلور  
المصعد (+)

ب . أكتب نصف التفاعل الذي يؤدي إلى تكوين غاز الكلور  $\text{Cl}_2$

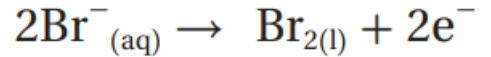


7 - أكتب معادلات تمثل انصاف التفاعلات الآتية :

أ . تكوين الألمنيوم مع أيونات الألمنيوم  $\text{Al}^{3+}$



ب. تكوين البروم مع أيونات البروم  $\text{Br}^-$



## مراجعة الوحدة

1 – أقرن بين الخلية الجلفانية و خلية التحليل الكهربائي بحسب الجدول الآتي :

وجه المقارنة	نوع الخلية	الخلية الجلفانية	خلايا التحليل الكهربائي
تحويلات الطاقة في الخلية	التفاعل الذي يحدث عند المصعد	من كيميائية إلى كهربائية	من كهربائية إلى كيميائية
التفاعل الذي يحدث عند المهبط	شحنة المصعد	تأكسد قطب المصعد	تأكسد الأيون السالب
شحنة المهبط	شحنة المصعد	اختزال أيونات المهبط	اختزال الأيون الموجب
		سالبة	موجبة
		موجبة	سالبة

2 – أوضح المقصود بكل من :

أ . الأختزال : عملية نزع الأكسجين من المركب أو كسب الإلكترونات

ب . القطب : مادة صلبة موصولة في دارة كهربائية ينقل الإلكترونات من محلول أو مصهور وإليه

ج . الطلاء الكهربائي : عملية ترسيب طبقة رقيقة من المادة المراد الطلاء بها على سطح المادة المراد طلاؤها

3 – اصف الإجراءات التي أنفذها للتحقق إن كانت الكحول الطبية مادة كهربية أم لا

نختبر إيصال الكحول للتيار الكهربائي إذا أوصل التيار يكون مادة كهربية لكن نجد أنه لا يوصل التيار فيكون مادة غير كهربية

4 – أفسر ما يأتي مستعيناً بسلسلة النشاط الكيميائي :

أ . فرق الجهد الكهربائي الناتج من الخلية الجلفانية قطباها ( خارصين – فضة ) أكبر من فرق الجهد الكهربائي الناتج من خلية جلفانية قطباها ( حديد – نحاس )

لأن نشاط فرق الجهد يزداد كلما ابتعد الفلزين عن بعضهم في سلسلة النشاط الكهربائي

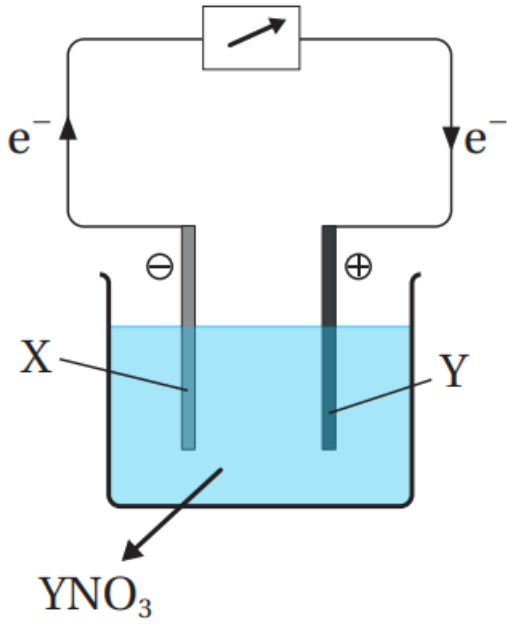
ب . لا يمكن استخلاص المغنيسيوم من محلول كلوريد المغنيسيوم بالتحليل الكهربائي للمحلول

لأن المغنيسيوم يقع فوق الهيدروجين فلا تختزل أيوناته و يختزل الماء و يتصاعد غاز الهيدروجين

5 – تنتج بطارية السيارة فرق جهد كهربائي يساوي ( 12V ) هل يمكن استخدام 8 بطاريات جافة عوضاً عنها لقيادة السيارة ؟ أبرر إجابتي

لا يمكن ذلك لأن البطاريات الجافة بطاريات أولية غير قابلة للشحن بينما بطارية السيارة بطارية ثانوية قابلة للشحن

6 - أتاامل الشكل المجاور الذي يمثل خلية كهروكيميائية قطباها الفلزان X, Y في محلول كهربي  $YNO_3$  ثم أجب عن الأسئلة الآتية :



أ . ما نوع الخلية الكهروكيميائية

خلية جلفانية

ب . أحدد المصعد و المهبط في الخلية

قطب X المصعد

قطب Y المهبط

ج . أي الفلزين الأكثر نشاطاً

القطب X أكثر نشاطاً

د . أحدد الفلز الذي تحدث له عملية تأكسد

الفلز X

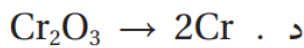
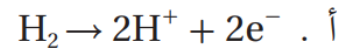
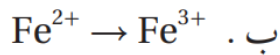
هـ . ماذا تسمى المادة التي تحدث لها عملية اختزال

العامل المؤكسد

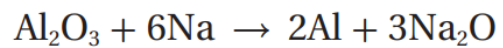
و . ما التغير الذي يطرأ على كتلة القطب Y

7 . أختار رمز الإجابة الصحيحة لكلِّ فقرةٍ من الفقرات الآتية:

1. نصفُ التفاعلِ الذي يمثل الاختزال في ما يأتي هو:



2. العامل المختزل في التفاعل الآتي هو:



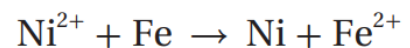
د . Na

ج .  $Na_2O$

ب . Al

أ .  $Al_2O_3$

3. العامل المؤكسد في التفاعل الآتي هو:



د .  $Fe^{2+}$

ج . Ni

ب . Fe

أ .  $Ni^{2+}$

4. واحدة من العمليات الآتية لا تُعدُّ تأكسداً:

أ . تفاعل العنصر مع الأكسجين .

ب . فقد الإلكترونات .

ج . كسب الإلكترونات .

د .  $Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^{-}$  .

5. الوصف الصحيح لنصف التفاعل  $Mg^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Mg$  هو:

أ . أيونات المغنيسيوم تتأكسد .

ب . أيونات المغنيسيوم تفقد الإلكترونات .

ج . نصف تفاعل تأكسد .

د . نصف تفاعل اختزال .

6. العامل المؤكسد هو المادة التي:

أ . يحدث لها تأكسد .

ب . ترتبط بالأكسجين في أثناء التفاعل .

ج . تؤكسد مادة أخرى .

د . تفقد الإلكترونات في أثناء التفاعل .

7. في التفاعل الآتي:  $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$  يكون العامل المختزل:

أ .  $Fe_2O_3$  . ب . CO . ج . Fe . د .  $CO_2$  .

8. واحد من أنصاف التفاعلات غير الموزونة الآتية يمثل تفاعل تأكسد:

أ .  $NO_2^{-} \rightarrow NO_3^{-}$  .

ب .  $Cr_2O_7^{2-} \rightarrow 2Cr^{3+}$  .

ج .  $SO_4^{2-} \rightarrow SO_2$  .

د .  $MnO_2 \rightarrow MnCl_2$  .

9. المادة التي تتأكسد هي المادة التي:

أ . تفقد الإلكترونات في أثناء التفاعل .

ب . تكسب الإلكترونات في أثناء التفاعل .

ج . ينتزع الأكسجين منها .

د . تسبب تأكسد مادة أخرى .

10. الوصف الصحيح للمادة التي تحدث لها عملية اختزال في تفاعل ما هو:

أ . يحدث فيها فقد في الإلكترونات .

ب . تمثل العامل المؤكسد .

ج . تمثل العامل المختزل .

د . يتحول فلز الفضة إلى أكسيد الفضة .

11. التفاعل الذي يحدث عند المهبط في خلية التحليل الكهربائي لمحلول بروميد النحاس  $CuBr_2$  باستخدام

أقطاب جرافيت هو:

أ . تأكسد النحاس

ب . اختزال أيونات النحاس

ج . تأكسد الماء

د . اختزال الماء

12. يَنْتُجُ مِنْ عَمَلِيَةِ التَّحْلِيلِ الكَهْرَبَائِيِّ لِمَصْهُورِ يُوْدِيدِ البُوتَاسِيُومِ KI:

- أ . اليود والبوتاسيوم  
ب . الكلور والبوتاسيوم  
ج . الكلور والصوديوم  
د . اليود والصوديوم

13. يحدثُ التفاعلُ الآتي في خلية جلفانية:  $Cd + Ni^{2+} \rightarrow Cd^{2+} + Ni$  وعليه، فإنَّ العبارةَ غيرَ الصحيحةِ

- في ما يأتي هي:  
أ . Cd عاملٌ مختزلٌ  
ب .  $Ni^{2+}$  عاملٌ مؤكسدٌ  
ج . Ni يمثلُ المصعدَ  
د . Cd يمثلُ المصعدَ

14. عندَ التحليلِ الكهربيِّ لمصهورِ فلوريد البوتاسيوم KF فإنَّ التفاعلَ الحاصلَ عندَ المهبطِ هو:

- أ . تأكسد  $F^-$   
ب . اختزال  $F^-$   
ج . تأكسد  $K^+$   
د . اختزال  $K^+$

15. يتكوَّنُ عندَ المصعدِ في خلية التحليلِ الكهربيِّ لمصهورِ كلوريد الليثيوم LiCl.

- أ . Li  
ب .  $O_2$   
ج .  $Cl_2$   
د .  $H_2$

16. يستطيعُ الفلزُّ A استخلاصَ الفلزِّينِ B و C من محاليلهما ولا يستطيعُ استخلاصَ الفلزِّ D وعليه، فإنَّ

العاملُ المختزلُ الأقوى هو:

- أ . A  
ب . B  
ج . C  
د . D

17. في الخلية الجلفانية التي تفاعلها:  $Zn + Ni^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Ni$

- أ . يكونُ القطبُ Zn هو القطبُ الموجبُ.  
ب . تزدادُ كتلةُ القطبِ Ni.  
ج . تسيرُ الإلكتروناتُ من القطبِ Ni إلى القطبِ Zn  
د . يكونُ القطبُ Ni هو القطبُ السالبُ.

18. إذا كانَ الأيونُ  $X^{2+}$  أقوى بوصفه عاملاً مؤكسداً من الأيونِ  $Z^{2+}$  وكُوِّنتْ خلية جلفانية من قطبي Z/X فإنَّ:

- أ . Z هو المهبطُ  
ب . X هو المصعدُ  
ج . كتلةُ X تقلُّ  
د . كتلةُ Z تقلُّ

19. أيُّ الجملِ الآتيةِ غيرُ صحيحةٍ في ما يتعلّقُ بالخليةِ الجلفانيةِ:

أ. المصعدُ سالبُ الشحنةِ.      ب. المهبطُ موجبُ الشحنةِ.

ج. التأكسدُ يحدثُ عندَ المهبطِ.      د. تتحركُ الإلكتروناتُ منَ المصعدِ إلى المهبطِ.

20. إذا كانَ اتجاهُ حركةِ الإلكتروناتِ السالبةِ نحوَ القطبِ Z في الخليةِ الجلفانيةِ التي قطباها Q و Z فإنَّ:

أ. شحنةُ القطبِ Z موجبةٌ      ب. شحنةُ القطبِ Q موجبةٌ

ج. كتلةُ Z تقلُّ بمرورِ الزمنِ      د. كتلةُ Q تزدادُ بمرورِ الزمنِ

رقم السؤال	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
الإجابة	د	د	أ	ج	د	ج	ب	أ	أ	ب
رقم السؤال	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
الإجابة	ب	أ	ج	د	ج	د	ب	د	ج	أ