



# أسطورة الحيان

في الكيمياء

همة... نحو القمة

توجيهي  
المنهاج الجديد  
2005

الوحدة الثانية

# الكيمياء الكهربائية



## الإهداء

أهدي هذا العمل لوالدي العزيز  
الذي غادر الدنيا عندما كنت على مقاعد الثانوية  
إلى والدتي التي تشجعني دائمًا على الإنجاز وتخطي العقبات  
إليك عزيزي الطالب الذي وضعت أهدافك للوصول إلى القمة  
فأسأل الله أن يوفقك وأن يفتح عليك فتوح العارفين



# أسطورة الحيان

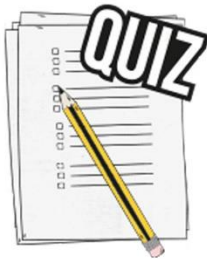
في الكيمياء



شرح مبسط ودقيق



أمثلة متنوعة



أسئلة للتدريب

الأستاذ عبد الحميد الدغيمات



Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات



تواصل معي

# ثلاثية أبو الحَيَّان للتفوق



## حدد هدفك

حدد هدفك  
من هذه اللحظة  
بالمعدل الذي  
تطمح له وعدد  
ساعات الدراسة  
التي تسعى لها



## كن مستقلاً

أنت أدري بنفسك  
وأدري باحتياجك  
لا تستمع لأقرانك  
ولا تسألهم عن  
شيء، ثق بنفسك  
فأنت أعلم بها



## وحد مصدرك

اجعل مصدرك  
واحد، لا تعدد  
مصادر تلقي  
المعلومة حتى  
لا تضيع بسبب  
اختلاف الأساليب

الاسم

العلامة التي تطمح لها في المادة

/200





الدرس الأول: التأكسد والاختزال ..... 6

الدرس الثاني: الخلايا الغلفانية ..... 44

الدرس الثالث: خلايا التحليل الكهربائي ..... 85

Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات

همة... نحو القمة

## التأكسد والاختزال

وما نيل المطالب بالتمني



### مفهوم التأكسد والاختزال

- الكيمياء الكهربائية: هو أحد فروع علم الكيمياء حيث يتم بدراسة تحولات الطاقة الكيميائية والكهربائية الناتجة من تفاعلات التأكسد والاختزال والتطبيقات عليها
- تفاعلات التأكسد والاختزال مهمة جدًا لأنها تحدث في:

- العمليات الحيوية كالبناء الضوئي والتنفس وتحرير الطاقة من الغذاء اللازم لأداء الكائن الحي لأنشطته
- حرق الوقود داخل وسائل النقل لتحرير الطاقة وجعلها تتحرك
- إنتاج صدأ الحديد بواسطة هذه التفاعلات

- كان يستخدم قديمًا مصطلح التأكسد لوصف تفاعل المادة مع الأكسجين (O<sub>2</sub>) ومصطلح الاختزال لوصف نزع الأكسجين من المادة كما في التفاعل التالي:



لاحظ أن الكربون تأكسد لأنه ارتبط في الأكسجين أما الاختزال فحدث عند نزع الأكسجين من أكسيد الحديد (III)

- مع مرور الوقت والتطور العلمي، تطور مفهوم التأكسد والاختزال وأصبح كما يلي:
  - التأكسد: عملية فقد المادة للإلكترونات أثناء التفاعل الكيميائي
  - الاختزال: عملية كسب المادة للإلكترونات أثناء التفاعل الكيميائي

- تعد عمليتا التأكسد والاختزال متلازمتين، تحدث إحداهما مع حدوث الأخرى، أي أنه لا يوجد تأكسد من دون اختزال ولا يوجد فقدان من غير اكتساب
- التفاعل الذي تحدث فيه عمليتا التأكسد والاختزال معًا يسمى تفاعل تأكسد واختزال



○ مثلاً يتفاعل الكالسيوم مع غاز الكلور حسب المعادلة:



- لاحظ أن الكالسيوم والكلور في المواد المتفاعلة متعادلا الشحنة، ومركب كلوريد الكالسيوم الناتج هو مركب أيوني ينتج من اتحاد أيون الكالسيوم  $\text{Ca}^{+2}$  مع أيوني الكلوريد السالبين  $2\text{Cl}^{-}$ ، الذين يتكونان نتيجة تأكسد ذرة الكالسيوم بفقد إلكترونين واختزال ذرتي الكلور في جزيء الكلور  $\text{Cl}_2$  بحيث تكسب كل ذرة منه إلكترونًا واحدًا:
- لتوضيح ذلك يمكن كتابة معادلة التفاعل السابقة على شكل نصفي تفاعل، حيث يوضح نصف التفاعل فقد الإلكترونات خلال عملية التأكسد أو اكتسابها خلال عملية الاختزال، كما يلي:



- لاحظ أن عدد الإلكترونات المفقودة خلال عملية التأكسد يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة خلال عملية الاختزال

مثال

يتفاعل الحديد مع محلول كبريتات النحاس II حسب المعادلة التالية:

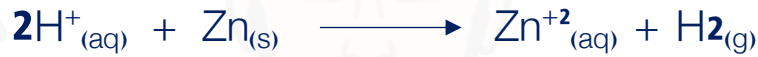


حدد ذرة العنصر التي تأكسدت والأيون الذي اختزل في التفاعل، واكتب أنصاف تفاعلات التأكسد والاختزال

1- حدد الذرات أو الأيونات التي تأكسدت أو اختزلت في التفاعلات الآتية:



2- اكتب نصف تفاعل التأكسد ونصف تفاعل الاختزال للتفاعل الآتي:



سؤال مقترح؟

يتفاعل غاز الكلور  $\text{Cl}_2$  مع الصوديوم  $\text{Na}$  لإنتاج كلوريد الصوديوم  $\text{NaCl}$  حسب المعادلة:



1- حدد الجسيمات التي تأكسدت والجسيمات التي اختزلت في التفاعل

2- اكتب نصف تفاعل تأكسد ونصف تفاعل اختزال للتفاعل السابق



## سؤال مقترح ?

في التفاعل الآتي:

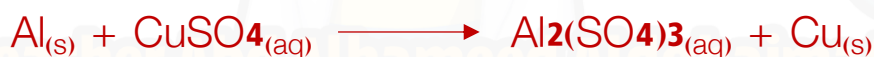


1- حدد الجسيمات التي تأكسدت والتي اختزلت في التفاعل

2- اكتب نصف تفاعل تأكسد ونصف تفاعل اختزال للتفاعل

## سؤال مقترح ?

في التفاعل الآتي:



1- حدد الجسيمات التي تأكسدت والتي اختزلت في التفاعل

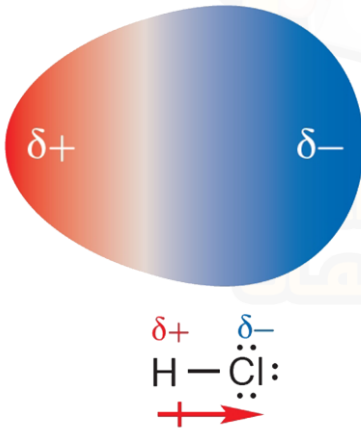
2- اكتب نصف تفاعل تأكسد ونصف تفاعل اختزال للتفاعل



- تفاعلات التأكسد والاختزال ليست مقتصرة على تكوين المركبات الأيونية فقط، بل تتضمن تكوين مركبات جزيئية ترتبط ذراتها بروابط تساهمية
- نحن نعلم سابقاً أن الروابط التساهمية لا تحدث فيها عملية فقد وكسب للإلكترونات بشكل كلي
- مثلاً تفاعل غاز الهيدروجين  $H_2$  مع غاز الكلور  $Cl_2$  لتكوين غاز كلوريد الهيدروجين حسب المعادلة:



الرابطه بين ذرتي الهيدروجين (H-H) رابطه تساهمية غير قطبية وكذلك بالنسبة للكلور (Cl-Cl) لكن كلوريد الهيدروجين (H-Cl) الرابطه التساهمية فيه قطبية، لأن السالبية الكهربائية للكلور عالية جداً مقارنة بالهيدروجين وبالتالي ينزاح زوج إلكترونات الرابطه باتجاه ذرة الكلور دون حدوث انتقال كلي للإلكترونات، فتظهر على ذرة الكلور شحنة جزئية سالبة وعلى ذرة الهيدروجين شحنة جزئية موجبة كما في الشكل:



- تعريف التأكسد والاختزال الذي مر سابقاً لا يشمل التفاعلات التي لم يحدث فيها انتقال كلي للإلكترونات بين الذرات، لذلك وضع العلماء مفهوماً جديداً يمكن من خلاله تفسير جميع تفاعلات التأكسد والاختزال وهو **عدد التأكسد**
- **عدد التأكسد (في المركبات الأيونية): الشحنة الفعلية لأيون الذرة في المركبات الأيونية**
- **عدد التأكسد (في المركبات الجزيئية): الشحنة التي من المفترض أن تكسبها الذرة المكونة للرابطه التساهمية مع ذرة أخرى فيما لو انتقلت إلكترونات الرابطه كلياً إلى الذرة التي لها أعلى سالبية كهربائية**
- في جزيء H-Cl لو افترضنا أن إلكترونات الرابطه ستنتقل انتقالاً كلياً إلى ذرة الكلور فإن عدد تأكسد الهيدروجين يكون (+1) وعدد تأكسد الكلور (-1)



ما هو عدد التأكسد لكل ذرة من ذرات الجزيئات التالية تبعًا للسالبية الكهربائية:  
( $\text{CCl}_4$  /  $\text{OF}_2$  /  $\text{NH}_3$  /  $\text{H}_2\text{O}$  /  $\text{HF}$ )

## قواعد أساسية لحساب أعداد التأكسد: (مهمة جدًا)

الرقم	قواعد أساسية لحساب أعداد التأكسد	مثال	عدد التأكسد
1	عدد تأكسد ذرة العنصر الحر يساوي صفرًا، سواء وُجد على شكل ذرات أو جزيئات.	C N <sub>2</sub> S <sub>8</sub>	0 0 0
2	عدد تأكسد الأيون أحادي الذرة يساوي شحنة هذا الأيون.	Cu <sup>2+</sup> Br <sup>-</sup>	+2 -1
3	عدد تأكسد عناصر المجموعة الأولى IA وعناصر المجموعة الثانية IIA وعنصر الألمنيوم في جميع مركباتها يساوي: +1، +2، +3 على الترتيب.	Li في Li <sub>2</sub> O Ca في CaO Al في AlF <sub>3</sub>	+1 +2 +3
4	عدد تأكسد الهيدروجين في معظم مركباته (+1)، ما عدا عندما يرتبط مع الفلزات مكونًا هيدريد الفلز، فيكون حينئذ (-1).	H في HF H في NaH H في BaH <sub>2</sub>	+1 -1 -1
5	عدد تأكسد الأكسجين في معظم مركباته (-2)، ما عدا فوق الأكاسيد، فيكون حينئذ (-1)، وعندما يرتبط مع الفلور يكون موجبًا.	O في H <sub>2</sub> O O في K <sub>2</sub> O <sub>2</sub> O في OF <sub>2</sub>	-2 -1 +2
6	عدد تأكسد الفلور في جميع مركباته يساوي (-1)، وعدد تأكسد الهالوجينات Cl، Br، I في معظم مركباتها يساوي (-1)، أما إذا ارتبط أي منها مع الأكسجين أو مع هالوجين سالبية كهربية أعلى فيكون عدد تأكسده موجبًا.	F في NaF I في KI Cl في ClF Br في HBrO <sub>2</sub>	-1 -1 +1 +3
7	مجموع أعداد التأكسد لجميع ذرات أو أيونات العناصر المكونة للمركب المتعادل يساوي صفرًا.		
8	مجموع أعداد التأكسد لجميع ذرات العناصر المكونة لأيون متعدد الذرات يساوي شحنة هذا الأيون.		

أحدد عدد التأكسد لذرة عنصر الكبريت في المركبات أو الأيونات الآتية:



أحدد عدد التأكسد لذرة العنصر الذي تحته خط في المركبات أو الأيونات الآتية:



أحدد عدد التأكسد لذرة عنصر الكبريت في المركبات أو الأيونات الآتية:



Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات



## أتحقق؟

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



## سؤال مقترح؟

حدد عدد التأكسد لذرة العنصر الذي تحته خط في كل مما يلي:

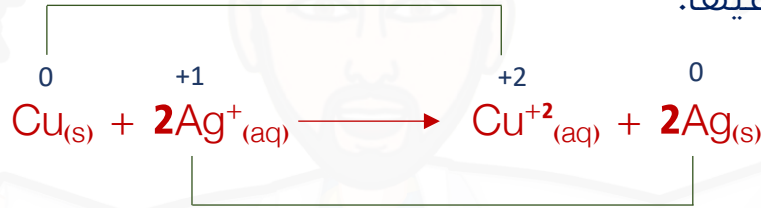


Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات

- الفائدة من حساب عدد التأكسد هو معرفة ذرات أو أيونات العناصر التي تأكسدت أو اختزلت في تفاعلات التأكسد والاختزال
- مثلاً يتفاعل النحاس مع محلول نترات الفضة مكوناً محلول نترات النحاس وتترسب الفضة وفقاً للمعادلة التالية:



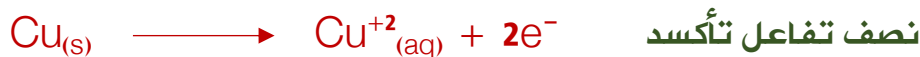
لمعرفة الذرات أو الأيونات التي تأكسدت أو اختزلت سيجري حساب أعداد التأكسد وملاحظة التغير فيها:



لاحظ أن عدد التأكسد لأيون الفضة  $\text{Ag}^+$  قل من +1 إلى 0، وازداد عدد تأكسد ذرة النحاس من 0 إلى +2

- في تفاعلات التأكسد والاختزال، يدل:
  - النقصان في عدد التأكسد حدوث عملية اختزال (اكتساب إلكترونات سالبة)
  - الزيادة في عدد التأكسد حدوث عملية تأكسد (فقدان إلكترونات سالبة)

في التفاعل السابق أيونات الفضة  $\text{Ag}^+$  حصل لها اختزال وذرات النحاس Cu حصل لها تأكسد ويمكن توضيح ذلك باستخدام أنصاف تفاعلات التأكسد والاختزال:

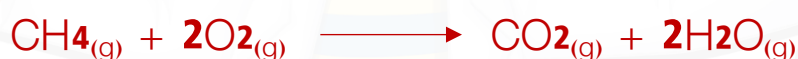


أحدد الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت في التفاعل الآتي:



**أتحقق ؟**

حدد الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت اعتمادًا على التغير في أعداد التأكسد في التفاعلات الآتية:



Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات



## سؤال مقترح ?

بيّن الذرات التي تأكسدت والتي اختزلت باستخدام التغير في أعداد التأكسد لكل من التفاعلات الآتية:





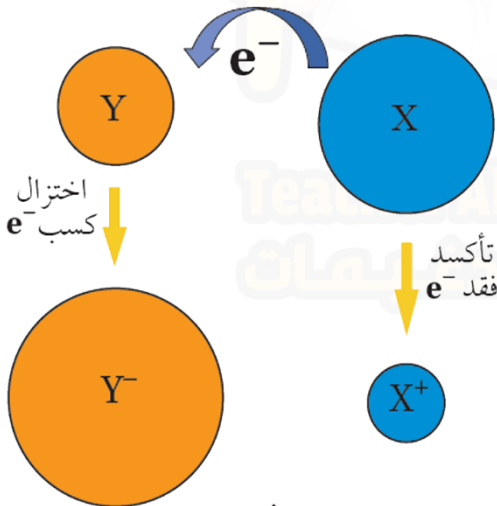
- العامل المؤكسد: المادة التي تؤكسد مادة أخرى في التفاعل الكيميائي فيكتسب إلكترونات من المادة التي يؤكسدها وتحدث له عملية اختزال، ومن الأمثلة على العوامل المؤكسدة: ( $O_2 / KMnO_4 / K_2Cr_2O_7 / F_2$ )

- هذا يعني أن العامل المؤكسد هي المادة التي تكتسب إلكترونات ويحدث لها اختزال وتسبب أكسدة غيرها

- العامل المختزل: المادة التي تختزل مادة أخرى في التفاعل الكيميائي، إذ يفقد إلكترونات تكسبها المادة التي يختزلها وتحدث له عملية تأكسد، ومن الأمثلة على العوامل المختزلة: ( $CO / NaBH_4 / LiAlH_4$ )

- هذا يعني أن العامل المختزل هي المادة التي تفقد إلكترونات ويحدث لها تأكسد وتسبب اختزال غيرها

- هذا يعني أن كل تفاعل تأكسد يحتاج إلى عامل مؤكسد ليحدث، وكل تفاعل اختزال يحتاج إلى عامل مختزل ليحدث، لاحظ الشكل:



مثال

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



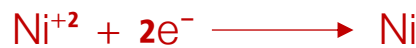
أحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل:

الاختزال	التأكسد
كسب إلكترونات	فقد إلكترونات
نقصان عدد التأكسد	زيادة عدد التأكسد
Y عامل مؤكسد	X عامل مختزل.

حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي:

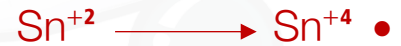


هل يحتاج نصف التفاعل الآتي لعامل مؤكسد أم لعامل مختزل؟



## أتحقق؟

1- هل يحتاج حدوث التحولات الآتية إلى عامل مؤكسد أم عامل مختزل؟!



2- أحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي:



الربط بالحياة

تتعرض 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:



حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعلات الآتية:



أي نصفي التفاعلين الآتيين يحتاج إلى عامل مؤكسد؟ وأيها يحتاج إلى عامل مختزل؟



في أي التفاعلين الآتيين يكون سلوك النيتروجين  $\text{N}_2$  كعامل مؤكسد وفي أيهما يكون سلوكه كعامل مختزل؟



- علمنا سابقاً أن تفاعلات التأكسد والاختزال تتضمن وجود عامل مؤكسد وعامل مختزل، ولكن في بعض التفاعلات يمكن أن تكون المادة نفسها تسلك كعامل مؤكسد وكعامل مختزل في التفاعل نفسه وهذا يسمى تفاعل تأكسد واختزال ذاتي
- مثلاً يتحلل فوق أكسيد الهيدروجين  $H_2O_2$  حسب المعادلة:



لوقفنا بتحديد أعداد التأكسد لجميع الذرات في التفاعل سنجد ما يلي:



لاحظ أن عدد تأكسد الهيدروجين لم يتغير لكن الأكسجين اختزل وقل عدد تأكسد من -1 في  $H_2O_2$  إلى -2 في  $H_2O$  وبذلك فإن  $H_2O_2$  عاملاً مؤكسد وكذلك تأكسد الأكسجين وزاد عدد تأكسده من -1 في  $H_2O_2$  إلى صفر في  $O_2$  وبالتالي يكون  $H_2O_2$  عاملاً مختزلاً، وبما أن التأكسد والاختزال حدث لنفس العنصر وهو الأكسجين في  $H_2O_2$  فإن هذا التفاعل يمثل تأكسداً واختزالاً ذاتياً

مثال

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



بين لماذا يعد التفاعل أعلاه مثلاً على تفاعلات التأكسد والاختزال الذاتي



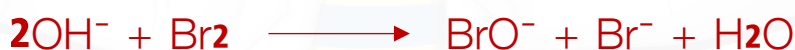
## أتحقق ؟

حدد المعادلات التي تمثل تفاعل تأكسد واختزال ذاتي:



## سؤال مقترح ؟

بيّن سلوك البروم  $\text{Br}_2$  كعامل مؤكسد وكعامل مختزل في التفاعل الآتي:



Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات

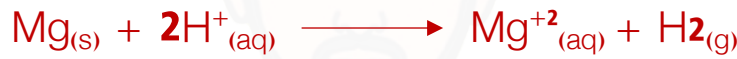
## سؤال مقترح ؟

حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي:





- **المعادلة الكيميائية الموزونة:** وصف يستخدم للتعبير عن تفاعل كيميائي حيث يشتمل التفاعل على رموز وصيغ المواد المتفاعلة والنتيجة والعلاقات الكمية بينها
- يجب على معادلة التأكسد والاختزال الموزونة أن تحقق:
  - قانون حفظ الكتلة: أعداد وأنواع ذرات العناصر المكونة للمواد المتفاعلة مماثلة لها في المواد الناتجة
  - قانون حفظ الشحنة: مجموع شحنات المواد المتفاعلة مساوٍ لمجموعها في المواد الناتجة، ويتحقق ذلك عندما يكون عدد الإلكترونات المكتسبة في أثناء تفاعل الاختزال مساوياً لعدد الإلكترونات المفقودة خلال تفاعل التأكسد
- مثلاً، لاحظ التفاعل الآتي:



لاحظ أن عدد ذرات المغنيسيوم والهيدروجين متساوٍ على طرفي المعادلة ومجموع الشحنات للمواد المتفاعلة مساوٍ لمجموع الشحنات للمواد الناتجة ويساوي (+2) هذا يعني أن عدد الإلكترونات التي فقدتها ذرة المغنيسيوم يساوي عدد الإلكترونات التي اكتسبها أيون الهيدروجين وتساوي 2

Teacher Abd Alhameed Aldghaimat

- لقد طوّر العلماء طرق لموازنة معادلات التأكسد والاختزال لأن طريقة المحاولة والخطأ غير ممكنة فيها، لاحظ التفاعلين الآتيين وحاول موازنتهما بطريقة المحاولة والخطأ:



لاحظ أن المعادلة الثانية من غير الممكن موازنتها بطريقة المحاولة والخطأ، لذلك من الطرق التي طورها العلماء في الموازنة بطريقة نصف التفاعل

- هذه الطريقة تعتمد على تجزئة المعادلة إلى نصفي تفاعل، نصف تفاعل تأكسد ونصف تفاعل اختزال، ثم موازنة كل نصف تفاعل منفردًا من حيث أعداد الذرات والشحنات ثم مساواة عدد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة لنصفي التفاعل، ثم بجمع نصفي التفاعل للحصول على المعادلة الموزونة

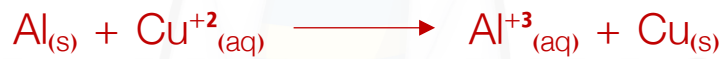
مثال

أوازن معادلة التأكسد والاختزال الآتية بطريقة نصف التفاعل:



مثال

أوازن معادلة التأكسد والاختزال الآتية بطريقة نصف التفاعل:



Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات

سؤال مقترح ?

وازن معادلة التأكسد والاختزال الآتية بطريقة نصف التفاعل:



- تحدث معظم تفاعلات التأكسد والاختزال في المحاليل المائية في أوساط حمضية أو قاعدية، لذلك فإن خطوات موازنة معادلاتها تحتاج إلى خطوات إضافية بحسب طبيعة الوسط

موازنة معادلات التأكسد والاختزال بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي

- عند حدوث تفاعل التأكسد والاختزال في وسط حمضي فإن الماء وأيونات الهيدروجين يكونان جزءًا من التفاعل، لذلك يستخدمان في موازنة معادلات تفاعلات التأكسد والاختزال

مثال

أوازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل في الوسط الحمضي:



Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات



وازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي:



**؟ أتتحقق**

أوازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل في الوسط الحمضي، وأحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل فيها:



الأستاذ عبد الحميد الدغيمات

أوازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل في الوسط الحمضي، وأحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل فيها:

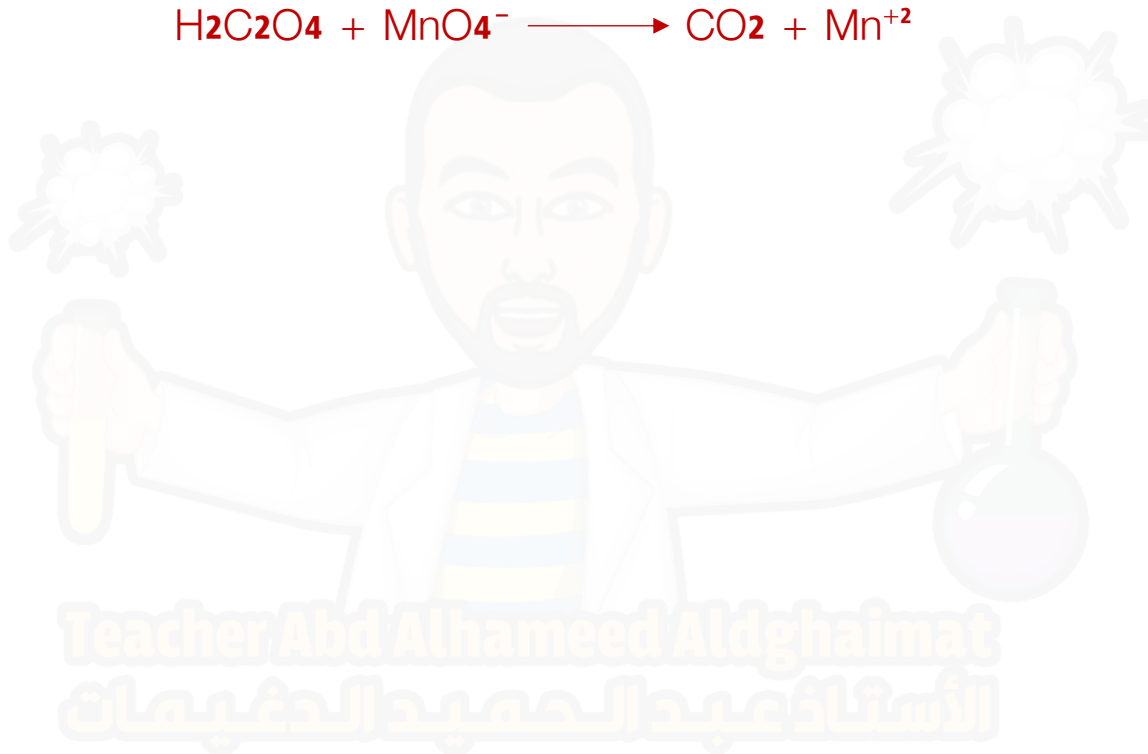


أوازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي:



الأستاذ عبد الحميد الدغيمات

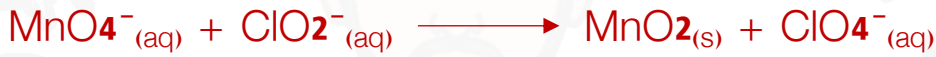
وازن المعادلات الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي:



- نوازن معادلات التأكسد والاختزال في وسط قاعدي بنفس الخطوات المتبعة في موازنتها في الوسط الحمضي، ثم نقوم بإضافة عدد من أيونات  $\text{OH}^-$  مساوٍ لعدد أيونات الهيدروجين  $\text{H}^+$  في المعادلة الموزونة في الوسط الحمضي إلى طرفي المعادلة، حيث تتعادل أيونات الهيدروجين  $\text{H}^+$  مع أيونات الهيدروكسيد  $\text{OH}^-$  مكونة عددًا من جزيئات الماء  $\text{H}_2\text{O}$ ، ثم نقوم باختصار جزيئات الماء في طرفي المعادلة أو تجمع إذا كانت في الطرف نفسه بحيث تُظهر في أحد أطراف التفاعل الكلي الموزون

## مثال

أوازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط قاعدي:



Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات



مثال

أوازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط قاعدي:



مثال

أوازن نصف التفاعل الآتي بطريقة نصف التفاعل في وسط قاعدي:



## أتحقق ؟

أوازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط قاعدي وأحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل فيها:

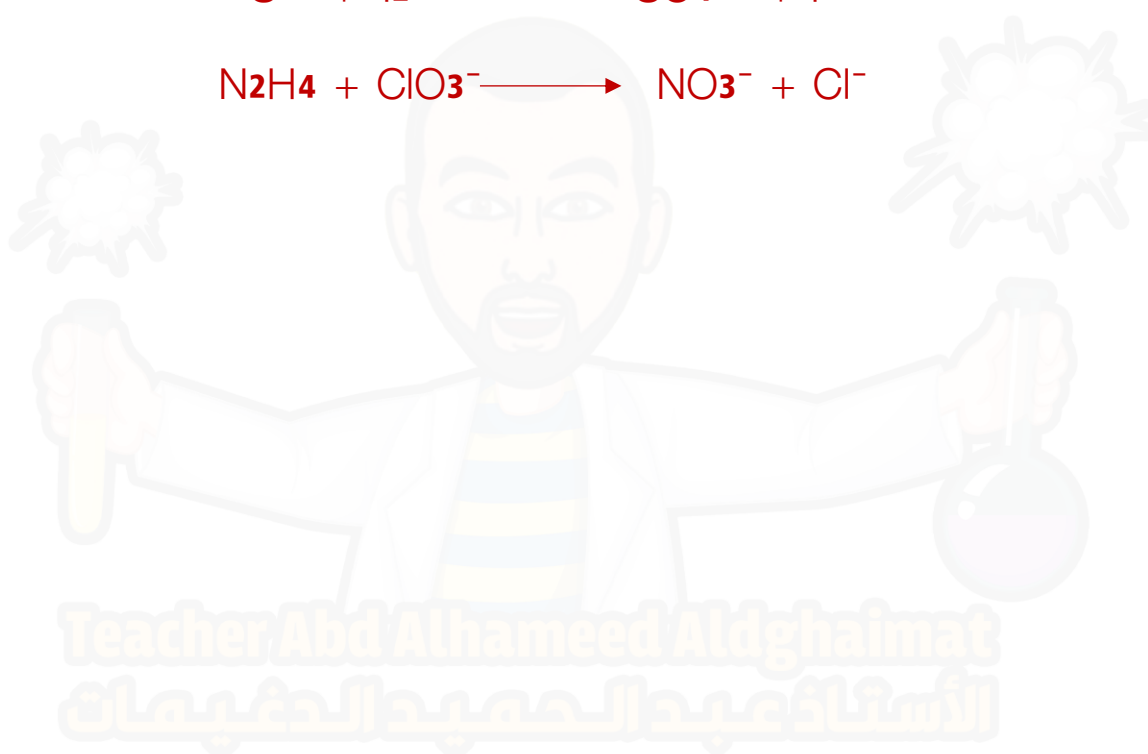


## أتحقق ؟

أوازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط قاعدي وأحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل فيها:



وازن المعادلات الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط قاعدي وحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل فيها:



**السؤال الأول:** تفاعلا التأكسد والاختزال متلازمان، يحدثان دائماً معاً ، أفسر ذلك.

**السؤال الثاني:** أوضح المقصود بكل مما يلي:

- عدد التأكسد:
- التأكسد والاختزال الذاتي:

**السؤال الثالث:** احسب عدد تأكسد العنصر الذي تحته خط:



Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات

**السؤال الرابع:** حدد العناصر التي تأكسدت والعناصر التي اختزلت في التفاعلات الآتية:



**السؤال الخامس:** ادرس المعادلة الموزونة التي تمثل تفاعل  $N_2O_4$  مع  $N_2H_4$  لتكوين غاز  $N_2$  وبخار الماء ثم أجب عن الأسئلة الآتية:



(1) حدد التغير في أعداد تأكسد ذرات النيتروجين في التفاعل

(2) هل تمثل المعادلة تفاعل تأكسد واختزال ذاتي

(3) أحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل

**السؤال السادس:** حدد المادة التي يمكن أن تسلك كعامل مؤكسد والمادة التي يمكن أن تسلك كعامل مختزل:

Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
H<sup>+</sup>, Br<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, F<sub>2</sub>, H<sup>-</sup>, Cu  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات

**السؤال السابع:** حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي



**السؤال الثامن:** وازن أنصاف التفاعلات الآتية بطريقة نصف التفاعل، وحدد ما إذا كانت المادة

تمثل عاملاً مؤكسداً أم عاملاً مختزلاً:



(الوسط حمضي)



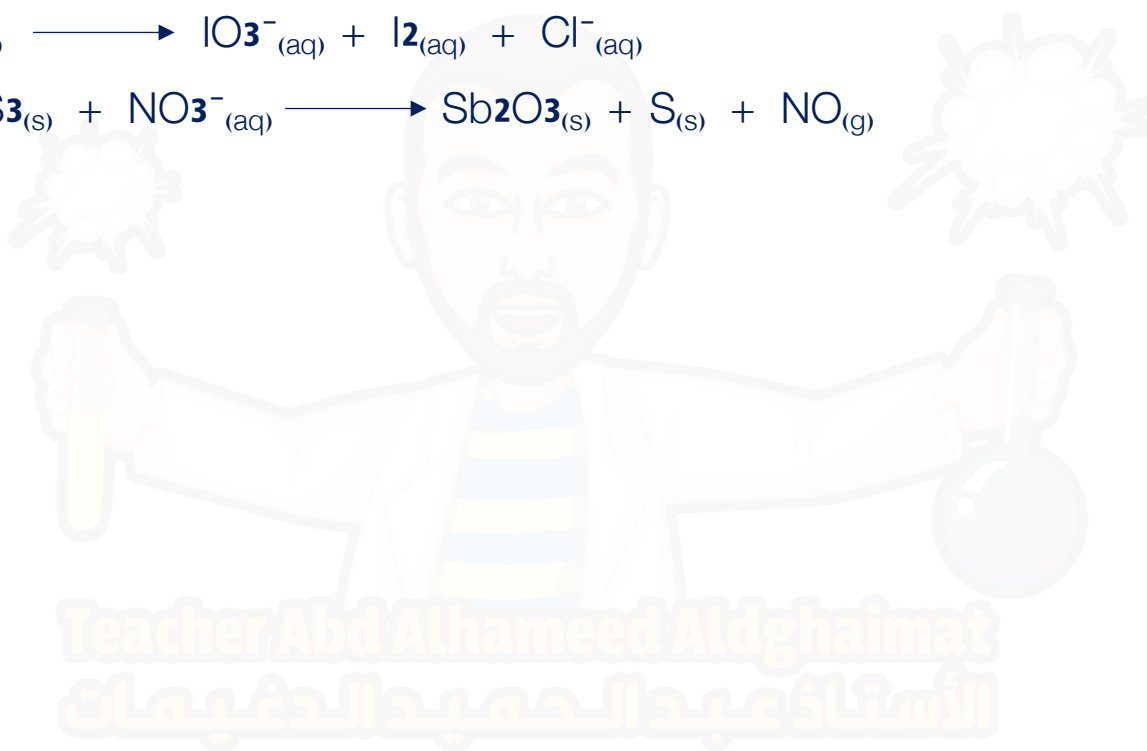
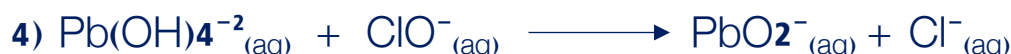
(الوسط قاعدي)





**السؤال التاسع:** وازن معادلات التأكسد والاختزال التالية بطريقة نصف التفاعل، وحدد العامل المؤكسد

والعامل المختزل في كل منها:



Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات

الأسئلة الوزارية الموضوعية على الدرس

2020-1997

(1) عدد تأكسد الكروم Cr في الصيغة الكيميائية  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ :

- (أ) -2 (ب) +2 (ج) +6 (د) +7

(2) عدد تأكسد الكبريت (S) في الأيون  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ :

- (أ) +2 (ب) +3 (ج) +4 (د) -4

(3) عدد تأكسد اليود في الأيون  $\text{H}_3\text{IO}_6^{2-}$ :

- (أ) +7 (ب) -7 (ج) +1 (د) -1

(4) عدد تأكسد (As) في الأيون  $\text{AsO}_4^{3-}$  يساوي:

- (أ) +3 (ب) -3 (ج) -5 (د) +5

(5) عدد تأكسد الكبريت (S) يساوي +2 في:

- (أ)  $\text{HSO}_3^-$  (ب)  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  (ج)  $\text{HS}^-$  (د)  $\text{Na}_2\text{S}$

(6) عند اختزال أيون البيرومنغنات  $\text{MnO}_4^-$  إلى  $\text{MnO}_2$  فإن التغير في عدد تأكسد Mn يساوي:

- (أ) 1 (ب) 3 (ج) 4 (د) 5

(7) أحد التفاعلات النصف خلوية الآتية يحتاج إلى عامل مؤكسد:

- (أ)  $\text{O}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$  (ب)  $\text{Hg}^{2+} \longrightarrow 2\text{Hg}^{+2}$   
(ج)  $\text{TiO}^{+2} \longrightarrow \text{Ti}^{+3}$  (د)  $\text{Br}^- \longrightarrow \text{BrO}^-$

(8) في التفاعل الآتي:  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \longrightarrow 2\text{Cr} + \text{Al}_2\text{O}_3$  يكون العامل المختزل:

- (أ)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (ب) Cr (ج) Al (د)  $\text{Cr}_2\text{O}_3$

(9) رقم تأكسد الهيدروجين في المركب  $\text{BaH}_2$  يساوي:

- (أ) -1 (ب) +1 (ج) +2 (د) -2

(10) في التفاعل الآتي  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \longrightarrow 2\text{Cr} + \text{Al}_2\text{O}_3$  يكون العامل المختزل:

(أ)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (ب)  $\text{Cr}$  (ج)  $\text{Al}$  (د)  $\text{Cr}_2\text{O}_3$

(11) عدد تأكسد B في المركب  $\text{NaBH}_4$  هو:

(أ) -3 (ب) -1 (ج) +1 (د) +3

(12) إحدى التفاعلات النصف خلوية الآتية يحتاج إلى عامل مؤكسد:

(أ)  $\text{S}_2\text{O}_4 \longrightarrow \text{SO}_3^{-2}$  (ب)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2} \longrightarrow \text{Cr}^{+3}$

(ج)  $\text{I}_2\text{O}_5 \longrightarrow \text{I}_2$  (د)  $\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{O}_2$

(13) المركب الذي يكون عدد تأكسد الأكسجين فيه (-1) هو:

(أ)  $\text{OF}_2$  (ب)  $\text{Cl}_2\text{O}$  (ج)  $\text{H}_2\text{O}_2$  (د)  $\text{MgO}$

(14) أعلى عدد تأكسد للنيتروجين يكون في:

(أ)  $\text{N}_2\text{H}_4$  (ب)  $\text{NH}_3$  (ج)  $\text{NO}_2^-$  (د)  $\text{NO}_3^-$

(15) عدد تأكسد اليود في  $\text{IO}_3^-$  هو:

(أ) +1 (ب) +3 (ج) +4 (د) +5

(16) يحدث اختزال للكبريت في  $\text{SO}_2$  عند تحوله إلى:

(أ)  $\text{SO}_4^{-2}$  (ب)  $\text{SO}_3$  (ج)  $\text{S}_2\text{O}_3^{-2}$  (د)  $\text{SO}_3^{-2}$

(17) الاختزال عملية يحدث فيها:

(أ) زيادة في عدد التأكسد (ب) نقص في عدد التأكسد

(ج) زيادة في عدد الشحنات الموجبة (د) نقص في عدد الشحنات السالبة

(18) في التفاعل الآتي:  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2} + \text{C}_2\text{H}_6\text{O} \longrightarrow \text{Cr}^{+3} + \text{C}_2\text{H}_4\text{O}$  الذرة التي

حدث لها تأكسد هي:

(أ) C (ب) O (ج) H (د) Cr

(19) عدد تأكسد الأكسجين (-1) يكون في المركب:

(أ)  $\text{F}_2\text{O}$  (ب)  $\text{Cl}_2\text{O}$  (ج)  $\text{H}_2\text{O}_2$  (د)  $\text{MgO}$

(20) عدد تأكسد ذرة Cl في المركب HClO تساوي:

- (أ) -1 (ب) -2 (ج) +1 (د) +2

(21) عدد تأكسد Mn في  $MnO_4^-$  هو:

- (أ) +4 (ب) +5 (ج) +7 (د) +2

(22) التحول التالي  $I^- \rightarrow IO_3^-$ :

- (أ) يحتاج إلى عامل مؤكسد  
(ب) يحتاج إلى عامل مختزل  
(ج) تتسبب  $IO_3^-$  في حدوث الاختزال  
(د) يحتاج إلى طاقة

(23) عدد تأكسد Cr في المركب  $Cr_2O_7^{2-}$  يساوي:

- (أ) -7 (ب) +7 (ج) -6 (د) +6

(24) الاختزال عملية يحدث فيها:

- (أ) زيادة في عدد التأكسد  
(ب) نقصان في عدد التأكسد  
(ج) زيادة في عدد الشحنات الموجبة  
(د) نقصان في عدد الشحنات السالبة

(25) المادة التي يمكن أن تسلك كعامل مؤكسد هي:

- (أ)  $Cl^-$  (ب)  $F_2$  (ج) Na (د)  $F^-$

(26) عند تأكسد HClO ينتج  $ClO_3^-$  فإن مقدار التغير في عدد تأكسد ذرة الكلور Cl يساوي:

- (أ) 1 (ب) 2 (ج) 4 (د) 5

(27) أعلى عدد تأكسد لذرة النيتروجين N يكون في:

- (أ)  $N_2H_4$  (ب)  $NH_3$  (ج)  $NO_2^-$  (د)  $NO_3^-$

(28) عدد تأكسد Fe في المركب  $Fe_2O_3$  يساوي:

- (أ) +3 (ب) -3 (ج) -2 (د) +2

(29) الاختزال عملية يحدث فيها:

- (أ) زيادة في عدد التأكسد  
(ب) نقصان في عدد التأكسد  
(ج) زيادة في عدد الشحنات الموجبة  
(د) نقصان في عدد الشحنات السالبة

(30) المادة التي يمكن أن تسلك كعامل مختزل هي:

Na (أ)  $Na^+$  (ب)  $Cl_2$  (ج)  $F_2$  (د)

(31) عند تأكسد كبريتيد الهيدروجين  $H_2S$  لينتج حمض الكبريتيك  $H_2SO_4$  فإن مقدار التغير في عدد تأكسد الكبريت S هو:

2 (أ) 4 (ب) 6 (ج) 8 (د)

(32) أقل عدد تأكسد لذرة النيتروجين N يكون في:

$N_2H_4$  (أ)  $NH_3$  (ب)  $NO_2^-$  (ج)  $NO_3^-$  (د)

(33) عدد تأكسد ذرة N في المركب  $NO_2$  يساوي:

-1 (أ) -4 (ب) +1 (ج) +4 (د)

(34) عدد تأكسد النيتروجين في المركب  $NH_3$  هو:

-1 (أ) +1 (ب) -3 (ج) +3 (د)

(35) عدد تأكسد ذرة الكلور Cl في المركب  $HClO_3$  يساوي:

+1 (أ) -1 (ب) +5 (ج) -5 (د)

(36) أعلى قيمة لعدد تأكسد ذرة المنغنيز Mn يكون في:

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

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

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

(38) أحد أنصاف التفاعلات الآتية بحاجة إلى عامل مؤكسد:

$SO_4^{2-} \longrightarrow SO_2$  (أ)  $Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow Cr^{+3}$  (ب)

$I_2O_5 \longrightarrow I_2$  (ج)  $Al \longrightarrow AlO_2^-$  (د)

(39) عدد مولات أيونات  $H^+$  اللازمة لموازنة نصف التفاعل  $N_2H_4 \longrightarrow NO$  يساوي:

2 (أ) 4 (ب) 6 (ج) 8 (د)

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

(أ) جهد اختزال  $B^{+2}$  أكبر من جهد اختزال  $Cu^{+2}$

(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 بملقعة A

(41) أحد أنصاف التفاعلات الآتية يحتاج إلى عامل مؤكسد هو:



(42) أعلى عدد تأكسد للنيتروجين N يكون في:



(43) نصف التفاعل الذي يمثل عملية اختزال هو:



(44) العامل المختزل في المعادلة:  $As_2O_3 + NO_3^- \xrightarrow{H^+} H_3AsO_4 + NO$  هو:



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

(د) 7

(ج) 5

(ب) 4

(أ) 3

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

(د) 10

(ج) 5

(ب) 4

(أ) 3

(47) عدد تأكسد ذرة البورون B في المركب  $BF_3$ ، يساوي:

(د) -1

(ج) -3

(ب) +1

(أ) +3



(48) أعلى عدد تأكسد لذرة الكبريت S يكون في :

- (أ)  $S^{-2}$  (ب)  $S_8$  (ج)  $SO_4^{-2}$  (د)  $HSO_3^{-}$

(49) العامل المختزل في التفاعل:  $ClO_3^{-} + N_2H_4 \longrightarrow Cl^{-} + NO$  هو :

- (أ)  $NO$  (ب)  $N_2H_4$  (ج)  $Cl^{-}$  (د)  $ClO_3^{-}$

(50) عدد تأكسد ذرة الأكسجين يكون (-1) في المركب :

- (أ)  $Na_2O$  (ب)  $CaO$  (ج)  $OF_2$  (د)  $BaO_2$

(51) نصف التفاعل الذي يحتاج إلى عامل مؤكسد :



(52) عدد مولات  $H^{+}$  اللازم لموازنة نصف التفاعل  $SO_4^{-2} \longrightarrow H_2SO_3$  في وسط حمضي :

- (أ) 1 (ب) 2 (ج) 4 (د) 5

(53) عدد مولات  $OH^{-}$  اللازم إضافتها إلى طرفي المعادلة الآتية لموازنتها في الوسط

القاعدي يساوي:  $Cr_2O_3 + 3NO_3^{-} + 2H_2O \longrightarrow 2CrO_4^{-2} + 3NO_2^{-} + 4H^{+}$

- (أ) 2 (ب) 4 (ج) 6 (د) 8

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
ج	أ	ج	د	ب	ب	د	أ	أ	ج
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
ج	ج	أ	ب	ج	د	د	ج	د	د
30	29	28	27	26	25	24	23	22	21
أ	ب	أ	د	ج	ب	ب	د	ب	ج
40	39	38	37	36	35	34	33	32	31
ب	د	د	د	د	ج	ج	د	ب	د
50	49	48	47	46	45	44	43	42	41
د	ب	ج	أ	د	أ	ب	ج	أ	أ
							53	52	51
							ب	ج	د

## ثبّت معلوماتك

**السؤال الأول:** وضح المقصود بكل مما يأتي:

- 1- عدد التأكسد:
- 2- العامل المؤكسد:
- 3- العامل المختزل:
- 4- التأكسد والاختزال الذاتي:

**السؤال الثاني:** ما عدد تأكسد النيتروجين N في كل مما يأتي:



**السؤال الثالث:** حدد الذرات التي تأكسدت والتي اختزلت في التفاعلين الآتيين:



**السؤال الرابع:** حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في المعادلتين الآتيتين



**السؤال الخامس:** أي من المواد الآتية يمكن أن يسلك كعامل مختزل؟



**السؤال السادس:** أي من المواد الآتية يمكن أن يسلك كعامل مؤكسد؟



**السؤال السابع:** مثل التحويلات الآتية بأنصاف تفاعلات موزونة في وسط حمضي:



**السؤال الثامن:** وازن المعادلات التالية في وسط حمضي:



**السؤال التاسع:** وازن المعادلات التالية في وسط قاعدي:



## الخلايا الجلفانية

أصحاب الهمم هم من يصلون



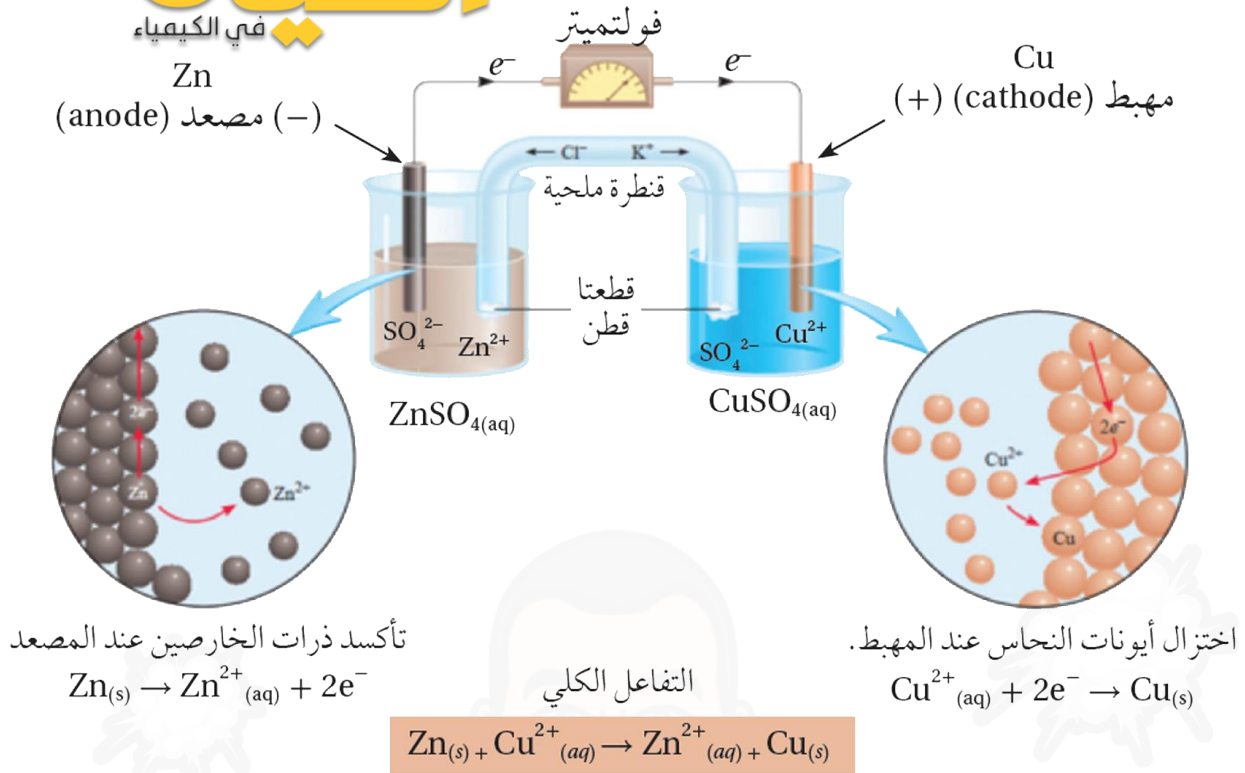
### الخلايا الكهركيميائية

- هي الأجهزة أو الأوعية أو الخلايا التي تحدث فيها تفاعلات تأكسد واختزال تنتج الطاقة الكهربائية أو تستهلكها
- تتحول الطاقة في هذه الخلايا والأوعية من طاقة كيميائية إلى طاقة كهربائية أو العكس
- تنقسم الخلايا الكهركيميائية إلى نوعين من الخلايا، هما:
  - خلايا جلفانية
  - خلايا التحليل الكهربائي
- يتم استخدام الخلايا الجلفانية في عدة مجالات، مثل:
  - البطاريات بأنواعها مثل بطارية الهواتف الخلوية وبطاريات الحواسيب
  - خلايا الوقود التي تحدث فيها تفاعلات تأكسد واختزال تؤدي إلى إنتاج تيار كهربائي (تتحول الطاقة من كيميائية إلى كهربائية)



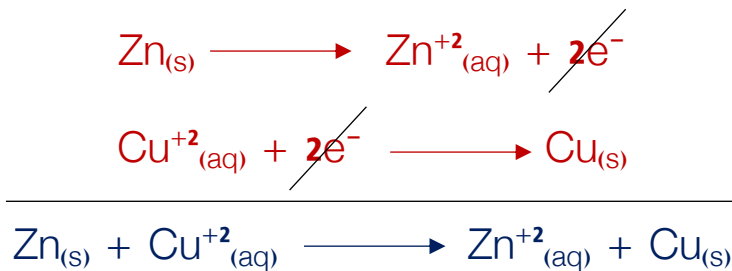
### كيمياء الخلايا الجلفانية

- هي أجهزة أو أوعية يحدث فيها تفاعل تأكسد واختزال تلقائي تتحول فيها الطاقة من طاقة كيميائية إلى طاقة كهربائية
- **مكونات الخلية الجلفانية:**
  - تتكون هذه الخلية من وعائين، كل وعاء يسمى نصف خلية، كل وعاء يحتوي على صفيحة فلزية مغموسة بمحلول يحتوي على أيونات الفلز
  - موصل خارجي يصل الأقطاب الفلزية ببعضها البعض (الأسلاك)
  - موصل يوصل المحاليل في الوعائين ببعضها البعض يسمى بالقنطرة الملحية
  - جهاز فولتميتر لقياس فرق الجهد بين قطبي الخلية



- لاحظ أن نصف خلية الخارصين تتكون من صفيحة خارصين Zn مغموسة في محلول يحتوي على أيونات الخارصين  $Zn^{2+}$ ، مثل محلول كبريتات الخارصين ويعبر عنها بالرمز  $Zn^{2+}|Zn$
  - نصف خلية النحاس تتكون من صفيحة نحاس Cu مغموسة في محلول يحتوي على أيونات النحاس  $Cu^{2+}$ ، مثل كبريتات النحاس ويعبر عنها بالرمز  $Cu^{2+}|Cu$
  - القنطرة المحلية هي أنبوب على شكل حرف U يحتوي على محلول ملحي مشبع، لا تتفاعل أيوناته مع الأيونات الموجودة في نصفي الخلية الجلفانية أو مع الأقطاب فيها مثل NaCl / KCl
  - في حال تركيب الخلية سنلاحظ انحراف مؤشر الفولتميتر باتجاه قطب النحاس وذلك بسبب حدوث تفاعل تأكسد واختزال، حيث أن ذرات الخارصين في الصفيحة تتأكسد، حسب المعادلة الآتية:
- $$Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$$
- تنتقل الإلكترونات المفقودة من قطب الخارصين إلى قطب النحاس عبر الأسلاك ومن ثم تكتسبها أيونات النحاس  $Cu^{2+}$  وتختزل وتتحول إلى ذرات تترسب على قطب النحاس، حسب المعادلة:
- $$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu(s)$$

- عند تأكسد ذرات الخارصين Zn فإنها تتحول إلى أيونات  $Zn^{+2}$  في المحلول وهذا يعني أن تركيز أيونات  $Zn^{+2}$  في نصف خلية الخارصين يزداد مع الزمن مقارنة بتركيز أيونات الكبريتات  $SO_4^{-2}$  في المحلول
- وعند اختزال أيونات النحاس  $Cu^{+2}$  فإن تركيزها يقل في نصف خلية النحاس مقارنة بتركيز أيونات الكبريتات  $SO_4^{-2}$
- هذا يعني أنه لم يعد هناك اتزان كهربائي في الخلية، لذلك هناك قنطرة ملحية تعوض النقص في الأيونات على طرفي الخلية وتعادل الشحنات، فتتحرك أيونات الكلوريد السالبة  $Cl^{-}$  من القنطرة الملحية إلى نصف خلية الخارصين لتعادل الزيادة في تركيز أيونات  $Zn^{+2}$  وتتحرك أيونات البوتاسيوم الموجبة  $K^{+}$  من القنطرة الملحية إلى نصف خلية النحاس لمعادلة أيونات الكبريتات السالبة  $SO_4^{-2}$
- القطب الذي يحدث عنده تفاعل تأكسد يسمى **المصعد**، وهو قطب الخارصين في الخلية السابقة وشحنته **سالبة** لأنه مصدر الإلكترونات بسبب تأكسد ذراته وبالتالي **تقل كتلة** القطب بسبب تأكسد ذرات قطب الخارصين وتحولها إلى أيونات في المحلول
- أما القطب الذي يحدث عنده تفاعل الاختزال يسمى **المهبط** وهو قطب النحاس في الخلية السابقة وتكون شحنته **موجبة** لأن الإلكترونات تتحرك نحوه **وتزداد كتلة** القطب مع الوقت بسبب اختزال أيونات النحاس وترسبها عليه على شكل ذرات
- بالتالي فالمعادلة الكلية للخلية الجلفانية السابقة فهي مجموع نصفي تفاعل التأكسد والاختزال، كما يلي:





- عبّر الكيميائيون عن الخلية الجلفانية بطريقة مختصرة وسهلة لوصفها وهي على النحو الآتي:

القنطرة الملحية



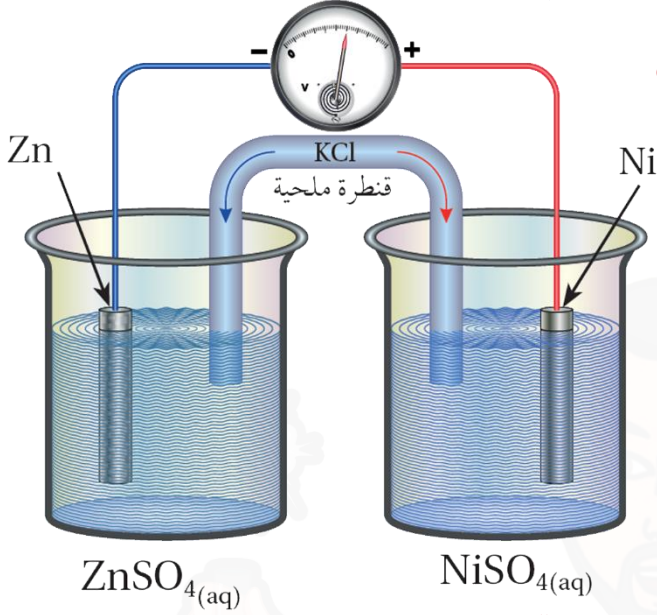
نصف خلية التأكسد

نصف خلية الاختزال

- عند الكتابة بالطريقة السابقة علينا اتباع بعض النقاط الهامة:
  - نبدأ بكتابة مكونات نصف خلية التأكسد من اليسار
  - نكتب صيغة المادة التي حدث لها تأكسد وبجوارها ناتج عملية التأكسد ويفصل بينهما بخط كما يلي:  $\text{Zn}_{(s)} \mid \text{Zn}^{+2}_{(aq)}$
  - نرسم بعد ذلك خطين متوازيين || يرمز بذلك لوجود قنطرة ملحية
  - نكتب مكونات نصف خلية الاختزال بعد الخطين
  - نكتب صيغة المادة التي حدث لها اختزال وبجوارها ناتج عملية الاختزال ويفصل بينهما خط كما يلي:  $\text{Cu}^{+2}_{(aq)} \mid \text{Cu}_{(s)}$

Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات

ادرس الشكل المجاور الذي يمثل خلية جلفانية مكونة من نصف خلية الخارصين  
 $Zn(s) | Zn^{+2}(aq)$  ونصف خلية النيكل  $Ni(s) | Ni^{+2}(aq)$  ثم أجب عن الأسئلة الآتية:



1- حدد كل من المصعد والمهبط في الخلية

2- حدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك

3- اكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال

4- حدد اتجاه حركة الأيونات الموجبة والسالبة عبر القنطرة الملحية

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

6- اكتب التفاعل الكلي الحاصل في الخلية

Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات

في الخلية الجلفانية التي يحدث فيها التفاعل الآتي:



1- اكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال

2- حدد كل من المصعد والمهبط واتجاه حركة الإلكترونات في الدارة الخارجية

3- حدد اتجاه حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية

4- ما القطب الذي تزداد كتلته؟ ولماذا؟

5- اكتب رمز الخلية الغلفانية

Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات

## سؤال مقترح ?

إذا علمت أن التفاعل الآتي يحدث في خلية جلفانية، فأجب عن الأسئلة التي تليه:



- 1- اكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال
- 2- حدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الدارة الخارجية
- 3- أي القطبين Cd أم Sn تزداد كتلته مع استمرار مرور التيار الكهربائي

## سؤال مقترح ?

إذا علمت أن التفاعل الآتي يحدث في خلية جلفانية، فأجب عن الأسئلة التي تليه:



- 1- حدد كل من المصعد والمهبط في الخلية
- 2- حدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك
- 3- اكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال
- 4- حدد اتجاه حركة الأيونات الموجبة والسالبة عبر القنطرة الملحية
- 5- ما التغير في كتلة كل من قطبي النيكل والخرصين؟
- 6- اكتب التفاعل الكلي الحاصل في الخلية

## جهد الخلية الجلفانية

- لسريان تيار كهربائي في أي دائرة يجب وجود فرق جهد بين طرفي الدارة (قوة دافعة كهربائية) ووجود البطارية في الدارة يوجّد القوة الدافعة هذه، فكيف لدارة الخلية الجلفانية أن يكون فيها فرق جهد بين طرفيها من دون وجود مصدر كالبطارية؟!
- هناك جهد للخلية الجلفانية وهو مقياس لقدرة الخلية على إنتاج تيار كهربائي ويقاس بالفولتن وهو القوة الدافعة الكهربائية المتولدة بين قطبي الخلية بسبب فرق الجهد بين القطبين
- مصدر فرق الجهد هو فرق النشاط بين القطبين الفلزيين على طرفي الخلية، حيث أن فرق الجهد يزداد بزيادة الفرق في نشاطي القطبين، لاحظ أن الخارجين في الخلية السابقة كان أنشط من النحاس، وبالتالي فالخارجين أكثر ميلاً للتأكسد من النحاس وبالتالي تولدت قوة دافعة كهربائية تدفع الإلكترونات إلى الحركة من قطب الخارجين إلى قطب النحاس، حيث أن أيونات النحاس  $Cu^{+2}$  أكثر ميلاً للاختزال
- هذا يعني أن فرق الجهد يزداد بزيادة ميل كل من نصفي تفاعل التأكسد والاختزال للحدوث
- يعبر عن ميل نصف تفاعل الاختزال للحدوث بجهد الاختزال ورمزه ( $E_{reduction}$ )، ويعبر عن ميل نصف تفاعل التأكسد للحدوث بجهد الاختزال ويرمز له بالرمز ( $E_{oxidation}$ )
- تمتلك نصف الخلية التي يحدث فيها تفاعل اختزال جهد اختزال أعلى من نصف الخلية التي يحدث فيها تفاعل تأكسد، والفرق بين جهود الاختزال لكلا الطرفين يساوي جهد الخلية

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

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

- أما عند قياس جهد الخلية في الظروف المعيارية: يعني أن درجة الحرارة  $25^{\circ}\text{C}$  وتركيز الأيونات  $1\text{M}$ ، وضغط الغاز يساوي  $1\text{ atm}$  فيسمى جهد الخلية المعيارية ويرمز له بالرمز  $E^{\circ}_{\text{cell}}$  وتصبح معادلة حساب جهد الخلية المعيارية:

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

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

- وقد وجد أن جهد خلية (Zn-Cu) المعيارية يساوي  $1.1\text{V}$ ، لكن هل يمكن قياس جهد الاختزال لنصف خلية معينة منفردة؟

مثال

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

Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات

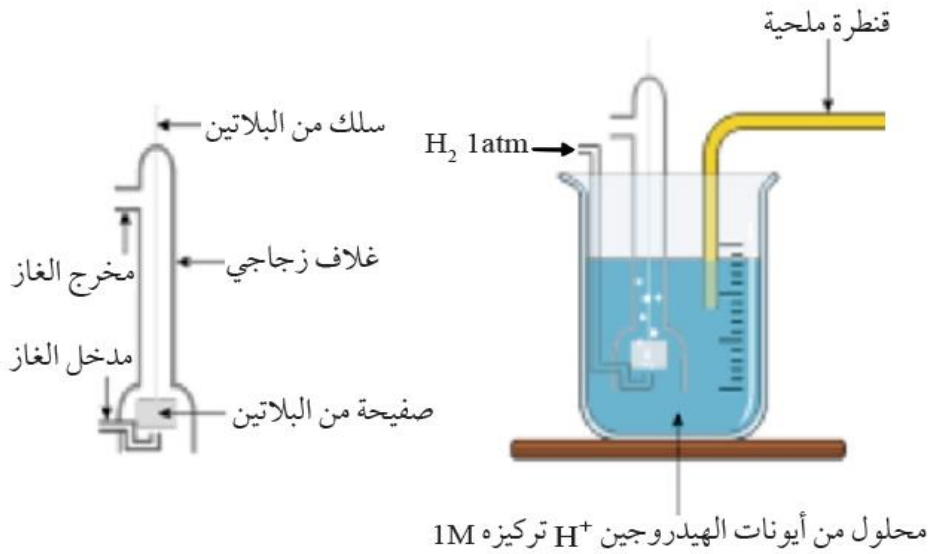
سؤال مقترح؟

إذا علمت أن جهد الخلية المكونة من الأقطاب (X,Y) في الظروف المعيارية تساوي  $(0.57\text{V})$ ، وأن جهد الخلية المكونة من الأقطاب (X,W) في الظروف المعيارية تساوي  $(0.78\text{V})$  وأن المادة X في الخليتين هي المهبط، فأَي العنصرين (Y,W) أكثر ميلاً للتأكسد؟



## جهد الاختزال المعياري

- في الحقيقة لا يمكن قياس جهد نصف خلية منفردة، ولكن عند وصل نصفي خلية لتكوين خلية جلفانية يمكن قياس فرق الجهد بينهما (جهد الخلية)، لذلك اختار العلماء قطب مرجعي هو قطب الهيدروجين المعياري لقياس جهود اختزال أقطاب العناصر الأخرى
- تم اختيار الهيدروجين كقطب معياري لأن نشاطه الكيميائي متوسط بين العناصر واصطلح العلماء على أن جهد الاختزال المعياري له يساوي (0V)
- يتكون قطب الهيدروجين المعياري من وعاء يحتوي على صفيحة بلاتين مغموسة في محلول حمض HCl تركيز أيونات الهيدروجين  $H^+$  تساوي 1M ويجري ضخ غاز الهيدروجين إلى المحلول عند ضغط 1 atm ودرجة حرارة  $25^\circ C$ ، لاحظ الشكل



- يمكن تمثيل التفاعل الحاصل في نصف قطب الهيدروجين كما يلي:



السهم المزدوج يدل على أن نصف التفاعل منعكس، حيث أن أيونات الهيدروجين  $H^+$  يمكن أن تختزل، وكما يمكن لجزيئات غاز الهيدروجين أو تتأكسد والآن كيف يمكن أن نقيس جهد الاختزال المعياري لنصف خلية ما بواسطة استخدام قطب الهيدروجين المعياري؟!

- لكي نتضح الأمور نقوم بعمل خلية جلفانية من نصف خلية الهيدروجين المعيارية ونصف خلية الخارصين مثلاً، في الظروف المعيارية كما في الشكل:



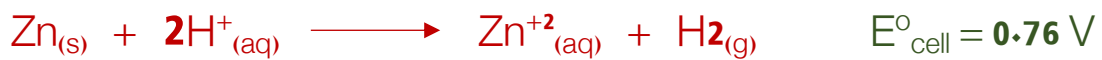
لاحظ أن قراءة الفولتميتر (0.76 V) وهي قراءة تمثل فرق الجهد بين قطبي الخارصين والهيدروجين المعياري، حتى يتم تحديد جهد الاختزال المعياري للخارصين علينا تحديد المصعد والمهبط للخلية، لذلك نلاحظ أن حركة الإلكترونات تتجه من قطب الخارصين إلى قطب الهيدروجين المعياري، وهذا يعني أن قطب الخارصين Zn هو المصعد وحدث له تأكسد:



بينما قطب الهيدروجين يمثل المهبط وحصل لأيوناته عملية اختزال:



بناءً على ذلك تكون المعادلة الكلية للخلية:



حتى نحسب جهد الاختزال المعياري للخارصين نستخدم العلاقة التالية:

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

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

$$E^{\circ}_{\text{Zn}} = -0.76 \text{ V}$$

لاحظ أن قيمة جهد الاختزال المعياري بالسالب، هذا يعني أن أيونات الخارصين أقل ميلاً للاختزال من أيونات الهيدروجين، ولهذا السبب اختزلت أيونات الهيدروجين وتأكسد ذرات الخارصين في التفاعل الذي حصل في الخلية الجلفانية.

- جهد الاختزال المعياري: مقياس لميل نصف تفاعل الاختزال للحدوث في الظروف المعيارية
- وبما أن جهد الاختزال المعياري للخارصين يساوي ( $-0.76 \text{ V}$ ) هذا يعني أن جهد التأكسد المعياري له يساوي ( $0.76 \text{ V}$ )
- يعني أن جهد التأكسد المعياري للقطب يساوي جهد اختزاله المعياري ويعاكسه في الإشارة:

$$\text{جهد الاختزال المعياري} = -E^{\circ}_{\text{reduction}}$$

مثال

في الخلية الجلفانية الممثلة بالرمز الآتي:  $\text{Pt} | \text{H}_{2(\text{g})} | 2\text{H}^{+}_{(\text{aq})} || \text{Cu}^{+2}_{(\text{aq})} | \text{Cu}_{(\text{s})}$

إذا علمت أن جهد الخلية المعياري  $E^{\circ}_{\text{cell}} = 0.34 \text{ V}$ ، فاحسب جهد الاختزال المعياري للنحاس

## أتحقق؟

خلية جلفانية مكونة من نصف خلية الهيدروجين  $2H^+ | H_2 | Pt$  ونصف خلية الكاديوم  $Cd^{2+} | Cd$  المعياريين، أحسب جهد الاختزال المعياري للكاديوم إذا علمت أن جهد الخلية المعياري يساوي  $0.4 V$  ونقصت كتلة قطب الكاديوم بعد تشغيل الخلية لفترة من الزمن

## سؤال مقترح؟

تم بناء ثلاث خلايا جلفانية مختلفة باستخدام قطب الهيدروجين مع أحد الفلزات الآتية ( $Ag, Cu, Zn$ ) ومحاليل أملاحها في كل خلية، ومن خلال التجارب تم الوصول للبيانات

الموجودة في الجدول التالي:

احسب جهد الاختزال المعياري لكل من الفلزات المستخدمة في الخلايا السابقة.

رقم الخلية	قطب الخلية	انحراف مؤشر الفولتميتر باتجاه	جهد الخلية المعياري (V)
1	$Zn / H_2$	قطب الهيدروجين	0.76
2	$Cu / H_2$	قطب النحاس	0.34
3	$Ag / H_2$	قطب الفضة	0.80

## جدول جهود الاختزال المعيارية:

تم استخدام قطب الهيدروجين المعياري في بناء خلايا جلفانية متعددة، ومن خلال قياس جهودها المعيارية، حُسبت جهود الاختزال المعيارية للأقطاب المختلفة التي استخدمت فيها، واتفق الكيميائيون على كتابة أنصف التفاعلات على شكل أنصاف تفاعلات اختزال في الاتجاه الأمامي وترتيبها وفقاً لتزايد جهود الاختزال المعيارية في جدول سمي جدول جهود الاختزال المعيارية

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 المؤكسدة

- لاحظ أن أنصف التفاعلات في الجدول منعكسة، والمواد على يسار المعادلة تمثل عوامل مؤكسد يحدث لها اختزال، والمواد التي على يمين المعادلة هي عوامل مختزلة يحدث لها تأكسد، ولاحظ أن جهود الاختزال تزداد من أعلى إلى أسفل في الجدول
- الفائدة من جدول جهود الاختزال المعيارية هو حساب جهد الخلية المعيارية والتنبؤ بتلقائية تفاعلات التأكسد والاختزال، إضافة إلى قوة العوامل المؤكسدة والمختزلة

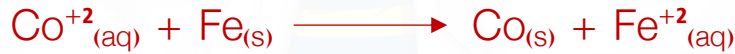
## حساب جهد الخلية المعيارية:

- يمكن حساب جهد الخلية المعيارية من خلال معرفة جهود الاختزال المعيارية للأقطاب المكونة للخلية، حسب المعادلة:

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

مثال

احسب جهد الخلية المعيارية للخلية الجلفانية التي يحدث فيها التفاعل الآتي:



Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات



خلية جلفانية مكونة من نصف خلية الفضة  $Ag^+ | Ag$  ونصف خلية المغنيسيوم  $Mg^{+2} | Mg$  في الظروف المعيارية، بالرجوع إلى جدول جهود الاختزال المعيارية لكل منهما، اكتب المعادلة الكلية الموزونة للتفاعل واحسب جهد الخلية المعياري

**أتحقق ؟**

خلية جلفانية مكونة من نصف خلية الكروم  $Cr^{+3} | Cr$  ونصف خلية النحاس  $Cu^{+2} | Cu$  المعياريين، بالرجوع إلى جدول جهود الاختزال المعيارية احسب جهد الخلية المعياري

Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات

**سؤال مقترح ؟**

مستعيناً بجدول جهود الاختزال المعيارية، احسب الجهد المعياري لخلية جلفانية يحدث فيها التفاعل الآتي:





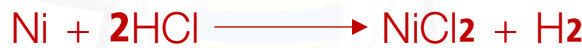
## سؤال مقترح ?

مستعيناً بجدول جهود الاختزال المعيارية، احسب الجهد المعياري لخلية جلفانية يحدث فيها التفاعل الآتي:



التنبؤ بتلقائية حدوث تفاعلات التأكسد والاختزال

- بعض الفلزات تتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المخفف وينطلق من التفاعل غاز الهيدروجين، في حين هناك فلزات لا تتفاعل مع الحمض، مثل تفاعل النيكل مع حمض الهيدروكلوريك وإطلاق غاز الهيدروجين:



أما النحاس مثلاً فلا يتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك، ولكنه يحل محل الفضة في محلول نترات الفضة:



- لكن الفضة لا تحل محل النحاس في محلول نترات النحاس لذلك هل يمكن من خلال جدول جهود الاختزال التنبؤ بتلقائية حدوث التفاعل؟ وكيف؟
- تلقائية التفاعل:** هي حدوث التفاعل وتكوّن النواتج دون الحاجة إلى طاقة كهربائية لإحداثه

- يتم ذلك عن طريق حساب جهد الخلية المعياري للتفاعل، فإذا كانت جهد الخلية المعياري **موجباً (+)** يكون التفاعل **تلقائياً**، أما إذا كان **سالباً (-)** فيكون **غير تلقائي**

مثال

أتوقع بالاستعانة بجدول الاختزال المعيارية أي تفاعلات التأكسد والاختزال الممثلة بالمعادلات الآتية يحدث بشكل تلقائي وأفسر ذلك.



مثال

فسّر: يتفاعل فلز النيكل Ni مع محلول حمض الهيدروكلوريك HCl وينطلق غاز الهيدروجين

Teacher Abd Alhameed Aldghaimat

مثال

فسّر: لا يتفاعل فلز النحاس Cu مع محلول حمض الهيدروكلوريك HCl المخفف ولا ينطلق غاز الهيدروجين

❖ يمكن أيضًا استخدام جهود الاختزال المعيارية للتنبؤ بإمكانية تفاعل الفلزات أو اللافلزات مع محاليل الأملاح

مثال

هل يمكن تحريك محلول نترات الفضة  $AgNO_3$  بملعقة من الكروم Cr ؟

هل يمكن تحضير البروم  $Br_2$  من محلول بروميد البوتاسيوم KBr باستخدام اليوم ؟

**أتحقق ؟**

باستخدام جدول جهود الاختزال المعيارية أجب عن الأسئلة التالية، وبرر إجاباتك:

- 1- هل يمكن حفظ محلول كبريتات الحديد  $FeSO_4$  II في وعاء من الألمنيوم Al ؟
- 2- هل يمكن حفظ محلول نترات المغنيسيوم  $Mg(NO_3)_2$  بوعاء من القصدير Sn ؟

Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات

### سؤال مقترح ?

استخدم جدول جهود الاختزال المعيارية لتحديد إمكانية حدوث تفاعل عند وضع الفلزات التالية (الفضة Ag / النيكل Ni) في محلول حمض HCl المخفف.

### سؤال مقترح ?

أيهما تختار لحفظ محلول كبريتات الزنك  $ZnSO_4$  وعاء من النحاس أم وعاء من الألمنيوم؟ فسر إجابتك.

Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات

### سؤال مقترح ?

استعن بجدول جهود الاختزال المعيارية للإجابة عن الأسئلة التالية مع تبرير إجابتك:

- 1- هل يمكن تحريك محلول نترات الفضة  $\text{AgNO}_3$  بملعقة من القصدير Sn ؟
- 2- هل يمكن حفظ محلول كبريتات المغنيسيوم  $\text{MgSO}_4$  في وعاء من الكروم Cr ؟

### سؤال مقترح ?

مستعيناً بجدول جهود الاختزال المعيارية حدد إمكانية حدوث تفاعل في وعاء يحتوي حمض هيدروكلوريك مخفف عند:

- 1- وضع قضيب من النحاس Cu فيه
- 2- وضع قضيب من الزنك Zn فيه



يحدث أحياناً انتفاخ لعلب الأغذية، أحد أسباب حدوثه تفاعل الأغذية الحامضية مع الفلز المكون للعلبة المحفوظة فيها، وينتج عن ذلك غاز الهيدروجين، مما يتسبب في انتفاخ العلبة، وغالباً ما تكون هذه التفاعلات جزءاً من العوامل التي تحدد مدة صلاحية هذه المنتجات

## مقارنة العوامل المؤكسدة والمختزلة

- من الواضح أن جهود الاختزال المعيارية تزداد من أعلى إلى أسفل في الجدول، أي يزداد ميل نصف تفاعل الاختزال للحدوث، هذا يعني أن قوة العوامل المؤكسدة تزداد، فيكون الفلور  $F_2$  أقوى عامل مؤكسد بينما أيون الليثيوم  $Li^+$  أضعف عامل مؤكسد
- العوامل المختزلة قوتها تقل بزيادة جهد الاختزال المعياري وهذا يعني أن الليثيوم  $Li$  يمثل أقوى عامل مختزل، بينما أيون الفلوريد  $F^-$  أضعف عامل مختزل.

## مثال

استعن بجدول جهود الاختزال المعيارية ورتب المواد الآتية تصاعدياً وفق قوتها كعوامل مؤكسدة في الظروف المعيارية: ( $Cl_2$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $MnO_4^-$ ,  $Al^{3+}$ )

نصف تفاعل الاختزال	$E^{\circ}$ (V)
$Al^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons Al$	-1.66
$Cd^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cd$	-0.40
$Cl_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-$	1.36
$MnO_4^- + 4H^+ + 2e^- \rightleftharpoons Mn^{2+} + 2H_2O$	1.51



استعن بجدول جهود الاختزال المعيارية ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:

نصف تفاعل الاختزال	$E^{\circ}$ (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

1- أرتب المواد الآتية تصاعدياً وفق قوتها كعوامل مختزلة في الظروف المعيارية:

(Ag, K,  $I^{-}$ , Co)

2- هل يمكن لأيونات الكوبلت  $Co^{+2}$  أكسدة أيونات اليود  $I^{-}$ ؟ أفسر ذلك

ادرس جهود الاختزال المعيارية في الجدول، ثم أجب عن الأسئلة الآتية، مع التبرير:

نصف تفاعل الاختزال	$E^{\circ}$ (V)
$Cr^{3+} + 3e^{-} \rightleftharpoons Cr$	-0.73
$Cl_2 + 2e^{-} \rightleftharpoons Cl^{-}$	+1.36
$Ni^{2+} + 2e^{-} \rightleftharpoons Ni$	-0.23
$Pb^{2+} + 2e^{-} \rightleftharpoons Pb$	-0.13

1- حدد أقوى عامل مؤكسد

2- حدد أقوى عامل مختزل

3- هل يستطيع النيكل Ni اختزال جزيئات الكلور  $Cl_2$ ؟

4- هل تستطيع أيونات الكروم  $Cr^{+3}$  أكسدة الرصاص Pb؟

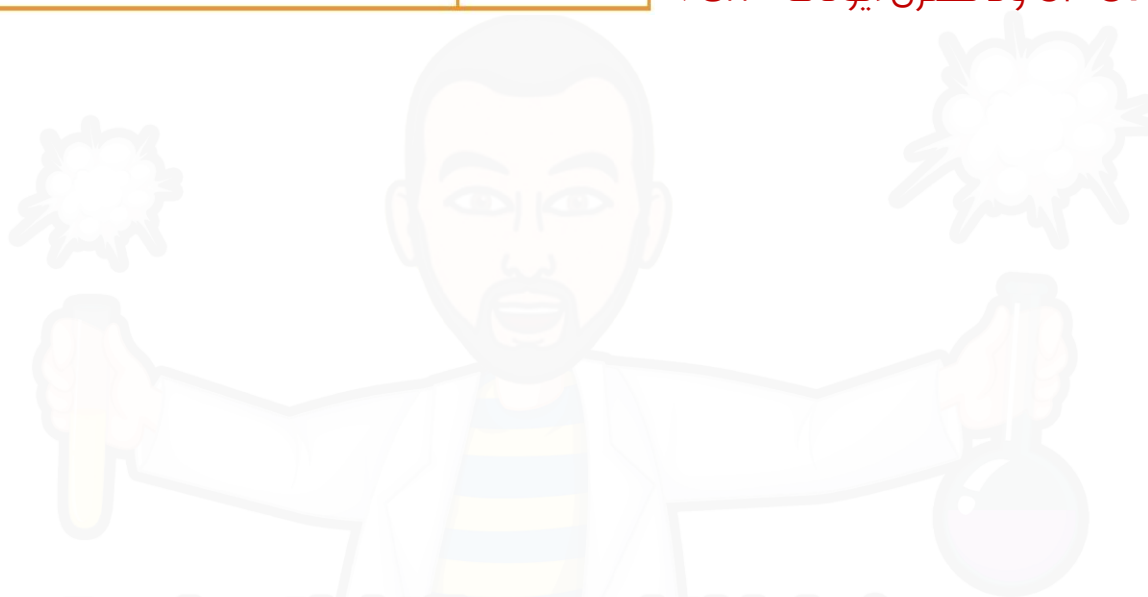
## أتحقق ؟

ادرس الجدول الآتي، الذي يتضمن جهود الاختزال المعيارية لبعض المواد ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

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

1- حدد أقوى عامل مؤكسد وأقوى عامل مختزل.

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



Teacher Abd Alhameed Aldghaimat

## أفكر ؟

أرتب الفلزات ذوات الرموز الافتراضية X, Y, Z وفق قوتها كعوامل مختزلة إذا علمت أن الفلز X يختزل أيونات  $\text{Z}^{2+}$  ولا يختزل أيونات  $\text{Y}^{2+}$

## سؤال مقترح ?

ادرس الجدول الآتي الذي يتضمن عددًا من أنصاف تفاعلات الاختزال وقيم جهود الاختزال المعيارية لكل منها، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

نصف تفاعل الاختزال	$E^{\circ}$ (V)
$\text{Ni}^{+2} + 2e^{-} \rightleftharpoons \text{Ni}$	-0.23
$\text{Ag}^{+} + e^{-} \rightleftharpoons \text{Ag}$	+0.80
$\text{Cu}^{+2} + 2e^{-} \rightleftharpoons \text{Cu}$	+0.34
$\text{Al}^{+3} + 3e^{-} \rightleftharpoons \text{Al}$	-1.66

1- حدد أقوى عامل مؤكسد

2- حدد أقوى عامل مختزل

3- هل يستطيع عنصر النيكل Ni اختزال

أيونات الفضة  $\text{Ag}^{+}$  ؟ وضع إجابتك

4- هل تستطيع أيونات الألمنيوم  $\text{Al}^{+3}$

أكسدة عنصر النحاس Cu ؟ وضع إجابتك

Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات

## سؤال مقترح ?

استعن بجدول جهود الاختزال المعيارية للإجابة عما يلي:

1- رتب المواد الآتية تصاعديًا وفق قوتها كعوامل مختزلة:

(Sn, Ag,  $\text{Cl}^{-}$ , Ni, Zn)

2- أي العناصر تستطيع اختزال أيونات القصدير  $\text{Sn}^{+2}$  ولا تستطيع اختزال أيونات

الكادميوم  $\text{Cd}^{+2}$  ؟

## سؤال مقترح ?

مستعيناً بالجدول التالي، أجب عن الأسئلة الآتية:

نصف تفاعل الاختزال	$E^{\circ} (V)$
$I_2 + 2e^{-} \rightleftharpoons 2I^{-}$	+0.54
$Br_2 + 2e^{-} \rightleftharpoons 2Br^{-}$	+1.06
$Cl_2 + 2e^{-} \rightleftharpoons 2Cl^{-}$	+1.36

1- حدد أقوى عامل مؤكسد

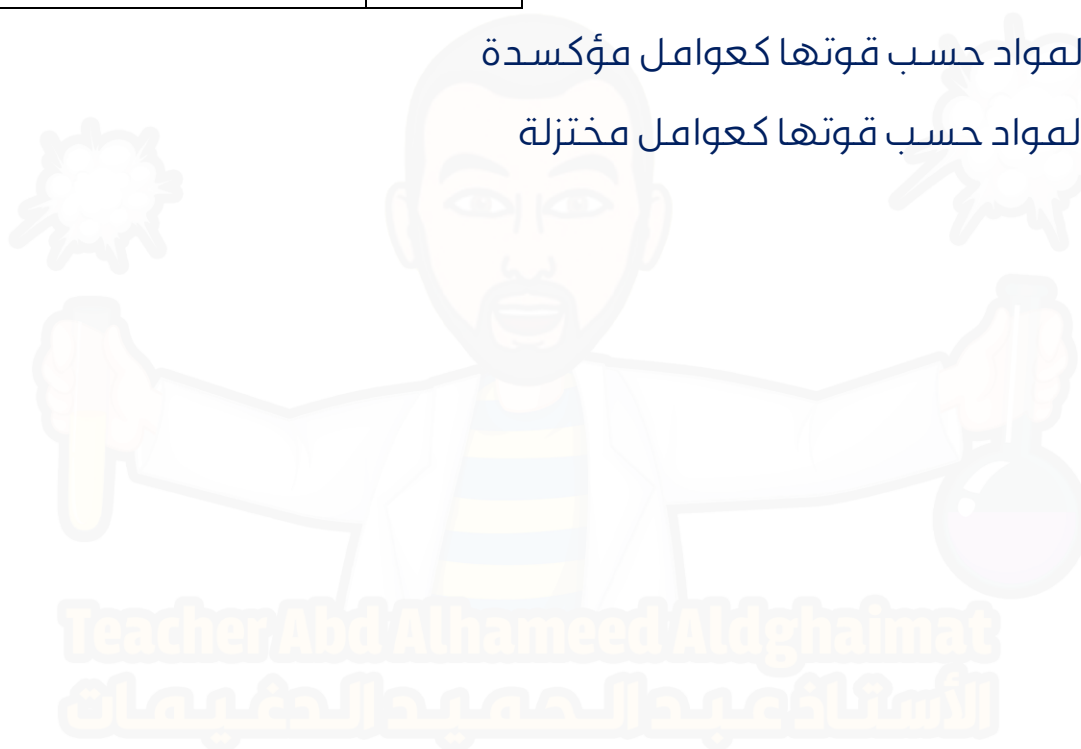
2- حدد أقوى عامل مختزل

3- حدد أضعف عامل مؤكسد

4- حدد أضعف عامل مختزل

5- رتب المواد حسب قوتها كعوامل مؤكسدة

6- رتب المواد حسب قوتها كعوامل مختزلة



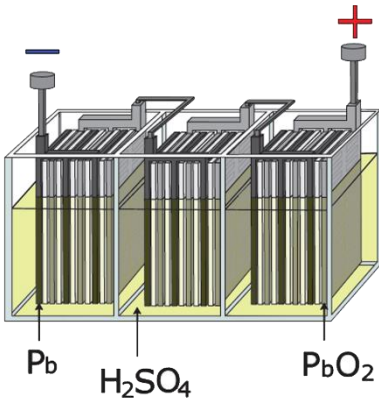


## البطاريات:

- تحدث في البطاريات تفاعلات تأكسد واختزال تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية
- تختلف البطاريات في مكوناتها وبالتالي ستختلف تفاعلات التأكسد والاختزال التي تولّد الطاقة الكهربائية فيها
- يوجد أنواع مختلفة من البطاريات ومنها: البطاريات الأولية التي تستخدم مرة واحدة ولا يمكن إعادة شحنها كالبطارية الجافة والبطاريات الجافة القلوية
- من أنواعها كذلك البطاريات الثانوية وهي قابلة للشحن كبطاريات التخزين مثل المرمم الرصاصي (بطارية الرصاص الحمضية) وبطارية أيون الليثيوم.

### بطارية الرصاص للتخزين

- تعد مثالاً على البطاريات الثانوية، (يمكن إعادة شحنها) وهي تتكون من ست خلايا جلفانية تتكون من ست خلايا جلفانية تتكون كل منها من ألواح من الرصاص تمثل المصعد، وألواح من الرصاص المغلف بأكسيد الرصاص  $PbO_2$  تمثل المهبط
- تترتب الأقطاب (الخلايا) بوعاء بلاستيكي مقوى بطريقة متبادلة تفصل بينها صفائح عازلة وتغمر في محلول حمض الكبريتيك كثافته  $1.28 \text{ g / cm}^3$  وتوصل ببعضها على التوالي
- كما في الشكل الذي في الأسفل
- أنصاف التفاعلات التي تحدث فيها هي:



جهد الخلية الواحدة تساوي 2V  
تقريباً وهذا يعني أن أن البطارية  
تعطي فرق جهد يساوي 12V

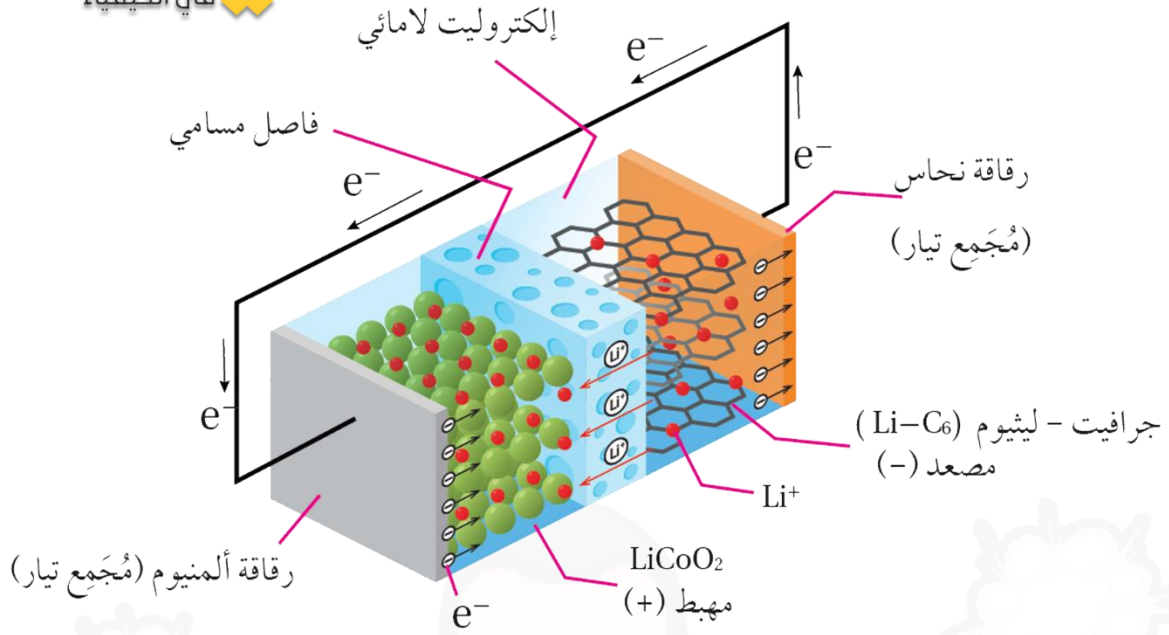
- لاحظ من خلال المعادلات الكيميائية الحاصلة في البطارية أن حمض الكبريتيك يستهلك نتيجة استخدام البطارية وهذا يؤدي إلى نقصان كثافته، وهذا يعني أنه من الممكن مراقبة كفاءة البطارية من خلال قياس كثافة حمضها
- عند شحن البطارية بوساطة تيار كهربائي يحدث عكس تفاعلي التأكسد والاختزال ومن ثم التفاعل الكلي في البطارية
- في السيارات تحدث عملية الشحن بشكل تلقائي ومستمر بواسطة مولد التيار (الدينامو) المتصل بمحرك السيارة
- يتراوح عمر البطارية من 3 إلى 5 سنوات تقريباً، وهذا لأنها تفقد جزء من مكوناتها مثل  $PbSO_4(s)$  الذي يتكون نتيجة عمليتي التأكسد والاختزال اللتين تحدثان في الخلية، وبسبب حركة المركبات على الطرق يؤدي ذلك إلى تساقطه عن ألواح الرصاص وبالتالي لا يدخل في التفاعل العكسي الذي يؤدي إلى إعادة شحن البطارية

## بطارية أيون الليثيوم

- تعد من أكثر أنواع البطاريات استخداماً في وقتنا الحالي، واستخدمت أول مرة عام 1991 م واليوم تعد مصدر الطاقة الرئيس للعديد من وسائل التكنولوجيا وأدواتها في المجالات المختلفة حيث تستخدم في السيارات الكهربائية والحواسيب والهواتف المحمولة والعديد من الأجهزة الكهربائية الاستهلاكية
- تتكون هذه البطارية من عدة خلايا متصلة ببعضها وتتكون كل منها من ثلاثة مكونات رئيسية، هي:
  - المصعد (القطب السالب): يتكون عادة من الجرافيت الذي يتميز بقدرته على تخزين ذرات الليثيوم وأيوناته دون التأثير فيها
  - المهبط (القطب الموجب): يتكون من بلورات لأكسيد عنصر انتقالي مثل أكسيد الكوبلت  $CoO_2$  والذي يمكنه كذلك تخزين أيونات الليثيوم مثل الجرافيت
  - المحلول الإلكتروليتي: يتكون من محلول لامائي لأحد أملاح الليثيوم ومذيب عضوي يذوب فيه الملح وعادة يستخدم  $LiPF_6$  مذاباً في كربونات الإيثيلين  $CH_2CH_2CO_3$







- تولد خلايا أيون الليثيوم الكهرباء من خلال تفاعل التأكسد والاختزال الآتي:



نصف تفاعل التأكسد



نصف تفاعل الاختزال



التفاعل الكلي

علماً أن جهد الخلية يساوي 3.4 V

- لاحظ من خلال التفاعلات أن ذرات الليثيوم تتأكسد عند المصعد متحولة إلى أيونات Li<sup>+</sup>

تنتقل عبر المحلول الإلكتروليتي باتجاه المهبط، بينما تتحرك الإلكترونات عبر الدارة

الخارجية من المصعد إلى المهبط، حيث تختزل أيونات الكوبلت Co<sup>4+</sup> في أكسيد

الكوبلت CoO<sub>2</sub> إلى Co<sup>3+</sup> في LiCoO<sub>2</sub> وهي عملية ينعكس مسارها خلال شحن

البطارية، بحيث يتأكسد LiCoO<sub>2</sub> وتتحرك أيونات الليثيوم Li<sup>+</sup> عبر المحلول الإلكتروليتي

باتجاه نصف خلية الجرافيت حيث تختزل

- هذه البطارية تستمد مميزاتها من أن لليثيوم أقل جهد اختزال معياري يعني أنه أقوى

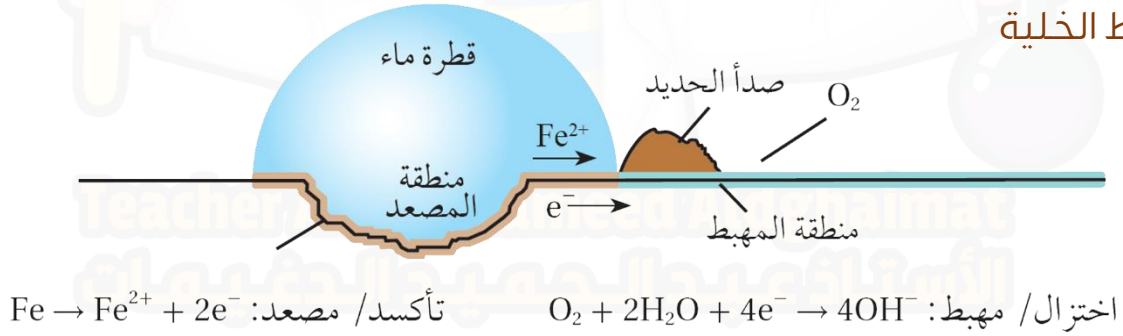
عامل مختزل، وكذلك هو أخف عنصر فلزي، حيث أن 6.941g منه (كتلته المولية) كافية

لإنتاج 1 مول من الإلكترونات، يعني أن البطارية خفيفة الوزن وكثافة طاقتها عالية

ويمكن إعادة شحنها مئات المرات



- هو تفاعل الفلزات مع الهواء الجوي والمواد في البيئة المحيطة فتفقد العديد من خصائصها وتتحول إلى مواد جديدة أكثر ثباتًا كيميائيًا، مثل أكاسيد الفلزات وهيدروكسيدات وكبريتيدات وكربوناتها
- هذه العملية لها أضرار اقتصادية مثل تآكل الحديد بفعل الهواء الجوي الرطب لينتج صدأ الحديد الصلب الهش، والذي يحتاج تعويض خسائره إلى خمس كمية الحديد المستخرج سنويًا.
- يصنع من الحديد الكثير من الصناعات كالجسور والمباني والسيارات، لذلك لابد من منع تآكله، ولكي نمنع تآكله لابد من معرفة آلية التآكل وسببها
- يحدث تآكل الحديد من خلال تفاعل كهروكيميائي يحدث بوجود الأكسجين والماء معًا بحيث يتأكسد الحديد عند تكشف سطحه بفعل شق أو كشط أو كسر إلى أيونات الحديد  $Fe^{2+}$  فيصبح هذا الجزء مصعد الخلية، وتتحرك الإلكترونات الناتجة عن تأكسده من منطقة الحديد المغطاة بقطرة الماء إلى حافتها حيث يوجد الهواء والقليل من الماء وهناك يختزل أكسجين الهواء مكونًا أيونات الهيدروكسيد  $OH^-$  وتمثل هذه المنطقة مهبط الخلية



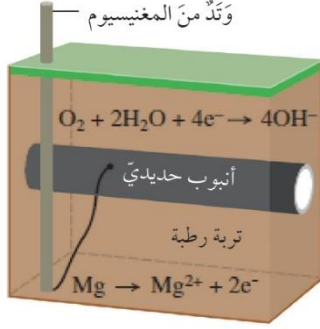
تتحرك أيونات الحديد  $Fe^{2+}$  من مركز القطرة باتجاه حافتها، وتتحرك أيونات الهيدروكسيد  $OH^-$  بالاتجاه المعاكس، وتتفاعل عند التقائهما وينتج هيدروكسيد الحديد  $Fe(OH)_2$  والذي سرعان ما يتأكسد مكونًا الصدأ حسب المعادلة التالية:



- صدأ الحديد مادة صلبة هشة بنية اللون تتكون على الأشياء الحديدية وتتقشر بسهولة معرضة سطح الحديد أسفل منها لمزيد من التآكل

## طرائق حماية الحديد من التآكل:

- هناك طرائق عدة لحماية الحديد من التآكل ومنها طريقة الحماية المهبطية
- هذه الطريقة تستخدم لحماية خطوط الأنابيب الحديدية المدفونة في الأرض (الغاز أو النفط) وأجسام السفن



- تعتمد هذه الطريقة على تشكيل خلية جلفانية يكون فيها الحديد هو المهبط وأحد الفلزات النشطة (مغنيسيوم، خارصين) هو المصعد، أما التربة الرطبة أو مياه البحر فتعد هي المحلول الإلكتروليتي

- مثلاً إذا وصلت الأنابيب الحديدية بأوتاد من المغنيسيوم، فسوف يتأكسد المغنيسيوم (المصعد) وتنتقل الإلكترونات عبر السلك إلى الأنبوب الفولاذي (المهبط) فتختزل جزيئات الأكسجين وبذلك الذي يتأكسد هو المغنيسيوم وليس الحديد وبالتالي لا يحدث تآكل للحديد.
- أما في السفينة فتوصل أقطاب المغنيسيوم بهيكل السفينة لتجري حمايتها من التآكل بنفس الطريقة، ويتم استبدال أقطاب المغنيسيوم المتأكلة بأقطاب أخرى بشكل دوري.

## أتحقق؟

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

2- أفسر: يعد تآكل الحديد خلية جلفانية

## أفكر؟

أفسر: استخدام المغنيسيوم أو خارصين في الحماية المهبطية للحديد

**السؤال الأول:** كيف تنتج الخلية الجلفانية الطاقة الكهربائية؟

**السؤال الثاني:** وضح المقصود بكل من:

1- القنطرة الملحية:

2- جهد الاختزال المعياري:

**السؤال الثالث:** خلية جلفانية يحدث فيها التفاعل الآتي:



1- حدد المصعد والمهبط

2- اكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال

3- احسب جهد الخلية المعياري واكتب تعبيراً رمزياً للخلية الجلفانية

4- ما التغير الذي يحدث لكتلة كل من القطبين

**السؤال الرابع:** نصف التفاعل الآتيان يشكلان خلية جلفانية في الظروف المعيارية:



1- اكتب معادلة التفاعل الكلي في الخلية

2- احسب جهد الخلية المعياري

3- ما التغير الذي تحدث لتركيز أيونات كل من  $I^-$  و  $Fe^{+2}$  ؟

**السؤال الخامس:** ادرس الجدول الآتي يوضح جهد الخلية المعياري لعدد من الخلايا الجلفانية المكونة من الفلزات ذوات الرموز الافتراضية (A, B, C, D, E) وجميعها تكون أيونات ثنائية موجبة:

1- حدد: الفلز الذي له أعلى جهد اختزال معياري D أم C ؟

$E^\circ_{\text{Cell}} \text{ (V)}$	المصعد	قطبا الخلية
1.3	D	D-B
1.5	E	E-B
0.4	C	C-E
0.3	B	A-B

2- حدد أقوى عامل مؤكسد

3- هل يمكن تحريك محلول نترات E بملعقة من A ؟ فسر إجابتك

4- حدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك في الخلية الجلفانية المكونة من نصف الخلية  $E|E^{+2}$  ونصف خلية  $D|D^{+2}$

5- احسب جهد الخلية المعياري للخلية الجلفانية المكونة من نصف خلية  $C|C^{+2}$  ونصف خلية  $B|B^{+2}$

**السؤال السادس:** فلزان أعطيا الرموز الافتراضية A و B ، قيست جهود الاختزال المعيارية لنصفي تفاعل الاختزال المعياريين المكونين لخلية جلفانية كالآتي:



1- اكتب معادلة كيميائية للتفاعل الكلي في الخلية الجلفانية

2- احسب  $E^{\circ}$  للتفاعل الكلي

3- حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل

**السؤال السابع:** ادرس الجدول المجاور الذي يمثل جهود الاختزال المعيارية لبعض المواد، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

المادة	$E^{\circ} \text{ (V)}$
$\text{Co}^{2+}$	-0.28
$\text{Br}_2$	1.07
$\text{Pb}^{2+}$	-0.13
$\text{Ag}^{+}$	0.80
$\text{Mn}^{2+}$	-1.18
$\text{Cd}^{2+}$	-0.40

1- حدد أقوى عامل مؤكسد وأقوى عامل مختزل

2- هل يمكن حفظ البروم  $\text{Br}_2$  في وعاء من فضة؟ فسر إجابتك

3- ما الفلزان اللذان يكونان خلية جلفانية لها أكبر جهد خلية معياري

4- المادة التي تستطيع أكسدة Cd ولا تؤكسد Pb

5- حدد القطب الذي تزداد كتلته في الخلية الجلفانية (Cd – Pb)

6- حدد الفلز الذي لا يحرر غاز الهيدروجين من محلول حمض HCl المخفف

7- في خلية جلفانية التي أعطيت الرمز الآتي:

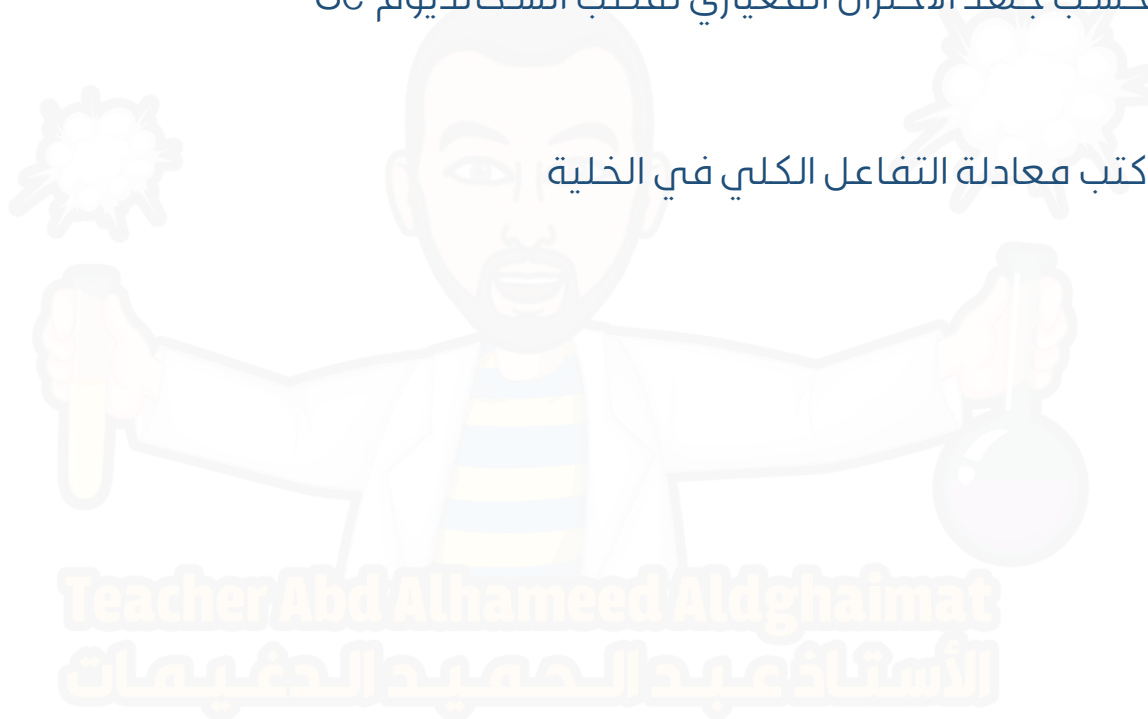


إذا علمت أن جهد الخلية المعياري  $E^{\circ}_{\text{cell}} = 1.8 \text{ V}$  فأجب عن الأسئلة الآتية:

أ- حدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك في الخلية

ب- احسب جهد الاختزال المعياري لقطب السكانيوم Sc

ج- اكتب معادلة التفاعل الكلي في الخلية



Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات

الأسئلة الوزارية الموضوعية على الدرس

2020-1997

(1) يكون المصعد في الخلية الغلفانية هو القطب:

- (أ) السالب الذي تحدث عنده عملية تأكسد  
(ب) السالب الذي تحدث عنده عملية اختزال  
(ج) الموجب الذي تحدث عنده عملية تأكسد  
(د) الموجب الذي تحدث عنده عملية اختزال

(2) إذا كان التفاعل الآتي يحدث في إحدى الخلايا الغلفانية:



- (أ) القطب Cd هو السالب  
(ب) كتلة القطب Mn تزداد  
(ج) تتجه  $e^-$  من قطب Cd إلى قطب Mn  
(د) تركيز أيونات  $\text{Mn}^{2+}$  يزداد

(3) إحدى العبارات الآتية تتفق مع الخلية الجلفانية:

- (أ) قيمة  $E^0$  للخلية سالبة  
(ب) تنتقل الإلكترونات من المهبط إلى المصعد  
(ج) إشارة المصعد سالبة  
(د) يحدث تفاعل التأكسد

(4) العنصر A يختزل أيونات  $B^{2+}$  ولا يختزل أيونات  $C^{2+}$  إن ترتيب العناصر وفق قوتها كعوامل مختزلة هو:

- (أ)  $C < B < A$  (ب)  $C < A < B$  (ج)  $B < A < C$  (د)  $A < B < C$

(5) إذا علمت أن:



فإن قيمة  $E^0$  للخلية الغلفانية المكونة من القطبين Cu , Al تساوي:

- (أ)  $-1.32 \text{ V}$  (ب)  $+4.34 \text{ V}$  (ج)  $2.00 \text{ V}$  (د)  $2.30 \text{ V}$



(6) إذا كان التفاعل:  $A_2 + 2B^{+2} \longrightarrow 2A^{-} + 2B^{+3}$   $E^{\circ} = +0.58V$

ونصف التفاعل:  $A_2 + e^{-} \longrightarrow 2A^{-}$   $E^{\circ} = +1.36V$

فإن  $E^{\circ}$  لنصف التفاعل  $B^{+3} + e^{-} \longrightarrow B^{+2}$  تساوي:

(أ)  $+2.14V$  (ب)  $+0.78V$  (ج)  $+1.94V$  (د)  $-1.94V$

(7) في الخلية الغلفانية يكون:

(أ) المهبط سالب (ب) الاختزال على المصعد  
(ج) التفاعل تلقائي (د) جهد الخلية سالب

(8) إذا علمت أن  $E^{\circ}$  لـ  $(Co = -0.28V, Ni^{+2} = -0.25V)$  فإن  $E^{\circ}$  للخلية الغلفانية التي قطباها (Ni, Co) يساوي بالفولت: (احتسبت علامته للجميع لأن الإجابة الصحيحة  $+0.03V$  غير موجودة ضمن الخيارات)

(أ)  $-0.53V$  (ب)  $+0.53V$  (ج)  $-0.3V$  (د)  $+0.3V$

• ادرس المعلومات الواردة في الجدول وأجب عن الفقرات (9,10,11,12,13):

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

(9) العبارة الصحيحة فيما يتعلق بخلية غلفانية قطباها Co و Ni ، هي:

(أ) تقل كتلة قطب Ni (ب) شحنة قطب Co سالبة  
(ج) تزداد كتلة قطب Co (د) يزداد تركيز أيونات  $Ni^{+2}$

(10) لا يمكن حفظ محلول  $ZnSO_4$  في وعاء مصنوع من:

(أ) Al (ب) Cu (ج) Ni (د) Ag

(11) يمكن تكوين خلية غلفانية لها أعلى فرق جهد باستخدام أقطاب من:

(أ) Zn / Cu (ب) Zn / Ag (ج) Ag / Al (د) Ag / Cu

(12) أقوى عامل مؤكسد، هو:

(أ)  $Ag^{+}$  (ب)  $Al^{+3}$  (ج)  $Ni^{+2}$  (د)  $Cu^{+2}$

(13) في الخلية الغلفانية قطبها (Ag / Cu) تكون قيمة جهد الخلية المعياري  $E^\circ$  (V) تساوي:

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

(14) العبارة الصحيحة فيما يتعلق بالخلية الجلفانية، هي:

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

(15) خلية جلفانية افتراضية قطبها  $M / Z$  والأيون  $M^{+2}$  أقوى كعامل مؤكسد من الأيون  $Z^{+2}$  وقيمة  $E^\circ$  ( $Z^{+2} = -0.4 \text{ V}$ )،  $E^\circ_{\text{cell}} = +1.20 \text{ V}$ ، فإن قيمة  $E^\circ$  لـ  $M^{+2}$  تساوي:

- (أ) +0.80 (ب) -0.80 (ج) -1.60 (د) +1.60

(16) 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)  $X^{+2} < Y^{+2} < Z^{+2}$

• بناءً على المعلومات في الجدول الآتي، أجب عن الفقرتين (17، 18):

معادلة التفاعل	تلقائية حدوث التفاعل
$\text{Cd} + \text{Zn}^{+2} \longrightarrow \text{Cd}^{+2} + \text{Zn}$	غير تلقائي
$\text{Cd} + \text{Cu}^{+2} \longrightarrow \text{Cd}^{+2} + \text{Cu}$	تلقائي

(17) الترتيب الصحيح لأيونات الفلزات وفقاً لقوتها كعوامل مؤكسدة:

- (أ)  $\text{Cd}^{+2} > \text{Cu}^{+2} > \text{Zn}^{+2}$  (ب)  $\text{Zn}^{+2} > \text{Cu}^{+2} > \text{Cd}^{+2}$   
(ج)  $\text{Cd}^{+2} > \text{Zn}^{+2} > \text{Cu}^{+2}$  (د)  $\text{Cu}^{+2} > \text{Cd}^{+2} > \text{Zn}^{+2}$

(18) العبارة الصحيحة من العبارات الآتية:

- (أ) يمكن تحريك محلول كبريتات النحاس  $\text{CuSO}_4$  بملعقة من فلز الكاديوم Cd  
(ب) في خلية قطبها (Cd / Zn) يتجه مؤشر الغلفانوميتر نحو قطب Cd  
(ج) في خلية قطبها (Zn / Cu) يزداد تركيز أيونات النحاس ( $\text{Cu}^{+2}$ )  
(د) يمكن حفظ محلول كبريتات الكاديوم  $\text{CdSO}_4$  في وعاء من الخارصين Zn

- ادرس المعلومات الواردة في الجدول المجاور، وأجب عن الفقرات (19,20,21,22) علقاً بأن قيمة جهد الاختزال المعياري للهيدروجين = صفر :

أقطاب الخلية الغلفانية	المهبط	$E^{\circ}$ الخلية (V)
Co / Ni	Ni	0.05
Ni / H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	0.23
Zn / Ni	Ni	0.53

(19) في الخلية الغلفانية التي قطبها (Ni / Co) قيمة جهد الاختزال المعياري  $E^{\circ}$  لأيونات  $Co^{+2}$  تساوي:

- (أ) -0.28 (ب) -0.18  
(ج) +0.28 (د) +0.18

(20) قيمة جهد الخلية المعياري  $E^{\circ}$  بالفولت لخلية غلفانية قطبها (Zn / H<sub>2</sub>) تساوي:

- (أ) -0.23 (ب) -0.76  
(ج) +0.23 (د) +0.76

(21) العامل المؤكسد الأقوى هو:

- (أ)  $Ni^{+2}$  (ب)  $Co^{+2}$   
(ج)  $H^{+}$  (د)  $Zn^{+2}$

(22) العبارة الصحيحة في ما يتعلق بالخلية الغلفانية التي قطبها (Ni / Zn) هي:

- (أ) تقل كتلة Ni (ب) يزداد تركيز أيونات  $Zn^{+2}$   
(ج) شحنة القطب Ni سالبة (د) شحنة القطب Zn موجبة

(23) خلية غلفانية قطبها (Cd / Pb) واتجاه انحراف مؤشر الفولتمتر فيها باتجاه قطب الرصاص Pb فإن التفاعل الذي يحدث على المصعد، هو:

- (أ)  $Pb \longrightarrow Pb^{+2} + 2e^{-}$  (ب)  $Cd \longrightarrow Cd^{+2} + 2e^{-}$   
(ج)  $Pb^{+2} + 2e^{-} \longrightarrow Pb$  (د)  $Cd^{+2} + 2e^{-} \longrightarrow Cd$

(24) إذا علمت أنه يمكن تحريك محلول كبريتات الفلز Z بملعقة من الفلز Y ولا يمكن تحريك محلول كبريتات الفلز X بالملعقة نفسها، فإن الترتيب الصحيح للعناصر X, Y, Z وفق قوتها كعوامل مختزلة هو:

- (أ)  $Y < X < Z$  (ب)  $Z < Y < X$   
(ج)  $Z < X < Y$  (د)  $X < Y < Z$

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
أ	ب	د	ج	ب	ج	ج	ج	د	أ
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
د	أ	ب	د	د	أ	ب	أ	أ	ج
30	29	28	27	26	25	24	23	22	21
						د	ب	ب	ج



## خلايا التحليل الكهربائي

نحن الذين إذا وُلدنا بكرة كنا على ظهر الخيول أصيلا

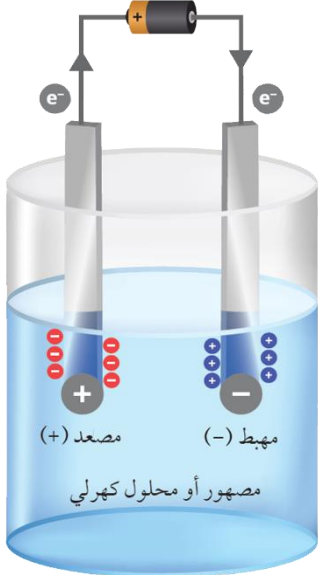


### التحليل الكهربائي

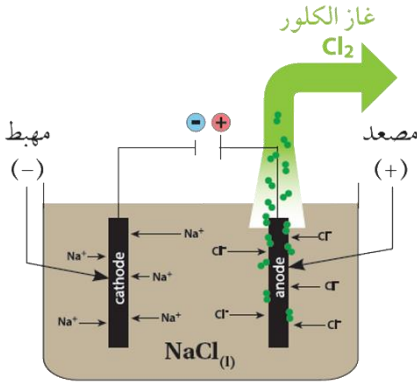
- عرفنا سابقاً أن الخلايا الجلفانية تنتج تياراً كهربائياً لأن ما يحدث فيها هو تفاعل تأكسد واختزال تلقائي، ويمكن الاستفادة منها في تشغيل الكثير من الأجهزة الكهربائية
- هناك أيضاً تفاعلات تأكسد واختزال لكنها لا تحدث بشكل تلقائي، ويتطلب حدوثها تزويدها بطاقة كهربائية من مصدر خارجي، عندها تسمى الخلية المستخدمة بخلية التحليل الكهربائي
- عملية إمرار تيار كهربائي في مصهور أو محلول مادة كهربية مما يؤدي إلى حدوث تفاعل تأكسد واختزال تسمى عملية التحليل الكهربائي، ويكون جهد هذه الخلية سالباً
- **أهمية عملية التحليل الكهربائي:**
  - تشحن من خلالها البطاريات
  - تستخدم لاستخلاص العديد من الفلزات النشطة من مصاهيرها
  - تستخدم في تنقية الفلزات والطلاء الكهربائي لبعضها

### التحليل الكهربائي لمصهور مادة كهربية

- تتكون خلية التحليل الكهربائي من وعاء واحد يحتوي على مصهور مادة أيونية وأقطاب خاملة من الجرافيت أو البلاتين، وبطارية وأسلاك توصيل
- يوصل أحد الأقطاب بقطب البطارية السالب ويسمى المهبط والآخر بقطب البطارية الموجب ويسمى المصعد
- مصهور المادة الأيونية يحتوي على أيونات موجبة وسالبة وعند إمرار التيار الكهربائي في المحلول تتجه الأيونات الموجبة نحو القطب السالب (المهبط) وتختزل، وتتجه الأيونات السالبة نحو القطب الموجب (المصعد) وتتأكسد
- التفاعل الحاصل في الخلية يكون غير تلقائي لذلك يجب أن يكون جهد البطارية المستخدمة لإحداثه أكبر من جهد الخلية



## التحليل الكهربائي لمصهور NaCl



- يحتوي مصهور كلوريد الصوديوم على أيونات الصوديوم الموجبة  $\text{Na}^+$  وأيونات الكلور السالبة  $\text{Cl}^-$ ، وعند إغلاق الدارة الكهربائية ومرور التيار الكهربائي عبر الأسلاك تتحرك أيونات الصوديوم  $\text{Na}^+$  باتجاه المهبط ويحدث لها عملية اختزال وتتكون ذرات الصوديوم كما في المعادلة:



- تتحرك كذلك أيونات الكلوريد  $\text{Cl}^-$  نحو المصعد وتتأكسد مكونة غاز الكلور كما في المعادلة التالية:



- لإيجاد التفاعل الكلي في الخلية نقوم بجمع نصف تفاعل التأكسد ونصف تفاعل الاختزال بعد التأكد من تساوي عدد الإلكترونات:



- يمكن حساب جهد الخلية المعياري من جدول جهود الاختزال المعيارية ومعرفة قيم جهود الاختزال المعيارية كالتالي:



نحسب جهد الخلية المعياري كما تعلمنا:

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

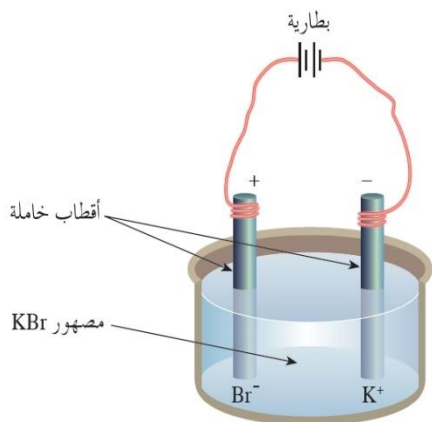
$$E^\circ_{\text{cell}} = -2.71 - 1.36 = -4.07 \text{ V}$$

- لاحظ أن جهد الخلية المعياري للتفاعل بالسالب، يعني أن التفاعل غير تلقائي، ويحدث بسبب تزويد الخلية بفرق جهد كهربائي من البطارية يزيد على جهد الخلية المعياري، يعني أنه أكبر من  $4.07 \text{ V}$

- تستخدم عملية تحليل مصهور كلوريد الصوديوم لاستخلاص الصوديوم صناعيًا، وكذلك معظم الفلزات يتم استخلاصها من مصاهير كلوريداتها بتحليلها كهربائيًا



الشكل التالي يوضح خلية تحليل كهربائي لمصهور بروميد البوتاسيوم KBr ، أدرسه ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



1- أي الأقطاب يمثل المصعد وأيها يمثل المهبط ؟

2- اكتب أنصاف التفاعلات التي تحدث عند قطبي الخلية

3- ما نواتج التحليل الكهربائي لمصهور KBr ؟

4- احسب  $E^0$  لهذه الخلية

**أنتحق ؟**

أجب عن الأسئلة الآتية المتعلقة بالتحليل الكهربائي لمصهور  $\text{CaBr}_2$

1- اكتب نصف تفاعل التأكسد ونصف تفاعل الاختزال في خلية التحليل الكهربائي

2- استنتج نواتج التحليل الكهربائي للمصهور

3- توقع جهد البطارية اللازم لإحداث تفاعل التحليل الكهربائي للمصهور



خلية تحليل كهربائي تحتوي مصهور كلوريد المغنيسيوم  $MgCl_2$

1- اكتب أنصاف التفاعلات التي تحدث عند القطبين

2- ما نواتج التحليل الكهربائي للمصهور؟

3- ما مقدار جهد البطارية اللازم لحدوث التفاعل؟

خلية تحليل كهربائي تحتوي مصهور فلوريد البوتاسيوم  $KF$

1- اكتب أنصاف التفاعلات التي تحدث عند القطبين

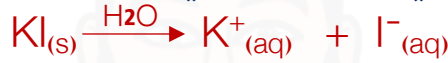
2- ما نواتج التحليل الكهربائي للمصهور؟

3- ما مقدار جهد البطارية اللازم لحدوث التفاعل؟

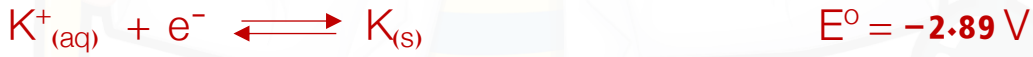
- يحتوي المحلول المائي للمادة الأيونية على الأيونات الموجبة والسالبة الناتجة عن تفككها وعلى جزيئات الماء كذلك
- عند تحليل محلول مائي لمركب أيوني كهربائياً يؤخذ بعين الاعتبار حدوث تأكسد للأيونات السالبة في المحلول أو لجزيئات الماء، وكذلك من الممكن حدوث عملية اختزال للأيونات الموجبة أو لجزيئات الماء، وبالتالي ممكن أن تختلف نواتج عملية التحليل الكهربائي لمصهور مركب أيوني عن نواتج محلول هذا المركب

## ➤ التحليل الكهربائي لمحلول يوديد البوتاسيوم KI

- يتفكك يوديد البوتاسيوم في الماء، كما يلي:



- عند تحليل هذا المحلول كهربائياً فيحتمل اختزال أيونات البوتاسيوم الموجبة  $K^+$  أو اختزال جزيئات الماء، لمعرفة من سيحدث له اختزال لابد من معرفة جهود الاختزال المعيارية لكلا المادتين من جدول جهود الاختزال المعيارية، وتكون على النحو التالي:



لاحظ أن جهد اختزال الماء أعلى من جهد اختزال البوتاسيوم، هذا يعني أن اختزال الماء أسهل وبالتالي سيتم اختزاله جزيئات الماء وليس أيونات البوتاسيوم، وبالتالي تختزل جزيئات الماء حسب المعادلة التالية:



وكذلك الأمر بالنسبة لعملية التأكسد، فمن المحتمل تأكسد أيونات اليود  $I^-$  أو جزيئات الماء، وبالتالي لابد من معرفة جهود الاختزال المعيارية لكل منهما من الجدول:



- لاحظ أن التفاعل العكسي في المعادلة الأولى يمثل تأكسد الماء والتفاعل العكسي في المعادلة الثانية يمثل تأكسد أيونات اليود، ونحن نعرف سابقاً أن:  
جهد التأكسد المعياري =  $(-E^{\circ}_{\text{reduction}})$  لنصف التفاعل

وبالتالي نجد أن جهد التأكسد للماء يساوي  $(-1.23 \text{ V})$ ، وأن جهد التأكسد لليود فيساوي  $(-0.54 \text{ V})$ ، وهذا يعني أن جهد تأكسد اليود أعلى من جهد تأكسد الماء وبالتالي من الأسهل تأكسد أيونات اليود وإنتاج اليود  $\text{I}_2$  عند المصعد



- وعملياً من خلال التجربة تبين أن هذا الأمر صحيح، فيتكون اليود عند المصعد وتتصاعد غاز الهيدروجين عند المهبط، ويتكون محلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH
- يمكن حساب جهد الخلية المعياري، كما يلي:

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = E^{\circ}_{\text{H}_2\text{O}(\text{cathode})} - E^{\circ}_{\text{I}_2(\text{anode})}$$

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = -0.83 - 0.54 = -1.37 \text{ V}$$

هذا يعني أن جهد البطارية اللازم لحدوث التفاعل يزيد على  $1.37 \text{ V}$

مثال

اكتب تفاعلي المصعد والمهبط اللذين يحدثان عن تحليل محلول  $\text{NiBr}_2$  كهربائياً باستخدام أقطاب من الجرافيت، ثم اكتب المعادلة الكلية، واحسب جهد البطارية اللازم لحدوث التفاعل

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

- تتفكك كبريتات الصوديوم في الماء، حسب المعادلة:

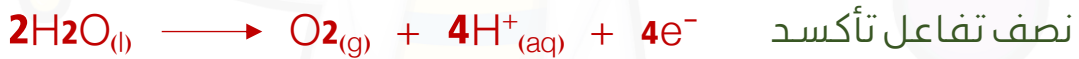


وعند حدوث عملية تحليل كهربائي للمحلول فإنه من المحتمل اختزال أيونات الصوديوم  $\text{Na}^+$  أو جزيئات الماء عند المهبط، لذلك نعود إلى جهود اختزال كل منهما من الجدول كما يلي:



لاحظ جهد اختزال الماء أكبر من جهد اختزال أيونات الصوديوم، لذلك فالماء أسهل للاختزال عند المهبط، ويتكون غاز الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد

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



للحصول على معادلة التفاعل الكلي نجمع نصف تفاعل التأكسد ونصف تفاعل الاختزال، كما يلي:



وبالتالي الحاصل في هذه الخلية هو تحليل الماء كهربائياً حيث أن الذي تأكسد واختزل هي جزيئات الماء مكونة غازي الأكسجين والهيدروجين

هذا يعني عند تحليل محاليل المركبات الأيونية كهربائياً فإنه من المحتمل اختزال الأيونات الموجبة أو جزيئات الماء عند المهبط، ومن المحتمل تأكسد الأيونات السالبة أو جزيئات الماء عند المصعد، وهذا كله يعتمد على جهود الاختزال المعيارية، وكذلك سلوك أيون معين هو نفسه خلال عملية التحليل الكهربائي بغض النظر عن مصدره، وهناك بعض الأيونات متعددة الذرات مثل ( $\text{NO}_3^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) لا تتأثر عند تحليل محاليلها

كهربائياً

ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول نترات الصوديوم  $\text{NaNO}_3$  باستخدام أقطاب البلاتين

في ضوء ما سبق، فإنه لا يمكن استخلاص بعض العناصر مثل الصوديوم أو البوتاسيوم عن طريق التحليل الكهربائي لمحاليل أملاحها، لكن من الممكن استخلاصها من خلال عملية التحليل الكهربائي لمصاهيرها فقط

**أفكر** ?

أفسر دور كبريتات الصوديوم في عملية التحليل الكهربائي

Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات

**أتحقق** ?

اكتب تفاعلي المصعد والمهبط اللذين يحدثان عند تحليل محلول  $\text{NiBr}_2$  كهربائيًا باستخدام أقطاب من الجرافيت



أفسر مستعيناً بالمعادلات، عند تحليل محلول  $\text{CuSO}_4$  كهربائياً يتحول تدريجياً إلى محلول  $\text{H}_2\text{SO}_4$



ما نواتج التحليل الكهربائي للمحاليل الآتية بواسطة البلاتين:

1- محلول  $\text{CuSO}_4$

2- محلول  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات



ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول يوديد البوتاسيوم KI:



ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول بروميد الصوديوم NaBr



قارن بين الخلية الجلفانية وخلية التحليل الكهربائي من حيث: تحويلات الطاقة في كل منهما، شحنة كل من المصعد والمهبط، إشارة  $E^0$  للخلية وتلقائية التفاعل في كل منهما

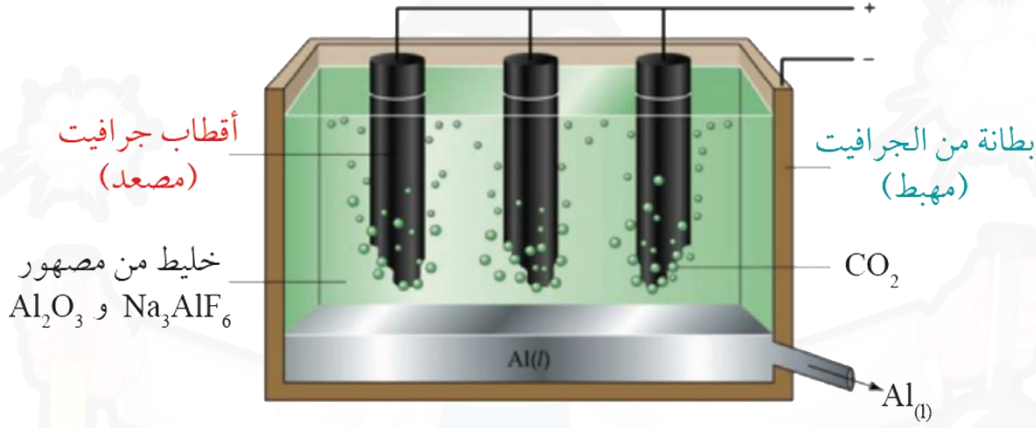
## التطبيقات العملية للتحليل الكهربائي

- عرفنا سابقاً أن خلايا التحليل الكهربائي تعمل على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية من خلال استخدام التيار الكهربائي بحيث يجبر تفاعلي الأكسدة والاختزال غير التلقائيين على الحدوث
- هناك تطبيقات عدة مهمة في الصناعة لهذه الخلايا مثل استخلاص الفلزات النشطة من مصاهير خاماتها، وتنقية الفلزات لاستخدامها في المجالات التي تحتاج إلى فلزات نقية بدرجة كبيرة



## استخلاص الألمنيوم

- الألمنيوم من أكثر الفلزات انتشاراً وهو من الفلزات النشطة، ويستخلص من خام البوكسيت  $Al_2O_3 \cdot H_2O$  بطريقة هول-هيروليت، بحيث يتم معالجة الخام أولاً لتخليصه من الشوائب، ثم يتم تسخينه لتحويله إلى أكسيد الألمنيوم  $Al_2O_3$  ويذاب في مصهور الكيروليت  $Na_3AlF_6$  وبالتالي تنخفض درجة انصهاره نحو  $1000^\circ C$
- تسمى خلية التحليل الكهربائي لمصهور  $Al_2O_3$  خلية هول-هيروليت، تتكون هذه الخلية من الداخل من طبقة من الجرافيت تمثل المهبط وسلسلة من أقطاب الجرافيت تغمس في المصهور تمثل المصعد، لاحظ الشكل:



عند إجراء عملية التحليل الكهربائي يحدث اختزال لأيونات الألمنيوم  $Al^{+3}$  عند المهبط ويتكون الألمنيوم والذي يجمع في الأسفل ويسحب من مخرج خاص



وأما ما يحدث عند المصعد فتتأكسد أيونات الأكسجين  $O^{-2}$  مكونة غاز الأكسجين حسب المعادلة التالية:



ومن ثم يتفاعل غاز الأكسجين الناتج مع أقطاب الجرافيت ويكوّن ثاني أكسيد الكربون، وهذا يؤدي إلى تآكل هذه الأقطاب فيجري تغييرها بشكل دوري:



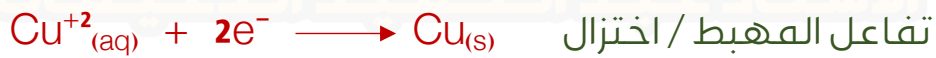
- يمكن تلخيص التفاعل الكلي، الذي يحدث في الخلية، بالمعادلة الآتية:



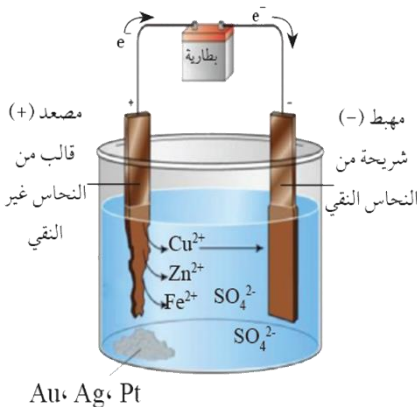
عملية الاستخلاص هذه تستهلك كمية هائلة من الطاقة، لذلك تقام مصانع انتاجه واستخلاصه قريباً من محطات الطاقة الكهربائية لتوفير كلفة نقل الطاقة ويركز بشكل كبير على عملية إعادة تدويره، لأن الطاقة اللازمة لإعادة تدويره تبلغ نحو 5% من الطاقة اللازمة لاستخلاصه من خام البوكسيت

## تنقية الفلزات

- تحتاج استخدامات بعض الفلزات إلى أن تكون نقية تمامًا، كالنحاس مثلاً يجب أن يكون نقياً في حال استخدامه في التمديدات الكهربائية، لذا نستخدم عملية التحليل الكهربائي في تنقية هذه الفلزات مثل النحاس بعد استخلاصه من خاماته، إذ يحتوي على شوائب مثل الخارصين والحديد والذهب والفضة والبلاتين، وهذه الشوائب يجب التخلص منها
- حتى تتم تنقية النحاس من الشوائب، يتم تشكيل النحاس على شكل قوالب تمثل المصعد في خلية التحليل الكهربائي، ويوصل المهبط بشريحة رقيقة من النحاس النقي، ثم يغمران في محلول كبريتات النحاس  $\text{CuSO}_4$  عند تمرير التيار الكهربائي في الخلية تحدث التفاعلات الآتية:



مع استمرار تأكسد النحاس واختزاله تنتقل ذراته من المصعد إلى المهبط، لاحظ الشكل:



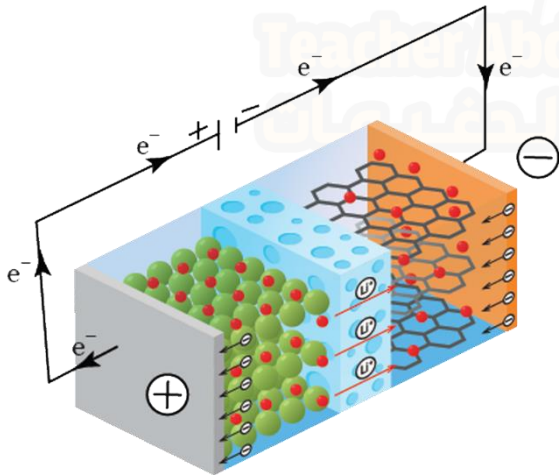
وتتأكسد ذرات الفلزات (الشوائب) التي لها جهد اختزال أقل من النحاس كالخارصين والحديد وتتكون أيونات  $\text{Fe}^{2+}$  و  $\text{Zn}^{2+}$  على الترتيب، وتبقى هذه الأيونات ذائبة في المحلول، أما الذهب والفضة والبلاتين فإن جهد اختزالها أعلى من جهد الخلية المستخدم، لذلك لا تتأكسد ذراتها وتتجمع في القاع وتكون درجة نقاوة النحاس الناتج نحو 99.9%

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

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



### شحن البطارية



تجمع البطاريات القابلة لإعادة الشحن بين كيمياء كل من الخلايا الجلفانية وخلايا التحليل الكهربائي. فعند استخدام الأجهزة المحتوية عليها كالهاتف الخليوي أو السيارة الكهربائية، تُحول الطاقة الكيميائية إلى كهربائية، وبهذا فهي تعمل كخلية جلفانية، أما عند شحن البطارية فإنها تعمل كخلية تحليل كهربائي فتحول الطاقة الكهربائية التي

تزود بها إلى طاقة كيميائية، حيث ينعكس اتجاه حركة الإلكترونات فيها، ويحدث التفاعل العكسي للتفاعل المنتج للتيار الكهربائي في البطارية

**السؤال الأول:** وضح مبدأ عمل خلية التحليل الكهربائي

**السؤال الثاني:** فسر ما يلي:

1- لا يمكن تحضير غاز الفلور بالتحليل الكهربائي لمحلول  $\text{NaF}$

2- تكون الكلفة الاقتصادية لإعادة تدوير الألمنيوم أقل من كلفة استخراجها من خام البوكسيت

Teacher Abd Alhameed Aldghaimat

**السؤال الثالث:** بالرجوع إلى جدول جهود الاختزال المعيارية، توقع نواتج التحليل الكهربائي لمحاليل

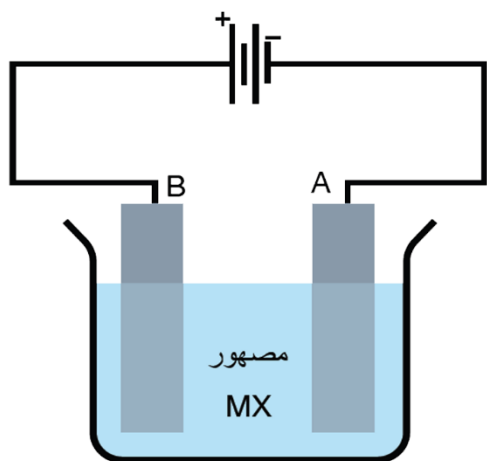
الأملاح الآتية:

1- يوديد المغنيسيوم  $\text{MgI}_2$

2- نترات الرصاص  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

3- كبريتات الكوبلت  $\text{CoSO}_4$

**السؤال الرابع:** ادرس الشكل المجاور، الذي يمثل خلية تحليل كهربائي لمصهور المركب الأيوني MX باستخدام أقطاب من الجرافيت أعطيت الرموز A و B ثم أجب عن الأسئلة الآتية:



1- حدد المصعد والمهبط في الخلية

2- حدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك واتجاه حركة الأيونات الموجبة والسالبة داخل المحلول باستخدام الأسهم

3- احدد القطب الذي تحدث عنده عملية التأكسد

4- حدد القطب الذي تتكون عنده ذرات العنصر M

**السؤال الخامس:** يُراد تنقية قوالب النيكل باستخدام عملية التحليل الكهربائي:

1- ما القطب الذي يجب أن تمثله القوالب غير النقية؟

2- ما المادة المستخدمة في القطب الآخر؟

3- اقترح محلولاً يمكن استخدامه في هذه الخلية

الأسئلة الوزارية الموضوعية على الدرس

2020-1997

(1) العبارة التي تتفق وخلية التحليل الكهربائي:

- (أ) شحنة المهبط موجبة  
(ب) التفاعل الكلي تلقائي  
(ج) تفاعل الاختزال يحدث عند المصعد  
(د) جهد الخلية  $E^0$  له قيمة سالبة
- (2) عند التحليل الكهربائي لمحلول مائي ليوديد البوتاسيوم KI باستخدام أقطاب غرافيت، فإن ما يحدث عند المهبط هو:

- (أ) ترسب اليود  
(ب) ترسب البوتاسيوم  
(ج) انطلاق غاز الهيدروجين  
(د) انطلاق غاز الأكسجين
- (3) إذا تم تحليل مصهور هيدريد الليثيوم (LiH) كهربائيًا باستخدام أقطاب بلاتين فإن تفاعل المصعد هو:



(4) عند التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم NaCl فإن عدد مولات الصوديوم الناتجة إلى عدد مولات غاز الكلور المتصاعدة يساوي :

- (أ) 0.5 (ب) 1 (ج) 2 (د) 4

(5) عند التحليل الكهربائي لمحلول NaCl تركيزه 1M باستخدام أقطاب خاملة فإن الذي يتكون عند المهبط:

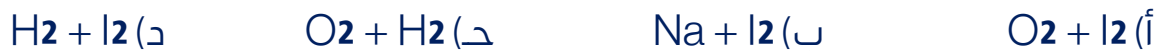
- (أ) ذرات Na (ب)  $Cl_{2(g)}$  (ج)  $H^+_{(aq)}$  (د)  $OH^-_{(aq)}$

(6) عند التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد الصوديوم باستخدام أقطاب غرافيت تكون النواتج كما يأتي:

- (أ) هيدروجين وأكسجين  
(ب) هيدروجين وكلور  
(ج) صوديوم وأكسجين  
(د) صوديوم وكلور



(7) عند التحليل الكهربائي لمحلول NaI تركيزه 1M باستخدام أقطاب بلاتين فإن نواتج التحليل هي:



(8) عند تحليل محلول مائي من كلوريد البوتاسيوم KCl تركيزه 1M كهربائياً، باستخدام أقطاب غرافيت بكون الناتج عند المصعد:



(9) إحدى العبارات الآتية غير صحيحة فيما يتعلق بخلية التحليل الكهربائي، وهي:

- (أ) شحنة المصعد موجبة  
(ب) جهد الخلية  $E^\circ$  له قيمة سالبة  
(ج) يحدث تفاعل اختزال عند المهبط  
(د) تتجه الأيونات الموجبة نحو المصعد

(10) عند التحليل الكهربائي لمحلول NaCl باستخدام أقطاب غرافيت، يتكون على المصعد:

- (أ) غاز الهيدروجين (ب) غاز الكلور (ج) غاز الأكسجين (د) فلز الصوديوم  
(11) في التحليل الكهربائي لمصهور KI باستخدام أقطاب بلاتين ينتج عند المهبط:



(12) العبار التي تتفق وخليّة التحليل الكهربائي هي:

- (أ) إشارة  $E^\circ$  سالبة (ب) التفاعل تلقائي  
(ج) إشارة المهبط موجبة (د) يحدث الاختزال عند المصعد

(13) في التحليل الكهربائي لمحلول NaCl تركيزه 1M المادة التي تنتج عند المهبط هي:



(14) أي العبارات الآتية تتفق وخليّة التحليل الكهربائي:

- (أ) شحنة المصعد سالبة (ب)  $E^\circ$  للخلية سالب  
(ج)  $E^\circ$  للخلية موجب (د) شحنة المهبط موجبة



(15) عند التحليل الكهربائي لمحلول  $\text{CuCl}_2$  تركيزه 1M ، المادة المتكونة عند المهبط هي:

(أ) Cu (ب)  $\text{O}_2$  (ج)  $\text{H}_2$  (د)  $\text{Cl}_2$

(16) في خلية التحليل الكهربائي لمحلول بروميد البوتاسيوم (KBr) المادة المتكونة عند المصعد هي:

(أ)  $\text{O}_2$  (ب)  $\text{H}_2$  (ج)  $\text{Br}_2$  (د) K

(17) إحدى العبارات الآتية غير صحيحة في ما يتعلق بخلية التحليل الكهربائي:

(أ) إشارة  $E^\circ$  موجبة (ب) التفاعل غير تلقائي  
(ج) يحدث التأكسد عند المصعد (د) شحنة المهبط سالبة

(18) العبارة الصحيحة التي تنطبق على خلية التحليل الكهربائي:

(أ) المصعد قطب سالب (ب) المهبط قطب موجب  
(ج) التفاعل غير تلقائي (د) ينتج طاقة كهربائية

(19) عند التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  باستخدام أقطاب خاملة فإن المادة المتحررة عند المهبط هي:

(أ) Na (ب) S (ج)  $\text{O}_2$  (د)  $\text{H}_2$

(20) عند التحليل الكهربائي لمصهور  $\text{CuBr}_2$  باستخدام أقطاب الجرافيت فإنه ينتج عند المهبط:

(أ)  $\text{Br}_2$  (ب) Cu (ج)  $\text{H}_2$  (د)  $\text{O}_2$

(21) العبارة الصحيحة التي تنطبق على خلية التحليل الكهربائي:

(أ) المهبط قطب موجب (ب) تنتج طاقة كهربائية  
(ج) المصعد قطب موجب (د) التفاعل تلقائي

(22) عند التحليل الكهربائي لمصهور  $\text{CuBr}_2$  باستخدام أقطاب الجرافيت فإنه ينتج عند المصعد:

(أ)  $\text{Br}_2$  (ب) Cu (ج)  $\text{H}_2$  (د)  $\text{O}_2$

(23) العبارة الصحيحة التي تنطبق على خلية التحليل الكهربائي:

- (أ) المهبط قطب موجب  
(ب) تنتج طاقة كهربائية  
(ج) المصعد قطب موجب  
(د) التفاعل تلقائي

(24) إحدى العبارات الآتية غير صحيحة في ما يتعلق بخلية التحليل الكهربائي:

- (أ) إشارة  $E^\circ$  موجبة  
(ب) التفاعل غير تلقائي  
(ج) يحدث التأكسد عند المصعد  
(د) شحنة المهبط سالبة

(25) عند التحليل الكهربائي لمصهور NaCl باستخدام أقطاب غرافيت فإنه ينتج عند المصعد:

- (أ) Na (أ)  $O_2$  (ب)  $H_2$  (ج)  $Cl_2$  (د)

(26) في خلية التحليل الكهربائي:

- (أ) المهبط قطب موجب  
(ب) إشارة  $E^\circ$  للخلية موجبة  
(ج) التفاعل تلقائي  
(د) المصعد قطب موجب

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
ب	د	ج	د	ب	د	ج	ج	ج	د
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
ب	د	ج	أ	ج	أ	ب	أ	أ	ب
				26	25	24	23	22	21
				د	د	أ	ج	أ	ج

**ثبت معلوماتك**

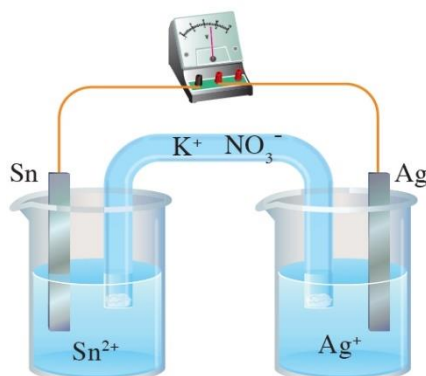
**السؤال الأول:** وضح المقصود بكل من:

- 1- جهد الخلية المعياري:
- 2- قطب الهيدروجين المعياري:
- 3- المصعد:
- 4- المهبط:
- 6- القنطرة الملحية:
- 7- التحليل الكهربائي:

**السؤال الثاني:** أكمل الجدول التالي:

الخواص	الخلية الجلفانية	خلية التحليل الكهربائي
تحويلات الطاقة		
شحنة المصعد		
شحنة المهبط		
تلقائية التفاعل		
إشارة $E^0$ للخلية		

**السؤال الثالث:** اعتماداً على معادلة التفاعل الآتي، والذي يحدث في الخلية الغلفانية التالية:



- 1- حدد المصعد والمهبط في الخلية وشحنة كل منهما
- 2- اكتب نصف تفاعل التأكسد ونصف تفاعل الاختزال في الخلية
- 3- بين اتجاه حركة الإلكترونات في الدارة الخارجية
- 4- احسب  $E^0$  للخلية

**السؤال الرابع:** استعن بجدول جهود الاختزال المعيارية، وحدد أيًا من الفلزات الآتية: Zn ، Cu ، Sn يمكن أن تستخدم أقطابًا للخلية التي تعطي أقل جهد معياري من بين الخلايا الممكن تكوينها من هذه الفلزات، ثم احسب  $E^\circ$  لهذه الخلية

**السؤال الخامس:** خلية غلفانية قطبها من الرصاص Pb والنحاس Cu ويحدث فيها التفاعل الآتي:



1- ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة قطب الرصاص Pb مع استمرار تشغيل الخلية؟

2- ماذا يحدث لتركيز أيونات النحاس  $\text{Cu}^{2+}$  ؟

**السؤال السادس:** الجدول التالي يمثل خلايا غلفانية لعدد من الفلزات الافتراضية (E, D, C, B, A) التي تكون على شكل أيونات ثنائية موجبة في مركباتها، ادرس المعلومات في الجدول ثم أجب عن الأسئلة

التي تليه:

رقم الخلية	قطب الخلية	المهبط	الجهد المعياري
1	B / A	A	1.1
2	B / C	C	2
3	C / D	D	0.25
4	E / B	B	2.5

1- أي الفلزات له أعلى جهد اختزال E أم A ؟

2- ما العامل المؤكسد الأقوى ؟

3- هل يمكن تحريك نترات D بملعقة من A ؟

4- حدد حركة الإلكترونات في الخلية الغلفانية التي قطبها (A و C) عبر الأسلاك

5- هل تستطيع أيونات  $\text{A}^{2+}$  أكسدة العنصر B ؟

**السؤال السابع:** مستعيناً بجدول جهود الاختزال المعيارية، بيّن ما نواتج التحليل الكهربائي التي تنتج عند الأقطاب لكل من:

1- محلول كبريتات الزنك  $ZnSO_4$

2- محلول فلوريد البوتاسيوم  $KF$

3- مصهور هيدريد الصوديوم  $NaH$

**السؤال الثامن:** الجدول الآتي يبين قيم جهود الاختزال المعيارية لعدد من الأقطاب، ادرسه جيداً ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

نصف تفاعل الاختزال	$E^0 (V)$
$Ag^+ + e^- \rightleftharpoons Ag$	0.80
$Co^{+2} + 2e^- \rightleftharpoons Co$	-0.28
$K^+ + e^- \rightleftharpoons K$	-2.92
$2H_2O + 2e^- \rightleftharpoons 2OH^- + H_2$	-0.83

1- حدد العامل المختزل الأقوى

2- أي الفلزات يستطيع تحرير الهيدروجين من محاليله الحمضية المخففة؟

3- هل يمكن تحضير عنصر الكوبلت  $Co$  من محاليل أملاحه باستخدام التحليل الكهربائي؟

4- احسب  $E^0$  للخلية الغلفانية المكونة من  $Ag$  و  $Co$

## الإثراء والتوسع

### إعادة تدوير البطاريات Recycling Batteries

تُستخدم البطاريات لتزويد أجهزة مختلفة بالطاقة، تشمل السيارات والهواتف وأجهزة الحاسوب وغيرها، وعندما تنفذ البطارية أو تتلف 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 عدة مراحل، هي:



التجميع: وهي تجميع بطاريات الرصاص المُستخدمة، وغالباً ما يتم ذلك لدى باعة البطاريات؛ حيث تجمعها الشركات التي تُعيد تدويرها. التفسير: إذ تُفكك 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، يلي ذلك بدء كل مادة برحلة تدوير خاصة بها؛ إذ تُغسل القطع البلاستيكية وتُجفف ثم تُرسل إلى وحدة تدوير البلاستيك؛ حيث تُصهر وتُشكل 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 من على سطح مصهور الرصاص الشوائب المعروفة باسم الحَبث، وتترك السوائل لتبرد وتتصلب، ثم تُرسل إلى الشركات المُصنعة للبطاريات؛ حيث تُستخدم في إنتاج ألواح جديدة من الرصاص وأكسيد الرصاص.

أما حمض الكبريتيك، وهو المكون السائل في البطارية، فيجري التعامل معه بطريقتين، أولاهما: مفاعلة الحمض مع مركب كيميائي قاعدي، فينتج ملح وماء، ثم يجري تجميع المياه الناتجة ومعالجتها والتأكد من مطابقتها لمواصفات المياه والتخلص منها في شبكة الصرف الصحي، أما الطريقة الثانية فيجري فيها تحويل الحمض إلى كبريتات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ، ثم استخدامه في صناعة منظفات الغسيل والزجاج والمنسوجات.



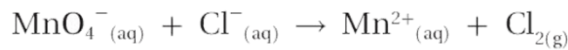
1. أقرن بين الخلية الجلفانية وخلية التحليل الكهربائي، من حيث:

- أ - تحويلات الطاقة في كل منهما.
- ب - شحنة كل من المصعد والمهبط.
- ج - تلقائية تفاعل التأكسد والاختزال.
- د - إشارة جهد الخلية المعياري  $E^{\circ}_{\text{cell}}$ .

2. أفسر:

- أ - يُخلط أكسيد الألمنيوم  $\text{Al}_2\text{O}_3$  بالكربوليت خلال عملية استخلاص الألمنيوم بطريق هول - هيروليت.
- ب - تفقد بطارية السيارة صلاحيتها بعد بضع سنوات من استخدامها، رغم إمكانية إعادة شحنها نظرياً عدداً لا نهائياً من المرات.

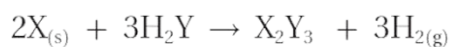
3. تمثل المعادلة الكيميائية الآتية تفاعل تأكسد واختزال، أدرسه جيّداً، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



- أ - أكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال.
- ب - أكتب معادلة التفاعل الكلي الموزونة.
- ج - هل يحدث هذا التفاعل تلقائياً؟ (أستعين بجدول جهود الاختزال المعيارية)



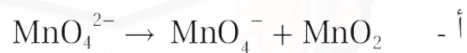
4. أدرس معادلة التفاعل الكيميائي، التي تتضمن رموزاً افتراضية للفلز X واللافلز Y وعنصر الهيدروجين، ثم أجب عن الأسئلة التي تليها:



- أ - أحدد التغير في عدد تأكسد X .
- ب - أحدد التغير في عدد تأكسد Y .
- ج - أحدد العامل المؤكسد.

5. أوازن معادلات التأكسد والاختزال الآتية بطريقة نصف التفاعل، وأحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل:

(وسط قاعدي)



(وسط حمضي)



Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات

6. خلية جلفانية مكونة من نصف خلية الرصاص  $Pb^{2+}|Pb$  ونصف خلية الكروم  $Cr^{3+}|Cr$ . إذا عُلِمْتُ أَنَّ تركيز أيونات  $Cr^{3+}$  يزداد عند تشغيل الخلية، فأُجِبْ عَمَّا يَأْتِي:
- أ - أ حَدِّدْ المصعد والمهبط في الخلية الجلفانية.
- ب - أ تَوَقَّع التغير على كتلة قطب الرصاص مع استمرار تشغيل الخلية.
- ج - أ كْتُبْ معادلة موزونة تمثل التفاعل الكلي الذي يحدث في الخلية.
- د - أ حَسِبْ، مُستعيناً بجدول جهود الاختزال المعيارية، جهد الخلية المعياري ( $E_{cell}^{\circ}$ ).

نصف تفاعل الاختزال	$E^{\circ}   V$
$A^{+}_{(aq)} + e^{-} \rightleftharpoons A_{(s)}$	0.80
$B^{3+}_{(aq)} + 3e^{-} \rightleftharpoons B_{(s)}$	1.66
$C^{3+}_{(aq)} + 3e^{-} \rightleftharpoons C_{(s)}$	1.5
$D^{+}_{(aq)} + e^{-} \rightleftharpoons D_{(s)}$	2.71
$M^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightleftharpoons M_{(s)}$	0.28

7. يبيِّن الجدول المجاور القيم المطلقة لجهود الاختزال المعيارية  $E^{\circ}$  للعناصر (A, B, C, D, M). إذا عُلِمْتُ أَنَّ 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، فأُجِبْ -مُستعيناً بالمعلومات السابقة- عن الأسئلة الآتية:
- أ - أ كْتُبْ إشارة قيم جهود الاختزال المعيارية  $E^{\circ}$  للعناصر A, B, C, D, M.

- ب - أ سْتَنْجِ. ما العنصر الذي يمكن استخدامه وعاء مصنع منه لحفظ محلول يحتوي على أيونات  $A^{+}$ ؟
- ج - أ سْتَنْجِ. ما العامل المؤكسد الذي يؤكسد D ولا يؤكسد M؟

المعادلة	المعلومات
$\text{Ca} + \text{Cd}^{2+} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{Cd}$	تفاعل تلقائي
$2\text{Br}^- + \text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{Br}_2 + \text{Sn}$	تفاعل غير تلقائي
$\text{Cd} + \text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{Cd}^{2+} + \text{Sn}$	تفاعل تلقائي

8. أدرسُ المعادلاتِ والمعلوماتِ المبينة في الجدول؛ ثمَّ أجبْ

عنِ الأسئلة التي تليها:

أ - أحددُ أقوى عامل مؤكسد.

ب - أرّتبُ العواملَ المختزلة تصاعدياً حسب قوتها.

ج- أستنتج. هل تؤكسد أيونات الكاديوم  $\text{Cd}^{2+}$  أيونات البروم  $\text{Br}^-$ ؟

د - أقارن. ما العنصران اللذان يكونان خلية جلفانية لها أعلى جهد خلية معياري؟

9. خلية تحليل كهربائي تحتوي على محلول بروميد الليثيوم  $\text{LiBr}$ . بالرجوع إلى جدول جهود الاختزال المعيارية،

أجبْ عنِ الأسئلة الآتية:

أ - أكتبُ 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؟

Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات

10. عند استخدام آلة تصوير ذات بطارية قابلة لإعادة الشحن، أجبْ عنِ الأسئلة الآتية :

أ. أقارن تحولات الطاقة خلال عمليتي الاستخدام والشحن.

ب. أفسّر. تعمل هذه البطارية كخلية جلفانية وخلية تحليل كهربائي.

11. أدرس المعلومات الآتية المتعلقة بالفلزات ذات الرموز الافتراضية الآتية:  $C, Z, B, X, A, Y$ ، ثم أجب عن الأسئلة التي تليها:

أ - الفلز  $A$  يختزل 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 القطرة الملحية باتجاه نصف خلية  $C$ .

د - يمكن استخلاص الفلز  $Z$  من محاليل أملاحه باستخدام الفلز  $B$ .

(1) أستنتج اتجاه حركة الإلكترونات في الخلية المكونة من القطبين  $C, X$ .

(2) أستنتج القطب الذي تزداد كتلته في الخلية المكونة من القطبين  $A, B$ .

(3) أقارن. ما القطبان اللذين يُشكّلان خلية جلفانية لها أعلى جهد خلية معياري؟

(4) أتبنا. هل يمكن تحضير الفلز  $Z$  بالتحليل الكهربائي لمحلول  $ZNO_3$ ؟ أفسر إجابتي.

(5) أستنتج. هل يتفاعل الفلز  $A$  مع محلول حمض الهيدروكلوريك وينطلق غاز الهيدروجين؟ أفسر إجابتي.

(6) أتبنا. هل يمكن تحريك محلول نترات الفلز  $Y(NO_3)_2$  بمعلقة من الفلز  $B$ ؟

Teacher Abd Alhameed Aldghaimat  
الأستاذ عبد الحميد الدغيمات

12. استُخدمت أنصاف الخلايا المعيارية للفِلِزَّات ذات الرُّموز الافتراضية الآتية:

المُصعد	$E_{\text{cell}}^{\circ}$ 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

مع نصف خلية الفِلِزِّ E المعيارية لتكوين خلايا جلفانية، وكانت النتائج كما في الجدول الآتي. أدْرُسْهُ جيِّداً، ثمَّ أجبْ عن الأسئلة الآتية:

- أ - أُرْتُبُ الفِلِزَّاتِ متضمِّنةً الفِلِزَّ E حَسَبَ قُوَّتِها كعوامل مختزلة.
- ب - أحسبُ جهدَ الخلية المعيارية  $E_{\text{cell}}^{\circ}$  للخلية المكوَّنة من الفِلِزَّين T, R.
- ج - أقرن. ما الفِلِزَّان اللذان يُشكِّلان خلية جلفانية لها أعلى جهد خلية معياري؟
- د - أستنتج. هل يمكنُ حفظُ محلول أحد أملاح الفِلِزِّ D في وعاء من الفِلِزِّ R؟ أفسِّرْ إجابتي.

13. اختارُ الإجابة الصحيحة لكلِّ فقرة من الفقرات الآتية:

1. المادة التي اختزلت في التفاعل الآتي:  $\text{TiO}_2 + 2\text{Cl}_2 + \text{C} \rightarrow \text{TiCl}_4 + \text{CO}_2$  هي:
  - أ . C
  - ب .  $\text{Cl}_2$
  - ج .  $\text{TiO}_2$
  - د .  $\text{TiCl}_4$
2. عددُ تأكسد البورون B في المركَّب  $\text{NaBH}_4$  يساوي:
  - أ . +3
  - ب . +5
  - ج . -5
  - د . -3

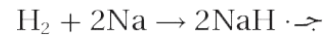
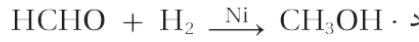
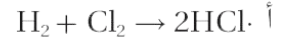
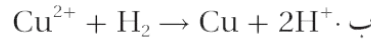
3. إحدى العبارات الآتية صحيحة:

- أ . العامل المختزلُ يكتسب إلكترونات في التفاعل الكيميائي.
- ب . العامل المؤكسدُ يفقد إلكترونات في التفاعل الكيميائي.
- ج . تحتوي جميعُ تفاعلات التأكسد والاختزال على عامل مؤكسد وعامل مختزل.
- د . يحتوي تفاعلُ التأكسد والاختزال على عامل مؤكسد وعامل مختزل فقط.

4. العبارة الصحيحة في معادلة التفاعل الموزونة الآتية:  $\text{IO}_3^- (\text{aq}) + 5\text{I}^- (\text{aq}) + 6\text{H}^+ (\text{aq}) \rightarrow 3\text{I}_2 (\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O} (\text{l})$  هي:

- أ . عددُ تأكسد اليود في  $\text{IO}_3^-$  يساوي +7.
- ب . العامل المؤكسد في التفاعل هو  $\text{I}^-$ .
- ج . يُعدُّ التفاعلُ تأكسداً واختزالاً ذاتياً.
- د . تأكسدت ذرَّات اليود (أو أيوناته) واختزلت في التفاعل.

5. التفاعل الذي يسلك فيه الهيدروجين كعامل مؤكسد هو:



6. مقدار التغير في عدد تأكسد ذرة الكربون (C)، عند تحول الأيون  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  إلى جزيء  $\text{CO}_2$  هي:

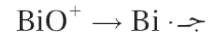
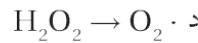
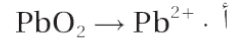
د. 4

ج. 2

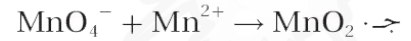
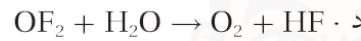
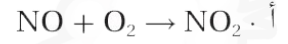
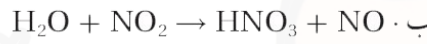
ب. 1

أ. 0

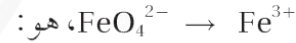
7. أحد التغيرات الآتية يحتاج إلى عامل مؤكسد:



8. أحد التفاعلات غير الموزونة الآتية يمثل تفاعل تأكسد واختزال ذاتي:



9. عدد مولات الإلكترونات اللازمة لموازنة نصف التفاعل الآتي في وسط حمضي:



د. 1

ج. 3

ب. 4

أ. 2

10. عدد مولات أيونات الهيدروكسيد  $\text{OH}^-$  اللازم إضافتها إلى طرفي المعادلة لموازنة التفاعل الآتي في وسط قاعدي:



11. إذا كان التفاعل الآتي يحدث في إحدى الخلايا الجلفانية  $\text{A} + \text{B}^{2+} \rightarrow \text{A}^{2+} + \text{B}$ ، فإن:

ب. كتلة القطب A تزداد

أ. القطب السالب هو B

د. الإلكترونات تتحرك من القطب B إلى القطب A

ج. تركيز أيونات  $\text{A}^{2+}$  يزداد

قطب الخلية	القطب الذي يُسَكَّلُهُ الفِلِزَّ X	$E^\circ_{\text{cell}} \text{ V}$
M-X	مِهْبَط	0.78
X-N	مِصْعَد	0.15
X-L	مِصْعَد	0.74

• يتضمَّن الجدول المجاور ثلاث خلايا جلفانية يُشكِّل الفِلِزَّ X أحد أقطابها مع أحد الفِلِزَّات ذات الرموز الافتراضية M، N، L ومعلومات عنها. أدرسه جيِّداً، ثمَّ أجب عن الأسئلة 12 و 13 و 14.

12. أرَّتب الفِلِزَّات M، N، L، X حسب قوتها كعوامل مختزلة:

ب.  $\text{M} > \text{X} > \text{N} > \text{L}$

أ.  $\text{X} > \text{L} > \text{N} > \text{M}$

د.  $\text{L} > \text{N} > \text{X} > \text{M}$

ج.  $\text{M} > \text{N} > \text{L} > \text{X}$



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 أيٍّ من الفلزّات الثلاثة المتبقية، هو:

- أ . X      ب . L      ج . N      د . M

15. الفلز الذي يوفّر لجسر حديدي أفضل حماية مِهْبِطِيَّة من التآكل:

- أ . Au      ب . Sn      ج . Mg      د . Cu

نصف تفاعل الاختزال	$E^{\circ} \text{ V}$
$\text{Ag}^+ + e^- \rightleftharpoons \text{Ag}$	0.80
$\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Cu}$	0.34
$\text{Zn}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Zn}$	-0.76
$2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightleftharpoons \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	-0.83
$\text{Br}_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2\text{Br}^-$	1.07

• أدرُسُ الجدولَ المجاور، الذي يتضمَّنُ بعضُ أنصاف تفاعلات الاختزال المعيارية وجهودها، وأستخدمُهُ للإجابة عن الأسئلة 16 و 17.

16. عند التحليل الكهربائي لمحلول بروميد الخارصين، فإنَّ الناتج عند المِهْبِط هو:

- أ . Zn      ب .  $\text{H}_2$   
ج .  $\text{Cl}_2$       د .  $\text{OH}^-$

17. عند التحليل الكهربائي لمحلول يحتوي على الأيونات  $\text{Ag}^+$ ،  $\text{Zn}^{2+}$ ،  $\text{Cu}^{2+}$ ، فإنَّ ذرَّاتها تبدأ بالترسُّب عند المِهْبِط حسب الترتيب الآتي:

- أ . Zn, Ag, Cu      ب . Cu, Ag, Zn      ج . Ag, Cu, Zn      د . Ag, Zn, Cu

18. عندما يعادُ شحن بطَّارية قابلة لإعادة الشحن تعملُ الخلية كخلية:

- أ . حمضية      ب . قلوية      ج . جلفانية      د . تحليل كهربائي

19. جميعُ العبارات الآتية صحيحة، بالنسبة إلى الخلية الجلفانية  $\text{Ba}|\text{Ba}^{2+}||\text{Ni}^{2+}|\text{Ni}$ ، ما عدا:

- أ .  $\text{Ni}^{2+}$  أقوى عامل مؤكسد      ب - Ba أقوى عامل مختزل  
ج . تزداد كتلة القطب Ni      د .  $\text{Ba}|\text{Ba}^{2+}$  تمثلُ نصف خلية الاختزال

20. العبارة الخاطئة من العبارات الآتية التي تصفُ ما يحدثُ في بطَّارية أيون الليثيوم خلالَ عملية شحن البطَّارية، هي:

- أ . تتأكسدُ أيونات الكوبلت  $\text{Co}^{3+}$  إلى  $\text{Co}^{4+}$ .      ب . يمثلُ أكسيد الكوبلت  $\text{CoO}_2$  قطب المِهْبِط في أثناء الشحن.  
ج . تختزلُ أيونات الليثيوم  $\text{Li}^+$ .      د . تتحرَّكُ أيونات الليثيوم  $\text{Li}^+$  باتجاه نصف خلية الجرافيت.



١٦- يسلك الأكسجين كعامل:

- (أ) مؤكسد عند تفاعله مع الكلور  
(ب) مختزل عند تفاعله مع الهيدروجين  
(ج) مؤكسد عند تفاعله مع الفلور  
(د) مختزل عند تفاعله مع المغنيسيوم

الصفحة الثالثة / ن (١)

• لديك الفلزات  $Mg, Ni, Cr, Cd$  وجميعها تكون على شكل أيونات ثنائية موجبة في مركباتها، فإذا علمت أنه:

- يمكن تحريك محلول  $MgSO_4$  بملعقة مصنوعة من الفلزات  $(Cd, Cr, Ni)$ .
- يمكن تحريك محلول  $CdSO_4$  بملعقة من النيكل  $Ni$  ولا يمكن تحريكه بملعقة مصنوعة من الكروم  $Cr$ .
- يتحرر غاز الهيدروجين عند تفاعل الفلزات  $Mg, Ni, Cr, Cd$  مع حمض الهيدروكلوريك المخفف  $HCl$ .

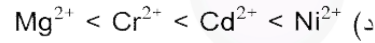
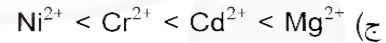
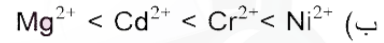
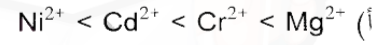
فادرس المعلومات أعلاه، ثم أجب عن الفقرات (١٧، ١٨، ١٩)

١٧- الفلزان اللذان يكوّنان خلية غلفانية لها أعلى جهد معياري، هما:

- (أ)  $Ni/Cd$  (ب)  $Ni/Mg$  (ج)  $Cr/Mg$  (د)  $Cr/Cd$
- ١٨- العنصر الذي يستطيع اختزال أيونات  $Cr^{2+}$  هو:

- (أ)  $Cd$  (ب)  $H_2$  (ج)  $Mg$  (د)  $Cr$

١٩- الترتيب الصحيح لأيونات الفلزات تبعاً لقوتها بصفتها عوامل مؤكسدة هي:



٢٠- عدد تأكسد جميع ذرات عناصر المجموعة السابعة (الهالوجينات) يساوي:

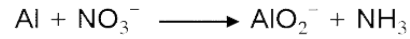
(أ)  $(-1)$  في جميع مركباتها

(ب)  $(+1)$  في مركباتها الأيونية

(ج)  $(+1)$  في مركباتها التي تحتوي على الأكسجين

(د)  $(-1)$  في مركباتها الأيونية

٢١- عدد مولات  $OH^-$  اللازم إضافتها إلى طرفي المعادلة الآتية لموازنتها في وسط قاعدي يساوي:



- (أ) ٣ (ب) ٤ (ج) ٥ (د) ٦

٢٢- يتصاعد غاز الهيدروجين عند أحد أقطاب خلية غلفانية مكوّنة من قطب الهيدروجين المعياري وقطب الفلز (X).

فإن العبارة الصحيحة المتعلقة بهذه الخلية، هي:

(أ) يمكن حفظ حمض  $HCl$  في وعاء من فلز X

(ب) ينحرف مؤشر الفولتميتر باتجاه قطب X

(ج) قيمة جهد الخلية المعياري  $E^\circ$  سالبة

(د) عامل مختزل أقوى من الهيدروجين

يتبع الصفحة الرابعة ....

الصفحة الرابعة / ن (١)

- بناءً على المعلومات الواردة في الجدول المجاور، أجب عن الفقرات (٢٣، ٢٤، ٢٥) علمًا بأن ( جهد الاختزال المعياري للهيدروجين يساوي صفرًا ).

المتوقع (فولت)	قيم $E^\circ$ للتفاعل
$A^{2+} + B \longrightarrow B^{2+} + A$	$+0.27$
$C^{2+} + A \longrightarrow A^{2+} + C$	$+0.98$
$2H^+ + C \longrightarrow C^{2+} + H_2$	$-0.85$

٢٣- قيمة الجهد المعياري ( $E^\circ$  فولت) لخلية غلفانية قطباها

( B/C ) تساوي:

(أ)  $+0.89$  (ب)  $+0.45$

(ج)  $+1.25$  (د)  $+0.125$

٢٤- العامل المختزل الأضعف هو:

(أ) A (ب) B (ج) C (د)  $H_2$

٢٥- إذا علمت أن قيمة جهد اختزال  $Y^{2+} = (-0.23)$  فولت فإن الفلز Y يكون مهبطاً في خلية غلفانية قطباها:

(أ) Y / A (ب) Y / B (ج) Y / C (د) Y /  $H_2$

أصحاب الهمم  
هم من يصلون  
فالراحة والخمول  
لا يتبين به أهداف





أسطورة

# الحيان

في الكيمياء

لم يكن النجاح يوقاً سهل المنال  
فعليك أن تمزج الصبر والتطويع  
والتصحيح والتخطيط والتنظيم  
في وعاء الإصرار والهمة والعزيمة  
فهذا التفاعل يجعل مردودك  
عالٍ للغاية، لتصل إلى هدفك

طريقك نحو...

# القفة

