



المجتهد في الكيمياء

الوحدة الثانية
الكيمياء الكهربائية

الأستاذ
أنس القدومي

00962 795 059 831

YouTube Facebook TikTok Instagram
@أنس القدومي

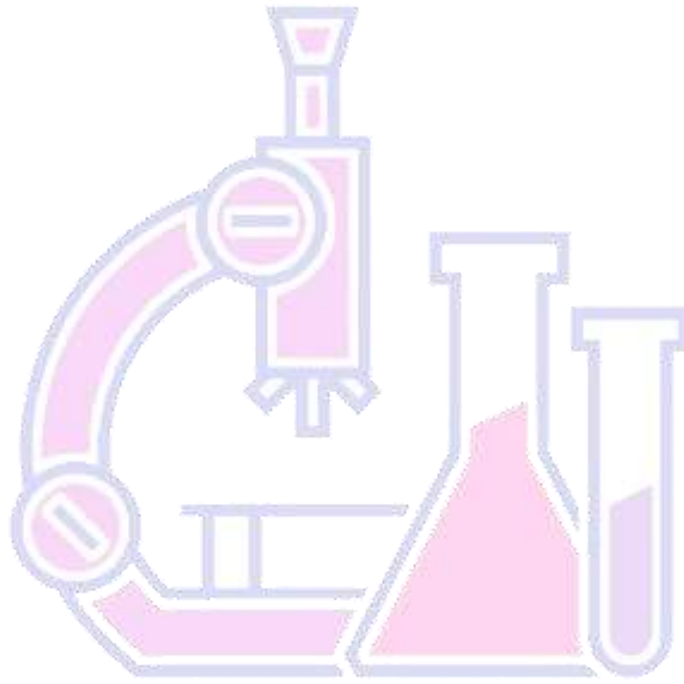
توجيهي

الوحدة الثانية (2): الكيمياء الكهربائية

- التجربة الاستهلاكية: تفاعل بعض الفلزات مع HCl
- الدرس الأول: التأكسد والاختزال
- الدرس الثاني: الخلايا الجلفانية
- الدرس الثالث: خلايا التحليل الكهربائي
- الإثراء والتوسع: إعادة تدوير البطاريات
- مراجعة الوحدة

إعداد:

أ. أنس القدومي



المجتهد في الكيمياء أ. أنس القدومي

المقدمة:

المجتهد في الكيمياء

الوحدة الثانية: الكيمياء الكهربائية

المحتويات

- شرح مفصل لمادة الكيمياء لصف الثاني ثانوي العلمي.
- أسئلة متنوعة وشاملة للمادة لكل درس لوحدة.
- إجابة أسئلة الكتاب كل درس لوحده وإجابة أسئلة الوحدة.
- أسئلة متنوعة للاختبار الذاتي للطالب، وإجاباتها لتحقيق

**** نعتز بكم وبكم نتميز صناع المستقبل ****

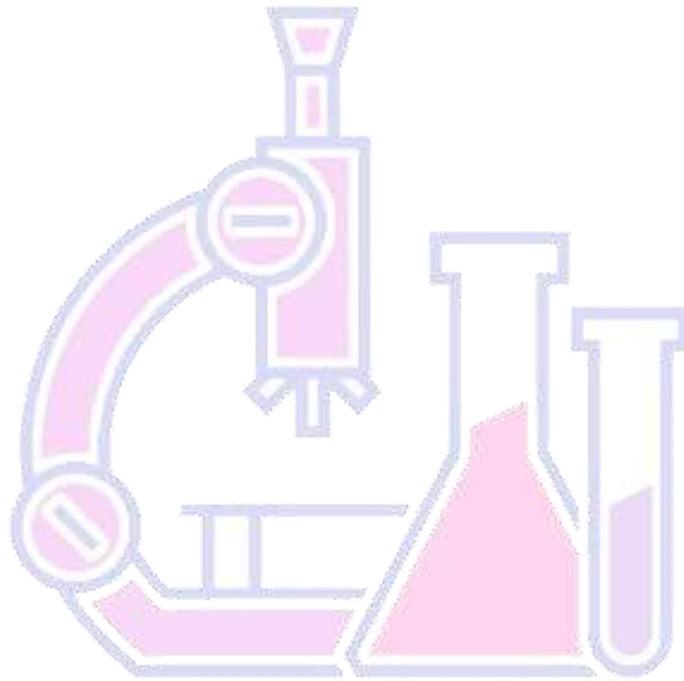


يمكن تحميلها إلكترونياً من موقع منصة أساس التعليمية WWW.ASAS4EDU.COM
أو يمكن تحميلها على صيغة PDF من مجموعة المجتهد في الكيمياء على الفيس بوك.

المجتهد في الكيمياء
أ. أنس القدومي

إعداد:

أ. أنس القدومي



المجتهد في الكيمياء

أ. أنس القدومي

• الدرس الأول: التأكسد و الاختزال

مفهوم التأكسد والاختزال

تهتم **الكيمياء الكهربائية** كأحد فروع الكيمياء بدراسة التحولات بين الطاقة الكيميائية والكهربائية الناتجة عن تفاعلات التأكسد والاختزال والتطبيقات العملية المرتبطة بها.

وتعدّ **تفاعلات التأكسد والاختزال** من التفاعلات الكيميائية المهمة التي تحدث في بعض العمليات الحيوية، كالببناء الضوئي والتنفس وتحرير الطاقة من الغذاء اللازم لأداء الكائن الحي أنشطته المختلفة.

وتحصل وسائل النقل على الطاقة اللازمة لتسييرها بحرق الوقود عن طريق تفاعلات تأكسد واختزال أيضاً، وينتج صدأ الحديد عن تفاعلات تأكسد واختزال تحدث عند تعرّض الحديد للهواء الجوي الرطب، فما المقصود بالتأكسد والاختزال؟ وكيف تُحدّد المادة التي تأكسدت والمادة التي اختزلت في التفاعل؟ وكيف تُوازن معادلات التأكسد والاختزال بطريقة نصف التفاعل؟ هذا ما سيجري تعرّفه في هذا الدرس.

استخدم الكيميائيون القدامى مصطلح التأكسد لوصف تفاعل المادة مع الأكسجين، ومصطلح الاختزال لوصف نزع الأكسجين من المادة، كما يوضّح التفاعل الآتي:



فالكربون تأكسد لأنه ارتبط بالأكسجين، أمّا الاختزال فقد حدث عند نزع الأكسجين من أكسيد الحديد ومع مرور الوقت، تطوّر مفهوم التأكسد والاختزال ليشمل تفاعلات أخرى لا تتضمن التفاعل مع الأكسجين، فعُرف **التأكسد**

بأنه **فقدُ المادة للإلكترونات خلال التفاعل الكيميائي**

أمّا **الاختزال**

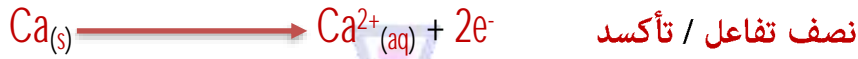
فهو **كسبُ المادة للإلكترونات خلال التفاعل الكيميائي**

وتعدّ **عمليتا التأكسد والاختزال متلازمتين** تحدث إحداها مع حدوث الأخرى، ويسمّى التفاعل الذي تحدث فيه عمليتا التأكسد والاختزال معاً تفاعلَ تأكسد واختزال فمثلاً، يتفاعل الكالسيوم مع غاز الكلور حسب المعادلة:



😊 لاحظ أن:-

كل من الكالسيوم والكلور في المواد المتفاعلة متعادلا الشحنة، وأن مركب كلوريد الكالسيوم الناتج (CaCl_2) مركب أيوني تكون من اتحاد أيون الكالسيوم الموجب (Ca^{2+}) وأيون الكلوريد السالب (2Cl^-)، اللذين تكونا نتيجة تأكسد ذرة الكالسيوم بفقد إلكترونين واختزال جزيء الكلور بحيث تكسب كل ذرة منه إلكترونًا واحدًا ولتوضيح 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 يأتي:



😊 لاحظ أن:-

- في تفاعل التأكسد والاختزال أن عدد الإلكترونات المفقودة خلال عملية التأكسد يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة خلال عملية الاختزال
- يجب الانتباه إلى أن عمليتي التأكسد والاختزال مترافقتان، حيث لا يمكن حدوث أي عملية دون حدوث العملية الأخرى
- (e^-) لا تظهر في التفاعل الكلي

سؤال: أحدد الذرات أو الأيونات التي تأكسدت أو اختزلت في التفاعلات الآتية



الإجابة:

ذرات (Br) اختزلت وأيونات (I^-) تأكسدتذرات (O) اختزلت وذرات (C) تأكسدت

سؤال: فسر إن عمليتي التأكسد والاختزال عمليات مترافقة ؟

الإجابة:

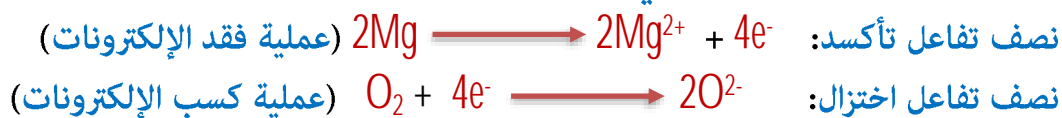
من مفهوم التأكسد هو عملية فقد إلكترونات خلال التفاعل الكيميائي فيجب توفر مادة تكسب هذا الإلكترون أي يحدث لها اختزال .

سؤال: في التفاعل التالي: $2\text{Mg} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{Mg}^{2+} + 2\text{O}^{2-}$ أكتب نصف تفاعل التأكسد

ونصف تفاعل الاختزال :

الإجابة:

يمكن كتابة أنصاف التفاعل كما يلي:



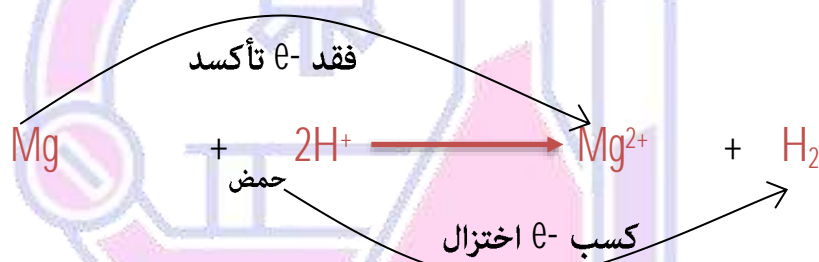
ومن الأمثلة على تفاعلات التأكسد والاختزال تفاعل الفلزات مع الحموض كما يلي:

سؤال: حدد أي الذرات أو الأيونات التي تأكسدت وأيها اختزلت واكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال.



الإجابة:

تتفاعل الفلزات النشطة مثل (Mg) مع محاليل الحموض المخففة وينطلق غاز الهيدروجين وفق المعادلة الآتية:



ذرات (Mg) تأكسدت وأيونات (H⁺) اختزلت.



سؤال: يتفاعل الكلور مع الصوديوم لإنتاج كلوريد الصوديوم حسب المعادلة الآتية



(أ) حدد ذرة العنصر التي تأكسدت وذرة العنصر التي اختزلت في التفاعل

(ب) اكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال في التفاعل

الإجابة:

(أ) ذرات (Na) تأكسدت وجزيء (Cl₂) اختزل.



(ب) - نصف تفاعل تأكسد



- نصف تفاعل اختزال

سؤال: حدد الذرة التي تأكسدت والذرة التي اختزلت في التفاعل التالي موضحاً إجابتك من خلال كتابة أنصاف التفاعلات:



الإجابة:

ذرات (Ag) اختزلت وذرات تأكسدت (Cu)



- نصف تفاعل تأكسد



- نصف تفاعل اختزال



عدد التأكسد

تعريف أعداد التأكسد

يعتمد تعريف عدد التأكسد على نوع المركب، فيما إذا كان مركباً أيونياً أم مركباً جزيئياً، حيث في **المركبات الأيونية** فإن مفهوم عدد التأكسد هو: الشحنة الفعلية لأيون الذرة.

وفي مثل هذه المركبات يكون قد انتقل الإلكترون من عنصر لعنصر آخر أحدهما فقد الكترون وتأكد والأخر كسب الإلكترون واختزل ونلاحظها بارتباط الفلزات بالفلزات

أما في **المركبات الجزيئية** فإن مفهوم عدد التأكسد هو: الشحنة التي ستكسبها الذرة فيما لو انتقلت إلكترونات الرابطة كلياً إلى الذرة التي لها أعلى سالبة كهرومائية.

قواعد حساب أعداد التأكسد

- عدد تأكسد ذرة العنصر الحر يساوي صفراً، سواء وُجدَ على شكل ذرات أو جزيئات...
- عدد تأكسد كل من ($\text{Na}_{(s)}$ ، $\text{Al}_{(s)}$ ، $\text{K}_{(s)}$) وهي الفلزات بحالتها الصلبة، وكل من ($\text{H}_{2(g)}$ ، $\text{O}_{2(g)}$ ، $\text{S}_{8(s)}$) وهي تمثل اللافلزات بحالتها الطبيعية (مثل الغازات) **يساوي صفر**
- عدد تأكسد الأيون البسيط (الأيون المكون من ذرة واحدة) **يساوي شحنة الأيون**.
عدد تأكسد (Na^+) = $1+$ ، عدد تأكسد (O^{2-}) = $2-$ ، عدد تأكسد (Cl^-) = $1-$ ، عدد تأكسد (Al^{3+}) = $3+$
- عدد تأكسد عناصر المجموعة الأولى IA وعناصر المجموعة الثانية IIA وعنصر الألمنيوم في جميع مركباتها **يساوي $1+$ ، $2+$ ، $3+$ على الترتيب**.
عناصر المجموعة الأولى (Li^+ ، Na^+ ، K^+ ، Cs^+) وعناصر المجموعة الثانية (Be^{2+} ، Ca^{2+} ، Mg^{2+} ، Ba^{2+}) مثل (Na_2O - CaCl_2 - AlBr_3) عدد تأكسد (Na و Ca و Al) هي $1+$ ، $2+$ ، $3+$ على الترتيب
- عدد تأكسد الهيدروجين **يساوي $1+$** في معظم مركباته، ما عدا هيدريد الفلز وهي (المجموعة الأولى H-) أو (المجموعة الثانية H-) فيكون عدد تأكسده **يساوي $1-$**
عدد تأكسد الهيدروجين في كل من (H_2O . NH_3 . HNO_3 . H_2SO_4) = $(1+)$
عدد تأكسد الهيدروجين في كل من (AlH_3 . BaH_2 . NaH) = $(1-)$
- عدد تأكسد الأكسجين في مركباته **يساوي $2-$** عدا فوق الأكاسيد **يساوي $1-$** ومع الفلور (F) **يساوي $2+$**

عدد تأكسد الأكسجين في المركب $(F_2O) = (2+)$

عدد تأكسد الأكسجين في كل من $(H_2SO_4, HNO_3, H_2O) = (2-)$

عدد تأكسد الأكسجين في كل من $(Na_2O_2, K_2O_2, Li_2O_2, H_2O_2, MgO_2) = (1-)$

- عدد تأكسد الفلور F يساوي (-1) وعدد تأكسد الهالوجينات (I-Br-Cl) يساوي (-1) في معظم مركباتها ما عدا إذا ارتبطت بالفلور أو بالأكسجين يكون لها عدد تأكسد موجب.

عدد تأكسد (Cl) في $(NaCl) = (1-)$ عدد تأكسد (F) في $(MgF_2) = (1-)$

عدد تأكسد (Br) في $(BrF) = (1+)$ عدد تأكسد (I) في $(IO_3^-) = (5+)$

- مجموع أعداد التأكسد لجميع الذرات في المركب المتعادل يساوي صفر.

مجموع أعداد التأكسد في كل من المركبات التالية يساوي صفر $(MgO_2, H_2O_2, H_2SO_4, HNO_3, H_2O)$

- مجموع أعداد التأكسد لجميع ذرات العناصر المكوّنة لأيون متعدّد الذرات يساوي شحنة هذا الأيون.

الصيغة الكيميائية	المجموعة الأيونية	عدد تأكسدها
OH^{1-}	الهيدروكسيد	1-
NO_3^{1-}	النترات	1-
CO_3^{2-}	الكربونات	2-
SO_4^{2-}	الكبريتات	2-
PO_4^{3-}	الفسفات	3-
NH_4^{+}	الأمونيوم	1+
$Cr_2O_7^{2-}$	الدايكرومات	2-
MnO_4^{1-}	البيرمنغنات	1-
CN^{1-}	سيانو	1-

وفيما يلي مثال يبين لنا كيف يمكن حساب أعداد التأكسد لعناصر مجهولة ليست من القواعد وكيفية حسابه.

ما عدد تأكسد As في (AsO_4^{3-})

شحنة المركب = مجموع أعداد التأكسد

$$(n_{\text{oxid As}} \times n_{\text{As atoms}}) + (n_{\text{oxid O}} \times n_{\text{O atoms}}) = -3$$

$$(y \times 1) + (2- \times 4) = -3$$

حيث أن (y) عدد تأكسد (As)

$$y = +5$$

سؤال: اختر رمز الإجابة الصحيح لكل فقرة مما يلي

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

- أ. (2-) ب. (2+) ج. (6+) د. (7-)

(2) عدد تأكسد الفسفور (P) في الصيغة الآتية $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

- أ. (2-) ب. (2+) ج. (4+) د. (5+)

(3) عدد تأكسد الكلور (Cl) في الصيغة الآتية (HClO_4)

- أ. (7+) ب. (6+) ج. (4+) د. (5+)

(4) عدد تأكسد الفسفور (Mn) في الصيغة الآتية (MnO_2)

- أ. (7+) ب. (6+) ج. (4+) د. (5+)

الإجابة:

الفرع	1	2	3	4
رمز الإجابة	ج	د	أ	ج

سؤال: ما عدد تأكسد الكبريت (S) في كل مما يأتي

(1) SO_2 (2) H_2S (3) SO_4^{2-} (4) Na_2SO_3 (5) $\text{S}_2\text{O}_4^{2-}$

الإجابة:

(1) 4+ (2) 2- (3) 6+ (4) 4+ (5) 3+

سؤال: أحسب عدد تأكسد كل ما خط تحته من العناصر في مركباته

(1) VO_3^- (2) Li_4C (3) P_2O_5 (4) KMnO_4

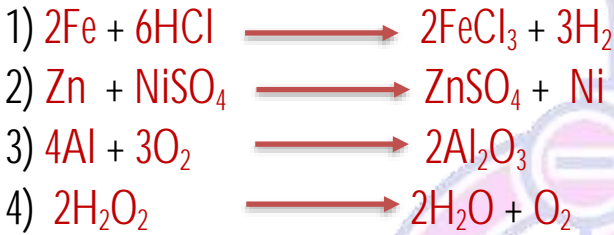
الإجابة:

(1) 5+ (2) 4- (3) 5+ (4) 7+

الاختبار الذاتي

سؤال (1): وضح المقصود بكل من:

(أ) عدد التأكسد للمركبات الأيونية. (ب) عدد التأكسد للمركبات الجزيئية.

سؤال (2): ما عدد تأكسد ما خط تحته في المركبات التالية :سؤال (3): أحسب عدد تأكسد كل عنصر من العناصر التالية الموجودة في التفاعل :سؤال (4): جد عداد التأكسد للعناصر التي خط تحتها في المركبات التالية :سؤال (5): أحسب عدد التأكسد لذرة العنصر الذي تحته خط في المركبات أو الأيونات الآتية:سؤال (6): وضح المقصود بكل من التأكسد والاختزالسؤال (7): فسر إن عمليتي التأكسد والاختزال عمليات مترافقة:

(أ) حدد الذرات أو الأيونات التي تأكسدت و التي حدث لها اختزال

(ب) اكتب نصف تفاعل التأكسد موزونًا.

(ج) اكتب نصف تفاعل الاختزال موزونًا.

سؤال (9): يتفاعل الحديد مع محلول كبريتات النحاس || حسب المعادلة:

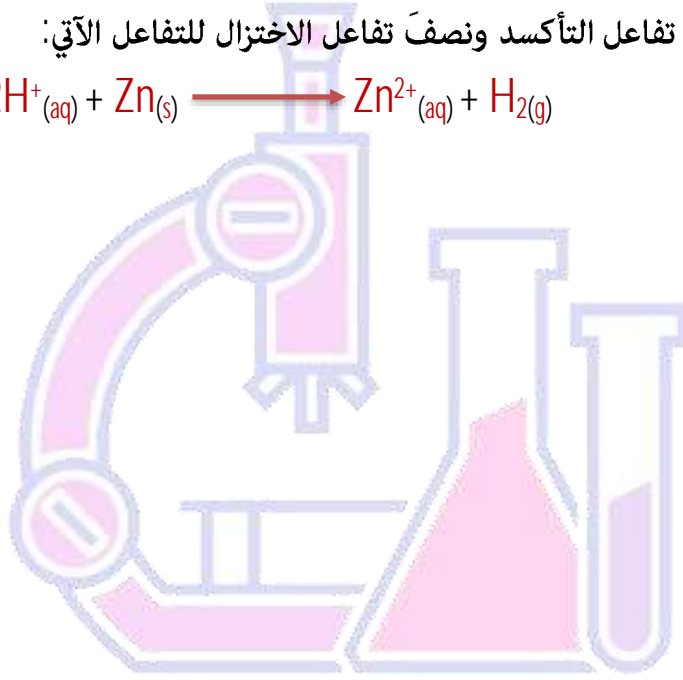


أحدّد ذرّة العنصر التي تأكسدت والأيون الذي اختزل في التفاعل، وأكتب أنصاف تفاعلات التأكسد والاختزال.

سؤال (10): أحدّد الذرّات أو الأيونات التي تأكسدت أو اختزلت في التفاعل الآتية:



سؤال (11): أكتب نصف تفاعل التأكسد ونصف تفاعل الاختزال للتفاعل الآتي:



المجتهد في الكيمياء
أ. أنس القدومي

الإجابات

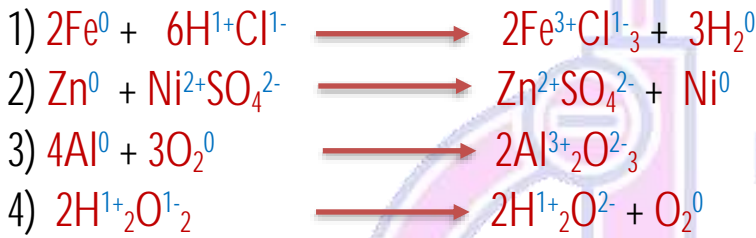
سؤال (1):

- أ) عدد التأكسد للمركبات الأيونية: الشحنة الفعلية لأيون الذرة
 ب) عدد التأكسد للمركبات الجزيئية: الشحنة التي تحملها الذرة المكونة للرابطة التساهمية فيما لو انتقلت إلكترونات الرابطة بشكل كامل للذرة الأعلى سالبة كهربائية

سؤال (2):

- أ) (6+) ب) (1+) ج) (2+)

سؤال (3):



سؤال (4):

- (3+) (1) (3-) (2)

سؤال (5):

- (7+) (1) (3+) (3) (7+) (2)

سؤال (6):

- (5+) (5) (3+) (6) (0) (7) (1-) (8)

سؤال (7):

التأكسد: بأنه فقدُ المادة للإلكترونات خلال التفاعل الكيميائي

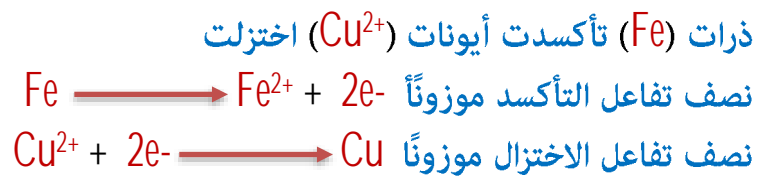
الاختزال: فهو كسبُ المادة للإلكترونات خلال التفاعل الكيميائي

سؤال (7): من مفهوم التأكسد هو عملية فقد إلكترونات خلال التفاعل الكيميائي فيجب توفر مادة تكسب هذا الإلكترون أي يحدث لها اختزال

سؤال (8):



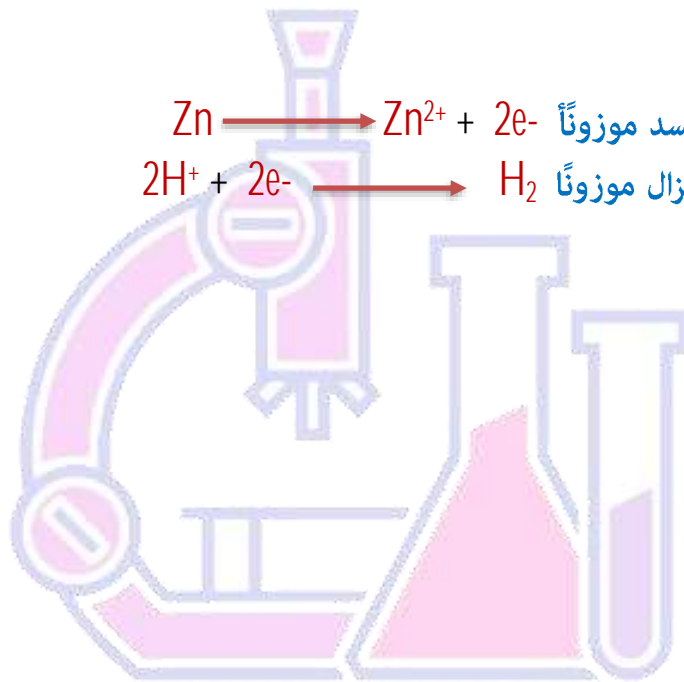
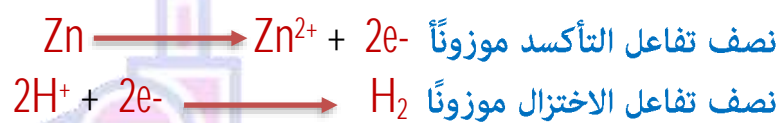
سؤال (9):



سؤال (10):

ذرات (C) تأكسدت وذرات (O) اختزلت

سؤال (11):



المجتهد في الكيمياء
أ. أنس القدومي

التأكسد والاختزال والتغير في أعداد التأكسد

من خلال دراستنا لعدد التأكسد، فإنه يمكن بسهولة تحديد الذرة التي تأكسدت والذرة التي اختزلت في التفاعل الكيميائي، حيث يمكن معرفة التغير في عدد التأكسد والتوصل إلى مفهوم بسيط يساعد في تحديد عمليتي التأكسد والاختزال كما يلي

التأكسد: الزيادة في عدد التأكسد أو عملية فقد الإلكترونات

الاختزال: النقصان في عدد التأكسد أو عملية كسب الإلكترونات

يمكن توضيح العلاقة بين التأكسد والاختزال وعدد التأكسد كما يلي



سؤال: في معادلة التفاعل الآتي، بين الذرات أو التي تأكسدت والتي اختزلت.



يلاحظ نقصان عدد التأكسد للفضة من (+1 ← 0)، وزيادة عدد تأكسد النحاس من (0 ← +2) في

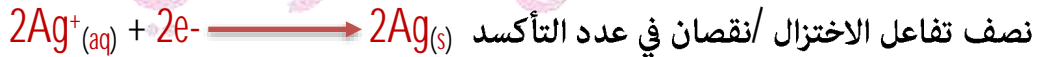
تفاعلات التأكسد والاختزال

يدلّ النقص في عدد التأكسد على حدوث عملية اختزال، وتدلّ الزيادة في عدد التأكسد على حدوث

عملية تأكسد؛

أي أنّ أيونات الفضة (Ag^+) في التفاعل قد اختزلت، أمّا ذرات النحاس Cu فقد تأكسدت

ويمكن توضيح ذلك باستخدام أنصاف تفاعلات التأكسد والاختزال كالآتي:



أي أنّ التغير في أعداد التأكسد يحدث في تفاعلات التأكسد والاختزال؛ فزيادة أعداد التأكسد تحدث

لذرات أو أيونات العناصر التي تتأكسد، أمّا نقصان أعداد التأكسد فيحدث لذرات أو أيونات العناصر التي تختزل

سؤال: حدد الذرات التي تأكسدت والتي اختزلت في التفاعل التالي بالاعتماد على التغير في أعداد التأكسد

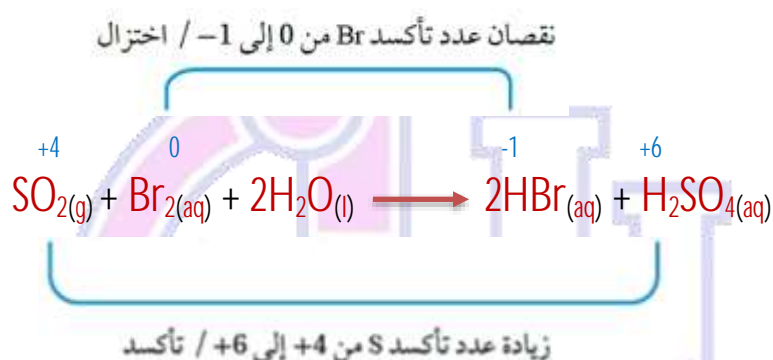


الإجابة:

نحدد أعداد التأكسد لجميع الذرات في كل من المواد المتفاعلة والنااتجة



نحدد التغير في أعداد التأكسد



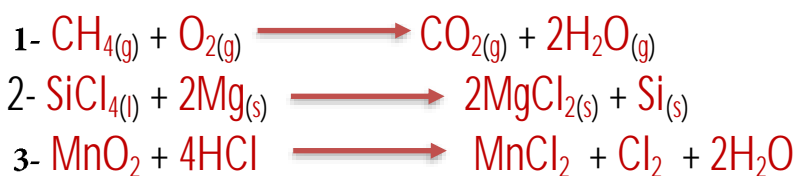
تغير عدد تأكسد ذرة الكبريت (S) من (+4 ← +6)؛ أي أنه زاد بمقدار (2)، ومن فإن الكبريت تأكسد،

وكذلك تغير عدد تأكسد ذرة البروم (Br) من (0 ← -1) أي أنه قل بمقدار (1) لكل ذرة بروم، ومن ثم فإن البروم اختزل، ونلاحظ عدم تغير أعداد تأكسد كل من الهيدروجين والأكسجين في التفاعل، ومن ثم فإن الذرات التي تأكسدت هي (S) في (SO₂)، والتي اختزلت هي (Br) في (Br₂).

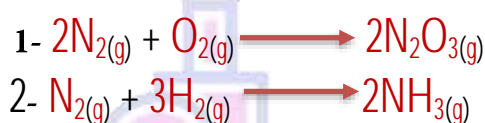
أ. أنس القدومي

الاختبار الذاتي

سؤال (1): أحدد الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت اعتماداً على التغير في أعداد التأكسد في التفاعلات الآتية:



سؤال (2): ما مقدار التغير في عدد تأكسد (N) في التفاعلات التالية



سؤال (3): في التفاعل الآتي أدرسه جيداً ثم أجب عما يلي



(أ) حدد المادة التي اختزلت والمادة التي تتأكسد، ثم أكتب معادلات أنصاف التفاعلات

(ب) ما عدد تأكسد كل من (Zn و Ag) في المواد المتفاعلة

(ج) ما عدد تأكسد كل من (Zn و Ag) في المواد الناتجة

(د) كيف تغير عدد تأكسد كل من (Zn و Ag) في التفاعل

سؤال (4): بين أن تفاعل $\text{HCl} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ لا يمثل تفاعل تأكسد واختزال

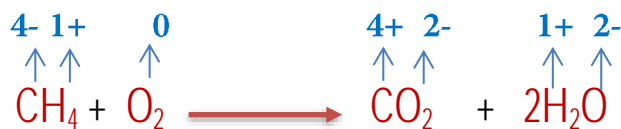
سؤال (5): أحدد الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت اعتماداً على التغير في أعداد التأكسد في التفاعلات الآتية:



الإجابات

سؤال (1):

(1)



بعد حساب أعداد التأكسد تغير عدد تأكسد أيونات (C^{4+}) من ($4-$) إلى ($4+$) أي زاد عدد تأكسدها إذا أيونات (C^{4+}) حدث لها تأكسد

أما عدد تأكسد جزيئات (O_2) تغير من (0) إلى ($2-$) أي نقص عدد تأكسدها إذا جزيئات (O_2) حدث لها اختزال

(2)



بعد حساب أعداد التأكسد تغير عدد تأكسد أيونات (Si^{4+}) من ($+4$) إلى (0) أي نقص عدد تأكسدها إذا أيونات (Si^{4+}) حدث لها تأكسد

أما عدد تأكسد ذرات (Mg) تغير من (0) إلى ($2+$) أي زاد عدد تأكسدها إذا ذرات (Mg) حدث لها تأكسد

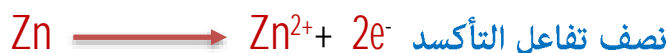
(3)



بعد حساب أعداد التأكسد الأيونات التي زاد عدد تأكسدها هي أيونات حدث لها عملية تأكسد، وهي (Cl^{1-})، الأيونات التي نقص عدد تأكسدها هي أيونات حدث لها عملية اختزال، وهي (Mn^{4+})

سؤال (2): (1) (3) (2) (3)

سؤال (3): أ) المادة التي اختزلت (AgNO_3) والمادة التي تتأكسد (Zn)



- ب) عدد تأكسد (Zn) (0) وعدد تأكسد (Ag) (+1) في المواد المتفاعلة
- ج) عدد تأكسد (Zn) (+2) وعدد تأكسد (Ag) (0) في المواد الناتجة
- د) يزداد عدد تأكسد (Zn) من 0 إلى +2، ويقل عدد تأكسد (Ag) من +1 إلى 0

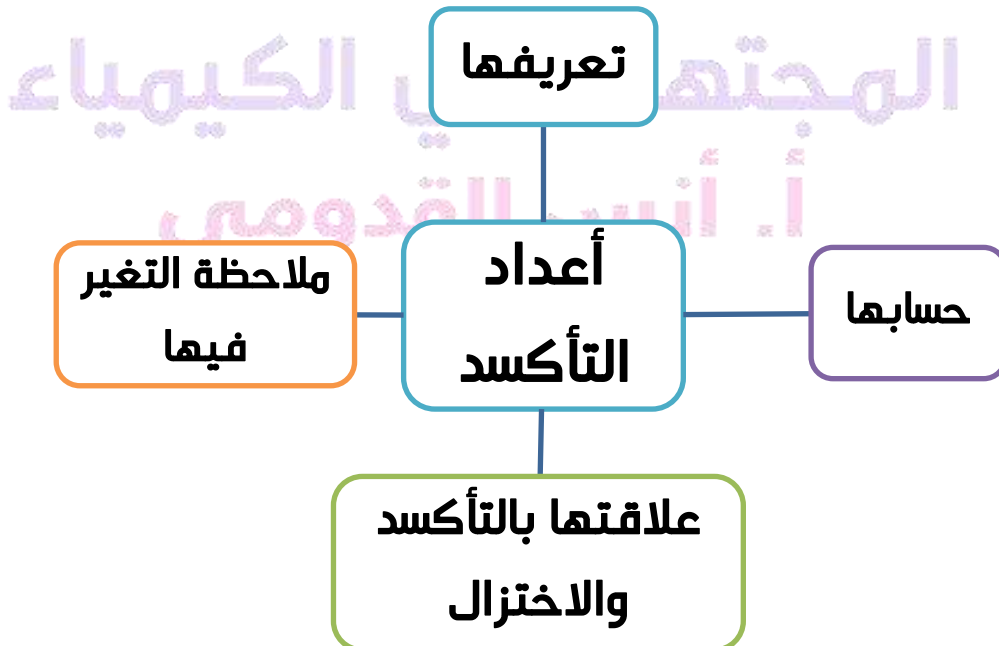
سؤال (4):



بما أن أعداد التأكسد لم تتغير فالفاعل لا يمثل تفاعل تأكسد واختزال

سؤال (5):

- 1) تغير عدد تأكسد ذرة الكربون (C) من (-2 ← +4)؛ أي أنه زاد بمقدار (6)، فإن ذرات الكربون تأكسد، وكذلك تغير عدد تأكسد ذرة الكروم (Cr) من (+6 ← +3) أي أنه قلّ بمقدار (3) فإن ذرات الكروم اختزلت
- 2) تغير عدد تأكسد ذرة النحاس (Cu) من (+2 ← 0)؛ أي أنه قل بمقدار (2)، فإن ذرات النحاس اختزلت، وكذلك تغير عدد تأكسد ذرة المغنيسيوم (Mg) من (0 ← +2) أي أنه زاد بمقدار (2) فإن ذرات المغنيسيوم تأكسدت



العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة

في تفاعلات التأكسد والاختزال، فإن هنالك مادة تتأكسد وأخرى تختزل، وتسمى المادة التي تأكسدت بإسم (العامل المختزل) لأنها سببت اختزال للمادة الأخرى، وكذلك تسمى المادة التي تختزل بإسم (العامل المؤكسد) لأنها سببت تأكسد للمادة الأخرى، وبالتالي فإنه يمكن تعريف كل من العامل المؤكسد والعامل المختزل كما يلي

العامل المؤكسد:

المادة التي تكتسب الإلكترونات في تفاعل التأكسد والاختزال (المادة التي يحدث لها اختزال)

العامل المختزل:

المادة التي تفقد الإلكترونات في تفاعل التأكسد والاختزال (المادة التي يحدث لها تأكسد)

😊 ملاحظات:

1) يجب الانتباه إلى أن التأكسد والاختزال يحدث لذرة واحدة في المركب أو الأيون متعدد الذرات،

إلا أن (كامل المركب أو الأيون) يعد العامل المؤكسد أو العامل المختزل وليس الذرة فقط

2) إن عمليتي التأكسد والاختزال مترافقتين

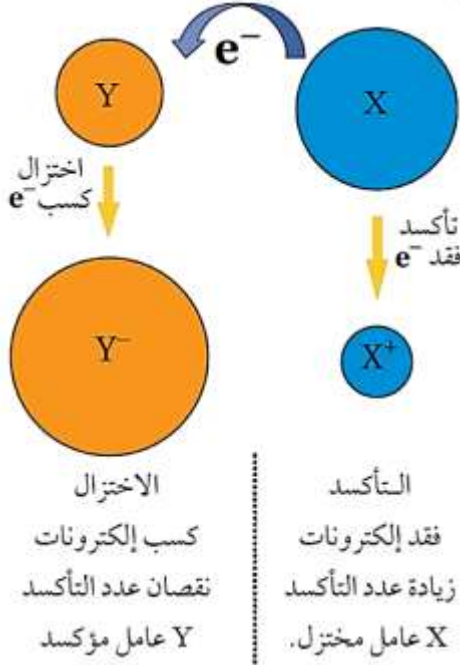
3) بعض المواد التي تسلك كعوامل مؤكسدة في تفاعلات وكعوامل مختزلة في تفاعلات أخرى،

ومن أشهر هذه المركبات الهيدروجين (H_2)

4) هنالك بعض المواد التي تسلك كعوامل مؤكسدة أو كعوامل مختزلة في معظم تفاعلاتها،

وتعرف هذه المواد بأنها عوامل مؤكسدة فقط أو عوامل مختزلة فقط، ويبين الجدول التالي

أشهر العوامل المؤكسدة والمختزلة القوية



عوامل مختزلة فقط	عوامل مؤكسدة فقط
الفلزات النشطة مثل (الفلزات الصلبة) وهي عنصر منفرد مالم يكن أيون (Li - Na - Al - Mg - Zn.....)	جزيئات عناصر ذات كهرو سلبية عالية وهي الافلزات وهي جزيئات من ذرة واحدة ثنائية ثلاثة وعدد تأكسدها صفر (Cl ₂ - F ₂ - O ₂ - O ₃)
بعض هايدرات الفلز وأشباه الفلزات مثل (LiAlH ₄ - NaBH ₄)	المركبات و الأيونات متعددة الذرات والمحتوية على ذرات ذات أعداد تأكسد عالية مثل : (Cr ₂ O ₇ ²⁻ - CrO ₄ ²⁻ - HNO ₃ HClO ₄ - MnO ₄ ¹⁻)
الأيونات البسيطة السالبة خاصة عناصر الممثلة السالبة مثل (Cl ⁻ - Br ⁻ - F ⁻ - O ²⁻)	الأيونات البسيطة الموجبة خاصة للعناصر الانتقالية مثل (Ag ⁺ - Fe ³⁺ - Mn ²⁺)

سؤال: أي من المواد التالية يسلك كعامل مؤكسد في تفاعلاته وأيها يسلك كعامل مختزل في تفاعلاته



الإجابة:

التي تسلك كعامل مؤكسد هي (H⁺ - Cu²⁺ - I₂)

والتي تسلك كعامل مختزل هي (I⁻ - H⁻ - Cu)

سؤال: في التفاعل التالي حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل



الإجابة:

العامل مؤكسد (Fe₂O₃)، العامل المختزل (Al)

سؤال: في التفاعل التالي حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل



الإجابة:

العامل مؤكسد PbO، العامل المختزل CO

سؤال: أي التحويلات الآتية يحتاج إلى عامل مؤكسد وأيها يحتاج إلى عامل مختزل، فسر إجابتك



الإجابة:

(أ) $I_2 \longrightarrow 2I^-$ * نقص عدد تأكسد (I_2) (من 0 إلى -1) أي حدث له اختزال فهو عامل مؤكسد، فيحتاج هذا التحول إلى عامل مختزل حتى يختزل

(ب) $Sn^{+2} \longrightarrow Sn^{+4}$ * زاد عدد تأكسد (Sn^{+2}) (من +2 إلى +4) أي حدث له تأكسد فهو عامل مختزل، فيحتاج هذا التحول إلى عامل مؤكسد حتى يتأكسد

(ب) $Mn^{+2} \longrightarrow MnO_2$ * زاد عدد تأكسد (Mn^{+2}) (من +2 إلى +4) أي حدث له تأكسد فهو عامل مختزل، فيحتاج هذا التحول إلى عامل مؤكسد حتى يتأكسد

سؤال: في التفاعل التالي حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل $CuO_{(s)} + H_{2(g)} \longrightarrow Cu_{(s)} + H_2O_{(l)}$

الإجابة:

العامل مؤكسد (PbO)، العامل المختزل (CO)

تجدر الإشارة إلى أن هنالك بعض المواد في حالات معينة تسلك كعامل مؤكسد وعامل مختزل في التفاعل نفسه وهذا ما يسمى (التأكسد والاختزال الذاتي)

التأكسد والاختزال الذاتي

سؤال: وضح المقصود بالتأكسد والاختزال الذاتي

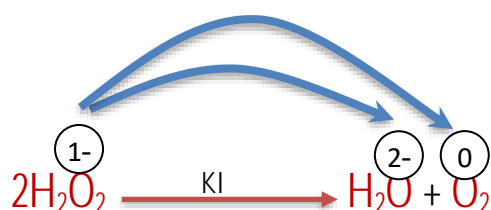
الإجابة:

وهي المادة نفسها التي تسلك كعامل مؤكسد وكعامل مختزل في نفس التفاعل

فمثلاً تحلل فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2) باستخدام العامل المساعد (KI) كما في المعادلة



عند حساب أعداد التأكسد نجد ما يلي



قل عدد تأكسد (0) من (-1 إلى -2) فحدث له اختزال فيكون (H₂O₂) عامل مؤكسد، وفي نفس التفاعل أيضاً زاد عدد تأكسد (0) من (-1 إلى 0) فحدث له تأكسد فيكون (H₂O₂) عامل مختزل، فيمثل تحلل (H₂O₂) في التفاعل السابق تفاعل تأكسد واختزال ذاتي

سؤال: حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل التالي



الإجابة:

العامل المؤكسد (Br₂) العامل المختزل (Br₂) (تأكسد واختزال ذاتي)

سؤال: بين أن المعادلة الآتية لا تمثل تفاعل تأكسد واختزال:



الإجابة:



لم تتغير أعداد تأكسد ذرات المواد المتفاعلة لذلك لا يعد التفاعل السابق تأكسد و اختزال

سؤال: حدد الذرات أو الأيونات التي تأكسدت والتي اختزلت في كل من المعادلتين الآتيتين:



الإجابة:



أيون (Br⁻) تأكسد ذرات (Cl⁻) اختزلت



أيون (Sn⁴⁺) اختزلت ذرات (C) تأكسدت

الاختبار الذاتي

سؤال (1): حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل مما يلي



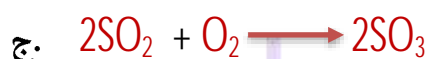
سؤال (2): في أنصاف التفاعلات التالية ادرسها جيداً ثم أجب عما يلي



(1) أحد التغيرات الآتية يعد مثلاً على التأكسد ... أي زيادة في عدد التأكسد

(2) حدد أيها يحتاج لعامل مؤكسد وأيها يحتاج لعامل مختزل حتى يحدث التفاعل:

سؤال (3): في التفاعلات الآتية أيها يعد فيها المركب (SO_2) عاملاً مؤكسد وأيها يعد فيها عامل مختزل :



سؤال (4): وضح المقصود بكل من ما يلي

(أ) العامل المؤكسد (ب) العامل المختزل (ج) التأكسد والاختزال الذاتي

سؤال (5): أي من التفاعلات التالية يمثل تفاعل تأكسد واختزال ذاتي وحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل

في التفاعل .



سؤال [6]: بالاعتماد على أعداد التأكسد فسر العبارات التالية تفسيراً علمياً

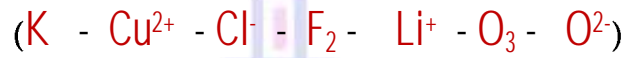
(أ) لا يعد التفاعل التالي مثالاً على تفاعلات التأكسد والاختزال



(ب) التفاعل التالي يعد مثالاً على تفاعلات التأكسد والاختزال :



سؤال [7]: أي من المواد التالية ممكن له أن يسلك كعامل مؤكسد وأيها يسلك كعامل مختزل في تفاعله



سؤال [8]: أي نصف تفاعل يحتاج لعامل مؤكسد وأيها يحتاج لعامل مختزل في التفاعلات الآتية

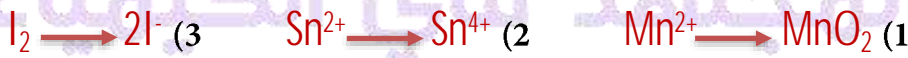


سؤال [9]: في أي التفاعلين الآتين يكون سلوك النيتروجين N_2 كعامل مؤكسد، وفي أيهما يكون سلوكه

كعامل مختزل



سؤال [10]: هل يحتاج حدوث التحولات الآتية إلى عامل مؤكسد أم عامل مختزل؟ افسر إجابتي.



سؤال [11]: احدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي:



سؤال [12]: احدد المعادلات التي تمثل تفاعل تأكسد واختزال ذاتي:



الإجابات

سؤال [1]: أ) العامل المؤكسد (AgNO_3) العامل المختزل (Zn)

ب) العامل المؤكسد (CuCl_2) العامل المختزل (Al)

ج) العامل المؤكسد (ZnSO_4) العامل المختزل (Mg)

د) العامل المؤكسد (FeCl_3) العامل المختزل (SnCl_2)

سؤال [2]: 1) تحول (Cl^-) إلى (Cl_2) حيث زاد عدد تأكسده من (-1) إلى (0)

2) أ - ب - ج) تحولات تحتاج لعامل مختزل، أما التفاعل (د) فهو تحول يحتاج لعامل مؤكسد

سؤال [3]: أ - ب) يسلك (SO_2) كعامل مؤكسد، أما التفاعل (ج - د) يسلك (SO_2) كعامل مختزل

سؤال [4]: أ) هي المادة التي تختزل أثناء التفاعل وتسبب تأكسد مادة أخرى

ب) هي المادة التي تتأكسد أثناء التفاعل وتسبب اختزال مادة أخرى

ج) سلوك المادة نفسها كعامل مؤكسد وكعامل مختزل في نفس التفاعل

سؤال [5]: التفاعل (1) ليس تأكسد واختزال ذاتي، العامل المؤكسد (H_2O) العامل المختزل (Na)

التفاعل (2) يمثل تفاعل تأكسد واختزال ذاتي، العامل المؤكسد (I_2) العامل المختزل (I^-)

سؤال [6]:



بما أن أعداد التأكسد لم تتغير لأي من الذرات أو الأيونات السابقة فإن التفاعل لا يمثل تفاعل تأكسد واختزال



زاد عدد تأكسد (Mg) من (0) إلى (2+) حدث لها تأكسد، وقل عدد تأكسد (H) من (1+) إلى (صفر) حدث لها اختزال، وبما أن أعداد التأكسد تتغير فإن التفاعل يمثل تفاعل تأكسد واختزال

سؤال [7]: مواد تسلك كعامل مؤكسد ($\text{Li}^+ - \text{Cu}^{2+} - \text{F}_2 - \text{O}_3$)، وتسلك كعامل مختزل ($\text{K} - \text{Cl}^- - \text{O}^{2-}$)

سؤال [8]: (أ) يحتاج لعامل مختزل

(ب) يحتاج لعامل مختزل

(ج) يحتاج لعامل مؤكسد

سؤال [9]: (أ) يسلك (N_2) كعامل مختزل، (ب) يسلك (N_2) كعامل مؤكسد

سؤال [10]: (1) يحتاج التحول لعامل مؤكسد لأن عدد تأكسد (Mn) زاد من ($2+$) إلى ($4+$) فيحتاج إلى

عامل مؤكسد ليؤكسده

(2) يحتاج التحول لعامل مؤكسد لأن عدد تأكسد (Sn) زاد من ($2+$) إلى ($4+$) فيحتاج إلى

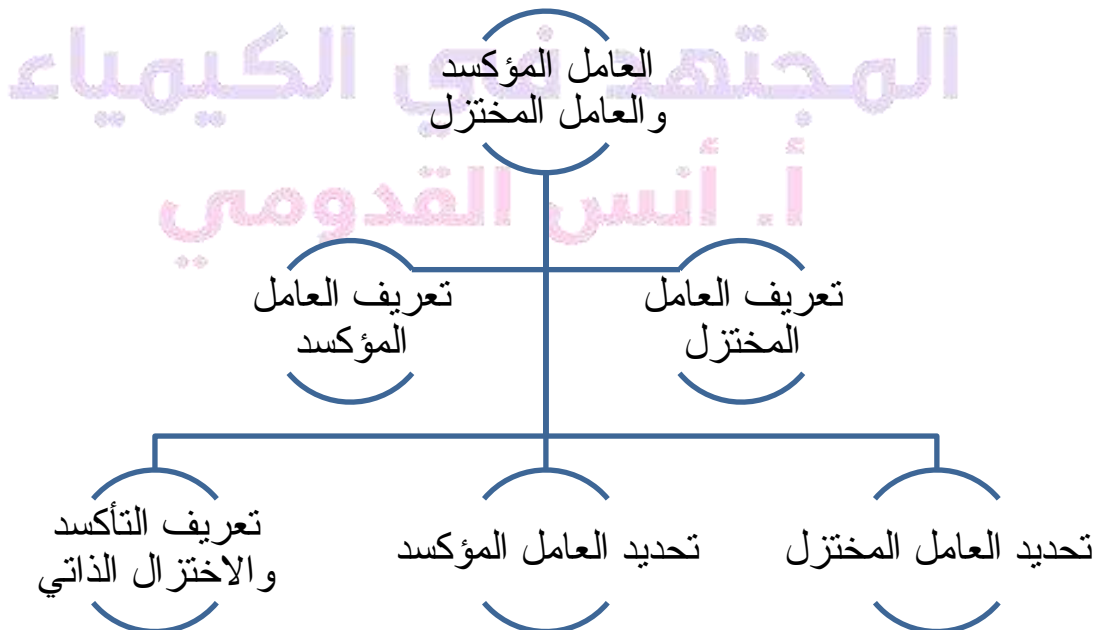
عامل مؤكسد ليؤكسده

(1) يحتاج التحول لعامل مختزل لأن عدد تأكسد (I) قل من (0) إلى ($1-$) فيحتاج إلى عامل

مختزل ليختزله

سؤال [11]: العامل المؤكسد (CuO)، العامل المختزل (H_2)

سؤال [12]:



موازنة معادلات التأكسد والاختزال

في بداية الأمر كان موازنة تفاعلات التأكسد والاختزال بطريقة المحاولة والخطأ ليتحقق قانون حفظ الشحنة وقانون حفظ المادة حتى يكون تفاعل التأكسد والاختزال موزوناً حيث ينص كل مبدأ منهما على ما يلي:

قانون حفظ المادة:

تكون عدد الذرات وأنواعها في المواد المتفاعلة مساوٍ لأعداد الذرات وأنواعها في المواد الناتجة.

قانون حفظ الشحنة:

تكون مجموع الشحنات في المواد المتفاعلة مساوٍ لمجموع الشحنات في المواد الناتجة.

ولما كان تطبيق مثل هذه الطرق غير ممكن على جميع تفاعلات التأكسد والاختزال، فطور العلماء طرائق أخرى للموازنة منها طريقة نصف التفاعل.

موازنة معادلات التأكسد والاختزال بطريقة نصف التفاعل

تعتمد طريقة نصف التفاعل على عدة خطوات وهي

1) كتابة نصفي التفاعل (للتأكسد والاختزال) بصورة مستقلة.

2) موازنة الذرات في كل نصف تفاعل (قانون حفظ المادة)

3) نوازن الشحنات لكل نصف من أنصاف التفاعل

4) نساو عدد الإلكترونات المفقودة بالمكتسبة (قانون حفظ الشحنة)

5) جمع نصفي التفاعل

سؤال: زن المعادلة التالية بطريقة نصف التفاعل



الإجابة:

1) كتابة نصفي التفاعل (للتأكسد والاختزال) بصورة مستقلة.



2) موازنة الذرات في كل نصف تفاعل (قانون حفظ المادة)





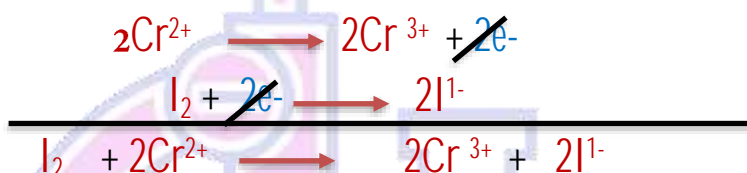
3) نوازن الشحنات لكل نصف من أنصاف التفاعل



4) نساو عدد الإلكترونات المفقودة بالمكتسبة (قانون حفظ الشحنة)



5) جمع نصفي التفاعل



يحدث تفاعل التأكسد والاختزال في الوسط المائي غالباً، وقد تكون المحاليل المائية حمضية أو قاعدية، فإن موازنة تفاعلات التأكسد والاختزال سوف تعتمد بشكل أساسي على طبيعة الوسط، وسيتم توضيح موازنة تفاعلات التأكسد والاختزال في كل من الوسط الحمضي والوسط القاعدي

موازنة تفاعلات التأكسد والاختزال بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي

تتم موازنة تفاعلات التأكسد والاختزال في الوسط الحمضي باتباع الخطوات التالية

1) كتابة أنصاف التفاعل



2) نوازن الذرات كما يلي (قانون حفظ المادة)

أ) موازنة جميع ذرات العناصر ما عدا الأكسجين و الهيدروجين

ب) موازنة ذرات الأكسجين، وذلك من خلال إضافة جزيء واحد من الماء (H_2O) مقابل كل

ذرة أكسجين ناقصة إلى الطرف الذي يعاني نقصاً في ذرات الأكسجين

ج) موازنة ذرات الهيدروجين، وذلك من خلال إضافة أيون الهيدروجين الموجب (H^{+}) مقابل

كل ذرة هيدروجين ناقصة إلى الطرف الذي يعاني نقصاً في ذرات الهيدروجين.

3) موازنة الشحنة، وذلك من خلال إضافة عدد مناسب من الإلكترونات (e^{-})

حتى يصبح المجموع الجبري للشحنات على طرفي المعادلة متساو

4) نساو عدد الإلكترونات المفقودة في نصف تفاعل التأكسد يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة في نصف تفاعل الاختزال

5) جمع نصفي التفاعل

سؤال: زن المعادلة التالية في وسط حمضي، ثم حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل.



الإجابة:

1) كتابة أنصاف التفاعل



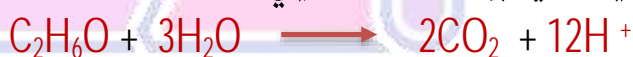
2) نوازن الذرات ما عد الأكسجين والهيدروجين



** ثم نوازن الأكسجين بإضافة جزيئات من الماء



** ثم نوازن الهيدروجين بإضافة H^+ كما يلي



3) نوازن الشحنة بإضافة الإلكترونات كما يلي



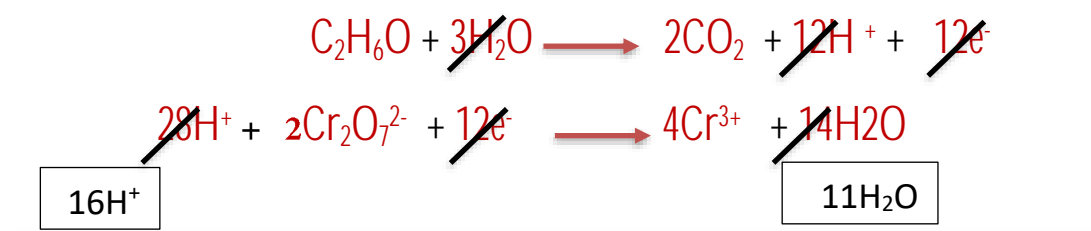
4) نساوي عدد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة في كل نصف تفاعل بالآخر كما يلي

عدد الإلكترونات المفقودة (12) وعدد الإلكترونات المكتسبة (6)

نضرب نصف تفاعل الاختزال بـ (2) حتى يصبح عدد الإلكترونات المكتسبة تساوي (12) كما يلي



[5] يتم جمع أنصاف التفاعلات



[6] نتحقق من الإجابة بعدد الذرات المتفاعلة والنتيجة متساوي وأن الشحنة متساوية
العامل المؤكسد ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) العامل المختزل ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$)

سؤال: يتأكسد أيون الحديد II بواسطة أيون الدايمرومات وفق المعادلة الآتية:



زن المعادلة السابقة في وسط حمضي بطريقة نصف التفاعل (طريقة أيون - إلكترون)
الإجابة:



سؤال: وازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي:



الإجابة:



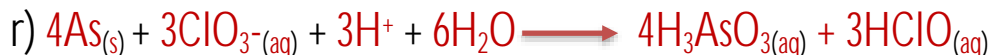
المجتهد في الكيمياء
أ. أنس القدومي

الاختبار الذاتي

سؤال: وازن التفاعلات التالية بوسط حمضي :



الإجابات



موازنة تفاعلات التأكسد والاختزال بطريقة نصف التفاعل في وسط قاعدي

تتم موازنة تفاعلات التأكسد والاختزال في الوسط القاعدي كما في الوسط الحمضي، ولكن بعد تغيير الوسط بتتابع الخطوات التالية

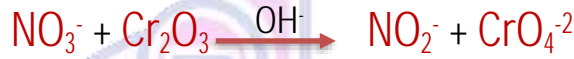
1 إضافة عدد من أيونات (OH^-) يساوي عدد أيونات (H^+) في المعادلة الموزونة إلى كل من طرفي المعادلة.

2 جمع مولتي (OH^-) و (H^+) على شكل جزيئات ماء (H_2O)

3 حذف جزيئات الماء الزائدة من أحد طرفي المعادلة



سؤال: زن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل:



الإجابة:

نوازن التفاعل كما في الوسط الحمضي تماماً فتكن موزونه بوسط حمضي كما يلي



ثم نعكس الوسط من حمضي إلى قاعدي باتتابع الخطوات التالية:

1 إضافة عدد من أيونات (OH^-) يساوي عدد أيونات (H^+) في المعادلة الموزونة إلى كل من طرفي المعادلة.



2 جمع مولتي (OH^-) و (H^+) على شكل جزيئات ماء (H_2O)



3 حذف جزيئات الماء الزائدة من أحد طرفي المعادلة



سؤال: زن المعادلة الآتية في الوسط قاعدي: $\text{ICl} \longrightarrow \text{IO}_3^- + \text{I}_2 + \text{Cl}^-$

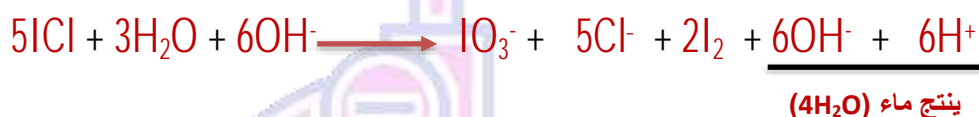
الإجابة:

نوازن التفاعل كما في الوسط الحمضي تماماً فتكن موزونه بوسط حمضي كما يلي



ثم نعكس الوسط من حمضي إلى قاعدي باتباع الخطوات التالية:

1 إضافة عدد من أيونات (OH^-) يساوي عدد أيونات (H^+) في المعادلة الموزونة إلى كل من طرفي المعادلة.



2 جمع مولاي (OH^-) و (H^+) على شكل جزيئات ماء (H_2O)

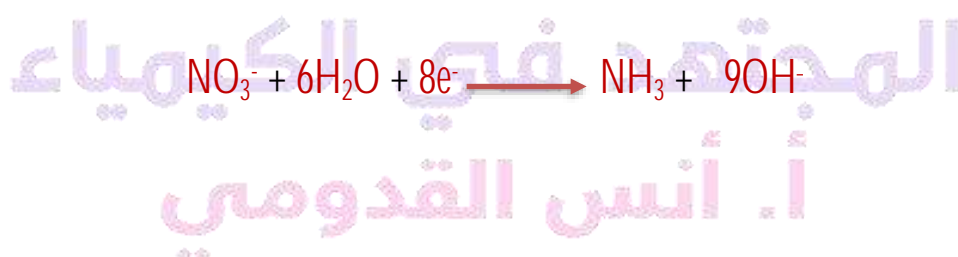


3 حذف جزيئات الماء الزائد من أحد طرفي المعادلة



سؤال: زن نصف المعادلة الآتية في الوسط قاعدي: $\text{NO}_3^- \longrightarrow \text{NH}_3$

الإجابة:



الاختبار الذاتي

سؤال: وازن المعادلات الآتية بطريقة نصف التفاعل بوسط قاعدي



الإجابات



مراجعة الدرس

سؤال (1): تفاعلات التأكسد والاختزال متلازمتان، يحدثان دائماً معاً، فسر ذلك

سؤال (2): أوضح المقصود بكل من:

(1) عدد التأكسد (2) التأكسد والاختزال الذاتي

سؤال (3): أحسب عدد تأكسد العنصر الذي تحته خط:



سؤال (4): حدد العناصر التي تأكسدت والعناصر التي اختزلت في التفاعلات الآتية:



سؤال (5): أدرس المعادلة الموزونة التي تمثل تفاعل (N₂H₄) مع (N₂O₄) لتكوين غاز النيتروجين (N₂) وبخار الماء، ثم اجب عن الأسئلة الآتية:



أ) حدد التغير في أعداد تأكسد ذرات النيتروجين في التفاعل

ب) هل تمثل المعادلة تفاعل تأكسد واختزال ذاتي؟

ج) حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل

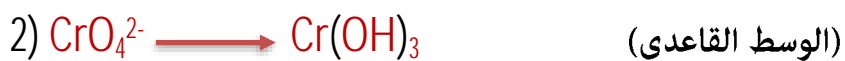
سؤال (6): حدد المادة التي يمكن أن تسلك كعامل مؤكسد والمادة التي يمكن أن تسلك كعامل مختزل:



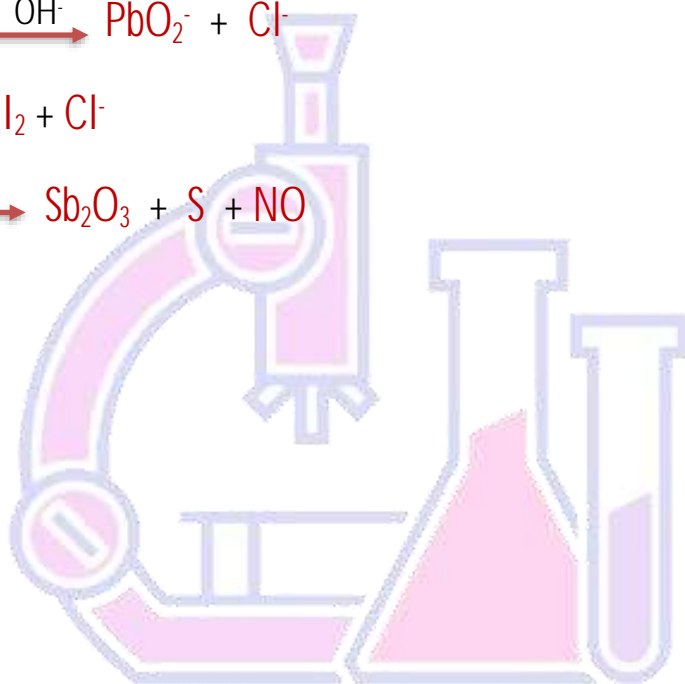
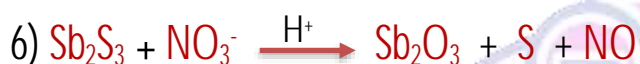
سؤال (7): حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي:



سؤال (8): وازن أنصاف التفاعلات الآتية بطريقة نصف التفاعل، وأحدد ما إذا كانت المادة تمثل عملاً مؤكسداً أم عاملاً مختزلاً:



سؤال [9]: وازن معادلات التأكسد والاختزال الآتية بطريقة نصف التفاعل، وحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل منها:



المجتهد في الكيمياء
أ. أنس القدومي

الإجابات

سؤال (1):

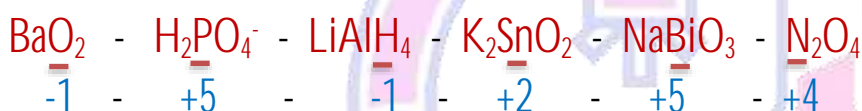
من مفهوم التأكسد هو عملية فقد إلكترونات خلال التفاعل الكيميائي فيجب توفر مادة تكسب هذه الإلكترونات أي يحدث لها اختزال

سؤال (2):

(1) يعتمد تعريف عدد التأكسد على نوع المركب حيث
في المركب الأيوني: هو الشحنة الفعلية لأيون الذرة
أما المركب الجزيئي: هو الشحنة التي تحملها الذرة فيما لو أعطيت إلكترونات الرابطة للذرة الأعلى كهروسالبية.

(2) سلوك المادة كعامل مؤكسد وكعامل مختزل في نفس التفاعل

سؤال (3):



سؤال (4):

- (1) التأكسد ذرات (I) الاختزال ذرات (N)
(2) التأكسد ذرات (K) الاختزال ذرات (H)

سؤال (5):

- أ) في المركب (N_2O_4) تغير عدد التأكسد من +4 إلى صفر، في المركب (N_2H_4) تغير عدد التأكسد من -2 إلى صفر
ب) لا
ج) العامل المؤكسد (N_2O_4) - العامل المختزل (N_2H_4)

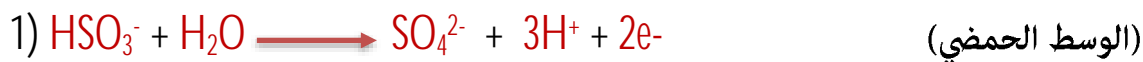
سؤال (6):

- مواد تسلك كعامل المؤكسد (F_2 ، H^+ ، Na^+)
مواد تسلك كعامل مختزل (Br^- ، H^- ، Cu)

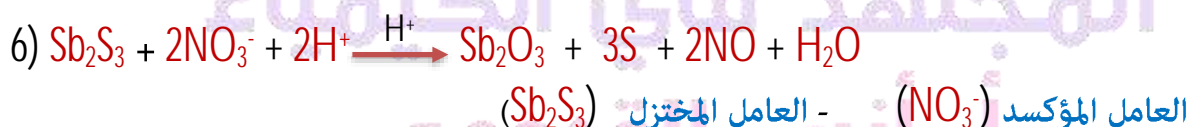
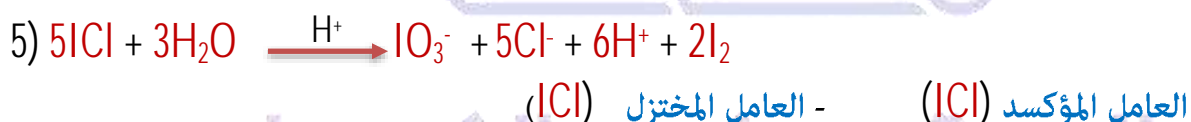
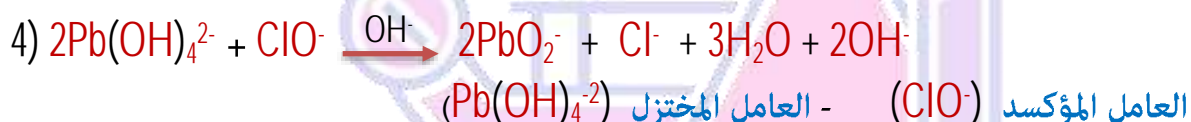
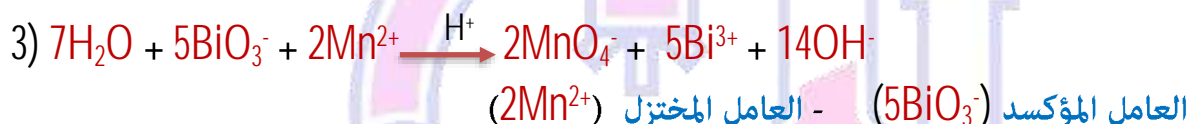
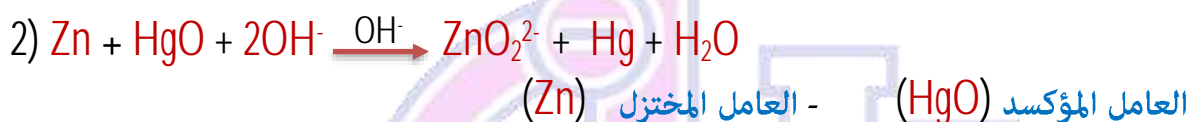
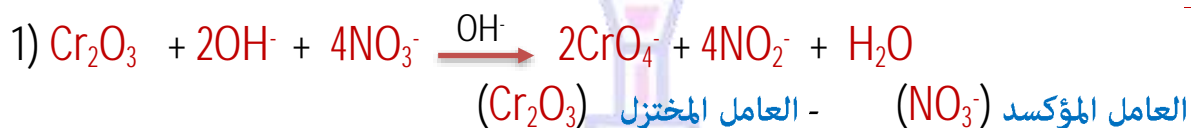
سؤال [7]:

العامل المؤكسد ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) - العامل المختزل (Fe^{2+})

سؤال [8]:



سؤال [9]:



الاختبار الذاتي

سؤال (1): وضح المقصود بكل من:

- (أ) التأكسد (ب) الاختزال (ج) عدد التأكسد للمركبات الأيونية
 (د) العامل المؤكسد (هـ) العامل المختزل (و) عدد التأكسد للمركبات الجزيئية
 (ز) التأكسد والاختزال الذاتي

سؤال (2): ما مقدار عدد تأكسد العنصر الذي خط تحته:



سؤال (3): زن المعادلات التالية بطريقة نصف التفاعل، وحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل لكل تفاعل:



سؤال (4): اكتب نصف تفاعل التأكسد موزوناً



سؤال (5): اكتب نصف تفاعل الاختزال موزوناً

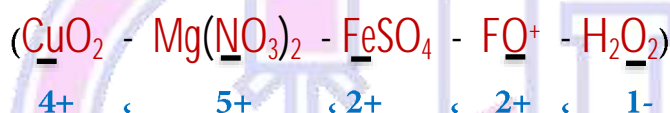


الإجابات

سؤال (1):

- (أ) التأكسد: عملية فقد الإلكترونات خلال التفاعل الكيميائي أي أنه زيادة في عدد التأكسد
 (ب) الاختزال: عملية كسب الإلكترونات خلال التفاعل الكيميائي أي أنه نقص في عدد التأكسد
 (ج) عدد التأكسد للمركبات الأيونية: هو الشحنة الفعلية لأيون الذرة
 (د) العامل المؤكسد: المادة التي حدث لها اختزال وسببت تأكسد مادة أخرى
 (هـ) العامل المختزل: المادة التي حدث لها تأكسد وسببت اختزال مادة أخرى
 (و) عدد التأكسد للمركبات الجزيئية: هو الشحنة التي تحملها الذرة فيما لو أعطيت إلكترونات الرابطة للذرة الأعلى كهروسالبية.
 (ز) التأكسد والاختزال الذاتي: سلوك المادة كعامل مؤكسد وكمعامل مختزل في نفس التفاعل

سؤال (2):



سؤال (3):

- 1) $\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{Cu}^{2+} + 5\text{OH}^- \xrightarrow{\text{OH}^-} \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Cu}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O}$
 العامل المؤكسد (Cu^{2+}) - العامل المختزل (CH_3CHO)
 2) $\text{NO}_2^- + 2\text{Al} + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{OH}^-} \text{NH}_3 + 2\text{AlO}_2^-$
 العامل المؤكسد (NO_2^-) - العامل المختزل (Al)
 3) $10\text{HSO}_3^- + 2\text{IO}_3^- + 4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+} 10\text{SO}_4^{2-} + \text{I}_2 + 18\text{H}^+$
 العامل المؤكسد (IO_3^-) - العامل المختزل (HSO_3^-)

سؤال (4):

- 1) $\text{CrO}_2^- \xrightarrow{\text{OH}^-} \text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^-$
 2) $\text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+} 3\text{H}^+ + \text{NO}_3^- + 2\text{e}^-$
 3) $\text{Cr}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^- \xrightarrow{\text{OH}^-} \text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^-$

سؤال (5):

- 1) $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} + 2\text{e}^- \xrightarrow{\text{OH}^-} \text{Cu} + 4\text{NH}_3$
 2) $2\text{e}^- + \text{I}_2 \xrightarrow{\text{OH}^-} 2\text{I}^-$

• الدرس الثاني: الخلايا الجلفانية

الخلايا الكهروكيميائية

تختص الكيمياء الكهربائية بدراسة تفاعلات التأكسد والاختزال، سواء تلك التي تنتج الطاقة الكهربائية جراء حدوثها، أو تلك التي تحتاج للطاقة الكهربائية من أجل حدوثها، حيث تتم هذه التفاعلات في أجهزة خاصة تعرف باسم الخلايا الكهروكيميائية

سؤال: ما أنواع الخلايا الكهروكيميائية

الإجابة:

تقسم الخلايا الكهروكيميائية إلى نوعان هما:

- (1) الخلايا الجلفانية
- (2) خلايا التحليل الكهربائي

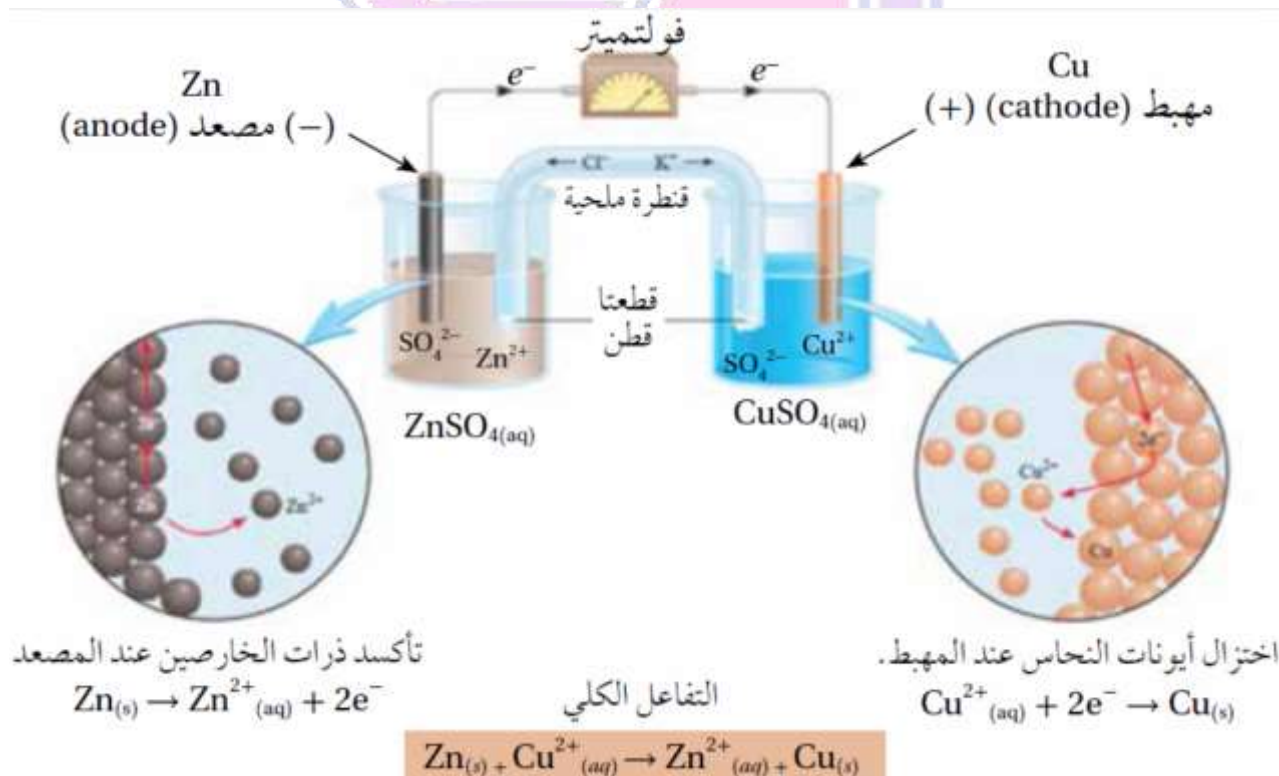
وفي هذا الدرس ستدرس الخلايا الجلفانية، مثل البطاريات في المحمول والحاسوب وغيرها.

سؤال: ما المقصود بالخلية الجلفانية

الإجابة:

خلايا كهروكيميائية يحدث فيها تفاعلات تأكسد واختزال تلقائي لإنتاج التيار الكهربائي

في الشكل التالي يمثل أحد الخلايا الجلفانية سندرسه لتتعرف بما يتعلق في الخلية الجلفانية



من الشكل السابق نلاحظ



يتم حدوث هذا التفاعل في وعاء منفصل، يسمى نصف خلية مكوّن من قطب الخارصين (Zn) (صفيحة خارصين أو قطب خارصين) مغموس في محلول كهربي تحتوي على أيونات المادة المتأكسدة (Zn^{2+}) من خلال أحد أملاحها مثل (ZnSO_4) حيث أن هذا التفاعل يعمل على إنتاج الإلكترونات، يتم نقل هذه الإلكترونات إلى الوعاء الآخر من خلال ربط قطب الخارصين بموصل كهربائي (أسلاك)، ويعبر عن نصف الخلية بطريقة مختصره ($\text{Zn}^{2+}|\text{Zn}$)



يتم حدوث هذا التفاعل في وعاء منفصل، يسمى نصف خلية مكوّن من قطب النحاس (Cu) (صفيحة نحاس أو قطب نحاس) مغموس في محلول كهربي تحتوي على أيونات المادة المختزلة (Cu^{2+}) من خلال أحد أملاحها مثل (CuSO_4) حيث أن هذا التفاعل يعمل على إستهلاك الإلكترونات، ويتم الحصول على الإلكترونات اللازمة لهذا التفاعل من السلك الكهربائي الموصول بقطب النحاس في الدارة السابقة، ويعبر عن نصف الخلية بطريقة مختصره ($\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}$)

سؤال: ماذا يحدث لكتلة كل قطب؟

الإجابة:

يقل كتلة (Zn)، ويزداد كتلة (Cu)

والسبب في زيادة ونقص كتلة الأقطاب هو أن مع مرور الزمن تتناقص كتلة المصعد، جراء تحول الذرات المتعادلة (الصلبة) إلى أيونات موجبة (محلول)، وتزداد كتلة المهبط، جراء تحول الأيونات الموجبة (محلول) إلى ذرات متعادلة (الصلبة).

سؤال: ماذا يحدث لتركيز الأيونات الموجبة والسالبة الموجودة في الوعائين

الإجابة:

تزداد تركيز أيونات الخارصين (Zn^{2+}) في وعاء الخارصينيقل تركيز أيونات النحاس (Cu^{2+}) في وعاء النحاس

😊 ملاحظات:

1) يسمى القطب الذي يمثل نصف تفاعل التأكسد باسم (المصعد) وتكون شحنته سالبة.

(نصف تفاعل التأكسد \ مصعد \ سالب)

(2) يسمى القطب الذي يحدث على سطحه نصف تفاعل الاختزال باسم (المهبط) وتكون شحنته موجبه
(نصف تفاعل الاختزال \ مهبط \ موجب)

(3) يشير مؤشر الفولتميتر نحو قطب المهبط دائما

سؤال: كيف يتم التعبير عن الخلية الجلفانية بطريقة مختصره
الإجابة:

- (1) يبدأ كتابة مكونات نصف خلية التأكسد من اليسار، فتكتب المادة التي يحدث لها تأكسد ثم ناتج عملية التأكسد ويفصل بينهما بخط (|)
- (2) ومن ثم نرسم خطين متوازيين (||) يرمزان للقنطرة الملحية
- (3) ثم نكتب مكونات نصف خلية الاختزال، بكتابة المادة التي تختزل ثم ناتج عملية الاختزال ويفصل بينهما بخط (|).

سؤال: اذكر مكونات الخلية الجلفانية
الإجابة:

- (1) وعاءين منفصلين يحتوي كل منهما على قطب فلزي ومحلول كهربي لأيونات الفلز يسمى (نصف خلية)
- (2) موصل كهربائي خارجي (أسلاك)
- (3) موصل كهربائي داخلي (القنطرة الملحية)

سؤال: كيف يمكن التعبير عن نصف خلية الخارصين ونصف خلية النحاس في الشكل السابق كيف يمكن التعبير عن الخلية بطريقة مختصره
الإجابة:

نصف خلية النحاس $(Cu^{2+}|Cu)$ ، نصف خلية الخارصين $(Zn^{2+}|Zn)$
الخلية الجلفانية $(Zn|Zn^{2+}||Cu^{2+}|Cu)$

سؤال: وضح المقصود بكل من

- (1) نصف الخلية
- (2) القنطرة الملحية
- (3) المحلول الكهربي

الإجابة:

- (1) جزء من الخلية الجلفانية يحدث فيها نصف تفاعل تأكسد أو نصف تفاعل اختزال
- (2) أنبوب على شكل حرف (U) يحتوي على محلول مشبع لأحد الأملاح مثل $(NaCl, KCl, \dots)$
- (3) محلول أيوني لأحد أيونات الفلز قادر على توصيل التيار الكهربائي

سؤال: ما وظيفة القنطرة الملحية في الخلية الجلفانية

الإجابة:

تحتفظ على الاتزان الكهربائي في الخلية، فتعادل الزيادة في الشحنات الكهربائية في كل نصف من أنصاف الخلية

سؤال: كيف تحافظ القنطرة الملحية على التوازن الكهربائي بين نصفي الخلية

الإجابة:

تتجه أيونات الملح الموجبة نحو نصف خلية المهبط بسبب نقص الأيونات الموجبة فيها، وتتجه أيونات الملح السالبة في القنطرة الملحية نحو نصف خلية المصعد بسبب زيادة أيونات الفلز الموجبة.

ومعرفة كيف تتجه الأيونات الموجبة والسالبة في القنطرة الملحية فإن الخلية السابقة تتجه أيونات (K^+) نحو نصف خلية النحاس بسبب الزيادة في تركيز أيونات (Cu^{2+}) ، وتتجه أيونات الكلور السالبة (Cl^-) نحو نصف خلية الخارصين بسبب زيادة تركيز أيونات (Zn^{2+}) .

سؤال: إذا كان التفاعل الآتي يحدث في إحدى الخلايا الجلفانية : $Mn + Cd^{2+} \longrightarrow Mn^{2+} + Cd$

فأي العبارات التالية الصحيحة

- (أ) القطب (Cd) هو السالب
(ب) كتلة القطب (Mn) تزداد
(ج) الإلكترونات تسري من القطب (Cd) إلى القطب (Mn)
(د) تركيز أيونات (Mn^{2+}) يزداد

الإجابة:

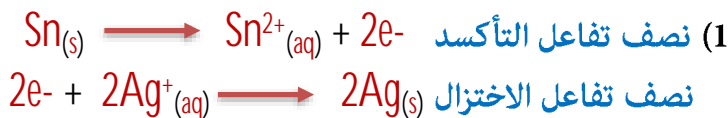
(د) تركيز أيونات (Mn^{2+}) يزداد

سؤال: إذا علمت أن التفاعل التالي يحدث بصورة تلقائية $Sn_{(s)} + 2Ag^+_{(aq)} \longrightarrow Sn^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$

ومحلول ملحي في القنطرة الملحية من الملح $(NaCl)$

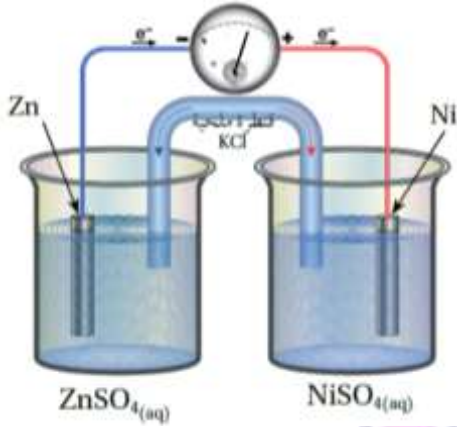
- اكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال
- وضح اتجاه سريان الإلكترونات عبر الأسلاك
- ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة كل من القطبين (Ag) و (Sn)
- بين اتجاه حركة الأيونات في القنطرة الملحية

الإجابة:



- (2) تتجه الإلكترونات في الأسلاك من المصعد قطب (Sn) إلى المهبط قطب (Ag)
 (3) تقل كتلة القطب (Sn) - وتزداد كتلة القطب (Ag)
 (4) تتجه أيونات (Na⁺) نحو نصف خلية الفضة (Ag)، وتتجه أيونات (Cl⁻) نحو نصف خلية القصدير (Sn)

سؤال: أدرس الشكل المجاور، الذي يمثل خلية جلفانية مكوّنة من نصف خلية الخارصين (Zn²⁺|Zn) ونصف



خلية النikel (Ni²⁺|Ni)، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

- أحدّد كلّ من المصعد والمهبط في الخلية.
- أحدّد اتجاه حركة الإلكترونات عبر أسلاكها.
- أكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال.
- أحدّد اتجاه حركة الأيونات الموجبة والسالبة عبر القنطرة الملحية.
- ما التغيّر في كتلة كلّ من قطبي النikel والخارصين؟

الإجابة:

- قطب المصعد (Zn) - قطب المهبط (Ni)
- تتجه الإلكترونات في الأسلاك من المصعد قطب (Zn) إلى المهبط قطب (Ni)
- نصف تفاعل التأكسد $Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$
 نصف تفاعل الاختزال $2e^- + Ni^{2+}_{(aq)} \rightarrow Ni_{(s)}$
- تتجه أيونات الموجبة نحو نصف خلية النikel (Ni)، وتتجه أيونات السالبة نحو نصف خلية الخارصين (Zn)
- تقل كتلة القطب (Zn) - وتزداد كتلة القطب (Ni)

المجتهد في الكيمياء
 أ. أنس القدومي

الاختبار الذاتي

سؤال [1]: وضح المقصود بكل من:

- (أ) المحلول الكهربائي (ب) الخلية الجلفانية (ج) القنطرة الملحية
(د) الكيمياء الكهربائية (هـ) نصف الخلية

سؤال [2]: اذكر مكونات الخلية الجلفانية

سؤال [3]: في خلية جلفانية قطبيها (قطب Pb والقطب Cd) ومحلولهما الكهربائي ($PbSO_4$) والمحلول

($CdSO_4$) واتجه مؤشر الفولتميتر في الخلية نحو قطب (Pb) اجب عما يلي

- (1) اكتب نصف تفاعل التأكسد ونصف تفاعل الاختزال
- (2) حدد اتجاه حركة الإلكترونات بالدائرة الخارجية
- (3) ماذا تتوقع أن يحدث لتركيز أيونات (Cd^{2+}) في وعاء الكاديوم (Cd)
- (4) ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة كل من الكاديوم (Cd) والرصاص (Pb)
- (5) حدد قطب المصعد وشحنته وقطب المهبط وشحنته بالخلية
- (6) إذا تم استخدام الملح (KBr) في القنطرة الملحية بين اتجاه حركة الأيونات فيها

سؤال [4]: في خلية جلفانية تمثل كما يلي ($Co^{2+}|Co||Fe^{3+}|Fe$) فأجب عما يلي

- (1) اكتب التفاعل الذي يحدث في الخلية
- (2) حدد اتجاه مؤشر الفولتميتر
- (3) إلى ماذا يشير الخطين المتوازيين (||) في ($Co|Co^{2+}||Fe^{3+}|Fe$)

(4) اقترح مادة مناسبة تستخدم في القنطرة الملحية (5) حدد قطب المصعد وشحنته

سؤال [5]: في الخلية الجلفانية، التي يحدث فيها التفاعل الآتي $Cr + 3Ag^+ \longrightarrow Cr^{3+} + 3Ag$

- 1- أكتب نصف تفاعل التأكسد والاختزال.
- 2- احدد كل من المصعد والمهبط واتجاه حركة الإلكترونات في الدائرة الخارجية
- 3- احدد اتجاه حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية
- 4- ما القطب الذي تزداد كتلته؟ ولماذا؟

الإجابات

سؤال [1]:

- (أ) المحلول الكهربائي: محلول أيوني قادر على توصيل التيار الكهربائي.
- (ب) الخلية الجلفانية: خلية كهر كيميائية يحدث فيها تفاعل تأكسد واختزال تلقائي لإنتاج التيار الكهربائي.
- (ج) القنطرة الملحية: أنبوب زجاجي على شكل حرف لـ يحتوي محلول مشبع لأحد الأملاح.
- (د) الكيمياء الكهربائية: علم يختص بدراسة ارتباط الكيمياء بالكهرباء من خلال تفاعلات تأكسد واختزال والتطبيقات عليها.
- (هـ) نصف الخلية: جزء من الخلية الجلفانية يحدث فيها نصف تفاعل تأكسد أو نصف تفاعل اختزال.

سؤال [2]:

- (1) وعاءين منفصلين، في كل وعاء قطب فلزي ومحلول كهربائي لأحد أملاح الفلز
- (2) أسلاك (3) قنطرة ملحية (4) فولتميتر (جلفانوميتر)

سؤال [3]:

- (1) نصف تفاعل الاختزال $Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$
- نصف تفاعل التأكسد $Cd \rightarrow Cd^{2+} + 2e^-$
- (2) من قطب (Cd) نحو قطب (Pb) (3) تركيز أيونات (Cd^{2+}) تزداد
- (4) كتلة الكاديوم (Cd) تقل، وكتلة والرصاص (Pb) تزداد
- (5) قطب المصعد (Cd) وشحنه سالبة، وقطب المهبط (Pb) وشحنه موجبة
- (6) تتجه أيونات (K^+) نحو وعاء الرصاص (Pb)، وتتجه أيونات (Cl^-) نحو وعاء الكاديوم (Cd)

سؤال [4]:

- (1) $2Fe^{3+} + 3Co \rightarrow 2Fe + 3Co^{2+}$
- (2) نحو قطب (Fe) (3) القنطرة الملحية (4) (KCl) (5) وشحنه سالبة (Co)

سؤال [5]:

- (1) نصف تفاعل الاختزال $3Ag^+ + 3e^- \rightarrow Ag$
- نصف تفاعل التأكسد $Cr \rightarrow Cr^{3+} + 3e^-$
- (2) المصعد (Cr)، المهبط (Ag)، وتتجه الإلكترونات من قطب (Cr) نحو قطب (Ag)
- (3) تتجه الأيونات السالبة إلى نصف خلية الكروم (Cr)
- (4) تزداد كتلة الفضة (Ag)، لأنه حدث على سطحه نصف تفاعل اختزال، أي تحولت أيوناته الموجبة في المحلول إلى ذرات صلبة على قطبه فترسب، وزاد كتلته.

جهد الخلية الجلفانية

سؤال: ما المقصود بجهد الخلية الجلفانية

الإجابة:

مقياساً لقدرة الخلية على إنتاج التيار الكهربائي، وتقاس بوحدة الفولت، وتمثل القوة الدافعة الكهربائية المتولدة بين قطبي الخلية بسبب فرق الجهد بين قطبيها.

يزداد جهد الخلية الجلفانية بزيادة ميل نصفي تفاعل التأكسد والاختزال للحدوث الذي يعبر عن كل منهما بجهد التأكسد وجهد الاختزال.

سؤال: ما المقصود بجهد التأكسد وجهد الاختزال.

الإجابة:

جهد التأكسد: هو ميل نصف تفاعل التأكسد للحدوث، ويرمز له بالرمز ($E_{\text{oxidation}}$)

جهد الاختزال: هو ميل نصف تفاعل الاختزال للحدوث، ويرمز له بالرمز ($E_{\text{reduction}}$)

وبناء على ذلك فإن القطب الذي له أعلى جهد تأكسد فهو أكثر ميلاً للتأكسد وأقل ميل للاختزال،

والقطب الذي له أعلى جهد اختزال فهو أكثر ميل للاختزال وأقل ميل للتأكسد.

ولما كان الخارصين أكثر نشاطاً من النحاس، في خلية من (Zn - Cu) فيكون الخارصين أكثر ميل للتأكسد، مما يجعله يدفع الإلكترونات من قطبه السالب (المصعد) نحو قطب النحاس الموجب (المهبط)، مما يولد قوة دافعة كهربائية تدفع هذه الإلكترونات.

ويمكن حساب جهد الخلية الجلفانية (وهو قراءة الفولتميتر)، بإيجاد الفرق بين جهدي اختزال الأقطاب حيث أنه.

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

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

لكن سنتعامل مع جهد الخلية في الظروف المعيارية فقط.

سؤال: ما المقصود بجهد الخلية المعياري.

الإجابة:

هو الجهد المقاس بالظروف المعيارية ويرمز له بالرمز E^0

سؤال: اذكر الظروف المعيارية للتفاعل.

الإجابة:

تركيز الأيونات يساوي (1M)، ضغط الغاز يساوي (1atm)، درجة الحرارة (25°C).

وبناء على ذلك يكون قانون جهد الخلية في الظروف المعيارية على النحو التالي:

$$E^0_{\text{cell}} = E^0_{\text{reduction(cthode)}} - E^0_{\text{reduction(anode)}}$$

ويمكن التعبير عن القانون باختصار كالآتي:

$$E^0_{\text{cell}} = E^0_{\text{(cthode)}} - E^0_{\text{(anode)}}$$

سؤال: في خلية جلفانية قطبيها (X و R) وكان جهد الاختزال المعياري للقطب (X) يساوي (-2.5V) و للقطب (R) يساوي (1.4V) فأَي القطبين أكثر ميلاً للتأكسد وأيهما أكثر ميلاً للاختزال **الإجابة:**

الأكثر ميلاً للتأكسد هو القطب (X)، والأكثر ميلاً للاختزال هو القطب (R)

سؤال: في خلية جلفانية من القطبين (Z و Y) في الظروف المعيارية، كان فرق جهد الخلية يساوي (2V)، وفي نفس ظروف التفاعل، صمم خلية جلفانية قطبيه (Y و N) وكان جهد الخلية يساوي (3V)، وكان اتجاه مؤشر الفولتميتر في الخليتين السابقتين نحو القطب (Y)، فأَي القطبين (Z و N) أكثر ميلاً للتأكسد **الإجابة:**

القطب N أكثر ميلاً للتأكسد

سؤال: في خلية جلفانية من القطبين (A و B) في الظروف المعيارية، كان فرق جهد الخلية يساوي (7V)، وفي نفس ظروف التفاعل صمم خلية جلفانية قطبيه (A و C)، وكان جهد الخلية يساوي (4V)، و وجد أن في الخليتين السابقتين يزداد تركيز أيونات الفلز (A) الموجبة، فأَي القطبين (B و C) أكثر ميلاً للتأكسد **الإجابة:**

القطب (C) أكثر ميلاً للتأكسد

سؤال: في خلية جلفانية من القطبين (A و B) في الظروف المعيارية، كان فرق جهد الخلية يساوي (4V)، وفي نفس ظروف التفاعل صمم خلية جلفانية قطبيها (A و C)، كان جهد الخلية يساوي (6V)، وكان القطب (A) هو المصعد في الخليتين السابقتين، فإذا تم تصميم خلية جلفانية قطبيها (B و C) أجب عما يلي:

(أ) أي قطبي الخلية يمثل المهبط (C أم B)

(ب) هل تتوقع أن يكون فرق الجهد للخلية أكبر أم أقل من (6V)

الإجابة:

(أ) قطب المهبط هو القطب (C) . (ب) أقل من (6V)

سؤال: إذا علمت أنه يمكن تمثيل التفاعل الذي يحدث في الخلية الجلفانية المكونة من نصف خلية الحديد ونصف خلية النحاس بالمعادلة الآتية: $\text{Fe}_{(s)} + \text{Cu}^{2+}_{(aq)} \longrightarrow \text{Fe}^{2+}_{(aq)} + \text{Cu}_{(s)}$ ، أحسب جهد الخلية المعياري E^0_{cell} ، علماً بأن جهد الاختزال المعياري لقطب النحاس يساوي (0.34V)، وجهد الاختزال المعياري لقطب الحديد يساوي (-0.44V)

الإجابة:

$$E^0_{\text{cell}} = E^0_{(\text{cathode}\backslash\text{Cu})} - E^0_{(\text{anode}\backslash\text{Fe})}$$

$$E^0_{\text{cell}} = 0.34 - (-0.44) = 0.78\text{V}$$

سؤال: في خلية جلفانية تمثل $(\text{Zn}|\text{Zn}^{2+}||\text{Ni}^{2+}|\text{Ni})$ فإذا علمت أن $(E^0_{\text{cell}} = 0.53\text{V})$ وكان جهد الاختزال المعياري للخارصين يساوي (-0.76V) فأجب عما يلي

(1) أي القطبين يمثل المصعد، وأيها يمثل المهبط؟ وما شحنة كل منهما؟



الإجابة:

(1) المصعد قطب الخارصين (Zn) وشحنته سالبة، المهبط قطب النيكل (Ni) وشحنته موجبة

$$E^0_{\text{cell}} = E^0_{(\text{cathode}\backslash\text{Ni})} - E^0_{(\text{anode}\backslash\text{Zn})} \quad (2)$$

$$0.53 = E^0_{(\text{cathode}\backslash\text{Ni})} - (-0.76) \quad E^0_{(\text{cathode}\backslash\text{Ni})} = -0.23\text{V}$$

المجتهد في الكيمياء
أ. أنس القدومي

جهد الاختزال المعياري

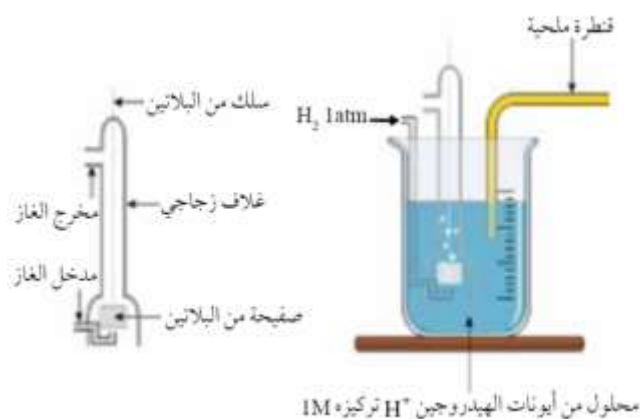
جهد الاختزال المعياري يمثل جهد نصف تفاعل، ولكن قياس جهد الاختزال لقطب بشكل منفرد لا يمكن عملياً، لذلك اختار العلماء **قطب الهيدروجين المعياري** لقياس جهد الاختزال لباقي العناصر الأخرى.

سؤال: وضح المقصود بقطب الهيدروجين المعياري

الإجابة:

قطب مرجعي استخدم لقياس جهود

الاختزال المعيارية لأقطاب الخلايا الجلفانية في الظروف المعيارية.

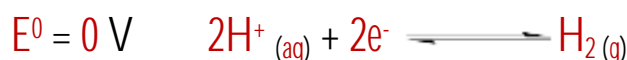


سؤال: مما يتكون قطب الهيدروجين المعياري

الإجابة:

يتكوّن قطب الهيدروجين المعياري كما في الشكل الأعلى من وعاء يحتوي قطب (صفيحة) من البلاتين، مغموسة في محلول حمض الهيدروكلوريك (HCl) تركيز أيون الهيدروجين (H^+) فيه يساوي (1M)، ويتم ضخ تيار من غاز الهيدروجين (H_2) إلى المحلول تحت ضغط جوي بمقدار (1atm)، ودرجة حرارة ($25^\circ C$)

يمكن تمثيل التفاعل الذي يحدث في قطب الهيدروجين المعياري كما يلي



يجب الانتباه إلى أن جهد الاختزال لقطب الهيدروجين المعياري يساوي صفر، ويشير التفاعل أنه منعكس، أي أن يمكن لأيونات الهيدروجين (H^+) أن تختزل، ويمكن لجزيئات غاز الهيدروجين (H_2) أن تتأكسد.

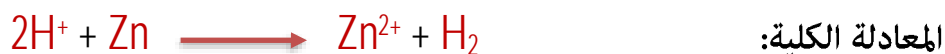
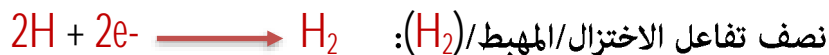
من خلال معرفة جهد قطب الهيدروجين المعياري، فإنه يمكن بسهولة حساب جهود الأقطاب المعيارية

لمختلف المواد كما يلي



في الشكل المجاور خلية من قطبي الهيدروجين والخاصن، وكان قراءة الفولتميتر $0.76V$ ، وهي تمثل فرق الجهد بين قطبي الخلية.

ولمعرفة جهد الاختزال لقطب الخارصين، يجب تحديد قطبي المصعد والمهبط، ومن حركة الإلكترونات عبر الأسلاك يتضح أن قطب الخارصين هو المصعد وقطب الهيدروجين هو المهبط.



$$E^0_{\text{cell}} = E^0_{(\text{cathode}\backslash\text{H}_2)} - E^0_{(\text{anode}\backslash\text{Zn})} \quad \text{ومن خلال التعويض في القانون}$$

$$0.76 = 0 - E^0_{(\text{anode}\backslash\text{Zn})}$$

$$E^0_{(\text{anode}\backslash\text{Zn})} = -0.76$$

سؤال: ماذا تعني الإشارة السالبة لجهد اختزال الخارصين

الإجابة:

هذا يدل على أن جهد اختزال الخارصين أقل من جهد اختزال الهيدروجين، يعني أن أيونات الخارصين أقل ميلاً للاختزال من أيونات الهيدروجين، وأن ذرات الخارصين أكثر ميل للتأكسد من غاز الهيدروجين، لذلك اختزلت أيونات الهيدروجين، أما الخارصين حدث له تأكسد عن طريق ذراته المتعادلة، في الخلية.

سؤال: وضح المقصود بجهد الاختزال المعياري

الإجابة:

مقياس لميل نصف تفاعل الاختزال للحدوث في الظروف المعيارية.

😊 **ملاحظة:**

يساوي جهد التأكسد للقطب جهد الاختزال لنفس القطب بعكس الإشارة

سؤال: ما قيمة جهد التأكسد للخارصين

الإجابة:

بما أن جهد الاختزال له يساوي -0.76V ، فإن جهد التأكسد المعياري $+0.76\text{V} = -E^0_{\text{reduction}}$

سؤال: في خلية جلفانية ممثلة بالرموز التالية $(\text{Pt}|\text{H}_2|2\text{H}^+||\text{Cu}^{2+}|\text{Cu})$ إذا علمت أن جهد الخلية المعياري

$(E^0_{\text{cell}} = 0.34\text{V})$ فأحسب جهد الاختزال المعياري للنحاس

الإجابة:

$$E^0_{\text{cell}} = E^0_{(\text{cathode}\backslash\text{Cu})} - E^0_{(\text{anode}\backslash\text{H}_2)}$$

$$0.34 = E^0_{(\text{cathode}\backslash\text{Cu})} - 0$$

$$E^0_{(\text{cathode}\backslash\text{Cu})} = +0.34\text{V}$$

سؤال: ماذا تعني الإشارة الموجبة لجهد اختزال النحاس

الإجابة:

هذا يدل على أن جهد اختزال النحاس أعلى من جهد اختزال الهيدروجين، يعني أن أيونات النحاس أكثر ميلاً للاختزال من أيونات الهيدروجين، وأن ذرات النحاس أقل ميل للتأكسد من غاز الهيدروجين، لذلك اختزلت أيونات النحاس، أما الهيدروجين حدث له تأكسد عن طريق ذراته المتعادلة، في الخلية.

سؤال: في خلية جلفانية مكونة من نصف خلية الهيدروجين ($2H^+|H_2|Pt$)، ونصف خلية من الكاديوميوم ($Cd^{2+}|Cd$) المعياريين، أحسب جهد اختزال المعياري للكاديوميوم، إذا علمت أن جهد الخلية المعياري ($E^0_{cell}=0.4V$)، ونقصت كتلة الكاديوميوم بعد تشغيل الخلية لفترة من الزمن.

الإجابة:

$$E^0_{cell} = E^0_{(cathode|H_2)} - E^0_{(anode|Cd)} \quad 0.4 = 0 - E^0_{(anode|Cd)} \quad E^0_{(anode|Cd)} = -0.40V$$

😊 **ملاحظة:**

يمكن بوجود قطب الهيدروجين (وجوده ضمن خلايا جلفانية)، مع عدد من عناصر الفلزات المختلفة وجهد الخلية الجلفانية بين كل قطبين، فيمكن لنا أن نحسب جهد اختزال كل أقطاب الفلزات لأن جهد اختزال الهيدروجين يساوي صفر كما في السؤال التالي

سؤال: ادرس الجدول التالي الذي يمثل التفاعل الذي يحدث في عدد من الخلايا الجلفانية وجهد الخلية الجلفانية لكل تفاعل بوحدة الفولت ثم أجب عما يليه

رقم الخلية	E^0 للخلية (V)	التفاعل الذي يحدث في الخلية
1	0.44	$Fe + 2H^+ \longrightarrow Fe^{2+} + H_2$
2	1.1	$Zn + Cu^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Cu$
3	1.22	$2Al + 3Fe^{2+} \longrightarrow 2Al^{3+} + 3Fe$
4	2.0	$2Al + 3Cu^{2+} \longrightarrow 2Al^{3+} + 3Cu$

- أي الأيونات (Al^{3+} أم Cu^{2+}) أكثر ميلاً للاختزال
- في خلية جلفانية قطبيها ($Fe|Cu$) أحسب جهد الخلية
- اكتب التفاعل الذي يحدث في خلية جلفانية قطبيها ($Al|H_2$)
- أي الفلزات (Al أم Zn) أكثر ميلاً للتأكسد

هـ) ماذا تتوقع أن يحدث لتركيز أيونات الحديد (Fe^{2+}) في خلية جلفانية قطبيها ($Zn \backslash Fe$)

الإجابة:



ب) $0.78V$

أ) Cu^{2+}

هـ) تقل

د) Al

😊 ملاحظة:

ويمكن بغياب قطب الهيدروجين (عدم وجوده ضمن الخلايا الجلفانية) وكان عدد من عناصر الفلزات المختلفة وجهد الخلية الجلفانية بين كل فلزين فيمكن لنا أن نفرض أحد أقطاب الفلزات جهد اختزاله يساوي (صفر)

(فيمثل قطب مرجعي) فيتم حساب جهد الاختزال المعياري لباقي العناصر لنتمكن من معرفة أيها أكثر ميلاً للاختزال (وهي الأعلى جهد اختزال) وأيها أكثر ميلاً للتأكسد (وهي الأقل جهد اختزال) كما في السؤال التالي

سؤال: ادرس الجدول التالي الذي يمثل أقطاب خلايا جلفانية للعناصر الافتراضية ($A \backslash B \backslash C \backslash D \backslash E$) والتي تكون محاليل بأيوناتها الثنائية الموجبة، وجهد الخلية الجلفانية لكل خلية، ثم أجب عما يلي

رقم الخلية	E^0 للخلية (V)	قطبي الخلية	معلومة عن الخلية
1	0.53	(A \ E)	يتجه مؤشر الفولتميتر نحو القطب (A)
2	1.1	(C \ E)	تقل كتلة القطب (E)
3	0.78	(C \ D)	القطب (D) هو القطب السالب
4	0.42	(B \ E)	تتجه الإلكترونات نحو القطب (E)

- أ) أي الأيونات (C^{2+} أم A^{2+}) أكثر ميلاً للاختزال
 ب) في خلية جلفانية قطبيها ($B \backslash C$) أحسب جهد الخلية
 ج) أكتب التفاعل الذي يحدث في خلية جلفانية قطبيها ($D \backslash E$)
 د) أي الفلزات (A أم D) أكثر ميلاً للتأكسد
 هـ) ماذا تتوقع أن يحدث لتركيز أيونات (B^{2+}) في خلية جلفانية قطبيها ($A \backslash B$)

الإجابة:



ب) $1.52V$

أ) C^{2+}

هـ) تزداد

د) D

الاختبار الذاتي

سؤال [1]: وضح المقصود بكل من:

- (أ) جهد الخلية المعياري
(ب) قطب الهيدروجين المعياري
(ج) جهد الاختزال المعياري

سؤال [2]: اذكر الظروف المعيارية للخلية الجلفانية

سؤال [3]: في خلية جلفانية قطبيها (X و Y) في الظروف المعيارية تمثل بطريقة مختصرة $(Y|Y^{2+}||X^{2+}|X)$ كان جهد الخلية يساوي (6V) وكان جهد تأكسد القطب (X) يساوي جهد اختزال القطب (Y) فما قيمة جهد اختزال القطب (X)

سؤال [4]: اذكر مكونات قطب الهيدروجين المعياري

سؤال [5]: ادرس الجدول التالي الذي يمثل التفاعل الذي يحدث في عدد من الخلايا الجلفانية، وأقطاب فلزات افتراضية مع قطب الهيدروجين وجهد الخلية الجلفانية لكل تفاعل بوحدة (V) ثم أجب عما يليه

رقم الخلية	E^0 للخلية (V)	التفاعل الذي يحدث في الخلية
1	0.23	$X + 2H^+ \longrightarrow X^{2+} + H_2$
2	0.57	$X + C^{2+} \longrightarrow X^{2+} + C$
3	2.0	$2A + 3C^{2+} \longrightarrow 2A^{3+} + 3C$
4	R	$3X^{2+} + 2A \longrightarrow 3X + 2A^{3+}$

(أ) أي أيونات الفلزات أكثر ميلاً للاختزال

(ب) ما قيمة R المشار لها في الجدول

(ج) اكتب التفاعل الذي يحدث في خلية جلفانية قطبيها $(A|H_2)$ ، وثم مثل الخلية بطريقة مختصرة

(د) ما صيغة الفلزات الأكثر ميلاً للتأكسد

(هـ) ماذا تتوقع أن يحدث لتركيز أيونات الحديد (C^{2+}) في خلية جلفانية قطبيها $(C|H_2)$

سؤال [6]: ادرس الجدول التالي الذي يمثل أقطاب خلايا جلفانية للعناصر الافتراضية (A \ B \ C \ D \ E) والتي تكون محاليل بأيوناتها الثنائية الموجبة، وجهد الخلية الجلفانية لكل خلية، ثم أجب عما يلي

رقم الخلية	E^0 للخلية (V)	قطبي الخلية	معلومة عن الخلية
1	0.63	(A \ E)	القطب (A) في الخلية تزداد كتلته
2	1.00	(C \ E)	يزداد تركيز (E^{2+})
3	0.88	(C \ D)	تتجه الأيونات السالبة في القنطرة الملحية نحو وعاء (D)
4	0.32	(B \ E)	تتجه الإلكترونات نحو القطب (E)

- (أ) أي أيونات الفلزات أقل ميلاً للاختزال
 (ب) في خلية جلفانية قطبيها (A \ C) أحسب جهد الخلية
 (ج) اكتب التفاعل الذي يحدث في خلية جلفانية قطبيها (D \ E)
 (د) ما صيغة الفلزات الأكثر ميلاً للتأكسد
 (هـ) ماذا تتوقع أن يحدث لتركيز أيونات (B^{2+}) في خلية جلفانية قطبيها (A \ B)

المجتهد في الكيمياء
 أ. أنس القدومي

الإجابات

سؤال [1]:

- أ) جهد الخلية المعياري: محلول أيوني قادر على توصيل التيار الكهربائي.
 ب) جهد الاختزال المعياري: مقياس لميل نصف تفاعل الاختزال للحدوث في الظروف المعيارية.
 ج) قطب الهيدروجين المعياري: قطب مرجعي استخدم لقياس جهود الاختزال المعيارية لأقطاب الخلايا الجلفانية في الظروف المعيارية.

سؤال [2]:

- 1) درجة الحرارة (25°C) 2) تركيز الأيونات (1M) 3) ضغط الغاز (1atm)

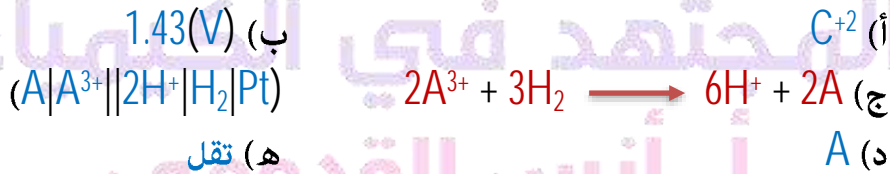
سؤال [3]:

(-3V)

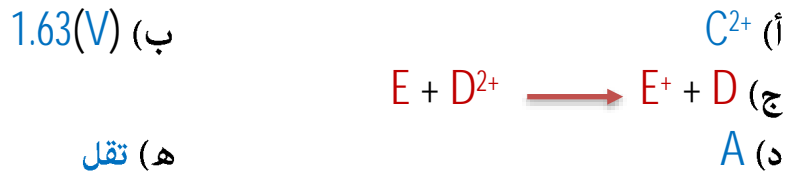
سؤال [4]:

يتكوّن قطب الهيدروجين المعياري كما في الشكل الأعلى من وعاء يحتوي قطب (صفحة) من البلاتين، مغموسة في محلول حمض الهيدروكلوريك (HCl) تركيز أيون الهيدروجين (H^+) فيه يساوي (1M)، ويتم ضخ تيار من غاز الهيدروجين (H_2) إلى المحلول تحت ضغط جوي بمقدار (1atm)، ودرجة حرارة (25°C)

سؤال [5]:



سؤال [6]:



جدول جهود الاختزال المعيارية

استُخدم قطب الهيدروجين المعياري في بناء خلايا جلفانية متعددة، ومن خلال قياس جهودها المعيارية حُسبت جهود الاختزال المعيارية للأقطاب المختلفة التي استُخدمت فيها، واتفق الكيميائيون على كتابة أنصاف التفاعلات على شكل أنصاف تفاعل اختزال في الاتجاه الأمامي وترتيبها وفقًا لتزايد جهود الاختزال المعيارية في جدول سُمي جدول جهود الاختزال المعيارية، أنظر الجدول

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

تزداد قوة المؤكسدة

تزداد قوة المختزلة

- تجدر الإشارة أولاً إلى أن جهد الاختزال لأي تفاعل يساوي من الناحية العددية جهد التأكسد لنفس التفاعل، ولكن يخالفه في الإشارة
- ونتيجة لاستخدام قطب الهيدروجين المعياري في بناء خلايا مختلفة وقياس جهودها تمكن العلماء من حساب جهود الاختزال المعياري للأقطاب المختلفة وتم ترتيبها وفقاً لتزايد جهود اختزالها
- وتم تمثيل جهود الاختزال وأنصاف تفاعلات الاختزال في الجدول منعكسة
- إنَّ الموادَّ على يسار المعادلة تمثلُ عواملَ مؤكسدةً تحدثُ لها عمليةُ اختزال، وتمثلُ الموادَّ على يمين المعادلة عواملَ مُختزلةً تحدثُ لها عمليةُ تأكسد
- كما أنَّ جهود الاختزال تزداد من أعلى إلى أسفل في الجدول
- يُستفاد من جدول جهود الاختزال المعيارية في حساب جهد الخلية المعياري، والتنبؤ بتلقائية تفاعلات التأكسد والاختزال، إضافة إلى مقارنة قوَّة العوامل المؤكسدة والمُختزلة كما يلي

حساب جهد الخلية المعياري

يتم حساب جهد أي خلية جلفانية اعتماداً على جدول جهود الاختزال، ونلاحظ أن جهد الخلية الجلفانية دائماً موجب، وهذه إشارة إلى أن التفاعل الكيميائي الذي يحدث في الخلية الجلفانية هو تفاعل تلقائي. في الخلايا الجلفانية جهد الخلية موجب وبتالي فإنه دائماً في الخلايا جلفانية الأعلى جهد اختزال تختزل والأقل جهد اختزال تتأكسد، بالإمكان حساب جهد أي خلية جلفانية في الظروف المعيارية، معتمداً على العلاقة الآتية

$$E^0_{\text{cell}} = E^0_{(\text{cathode})} - E^0_{(\text{anode})}$$

سؤال: أحسب جهد الخلية المعياري للخلية الجلفانية التي يحدث فيها التفاعل الآتي:



علمًا بأن جهد الاختزال المعياري



الإجابة:

$$E^0_{\text{cell}} = E^0_{(\text{cathode})} - E^0_{(\text{anode})}$$

$$E^0_{\text{cell}} = -0.28 - (-0.44) = +0.16$$

سؤال: خلية جلفانية مكوّنة من نصف خلية الفضة ($\text{Ag}^+|\text{Ag}$) ونصف خلية المغنيسيوم ($\text{Mg}^{2+}|\text{Mg}$) في

الظروف المعيارية، علماً بأن جهد الاختزال المعياري



أكتب المعادلة الكلية الموزونة للتفاعل، وأحسب جهد الخلية المعياري

الإجابة:



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

$$E^\circ_{\text{cell}} = 0.80 - (-2.37) = +3.17 \text{ V}$$

سؤال: خلية جلفانية مكوّنة من نصف خلية الكروم ($\text{Cr}^{3+}|\text{Cr}$) ونصف خلية النحاس ($\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}$) المعيارين

إذا علمت أن



المعياري الخلية جهداً أحسب

الإجابة:

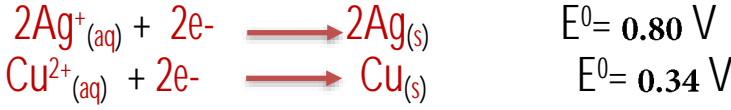
$$E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{(\text{cathode})} - E^\circ_{(\text{anode})}$$

$$E^\circ_{\text{cell}} = 0.34 - (-0.73) = +1.07 \text{ V}$$

المجتهد في الكيمياء
أ. أنس القدومي

الاختبار الذاتي

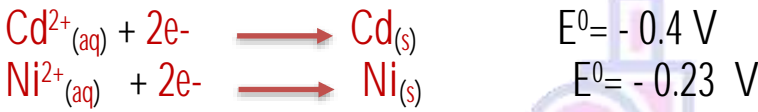
سؤال [1]: أحسب (E^0) للخلية الجلفانية مكونه من قطب الفضة (Ag) وقطب النحاس (Cu) إذا علمت



سؤال [2]: أحسب (E^0_{cell}) التي يحدث فيها التفاعل التالي



إذا علمت أن



سؤال [3]: في خلية جلفانية قطبيها من الخارصين والنيكل أحسب (E^0_{cell}) إذا علمت أن جهد الاختزال المعياري للخارصين (-0.76 V) وجهد الاختزال المعياري للنيكل (-0.23 V)

سؤال [4]: أحسب جهد الخلية الجلفانية المكونة من الفلزين (Cu و Hg) إذا علمت أن



سؤال [5]: في خلية جلفانية قطبيها من الذهب (Au) والكروم (Cr)، وكان جهد الخلية الجلفانية يساوي (2.23 V) فإذا علمت أن جهد الاختزال المعياري للذهب (Au) يساوي (1.5 V) وكان هو قطب الموجب، فأجب عما يلي

(أ) ما قيمة جهد الاختزال المعياري للكروم (Cr)

(ب) ماذا يحدث لتركيز أيونات الذهب الموجبة في المحلول

(ج) حدد اتجاه حركة الإلكترونات السالبة عبر الدارة الخارجية

(د) ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة كل من الكروم (Cr) والذهب (Au)

(هـ) بين اتجاه حركة الأيونات السالبة والموجبة في القنطرة الملحية

الإجابات

سؤال (1):

$$E^0_{\text{cell}} = E^0_{(\text{cathode})} - E^0_{(\text{anode})}$$

$$E^0_{\text{cell}} = 0.80 - 0.34 = + 0.46 \text{ V}$$

سؤال (2):

$$E^0_{\text{cell}} = E^0_{(\text{cathode})} - E^0_{(\text{anode})}$$

$$E^0_{\text{cell}} = - 0.40 - - 0.23 = - 0.17 \text{ V}$$

😊 ملاحظة:

سبب ظهور الإشارة السالبة في جهد الخلية تدل على أن التفاعل السابق لا يحدث بصورة تلقائية

سؤال (3):

$$E^0_{\text{cell}} = E^0_{(\text{cathode})} - E^0_{(\text{anode})}$$

$$E^0_{\text{cell}} = - 0.23 - - 0.76 = 0.53 \text{ V}$$

سؤال (4):

$$E^0_{\text{cell}} = E^0_{(\text{cathode})} - E^0_{(\text{anode})}$$

$$E^0_{\text{cell}} = 0.85 - 0.34 = + 0.51 \text{ V}$$

سؤال (5):

(أ) - 0.73

(ب) تقل

(ج) من قطب (Cr) إلى قطب (Ag)

(د) كتلة الكروم (Cr) تقل، وكتلة الذهب (Au) تزداد

(هـ) تتجه الأيونات الموجبة في القنطرة الملحية إلى وعاء الفضة (Ag)، أما الأيونات السالبة تتجه نحو وعاء الكروم (Cr)

التنبؤ بتلقائية حدوث تفاعلات التأكسد والاختزال

يمكن التنبؤ بإمكانية حدوث تفاعلات التأكسد والاختزال في الظروف المعيارية عن طريق حساب جهد الخلية (E^0_{cell}) للتفاعل حيث

- إذا كانت قيمة (E^0) موجبة فهذا يدل على أن تفاعل التأكسد والاختزال يحدث تلقائياً (ينتج طاقة)
- إذا كانت قيمة (E^0) سالبة فهذا يدل على أن تفاعل التأكسد والاختزال لا يحدث تلقائياً (يستهلك طاقة)

سؤال: هل يستطيع النحاس ذرات (Cu) التفاعل مع أيون الحديد (Fe^{3+})، فسر إجابتك علماً بأن:



الإجابة:

لا يستطيع، من السؤال نلاحظ أن النحاس مصعد (يتأكسد) وأيونات الحديد تختزل فالحديد (مهبط) ومثل معادلة التفاعل مجموع نصف تفاعل التأكسد (مصعد) ونصف تفاعل الاختزال عند (المهبط) كما يلي



ثم نحسب جهد التفاعل فإن

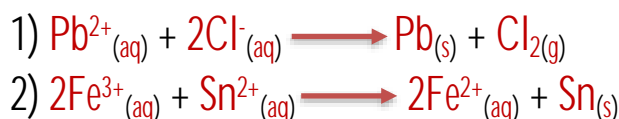
$$E^0_{\text{cell}} = E^0_{(\text{cathode})} - E^0_{(\text{anode})}$$

$$E^0_{\text{cell}} = -0.04 - 0.34 = -0.51 \text{ V}$$

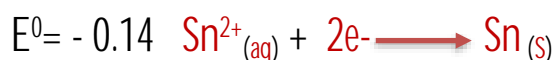
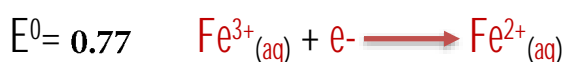
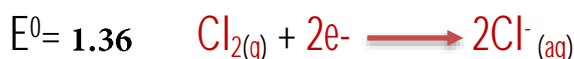
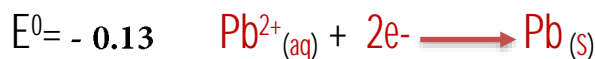
بما أن جهد التفاعل السابق سالب، فإن التفاعل غير تلقائي.

يمكن الإجابة عن السؤال، بالاعتماد على جهد الاختزال فقط حيث أن جهد الاختزال للنحاس أكبر من جهد اختزال الحديد لذلك فأيونات النحاس أكثر ميلاً للاختزال من أيونات الحديد، ويعني أن ذرات النحاس أقل ميل للتأكسد من ذرات الحديد. لذلك لا يمكن للنحاس اختزال أيونات الحديد

سؤال: أي تفاعلات التأكسد والاختزال الممثلة بالمعادلات الآتية يحدث بشكل تلقائي، وأفسر ذلك.



علمًا بأن جهود الاختزال المعيارية



الإجابة:



نحسب جهد التفاعل فإن

$$E^0_{\text{cell}} = E^0_{(\text{cathode})} - E^0_{(\text{anode})}$$

$$E^0_{\text{cell}} = -0.13 - 1.36 = -1.49 \text{ V}$$

بما أن جهد التفاعل السابق سالب، فإن التفاعل غير تلقائي.

ويمكن التوصل إلى النتيجة السابقة نفسها عند مقارنة جهود الاختزال المعيارية لكل من الرصاص والكلور

إذ يلاحظ أن جهد الاختزال للكلور أكبر من جهد اختزال الرصاص؛ أي أن ميل جزيئات الكلور

للاختزال أكبر، ومن ثم لا تتأكسد أيونات الكلوريد (Cl⁻) ولا تختزل أيونات الرصاص (Pb²⁺)



نحسب جهد التفاعل فإن

$$E^0_{\text{cell}} = E^0_{(\text{cathode})} - E^0_{(\text{anode})}$$

$$E^0_{\text{cell}} = 0.77 - -0.14 = 0.91 \text{ V}$$

بما أن جهد التفاعل السابق موجب، فإن التفاعل تلقائي.

تفاعل الفلزات مع محاليل الحموض

تتفاعل بعض الفلزّات مع محلول حمض الهيدروكلوريك المُخفّف فينطلق غاز الهيدروجين، بينما لا يتفاعل بعضها الآخر، ومثال ذلك تفاعل النيكل مع حمض الهيدروكلوريك وإطلاق غاز الهيدروجين، أمّا النحاس فلا يتفاعل ولا يطلق غاز الهيدروجين.

😊 ملاحظة:

أي فلز جهد اختزاله سالب فهو أقل من جهد اختزال أيون الهيدروجين الموجب (الحمض) فبتالي فإن

- الفلز يتأكسد ويذوب وتقل كتلته في محلول الحمض (H^+) لأن الفلز له ميل عالي للتأكسد

- وتختزل أيونات الهيدروجين الموجب (H^+) التي مصدرها محاليل الحموض إلى جزيئات متعادلة لتنتج غاز الهيدروجين (فيتحرر غاز الهيدروجين)

سؤال: هل يمكن لفلز الألمنيوم (Al) تحرير غاز الهيدروجين (H_2) من محلول الحمض HCl تلقائياً علماً بأن جهد الاختزال المعياري $Al^{3+} = -1.66 V$ ، $H^+ = 0 V$

الإجابة:

نعم يستطيع

سؤال: يتفاعل فلز النيكل (Ni) مع محلول حمض الهيدروكلوريك (HCl) وينطلق غاز الهيدروجين، فسر ذلك علماً بأن جهد الاختزال المعياري $Ni^{2+} = -0.23 V$ ، $H^+ = 0 V$

الإجابة:



نحسب جهد التفاعل فإن

$$E^0_{cell} = E^0_{(cathode)} - E^0_{(anode)}$$

$$E^0_{cell} = 0 - -0.23 = 0.23 V$$

بما أن جهد التفاعل السابق موجب، فإن التفاعل تلقائي.

سؤال: أدرس الجدول التالي ثم أجب عما يلي :

(1) هل يستطيع الحديد (Fe) اختزال أيونات النيكل (Ni^{2+}) تلقائياً

نصف تفاعل الاختزال	E^0 اختزال (Volt)
$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$	0.34
$Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$	- 1.66
$Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni$	- 0.23
$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$	صفر
$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$	0.80
$Fe^{3+} + 3e^- \longrightarrow Fe$	- 0.04

(2) أحسب جهد الخلية التي قطبيها من النحاس (Cu) والألمنيوم (Al) والذي وجد فيها أنه قد قل كتلة القطب (Al) وحدد إن كانت خلية جلفانية أم لا فسر إجابتك

(3) هل تستطيع أيونات الهيدروجين (H^+) أكسدت ذرات الألمنيوم (Al) تلقائياً فسر ذلك

(4) هل يمكن لوعاء من الحديد (Fe) حفظ محلول من أحد أملاح الفضة (Ag)

(5) حدد فلزين لعمل خلية جلفانية تعطي أعلى فرق جهد

(6) حدد فلزين لعمل خلية جلفانية تعطي أقل فرق جهد

الإجابة:

يجب أن يكون جدول جهود الاختزال مرتب من الأقل جهد الاختزال إلى الأعلى فيتم إعادة كتابته لكن بعد ترتيبه كما يلي

E^0 اختزال (Volt)	عامل مختزل	نصف تفاعل الاختزال	عامل مؤكسد	جلفانية تلقائية
- 1.66	قوي	$Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$	ضعيف	قطب
- 0.23		$Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni$		سالب
- 0.04		$Fe^{3+} + 3e^- \longrightarrow Fe$		
صفر		$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$		موجب
0.34		$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$		
0.80	ضعيف	$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$	قوي	

(1)

	Ni	Fe
من شرط السؤال	مهبط	مصعد
من جدول التلقائية	مصعد	مهبط

(لا يمكن)

معنى ذلك (لا يمكن لذرات (Fe) للحديد اختزال أيونات النيكل (Ni^{2+})) (ولا يمكن لأيونات النيكل أكسدة ذرات الحديد)

(2) لحساب جهد الخلية يجب معرفة قطب المهبط والمصعد بين الفلزين وهما (Al و Cu)

😊 ملاحظة:

لا يمكن الاعتماد على جدول التلقائية في تحديد المصعد والمهبط

لأن السؤال لم يشير أنها خلية جلفانية فقد تكون خلية تحليل كهربائي وبالتالي من نص السؤال فإنه يمكن لنا معرفة المهبط والمصعد كما يلي: (قلت كتلة القطب (Al)) إذا تأكسد وهو قطب المصعد ومن ثم نكتب قانون جهد الخلية

$$E^0_{\text{cell}} = E^0_{(\text{cathode})} - E^0_{(\text{anode})}$$

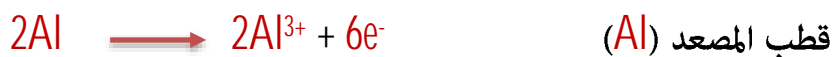
$$E^0_{\text{cell}} = 0.34 - -1.66 = +2 \text{ V}$$



$$E^0_{\text{cell}} = 0.34 - -1.66 = +2 \text{ V}$$

وبما أن جهد التفاعل السابق موجب فالتفاعل تلقائي والخلية خلية جلفانية

(3) (نعم يمكن)



$$E^0_{\text{cell}} = 0 - -1.66 = +1.66 \text{ V}$$

وبما أن جهد التفاعل السابق موجب فالتفاعل السابق تلقائي والخلية خلية جلفانية

إذا معنى ذلك (يمكن لذرات الألمنيوم (Al) اختزال أيونات الهيدروجين (H^+)) (ويمكن لأيونات الهيدروجين أكسدة ذرات الألمنيوم) تلقائياً

(4) (لا يمكن)

	Ag	Fe	القطبين
تفاعل التلف	مهبط	مصعد	
من جدول التلقائية	مهبط	مصعد	

بما أن تفاعل التلف يتفق مع جدول تلقائية إذا سوف يتلف الوعاء ويزوب وتقل كتلته ويتلف المحلول ويترسب تلقائياً

معنى ذلك (أن وعاء الحديد سوف يتأكسد إلى أيونات الحديد الموجبة ويتحول من وعاء صلب إلى محلول ويتلف، وبالمقابل سوف تختزل أيونات الفضة الموجبة من المحلول لتتحول من محلول لذرات متعادلة صلبة وتترسب)

(5) الفلزين (Ag و Al) (أبعد عن بعض)

(6) الفلزين (Fe و Ni) (أقرب لبعض)

فيخطر في ذهنك لماذا الإجابة ليست (Fe و H_2) لأن السؤال طلب فلزين والهيدروجين غاز

الاختبار الذاتي

بالاعتماد على قيم جهود الاختزال للعناصر المبينة في الجدول أجب عما يلي

نصف تفاعل الاختزال	E^0 اختزال (Volt)
$\text{Cu}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Cu}$	0.34
$\text{Al}^{3+} + 3e^- \longrightarrow \text{Al}$	- 1.66
$\text{Sn}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Sn}$	- 0.14
$2\text{H}^+ + 2e^- \longrightarrow \text{H}_2$	صفر
$\text{Mg}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Mg}$	-2.37
$\text{Fe}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Fe}$	- 0.44
$\text{I}_2 + 2e^- \longrightarrow 2\text{I}^-$	0.54
$\text{Br}_2 + 2e^- \longrightarrow 2\text{Br}^-$	1.07

سؤال (1): أفسّر: لا يتفاعل فلزّ النحاس (Cu) مع محلول حمض الهيدروكلوريك (HCl)، ولا ينطلق غاز الهيدروجين.

سؤال (2): هل يمكن حفظ محلول نترات المغنيسيوم $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ بوعاء من القصدير (Sn)

سؤال (3): هل يمكن حفظ محلول كبريتات الحديد FeSO_4 في وعاء من الألمنيوم (Al)؟ أبرّر إجابتي.

سؤال (4): هل يمكن تحضير البروم (Br_2) من محلول بروميد البوتاسيوم (KBr) باستخدام اليود (I_2)؟ أبرّر إجابتي.

سؤال (5): حدد فلزين لعمل خلية تعطي أعلى فرق جهد، ثم مثل الخلية بطريقة مختصرة.

المجتهد في الكيمياء
أ. أنس القدومي

الإجابات

سؤال [1]: افترض حدوث التفاعل، وأكتب معادلته $\text{Cu(s)} + 2\text{H}^+(\text{aq}) \longrightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$

جهد الاختزال المعياري للنحاس $E^\circ_{\text{Cu}} = 0.34 \text{ V}$ ، وجهد الاختزال المعياري للهيدروجين $E^\circ_{\text{H}_2} = 0.00 \text{ V}$ ،
يلاحظ أن جهد الاختزال المعياري للنحاس أكبر منه للهيدروجين؛ أي أن أيونات النحاس أكثر ميلًا للاختزال
من أيونات الهيدروجين؛ لذلك لا يتأكسد النحاس ولا تختزل أيونات الهيدروجين.
ويمكن الإجابة عن السؤال بطريقة أخرى من حساب جهد الخلية المعياري للتفاعل المفترض، والتنبؤ
بتلقائية حدوث التفاعل كما يلي:

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

$$E^\circ_{\text{cell}} = 0 - 0.34 = -0.34 \text{ V}$$

يلاحظ أن جهد الخلية المعياري للتفاعل المفترض سالب؛ أي أن التفاعل غير تلقائي الحدوث.

سؤال [2]: نعم يمكن

سؤال [3]: لا يمكن



من حساب جهد الخلية المعياري للتفاعل المفترض، والتنبؤ بتلقائية حدوث التفاعل كما يلي:

$$E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{cathode(Fe)}} - E^\circ_{\text{anode(Al)}}$$

$$E^\circ_{\text{cell}} = -0.44 - (-1.66) = +1.22 \text{ V}$$

يلاحظ أن جهد الخلية المعياري للتفاعل المفترض موجب؛ أي أن التفاعل تلقائي الحدوث، فلا يمكن

الحفظ

سؤال [4]: لا يمكن



من حساب جهد الخلية المعياري للتفاعل المفترض، والتنبؤ بتلقائية حدوث التفاعل كما يلي:

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

$$E^\circ_{\text{cell}} = 0.54 - 1.07 = -0.53 \text{ V}$$

يلاحظ أن جهد الخلية المعياري للتفاعل المفترض سالب؛ أي أن التفاعل غير تلقائي الحدوث، فلا يمكن

سؤال [5]:



مقارنة قوة العوامل المؤكسدة والمختزلة

يجب الانتباه إلى أن كل نصف تفاعل في الجدول يحتوي على عامل مؤكسد وعامل مختزل، حيث تكون المادة على يسار السهم عاملاً مؤكسداً، وبما أن قيم (E^0 اختزال) تزداد إلى الأسفل، فهذا يعني أن المادة تصبح أكثر ميلاً للاختزال، أي أن قوة هذه المواد كعوامل مؤكسدة تزداد من الأعلى إلى الأسفل تكون المادة على يمين السهم عاملاً مختزلاً، وبما أن قيم (E^0 اختزال) تقل إلى الأعلى، فهذا يعني أن المادة تصبح أكثر ميلاً للتأكسد، أي أن قوة هذه المواد كعوامل مختزلة تزداد من الأسفل إلى الأعلى وبالرجوع لجدول جهود الاختزال فإن :

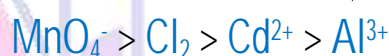
- (1) الفلور (F_2) أقوى العوامل المؤكسدة في الجدول، بينما يكون أيون الليثيوم (Li^+) أضعفها
- (2) الليثيوم (Li) أقوى العوامل المختزلة، بينما يكون أيون الفلور (F^-) أضعفها

سؤال: بدراسة جدول جهود الاختزال المعيارية، رتب المواد الآتية تصاعدياً وفق قوتها كعوامل مؤكسدة في

نصف تفاعل الاختزال	E^0 اختزال (Volt)
$Cd^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cd$	-0.40
$Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$	- 1.66
$Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$	1.36
$MnO_4^- + 4H^+ + 2e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$	1.51

الظروف المعيارية:
(Al^{3+} , MnO_4^- , Cd^{2+} , Cl_2)

الإجابة:



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

نصف تفاعل الاختزال	E^0 اختزال (Volt)
$Cr^{3+} + 3e^- \longrightarrow Cr$	-0.73
$Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$	1.36
$Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni$	-0.23
$Pb^{2+} + 2e^- \longrightarrow Pb$	-0.13

- (1) أحدد أقوى عامل مؤكسد.
- (2) أحدد أقوى عامل مختزل.
- (3) هل يستطيع النيكل (Ni) اختزال جزيئات الكلور (Cl_2) ؟ أفسر إجابتي.
- (4) هل تستطيع أيونات الكروم (Cr^{3+}) أكسدة الرصاص (Pb) ؟ أفسر إجابتي.

الإجابة:

Cl₂ (1

Cr (2

(3) نعم يستطيع



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

$$E^\circ_{\text{cell}} = 1.36 - -0.23 = +1.59 \text{ V}$$

يلاحظ أنَّ جهد الخلية المعياري للتفاعل المُفترض موجب؛ أي أنَّ التفاعل تلقائي الحدوث، فيمكن

(4) لا يستطيع



$$E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{cathode}(\text{Cr})} - E^\circ_{\text{anode}(\text{Pb})}$$

$$E^\circ_{\text{cell}} = -0.73 - -0.13 = -0.60 \text{ V}$$

يلاحظ أنَّ جهد الخلية المعياري للتفاعل المُفترض سالب؛ أي أنَّ التفاعل غير تلقائي الحدوث، فلا يمكن

سؤال: أدرس جدول جهود الاختزال المعيارية، ثمَّ أجب عن الأسئلة الآتية:

نصف تفاعل الاختزال	E° اختزال (Volt)
$\text{K}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{K}$	-2.92
$\text{Co}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Co}$	-0.28
$\text{I}_2 + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{I}^-$	0.54
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{Ag}$	0.80

(1) أرَّتب المواد الآتية تصاعدياً وفق قوتها كعوامل مختزلة في الظروف المعيارية: (Ag, K, I⁻, Co)

(2) هل يمكن لأيونات الكوبلت (Co²⁺) أكسدة أيونات اليوديد (I⁻)؟ أفسر إجابتي.

الإجابة:

(1) $\text{K} > \text{Co} > \text{I}^- > \text{Ag}$

(2) أقارن جهود الاختزال المعيارية للكوبلت واليود، فألاحظ أنَّ جهد الاختزال المعياري لليود أعلى

منه للكوبلت؛ أي أنَّ اليود أكثر ميلًا للاختزال من أيونات الكوبلت؛ لذلك لا تؤكسد أيونات

الكوبلت (Co²⁺) أيونات اليود (I⁻)

الاختبار الذاتي

سؤال (1): بالاعتماد على قيم جهود الاختزال للعناصر المبينة في الجدول أجب عما يلي

نصف تفاعل الاختزال	E^0 اختزال (V)
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	1.33
$\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Au}$	1.50
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{Ag}$	0.80
$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Sn}$	- 0.14

(1) أحدد أقوى عامل مؤكسد وأقوى عامل مختزل.

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

سؤال (2): أرتب الفلزات ذوات الرموز الافتراضية (Z, Y, X) وفق قوتها كعوامل مختزلة إذا علمت أن:

الفلز (X) يختزل أيونات (Z^{2+}) ولا يختزل أيونات (Y^{2+})

سؤال (3): ادرس الجدول التالي الذي يبين نصف تفاعل الاختزال، وجهد الاختزال لكل منها أدرسه جيداً ثم

أجب عما يلي

نصف تفاعل الاختزال	E^0 اختزال (V)
$\text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Hg}$	0.85
$\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Mn}$	- 1.18
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{Ag}$	0.80
$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Pb}$	- 0.13
$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Al}$	- 1.66

(1) حدد أقوى عامل مؤكسد، وصيغة أقوى عامل مختزل

(2) اذكر فلزين لا يتفاعل مع محلول الحمض تلقائياً

(3) هل يمكن لذرات الألومنيوم (Al) اختزال أيونات الرصاص (Pb^{2+}) تلقائياً

(4) ما قيمة جهد الخلية الجلفانية التي قطبها (Hg) و (Al)

(5) هل يمكن لأيونات المنغنيز (Mn^{2+}) أكسدة ذرات الرصاص (Pb) تلقائياً برر إجابتك

(6) هل يمكن تحريك محلول من أيونات الفضة (Ag^+) بمعلقة مصنوعة من (Al) برر إجابتك

سؤال (4): مستعيناً بجدول جهود الاختزال المعيارية التالي، حدد العبارات الصحيحة فيما يليه مع التفسير

الأيونات	H^+	Au^{3+}	Pb^{2+}	Ag^+	Ni^{2+}	Cr^{3+}	Cu^{2+}
E^0 اختزال	صفر	1.50 +	0.13 -	0.80 +	0.23 -	0.73 -	0.34 +

(1) (H_2) يستطيع اختزال (Ag^+)

(2) (Au) يستطيع اختزال (Cu^{2+})

(3) (Pb^{+2}) يستطيع أكسدة (Ni)

(4) بين فيما إذا كان التفاعل الآتي يحدث بصورة تلقائية أم لا



سؤال (5): مستعيناً بجدول جهود الاختزال المعيارية التالي، أجب عما يلي

الأيونات	H^+	Zn^{2+}	Pb^{2+}	Ag^+	Ni^{2+}	Cr^{3+}
E^0 اختزال	صفر	0.76 -	0.13 -	0.80 +	0.23 -	0.73 -

(1) ما العنصر الذي يستطيع أكسدة الكروم (Cr) ، ولا يستطيع أكسدة الرصاص (Pb) تلقائياً

(2) تم تصميم خلية جلفانية قطبيها (Zn) و (H_2) أجب عما يلي

(أ) اكتب التفاعل الخلوي الكلي

(ب) ما قيمة جهد الخلية الجلفانية

(ج) أي العناصر يمثل المصعد وما شحنته

(3) هل يستطيع وعاء من النيكل (Ni) حفظ محلول من أيونات الفضة (Ag^+) ، فسر إجابتك

(4) رتب الأيونات تصاعدياً وفق قوتها كعوامل مؤكسدة

(5) أي الفلزات الآتية (Ag, Ni, Zn) أقوى كعامل مختزلة

(6) أي الفلزات يمكن استخدامه في استخلاص فلز الكروم (Cr) من خاماته

الإجابات

سؤال (1): 1) أقوى عامل مؤكسد (Au^{+3})، أقوى عامل مختزل (Sn)
2) (Ag)

سؤال (2):

أقوى عامل مختزل $Z < X < Y$ أضعف عامل مختزل

سؤال (3):

1) أقوى عامل مؤكسد (Hg^{+2})، أقوى عامل مختزل (Al)
2) (Ag) و (Hg)
3) نعم يمكن
4) 2.51
5) لا يمكن، لأن جهد اختزال Pb^{2+} أعلى من Mn^{2+} فالرصاص أكثر ميل للاختزال ولا يتأكسد تلقائياً بوجود Mn^{2+}
6) لا يمكن، $\text{Al}^{3+} + 3\text{Ag} \longrightarrow 3\text{Ag}^+ + \text{Al}$ ، $E^0_{\text{cell}} = +2.46$
بما أن جهد التفاعل السابق موجب، فإن أيونات Ag^+ تختزل وتتحول إلى ذرات متعادلة ويترسب محلول الفضة، وتتأكسد معلقة الألمنيوم Al تلقائياً وتذوب.

سؤال (4): 1) نعم يستطيع 2) لا يستطيع

3) نعم يستطيع

4) تلقائي لأن $E^0_{\text{cell}} = +1.07$ جهد التفاعل موجب فيحدث بصورة تلقائية

سؤال (5): 1) (Ni)

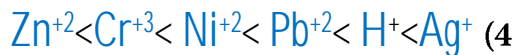


ب) 0.76

ج) المصعد (Zn) وشحنته سالبة

3) لا يمكن، $\text{Ni}^{2+} + 2\text{Ag} \longrightarrow 2\text{Ag}^+ + \text{Ni}$ ، $E^0_{\text{cell}} = +1.03$

بما أن جهد التفاعل السابق موجب، فإن أيونات (Ag^+) تختزل وتتحول إلى ذرات متعادلة ويترسب محلول الفضة، ويتأكسد وعاء النيكل (Ni) تلقائياً ويذوب.



5) Zn

6) Zn

ملاحظات على جدول جهود الاختزال المعياري

1) تذكر دائماً عند التعامل مع جدول جهود الاختزال أنه جميع التفاعلات هي أنصاف تفاعل اختزال أي أن الجهود الموجودة هي جهد اختزال وليس هناك أي جهد تأكسد (لا نتعامل مع جهود تأكسد)

2) كلما زادت قيمة جهد الاختزال المعياري، أصبحت المادة أكثر ميلاً للاختزال في التفاعل، أي ستزداد قوتها كعامل مؤكسد، ويقل ميلها للتأكسد أي قل قوتها كعامل مختزل

3) إن كلما قل قيمة جهد الاختزال المعياري، أصبحت المادة أكثر ميلاً للتأكسد في التفاعل، أي ستزداد قوتها كعامل مختزل، ويقل ميلها للاختزال أي قل قوتها كعامل مؤكسد

وفي ما يلي أهم النقاط التي تركز عليها معظم الأسئلة حول جدول جهود الاختزال حيث

- 1) نرتب جدول جهود الاختزال من الأقل جهد اختزال إلى الأعلى جهد اختزال
- 2) تزداد قوة العامل المؤكسد (الموجود في يسار التفاعل) بالانتقال من أعلى يسار التفاعل إلى الأسفل
- 3) تزداد قوة العامل المختزل (الموجود في يمين التفاعل) بالانتقال من أسفل يمين الأنصاف إلى الأعلى
- 4) في الخلية الجلفانية المكونة من فلزين فإن
 - أ) الذي في الأعلى (أقل جهد اختزال) فسوف يتأكسد وتقل كتلته وتكون الإشارة سالبة وهو قطب المصعد
 - ب) والذي في الأسفل (أعلى جهد اختزال) يختزل وتزداد كتلته وتكون إشارته موجبة وهو قطب المهبط
 - ج) والإلكترونات السالبة تنتقل دائماً في الأسلاك من الأعلى إلى الأسفل (أي من المصعد للمهبط دائماً)
 - د) ويتجه مؤشر الفولتميتر نحو المهبط (نحو الفلز الذي بالأسفل) دائماً
 - هـ) يقل تركيز أيونات الفلز الموجبة (في وعاء المهبط) لأنه يحدث فيه نصف تفاعل اختزال
 - و) يزداد تركيز أيونات الفلز الموجبة (في وعاء المصعد) لأنه يحدث فيه نصف تفاعل تأكسد
- 5) كل عامل مؤكسد (يحدث له اختزال) موجود في يسار التفاعل، فإنه يستطيع أكسدة ما يعلوه من اليمين تلقائياً

(6) كل عامل مختزل من يمين السلسلة (يحدث له تأكسد) موجود في يمين التفاعل، فإنه يستطيع أن يختزل ما أسفله من اليسار تلقائياً

(7) لعمل خلية جلفانية تعطي أعلى فرق جهد نأخذ أبعد عنصرين (الأعلى جهد اختزال مع الأقل جهد اختزال)

(8) لعمل خلية تعطي أقل فرق جهد نحسب كل خليتين قريبتين كجهود اختزال على حدا ونختار الأقل جهد للخلية

(9) كل فلز جهد اختزاله **بالسالب** أي أنه أقل جهد اختزال من جهد اختزال أيون الهيدروجين الموجب أي أنه

(أ) يتأكسد الفلز وتقل كتلته بوجود أيونات الهيدروجين الموجب (مصدرها الحمض)

(ب) يمكن القول أن الفلز الصلب يتفاعل مع الحمض

(ج) وتختزل أيونات الهيدروجين الموجب لتنتج عن ذلك غاز الهيدروجين

(د) أي أن الفلز يستطيع تحرير غاز الهيدروجين

بمعنى يمكن القول أن الفلز يذوب بالحموض وتقل كتلته، وتحرر غاز الهيدروجين تلقائياً



(يذوب الخارصين بالحمض لأنه تحول من ذرات متعادلة إلى أيونات موجبة وتأكسد ويطلق غاز الهيدروجين)

وينطبق ذلك على باقي الفلزات التي لها جهد اختزال سالب كالألومنيوم والنيكل وغيرها

(10) لحساب جهد خلية جلفانية كما تعلمنا نقوم بتحديد المصعد وهو (القطب الأقل جهد اختزال) ونحدد قطب المهبط وهو (الأعلى جهد اختزال) ثم نطرح جهدي الاختزال المهبط - المصعد

(11) لا يمكن حفظ محاليل مركبات أو مواد موجودة في يسار التفاعل في أوعيه مصنوعه من فلزات ما يعلوها

لأن الفلز (الوعاء الصلب) يتأكسد بما أن جهد اختزاله قليل ويذوب وبالمقابل تختزل أيونات الفلز المراد حفظ محلوله إلى ذرات متعادلة

(يعني المحلول أيونات الفلز الموجبة حدث لها اختزال وترسبت وأن الوعاء إلي حافظه بذبوب لأيونات موجبة)

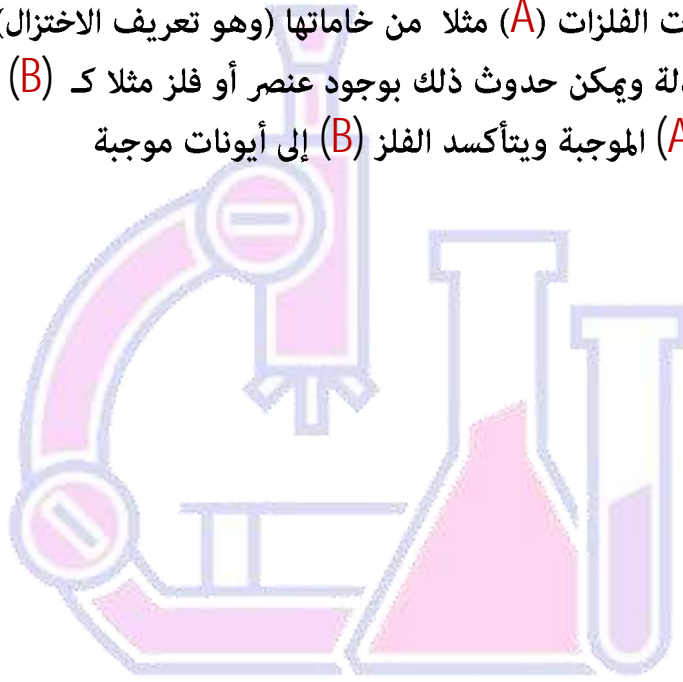
(12) يمكن حفظ محاليل مركبات أو مواد موجودة في يسار التفاعل في أوعيه مصنوعه من فلزات أسفلها

لأن الفلز (الوعاء الصلب) لا يتأكسد بما أن جهد اختزاله عالي ولا يذوب وبالمقابل لا تختزل أيونات الفلز المراد حفظ محلوله إلى ذرات متعادلة

(يعني المحلول أيونات الفلز الموجبة لا يحدث لها اختزال وأن الوعاء الي حافظه لا يذوب لأيونات موجبة)

(13) إذا تم حساب جهد خلية وكان جهد الخلية (+) فالتفاعل تلقائي، وإذا كان جهد الخلية سالب (-) فالتفاعل غير تلقائي

(14) يمكن استخلاص أيونات الفلزات (A) مثلا من خاماتها (وهو تعريف الاختزال) إذا تم اختزال أيوناته الموجبة إلى ذرات متعادلة ويمكن حدوث ذلك بوجود عنصر أو فلز مثلا ك (B) له جهد اختزال أقل منه فتختزل أيونات الفلز (A) الموجبة ويتأكسد الفلز (B) إلى أيونات موجبة



المجتهد في الكيمياء
أ. أنس القدومي

الاختبار الذاتي

سؤال (1): اعتماداً على الجدول التالي، والذي يبين قيم جهود الاختزال المعيارية لعدد من أنصاف التفاعلات

نصف التفاعل	E^0 (V)
$Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$	- 1.66
$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$	0.80
$Sn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Sn$	- 0.14
$Hg^{2+} + 2e^- \longrightarrow Hg$	0.85
$Zn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Zn$	-0.76
$Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$	1.36

أجب عما يأتي :

(1) ما صيغة أقوى عامل المؤكسد

(2) ما صيغة أقوى عامل المختزل الأقوى

(3) اذكر فلزين يمكن استخدامهما في استخلاص أيونات (Sn^{2+}) من محاليلها

(4) عند وصل نصف خلية من الفضة (Ag) مع نصف خلية آخر من الألمنيوم (Al) لتكوين خلية جلفانية

(أ) اكتب معادلة نصف التفاعل الذي يحدث عند كل قطب

(ب) أي القطبين يمثل المصعد وما شحنته (ج) ما قيمة جهد هذه الخلية

(د) ماذا تتوقع أن يحدث لتركيز أيونات (Al^{3+}) في وعاء الألمنيوم

(هـ) ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة الفضة (Ag)

(5) حدد فلزين لعمل خلية جلفانية لها أعلى فرق جهد، وكتب تمثيلاً رمزياً للخلية

(6) حدد فلز يستطيع اختزال أيونات الخارصين (Zn^{2+}) تلقائياً

(7) حدد فلزين يمكن استخدامهما في استخلاص فلز الزئبق (Hg) من خاماته ولا يمكن لهما استخلاص الخارصين (Zn) من محاليل إحدا أملاحه تلقائياً

(8) هل يستطيع فلز القصدير (Sn) تحرير غاز الهيدروجين من محلول (HCl) المخفف، فسر إجابتك

(9) خلية الجلفانية قطبيها الفضة (Ag) والقصدير (Sn) أجب عما يلي

(أ) حدد اتجاه مؤشر الفولتميتر (ب) ما قيمة جهد الخلية

(ج) أي الأقطاب تزداد كتلته (د) اكتب التفاعل الذي يحدث عند قطب المصعد

(10) هل يمكن حفظ محلول لأحد أملاح الألمنيوم (Al^{3+}) في وعاء مصنوع من الفضة (Ag)

(11) هل تتوقع حدوث التفاعل : $Cl_2 + Zn \longrightarrow 2Cl^- + Zn^{2+}$: تلقائياً فسر ذلك

سؤال [2]: اعتماداً على الجدول التالي، والذي يبين قيم جهود الاختزال المعيارية لعدد الأيونات أو الجزيئات، ادرسه جيداً ثم أجب عما يأتي

Cr ³⁺	I ₂	Ni ²⁺	Au ³⁺	Pb ²⁺	Cu ²⁺	H ⁺	الأيون أو الجزيء
0.73 -	0.53 +	0.23 -	1.50 +	0.13 -	0.34+	صفر	E ⁰ اختزال

- (1) أي العوامل المؤكسدة (Cu²⁺ أم I₂) هو الأضعف
- (2) أي الفلزات (Ni أم Cr) أقوى كعامل مختزل
- (3) أذكر فلز يمكن استخدامهما في استخلاص أيونات (Pb²⁺) من محاليلها وتسطيع أيوناته الموجبة أكسدة فلز الكروم (Cr)
- (4) حدد فلزين لعمل خلية جلفانية لها أعلى فرق جهد
- (5) حدد فلزين يستطيعان اختزال أيونات الرصاص (Pb²⁺) تلقائياً
- (6) حدد العامل المختزل الذي يمكن له اختزال أيونات النيكل (Ni²⁺) تلقائياً
- (7) حدد فلزين لا يمكن لهما التفاعل مع الحمض (HBr) تلقائياً
- (8) هل يستطيع فلز الكروم (Cr) تحرير غاز الهيدروجين من محلول الحمض (HCl) المخفف
- (9) خلية الجلفانية قطبيها اليود (I₂) والنيكل (Ni) أجب عما يلي
 - (أ) حدد اتجاه مؤشر الفولتميتر
 - (ب) ما قيمة جهد الخلية
 - (ج) أي الأقطاب تقل كتلته
 - (د) اكتب التفاعل الذي يحدث عند قطب المصعد
- (10) هل يمكن تحريك محلول لأيونات النحاس (Cu²⁺) بقطعة مصنوع من الذهب (Au) فسر ذلك
- (11) هل تتوقع حدوث التفاعل : $I_2 + 2H_2 \longrightarrow 2I^- + 2H^+$: تلقائياً
- (12) حدد قطبين يمكن استخدامهما لعمل خلية جلفانية تعطي أقل قيمة فرق جهد
- (13) حدد العوامل المؤكسدة التي يمكن لها أكسدة فلز النحاس (Cu) تلقائياً

سؤال [3]: تم استخدام عدد من الأقطاب الفلزية ومحاليتها المائية لعمل خلايا جلفانية مختلفة في الظروف المعيارية كما في الجدول (1) كما يبين الجدول (2) جهود الإختزال المعيارية لعدد من أنصاف التفاعلات

جدول (2)		جدول (1)		
E^0 (V)	نصف تفاعل الإختزال	القطب (B)	القطب (A)	رقم الخلية
-0.23	$Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Ni_{(s)}$	Zn	Ni	1
-0.76	$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Zn_{(s)}$	Ag	Cu	2
0.80	$Ag^+_{(aq)} + e^- \rightarrow Ag_{(s)}$	Ni	Al	3
0.34	$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$	Cu	Zn	4
-1.66	$Al^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightarrow Al_{(s)}$			

اعتماداً على المعلومات في الجدولين : (1 . 2) أجب عما يأتي

(1) أي القطبين (A أم B) يمثل المصعد في الخلية رقم (1)

(2) ما رقم الخلية التي لها أقل قيمة جهد (E^0)

(3) ماذا يحدث لكتلة القطب (B) في الخلية رقم (3)

(4) أي الأيونات (Ag^+ . Ni^{2+} . Al^{3+}) أقوى كعامل مؤكسد

(5) باستخدام الجدول (2) الفلزين الذين لهما أعلى فرق جهد

(أ) حدد المادة التي يحدث لها تأكسد في الخلية

(ب) اكتب معادلة التفاعل الكلي لهذه الخلية

(ج) مثل المعادلة بطريقة رمزية

سؤال [4]: ادرس الجدول التالي الذي يبين عدد من الخلايا الجلفانية في الظروف المعيارية والتفاعل الذي يحدث في كل خلية، وجهد الخلية الجلفانية في الظروف المعيارية لكل تفاعل ثم أجب عما يليه إذا علمت أن جهد الاختزال المعياري للهيدروجين يساوي صفر

التفاعل الكلي للخلية الجلفانية	E^0_{cell} (V)
$\text{Cu}^{2+} + \text{Ni} \longrightarrow \text{Ni}^{2+} + \text{Cu}$	0.57
$3\text{Zn}^{2+} + 2\text{Al} \longrightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{Zn}$	0.90
$3\text{Cu}^{2+} + 2\text{Al} \longrightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{Cu}$	2.00
$\text{Ni} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{Ni}^{2+}$	0.23
$3\text{Zn} + 2\text{Fe}^{3+} \longrightarrow 2\text{Fe} + 3\text{Zn}^{2+}$	0.72

- (1) أي العوامل المؤكسدة (Cu^{2+} أم Fe^{3+}) هو الأضعف
- (2) أي الفلزات (Ni أم Zn) أقوى كعامل مختزل
- (3) أذكر فلز يمكن استخدامهما في اختزال أيونات (Zn^{2+}) من محاليل أحد أملاحها
- (4) عند وصل نصف خلية من الألمنيوم (Al) مع نصف خلية آخر من النيكل (Ni) لتكوين خلية جلفانية أجب عما يلي
 - (أ) اكتب معادلة نصف التفاعل الذي تحدث عند كل قطب
 - (ب) مثل الخلية بالطريقة الرمزية
 - (ج) ما قيمة جهد هذه الخلية
 - (د) ماذا تتوقع أن يحدث لتركيز أيونات (Al^{3+}) في وعاء الألمنيوم
 - (هـ) ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة النيكل (Ni)
 - (و) حدد اتجاه حركة الأيونات الموجبة والسالبة عبر القنطرة الملحية
- (5) حدد فلزين لعمل خلية جلفانية لها أعلى فرق جهد
- (6) فسر: فلز النحاس (Cu) لا يذوب في محلول الحمض (H^+) تلقائياً
- (7) حدد الفلزات التي يمكن لها التفاعل مع الحمض (HBr) تلقائياً
- (8) اذكر فلز يمكن لوعاء مصنوع من مادته حفظ محلول لأحد أملاح (Fe^{3+})
- (9) ما صيغة الفلز الذي يمكن له حفظ محلول من حمض الهيدروكلوريك (HCl)

سؤال [5]: ادرس الجدول التالي الذي يبين عدد من الخلايا الجلفانية في الظروف المعيارية ومعلومة عن كل خلية لعدد من العناصر الافتراضية (A - B - C - D - E - G) والتي تكون أيونات ثنائية موجبة في محاليلها المائية، وجهد الخلية الجلفانية في الظروف المعيارية لكل تفاعل ثم أجب عما يليه، إذا علمت أن جهد الاختزال المعياري للهيدروجين يساوي صفر

معلومة عن الخلية	قطبي الخلية	E^0_{cell} (V)
يزداد تركيز أيونات (A^{2+}) في وعاء (A)	G A	2.24
يتجه مؤشر الفولتميتر نحو القطب (B)	C B	1.1
زادت كتلة القطب (D)	E D	1.08
يذوب الفلز (G) في محلول الحمض تلقائياً	H ₂ G	0.13
القطب (B) هو القطب الموجب في الخلية	B A	2.71
قطب المصعد هو (C) في الخلية	C D	1.61

- (1) أي العوامل المؤكسدة هو الأضعف
- (2) ما صيغة أضعف عامل مختزل
- (3) أذكر فلز يمكن استخدامهما لعمل خلية جلفانية تعطي أقل فرق جهد
- (4) عند وصل نصف خلية من (E) مع نصف خلية من (B) لتكوين خلية جلفانية أجب عما يلي
 - (أ) اكتب معادلة نصف التفاعل الذي تحدث عند كل قطب
 - (ب) أي القطبين يمثل المهبط، وما شحنته
 - (ج) ما قيمة جهد هذه الخلية
 - (د) ماذا تتوقع أن يحدث لتركيز أيونات (E^{2+})
 - (هـ) ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة الفلز (B)
- (5) ما قيمة جهد الاختزال المعياري لأيونات الفلز (E)
- (6) مثل بطريقة مختصرة خلية جلفانية لها أعلى فرق جهد
- (7) الفلز (C) يتفاعل في محلول الحمض (H^+) تلقائياً فسر ذلك
- (8) حدد الفلزات التي يمكن لها تحرير غاز الهيدروجين
- (9) هل يستطيع أيونات (G^{2+}) التفاعل مع الفلز (E) تلقائياً
- (10) هل يمكن تحريك محلول لأيونات (C^{2+}) بقطعة مصنوع من الفلز (G)
- (11) هل تتوقع حدوث التفاعل : $A + C^{2+} \longrightarrow A^{2+} + C$ تلقائياً

سؤال [6]: ادرس الجدول التالي الذي يبين عدد من الخلايا الجلفانية في الظروف المعيارية والتفاعل الذي يحدث في كل خلية وجهد الخلية الجلفانية في الظروف المعيارية لكل تفاعل ثم أجب عما يليه

التفاعل الكلي للخلية الجلفانية	E^0_{cell} (V)
$\text{Cu}^{2+} + \text{Ni} \longrightarrow \text{Ni}^{2+} + \text{Cu}$	0.57
$3\text{Zn}^{2+} + 2\text{Al} \longrightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{Zn}$	0.90
$3\text{Cu}^{2+} + 2\text{Al} \longrightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{Cu}$	2.00
$3\text{Ag}^+ + \text{Al} \longrightarrow 3\text{Ag} + \text{Al}^{3+}$	2.46
$3\text{Zn} + 2\text{Fe}^{3+} \longrightarrow 2\text{Fe} + 3\text{Zn}^{2+}$	0.72

(1) أي العوامل المؤكسدة هو الأضعف

(2) أي الفلزات (Ni أم Zn) أضعف كعامل مختزل

(3) ما صيغة العامل المؤكسد الذي يمكن استخدامه في أكسدة ذرات النحاس (Cu) تلقائياً

(4) عند وصل نصف خلية من الألمنيوم (Al) مع نصف خلية آخر من النيكل (Ni) لتكوين خلية جلفانية أجب عما يلي

(أ) ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة قطب النيكل وقطب الألمنيوم

(ب) أي القطبين يمثل المهبط، وما شحنته

(ج) ما قيمة جهد هذه الخلية

(د) ماذا تتوقع أن يحدث لتركيز أيونات (Ni^{2+}) في وعاء النيكل

(هـ) حدد اتجاه حركة الأيونات عبر القنطرة الملحية

(5) حدد فلزين لعمل خلية جلفانية لها أعلى فرق جهد، وثم حدد القطب السالب في الخلية

(6) فلز النحاس (Cu) لا يستطيع اختزال أيونات الخارصين في محلول من (Zn^{2+}) تلقائياً. فسر ذلك

(7) حدد الفلز الذي يمكن له اختزال أيونات النيكل (Ni^{2+}) ولا يتفاعل مع أيونات الألمنيوم (Al^{3+}) تلقائياً

(8) هل يستطيع فلز الحديد (Fe) اختزال أيونات النحاس (Cu^{2+}) تلقائياً

(9) هل يمكن تحريك محلول لأيونات الفضة (Ag^+) بقطعة مصنوع من الخارصين (Zn)

(10) هل تتوقع حدوث التفاعل التالي تلقائياً إذا علمت أن قطعة من النيكل تذوب في محلول الحمض



سؤال [7]: ادرس الجدول التالي الذي يبين عدد من الخلايا الجلفانية في الظروف المعيارية ومعلومة عن كل خلية عدد من العناصر الافتراضية (A - B - C - D - E - G) والتي تكون أيونات ثنائية موجبة في محاليلها المائية وجهد الخلية الجلفانية في الظروف المعيارية لكل تفاعل ثم أجب عما يليه

قطب المهبط	قطبي الخلية	E^0_{cell} (V)
G	G A	2.24
B	C B	1.1
D	E D	1.08
R	R G	0.13
B	A B	2.71
D	D C	1.61

- (1) أي العوامل المؤكسدة هو الأضعف
- (2) ما صيغة أضعف عامل مختزل
- (3) أذكر فلز يمكن استخدامهما لعمل خلية جلفانية تعطي أعلى فرق جهد
- (4) حدد فلزين لعمل خلية جلفانية لها أقل فرق جهد ثم حدد قطب المهبط في هذه الخلية
- (5) الفلز (C) يستطيع اختزال أيونات الفلز (G^{2+}) تلقائياً فسر ذلك
- (6) حدد الفلزات التي يمكن لأيوناتها أكسدة الفلز (R) تلقائياً
- (7) هل يستطيع أيونات (G^{2+}) التفاعل مع الفلز (E) تلقائياً
- (8) هل يمكن تحريك محلول لأيونات (R^{2+}) بقطعة مصنوع من الفلز (A)
- (9) هل تتوقع حدوث التفاعل : $B + E^{2+} \rightarrow B^{2+} + E$: تلقائياً فسر ذلك
- (10) حدد العامل المؤكسد الذي يمكن له أكسدة الفلز (B) تلقائياً
- (11) حدد فلز يستطيع اختزال أيونات الفلز (C) الموجبة
- (12) إذا تم تصميم خلية قطبيها من الفلزين (A|R) فلو حظ أنها تنتج تيار كهربائي أجب عما يلي
 - (أ) أي الفلزين سوف تزداد كتلته
 - (ب) ما صيغة العامل المختزل في التفاعل الحادث بالخلية
 - (ج) ماذا يحدث لتركيز كل من الأيونات (A^{2+}) و (R^{2+}) المستخدمة كمحاليل كهربية في الخلية السابقة
 - (د) بين اتجاه مؤشر الفولتميتر وما مقدار قراءته

سؤال [8]: عند دراسة الفلزات التالية وأيوناتها الثنائية الموجبة ($A \setminus B \setminus E \setminus M \setminus D \setminus C$)، وجد أن

- يسري التيار الكهربائي في خلية جلفانية من الفلز (B) للفلز (A) عبر الأسلاك
- عندما حرك المحلول (DSO_4) بمعلقة مصنوعة من الفلز (M) قل كتلة المعلقة
- وعند وضع الفلزات ($E \setminus M \setminus A$) في محلول من الحمض (HCl) نتج غاز الهيدروجين ووجد أن كتلة الفلز (A) قد قلت وبقيت كتلة الفلزين ($E \setminus M$) كما هي
- الفلز (D) يمثل القطب السالب في خلية جلفانية مكونة من ($E \setminus D$)
- صمم خلية جلفانية من الفلزين ($B \setminus C$) وجد أن القطب (B) تزداد كتلته

أجب عما يلي

- (1) هل يمكن حفظ محلول مكون من أيونات الفلز (M) في وعاء مصنوع من الفلز (A)
- (2) اكتب التفاعل الخلوي لخلية جلفانية مكونة من الفلزين ($D \setminus B$)
- (3) أي القطبين ($E \setminus C$) يمثل المهبط في خلية جلفانية مكونة من الفلزين ($E \setminus C$)
- (4) أي القطبين ($M \setminus D$) تزداد كتلته في خلية جلفانية مكونة من الفلزين ($D \setminus M$)
- (5) عند استخدام الفلز (M) في محلول أيونات الفلز (A^{2+}) فهل تتوقع حدوث تفاعل بينهما
- (6) حدد فلزين لعمل خلية جلفانية من الفلزات السابق لها أعلى فرق جهد بين قطبيها
- (7) هل يحدث التفاعل التالي $M + B^{2+} \longrightarrow M^{2+} + B$ تلقائياً
- (8) ما صيغة العامل المؤكسد الأقوى
- (9) ما صيغة أقوى عامل مختزل
- (10) عند تصميم خلية جلفانية قطبيها ($B \setminus H_2$) اكتب التفاعل الخلوي الكلي
- (11) ماذا تتوقع أن يحدث لتركيز أيونات (C^{2+}) في خلية جلفانية قطبيها ($A \setminus C$)
- (12) صمم خلية جلفانية قطبيها ($M \setminus D$) أجب عما يلي

(أ) اكتب الخلية بصورة رمزية (ب) أي القطبين يمثل المهبط وما شحنته

(ج) ما صيغة العامل المؤكسد في التفاعل (د) ما هو اتجاه الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية

سؤال [9]: ادرس المعلومات التالية المتعلقة بعدد من الفلزات الافتراضية ($Z \setminus X \setminus G \setminus F \setminus C \setminus M \setminus N$) وأيوناتها الثنائية الموجبة في المحاليل المائية

- صمم خلية جلفانية قطبيها من الفلزين ($X|M$) وكان القطب (X) قد قل كتلته ووجد أن جهد الخلية يساوي ($0.48V$) فولت في الظروف المعيارية
 - صمم خلية جلفانية قطبيها من الفلزين ($X|Z$) وكان جهاز الفولتميتر قد اتجه مؤشره نحو القطب (Z) ووجد أن قراءته تساوي ($0.90V$) في الظروف المعيارية
 - وضعت قطعة من الفلز (C) في محلول من أحد أملاح الفلز (G) فقل كتلة الفلز (C)
 - يستطيع وعاء من الفلز (F) حفظ محلول أحد أملاح الفلز (C)
 - لا يمكن حدوث تفاعل بين أيونات الفلز (C) وقضيب من الفلز (N)
 - يستطيع الفلز (N) استخلاص الفلز (F) من خاماته تلقائياً أما الفلز (X) لا يستطيع استخلاص الفلز (F) تلقائياً في نفس الظروف
 - الفلز (G) هو القطب السالب في كل من الخليتين التي قطبيها من الفلز (F) والفلز (G) والأخرى من الفلز (N) والفلز (G)
- أجب عن الأسئلة التالية

- 1) تم تصميم خلية جلفانية قطبيها ($Z|M$) أجب عما يلي
 - أ) أي القطبين يمثل المهبط وما شحنته
 - ب) اكتب التفاعل الكلي في الخلية
 - ج) أحسب جهد الخلية
 - د) أي الفلزين سوف تقل كتلته
- 2) هل يستطيع الفلز (M) اختزال الفلز (Z) تلقائياً فسر ذلك
- 3) ما صيغة العامل المختزل الأقوى
- 4) أي الأيونات التالية (X^{2+} أم N^{2+} أم Z^{2+}) أضعف كعامل مؤكسد
- 5) اكتب التفاعل الكلي الذي يحدث في خلية جلفانية قطبيها ($F|C$)
- 6) حدد فلزين لعمل خلية جلفانية تعطي أعلى فرق جهد
- 7) حدد صيغة العامل المختزل الذي يستطيع استخلاص الفلز (Z) ولا يستطيع اختزال أيونات الفلز (X) تلقائياً
- 8) هل يمكن لمحلول من (GSO_4) أن يغمس فيه قطعة من الفلز (X) دون أن يتلف
- 9) ماذا تتوقع أن يحدث لتركيز الأيونات الموجبة للفلز (C) إذا تم وضع قطعة من الفلز (G) في وعاء يحتوي على محلول لاحت أملاح الفلز (C)
- 10) مثل بطريقة مختصرة لخلية غلفانية قطبيها ($F|X$)
- 11) اكتب التفاعل الذي يحدث في خلية قطبيها ($N|M$) وكان جهد الخلية بينهما يساوي مقداراً سالباً

الإجابات

سؤال [1]: (1) (Cl_2) (2) (Al) (3) (Al) و (Zn)



(ب) (Al) وشحنته سالبة (ج) 2.46 (د) يزداد (هـ) تزداد

(5) (Al) و (Hg) $(Al|Al^{3+}||Hg^{2+}|Hg)$ (6) (Al) (7) (Sn)

(8) نعم يستطيع: $Sn + 2H^{+} \longrightarrow H_2 + Sn^{2+}$ ، $(E_{cell}^0 = +0.14)$ ، بما أن جهد التفاعل

موجب فالتفاعل يحدث بصورة تلقائية

(9) (أ) نحو (Ag) (ب) 0.94 (ج) (Ag)



(10) نعم يمكن

(11) نعم يحدث تلقائياً $(E_{cell}^0 = +2.12)$ ، بما أن جهد التفاعل موجب فهو يحدث بصورة تلقائية

سؤال [2]: (1) (Cu^{2+}) (2) (Cr) (3) (Ni) (4) (Cr/Au)

(5) (Cr/Ni) (6) (Cr) (7) (Cu/Au) (8) نعم يستطيع

(9) (أ) نحو (I_2) (ب) 0.56 (ج) (Ni)



(10) نعم يمكن: $2Au + 3Cu^{2+} \longrightarrow 3Cu + 2Au^{3+}$ ، $(E_{cell}^0 = -1.16)$ ، بما أن جهد

التفاعل سالب فالتفاعل لا يحدث بصورة تلقائية فلا يتأكسد قطعة الذهب ولا يترسب

محلول النحاس

(11) نعم يستطيع $(E_{cell}^0 = +0.53)$ ، بما أن جهد التفاعل موجب فالتفاعل يحدث بصورة تلقائية

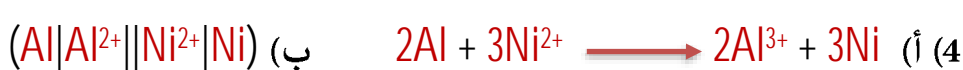
(12) (Ni/Pb) (13) (Au^{3+}/I_2)

سؤال [3]: (1) (B) (2) (2) (3) (تزداد) (4) (Ag^{+})



(ج) $(Al|Al^{3+}||Ag^{+}|Ag)$

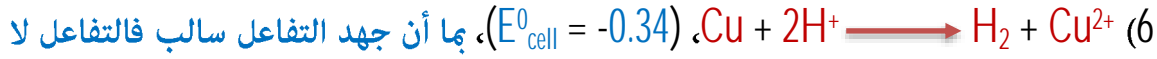
سؤال [4]: (1) (Fe^{3+}) (2) (Zn) (3) (Al)



(ج) 1.43 (د) يزداد (هـ) يزداد

(و) الأيونات السالبة نحو وعاء (Al) ، والأيونات الموجبة نحو وعاء (Ni)

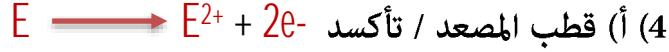
(5) (Al/Cu)



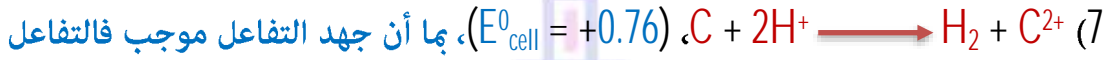
يحدث بصورة تلقائية، فلا يمكن للنحاس إنتاج غاز الهيدروجين

(Al/Zn/Fe/Ni) (1) (Cu) (8) (Cu) (9)

سؤال [5]: (1) (A^{2+}) (2) (D) (3) (D/A)



ب) (B) وشحنه موجبة (ج) (0.57) (د) يزداد (هـ) يزداد
(5) (-0.23) (6) ($\text{A}|\text{A}^{2+}||\text{D}^{2+}|\text{D}$)



يحدث بصورة تلقائية، فيمكن للفلز (C) التفاعل مع أيونات الهيدروجين الموجبة

(8) (G/C/E/A) (9) نعم يستطيع (10) نعم يمكن (11) لا يمكن

سؤال [6]: (1) (Al^{3+}) (2) (Ni) (3) (Cu)

(4) أ) النيكل يزداد كتلته، الألمنيوم تقل كتلته ب) (Ni) وشحنه موجبة

(ج) (1.43) (د) يقل

هـ) تتجه الأيونات الموجبة نحو وعاء النيكل، وتتجه الأيونات السالبة نحو وعاء الألمنيوم

(5) (Ag/Al) القطب السالب (Al)

(6) لا يمكن، لأن جهد اختزال الخارصين أقل من جهد اختزال النحاس لذلك لا يختز أيونات

الخارصين تلقائياً بوجود ذرات النحاس

(7) (Zn) (8) نعم يستطيع (9) لا يمكن (10) لا يحدث تفاعل تلقائياً

سؤال [7]: (1) (A^{2+}) (2) (D) (3) (D/A)

(4) (G/E) والمهبط القطب (G)

(5) لأن أيونات (G) أعلى جهد اختزال من أيونات (C) لذلك يتأكسد (C) ويختزل أيونات (G) تلقائياً

(6) (B|D) (7) لا يمكن (8) لا يمكن

(9) نعم يمكن، لأن جهد اختزال (B^{2+}) أعلى من جهد اختزال (E^{2+}) لذلك يختزل أيونات (B)

وتتأكسد ذرات (E) تلقائياً

(10) (D)

(11) (A)

(12) أ) (R) ب) (A) ج) (A^{2+}) يزداد، (R^{2+}) يقل د) نحو (R)

سؤال [8]:

(1) لا يمكن



(3) E

(4) D

(5) لا يحدث

(6) C|E

(7) لا يمكن

(8) E²⁺

(9) C



(11) يزداد

(ب) D شحنته موجبة

(د) نحو وعاء M

(12) أ) (M|M²⁺||D²⁺|D)

ج) D²⁺

سؤال [9]:

(1) أ) Z شحنته موجبة (ب) M + Z²⁺ → Z + M²⁺ (ج) 0.42 (د) M

(2) نعم يستطيع، لأن أيونات الفلز Z أكثر ميل للاختزال من أيونات الفلز M

(3) C

(4) N²⁺



(6) Z/C

(7) M

(8) نعم يمكن

(9) يبقى ثابت

(10) F|F²⁺||X²⁺|X



تطبيقات عملية للخلية الجلفانية البطاريات

تُعدّ البطاريات من التطبيقات العملية المهمة للخلايا الجلفانية؛ إذ تحدث فيها تفاعلات تأكسد واختزال تلقائية تتحوّل فيها الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية، وتختلف البطاريات في ما بينها في مكوناتها، ومن ثمّ تختلف تفاعلات التأكسد والاختزال التي تولّد

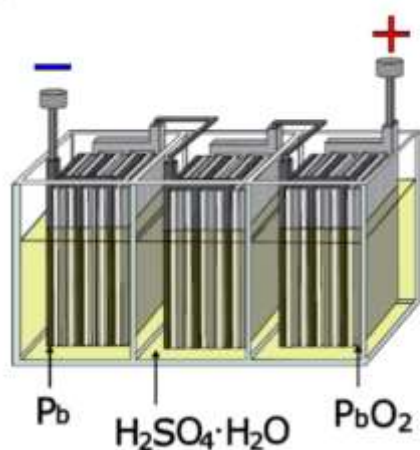
الطاقة الكهربائية فيها، هناك أنواع مختلفة من البطاريات، منها البطاريات الأولية التي تُستخدم مرة واحدة ولا يمكن إعادة شحنها، مثل

البطاريات الجافة، والبطاريات الجافة القلوية، ومن أنواعها أيضاً البطاريات الثانوية، وهي قابلة لإعادة الشحن، مثل: بطاريات التخزين، كالمركم الرصاصي (بطارية الرصاص الحمضية)، وبطارية أيون الليثيوم، أنظر الشكل

بطارية الرصاص للتخزين Lead Storage Battery

تُعدّ بطارية الرصاص الحمضية مثالاً على البطاريات الثانوية؛ أي يمكن إعادة شحنها، وتتكوّن من ست خلايا جلفانية تتكوّن كلّ منها من ألواح من الرصاص تمثّل فيها المصعد، وألواح من الرصاص المغلف بأكسي الرصاص PbO_2 تمثّل المهبط.

ترتّب هذه الأقطاب (الخلايا) بوعاء بلاستيكي مقوّى بطريقة متبادلة تفصل بينها صفائح عازلة، وتُغمّر في محلول حمض الكبريتيك الذي كثافته (1.28 g/cm^3)، وتوصّل بعضها على التوالي، كما يوضّح الشكل،



أما أنصافُ التفاعلات التي تحدث فيها فهي:



جهد الخلية الواحدة يساوي (2 V) تقريباً؛ أي أنَّ البطارية تعطي فرق جهد يساوي (12 V)، يلاحظ من المعادلات الكيميائية أنَّ حمض الكبريتيك يُستهلك نتيجة استخدام البطارية؛ مما يؤدي إلى نقصان كثافته؛ لذلك يمكن مراقبة كفاءة البطارية من خلال قياس كثافة حمضها.

عند شحن البطارية بواسطة تيار كهربائي يجري عكس تفاعلي التأكسد والاختزال، ومن ثمَّ التفاعل الكلي في البطارية، وفي السيارات تجري عملية الشحن بشكل تلقائي ومستمرَّ بواسطة مولد التيار (الدينامو) المتصل بمحرك السيارة، ويتراوح عمر البطارية من (3-5) سنوات تقريباً؛ إذ إنها تفقد صلاحيتها نتيجة فقدان جزء من مكوناتها، مثل (PbSO_{4(s)}) الذي يتكوَّن نتيجة عمليتي التأكسد والاختزال اللتين تحدثان فيها، ونتيجة الحركة المستمرة للمركبات على الطرق، التي تؤدي إلى تساقطه عن ألواح الرصاص، ومن ثمَّ عدم دخوله في التفاعل العكسي، الذي يؤدي إلى إعادة شحن البطارية.

بطارية أيون الليثيوم Lithium – Ion Battery

تعدَّ بطارية أيون الليثيوم من أكثر أنواع البطاريات استخداماً في الوقت الحاضر، وقد استخدمت للمرة الأولى عام 1991، أما اليوم فإنها تعدَّ مصدر الطاقة الرئيس للعديد من وسائل التكنولوجيا وأدواتها في المجالات المختلفة؛ حيث تُستخدم في السيارات الكهربائية والحواسيب والهواتف المحمولة والعديد من الأجهزة الكهربائية الاستهلاكية الأخرى، بما أن جهد التفاعل فيها موجب، فإن التفاعل تلقائي.

أنظر الشكل



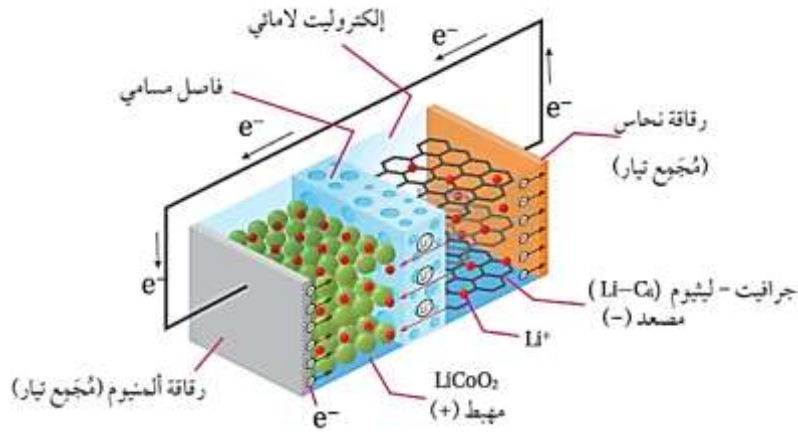
سؤال: مم تتكوَّن بطارية أيون الليثيوم؟

الإجابة:

تتكوَّن بطارية أيون الليثيوم من عدَّة خلايا متصلة ببعضها، تتكوَّن كلُّ منها من ثلاثة مكونات رئيسة، هي:

- المصعد (القطب السالب) يتكوَّن عادةً من الجرافيت، الذي يتميز بقدرته على تخزين (استيعاب) ذرات الليثيوم وأيوناته دون التأثير فيها.

- المهبط (القطب الموجب) يتكوَّن من بلورات لأكسيد عنصر انتقالي، أكسيد الكوبلت (CoO₂) IV الذي يمكنه أيضاً تخزين (استيعاب) أيونات الليثيوم، مثل الجرافيت، أنظر الشكل

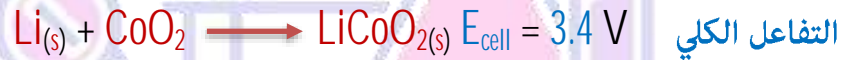
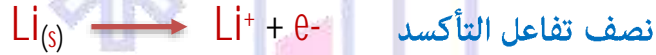


-المحلول الإلكتروليتي: يتكوّن من محلول لامائي لأحد أملاح الليثيوم ومذيب عضوي يذوب فيه الملح، وعادةً يُستخدم (LiPF_6) مذاباً في كربونات الإيثيلين $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CO}_3)$

سؤال: التفاعلات الكيميائية التي تحدث فيها؟

الإجابة:

تولّد خلايا أيون الليثيوم الكهرباء من خلال تفاعل التأكسد والاختزال الآتي



حيث تتأكسد ذرات الليثيوم عند المصعد متحوّلة إلى أيونات (Li^+) ، تنتقل عبر المحلول الإلكتروليتي باتجاه المهبط، بينما تتحرك الإلكترونات عبر الدارة الخارجية من المصعد إلى المهبط؛ حيث تختزل أيونات الكوبلت من (Co^{4+}) في أكسيد الكوبلت (CoO_2) إلى (Co^{3+}) في (LiCoO_2) ، وهي عملية ينعكس مسارها خلال شحن البطارية فيتأكسد (LiCoO_2) وتتحرك أيونات الليثيوم (Li^+) عبر المحلول الإلكتروليتي باتجاه نصف خلية الجرافيت؛ حيث تُختزل

سؤال: ما ميزات بطارية الليثيوم؟

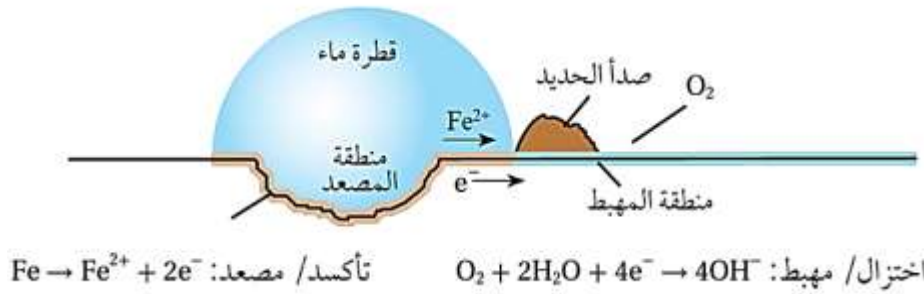
الإجابة:

تستمد بطارية أيون الليثيوم ميزات من أنّ لليثيوم أقلّ جهد اختزال معياري؛ أي أنه أقوى عامل مختزل، وكذلك فإنه أخفّ عنصر فلزي؛ حيث إنّ (6.941 g) منه (كتلته المولية) كافية لإنتاج (1 M) من الإلكترونات؛ أي أنّ البطارية خفيفة الوزن، وكثافة طاقتها عالية، ويمكن إعادة شحنها مئات المرات.

تآكل الفلزّات Corrosion of Metals

يُعرّف تآكل الفلزّات Corrosion of Metals بأنه **تفاعلها مع الهواء الجوي** والموادّ في البيئة المحيطة، فتفقد العديد من خصائصها وتتحولّ إلى موادّ جديدة أكثر ثباتاً كيميائياً، كأكاسيد الفلزّات وهيدروكسيدات وكبريتيدات وكربوناتها.

ولهذه العملية أضراراً اقتصادية كبيرة؛ فمثلاً يتآكل الحديد بفعل الهواء الجوي الرطب وينتج صدأ الحديد الصلب الهش، الذي يحتاج تعويض خسائره إلى خمس كمية الحديد المُستخرج سنوياً. يُصنّع من الحديد الهياكل الرئيسة للجسور والمباني والسيارات؛ لذلك فإنّ منع تآكله يعدّ أمراً بالغ الأهمية، ولتحقيق ذلك لا بدّ أوّل من معرفة آلية تآكل الحديد؛ فالحديد يتآكل بفعل تفاعل كهروكيميائي يحدث بوجود الأكسجين والماء معاً؛ إذ يتأكسد الحديد عند تكتّش سطحه بفعل شقّ أو كشط أو كسر إلى أيونات الحديد (Fe^{2+})، فيصبح هذا الجزء مصعداً الخلية، وتتحرك الإلكترونات الناتجة عن تأكسده من منطقة الحديد المُغطاة بقطرة الماء إلى حافتها حيث يوجد الهواء والقليل من الماء، وهناك يُختزل أكسجين الهواء مكوناً أيونات الهيدروكسيد (OH^-)، وتمثّل هذه المنطقة مهبط الخلية، كما يوضّح الشكل



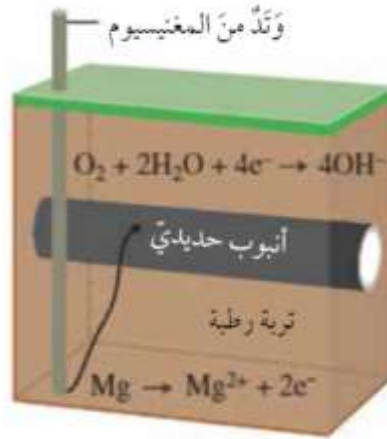
تتحرك أيونات الحديد (Fe^{2+}) من مركز القطرة باتجاه حافتها، وتتحرك أيونات الهيدروكسيد (OH^-) بالاتجاه المعاكس، وتتفاعلان عند التقائهما وينتج هيدروكسيد الحديد $Fe(OH)_2$ ، الذي سرعان ما يتأكسد مكوناً الصدأ، حسب المعادلة الكيميائية الآتية:



وصدأ الحديد مادة صلبة هشة بنية اللون تتكوّن على الأشياء الحديدية وتتفكّر بسهولة مُعرّضة سطح الحديد أسفل منها لمزيد من التآكل.

وتُستعمل طرائق عدّة لحماية الحديد من التآكل، منها طريقة الحماية المهبّطية، التي تُستخدم لحماية خطوط الأنابيب الحديدية المدفونة في الأرض (**الغاز أو النفط**) وأجسام السفن، وتعتمد هذه الطريقة على تشكيل خلية جلفانية يكون فيها الحديد المهبط، وأحد الفلزّات النشطة (مغنيسيوم، خارصين) المصعد، أمّا التربة الرطبة أو مياه البحر فتمثّل المحلول الإلكتروليتي.

فمثلاً، إذا وُصِلَت الأنابيب الحديدية بأوتاد من المغنيسيوم، أنظر الشكل



فَسألاحظُ تأكسدَ المغنيسيوم (المصعد) وانتقالَ الإلكترونات عبرَ السلك المعزول إلى الأنبوب الفولاذي (المهبط)، فَتُخْتَزَلُ جُزِيئاتُ الأكسجين، وبذلك يتأكسد المغنيسيوم ويحمي الحديد من التآكل أما في السفن، فَتُوصَلُ أقطابٌ من المغنيسيوم بهيكل السفينة لتجري حمايتها بالطريقة السابقة نفسها، وَتُسْتَبَدَلُ أقطاب المغنيسيوم المتآكلة بأقطابٍ أخرى بشكل دوري.

سؤال: أجب عما يلي

- 1- أكتب معادلة التفاعل الكلي الذي يحدث في بطارية الرصاص الحمضية خلال شحنها.
- 2- أفسر يَعدُّ تآكل الحديد خليةً جلفانية.
- 3- أفسر استخدام المغنيسيوم أو الخارصين في الحماية المِهْبِطِيَّة للحديد

الإجابة:



- 2- لأنه يتأكسد الحديد عند تَكشُّفِ سطحه بفعل شقٍّ أو كشطٍ أو كسرٍ إلى أيونات الحديد (Fe^{+2})، فيصبحُ هذا الجزء مصعدَ الخلية، وتتحركُ الإلكترونات الناتجة عن تأكسده من منطقة الحديد المَغطَّاه بقطرة الماء إلى حافتها حيث يوجد الهواء والقليل من الماء، وهناك يُخْتَزَلُ أكسجينُ الهواء مكوناً أيونات الهيدروكسيد (OH^-)، وتمثلُ هذه المنطقة مهبط الخلية
- 3- لأنها من الفلزات النشطة فتتأكسد وتكون مصعداً تمنع تأكسد الحديد

مراجعة الدرس

سؤال (1): الفكرة الرئيسة: كيف تنتج الخلية الجلفانية الطاقة الكهربائية؟

سؤال (2): أوضح المقصود بكل من: القنطرة الملحية، جهد الاختزال المعياري.

سؤال (3): خلية جلفانية يحدث فيها التفاعل الآتي: $\text{Co} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow \text{Co}^{2+} + \text{Cu}$

إذا علمت أن



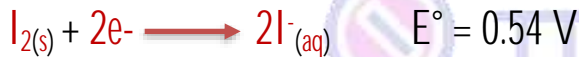
أ. أعدد فيها المصعد والمهبط.

ب. أكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال.

ج. أحسب جهد الخلية المعياري، وأكتب تعبيراً رمزياً للخلية الجلفانية.

د. ما التغير الذي يحدث لكتلة كلا القطبين.

سؤال (4): نصف التفاعل الآتيان يشكّلان خلية جلفانية في الظروف المعيارية:



أجب عن الأسئلة الآتية المتعلقة بهما:

أ. أكتب معادلة التفاعل الكلي في الخلية.

ب. أحسب جهد الخلية المعياري.

ج. ما التغير الذي يحدث لتركيز أيونات كل من $(\text{I}^- | \text{Fe}^{2+})$

سؤال (5): أدرس الجدول الآتي، الذي يوضح جهد الخلية المعياري لعدد من الخلايا الجلفانية المكوّنة من

الفلزّات ذوات الرموز الافتراضية (A, B, C, D, E)، وجميعها تكون أيونات ثنائية موجبة،

ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

أ. أعدد الفلزّ الذي له أعلى جهد اختزال معياري (D أم C).

ب. أعدد أقوى عامل مؤكسد.

ج. أتنبأ: هل يمكن تحريك محلول نترات (E) بمعلقة من (A) ؟

أفسر إجابتي.

د. أعدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك في الخلية

الجلفانية المكوّنة من نصف خلية $(\text{E}^{2+} | \text{E})$ ونصف خلية $(\text{D}^{2+} | \text{D})$

قطب الخلية	المصعد	E°_{cell} (V)
D - B	D	1.3
E - B	E	1.5
C - E	C	0.4
A - B	B	0.3

هـ . أحسب جهد الخلية المعياري للخلية الجلفانية المكوّنة من نصف خلية $(C^{2+}|C)$ ونصف خلية $(B^{2+}|B)$

سؤال (6): فلزان أعطيا الرموز الافتراضية (A و B)، قيست جهود الاختزال المعيارية لنصفي تفاعل الاختزال المعياريين، المكوّنين لخلية جلفانية كالآتي:



أ . أكتب معادلة كيميائية للتفاعل الكلي في الخلية الجلفانية.

ب . أحسب (E°) للتفاعل الكلي.

ج . أحدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل.

سؤال (7): أدرس الجدول المجاور الذي يمثل جهود الاختزال المعيارية لبعض المواد، ثمّ أجب عن الأسئلة الآتية:

المادة	E° (V)
Co^{+2}	- 0.28
Br_2	1.07
Pb^{+2}	- 0.13
Ag^+	0.80
Mn^{+2}	- 1.18
Cd^{+2}	- 0.40

أ . أحدّد أقوى عامل مؤكسد وأقوى عامل مختزل.

ب . أستنتج: هل يمكن حفظ محلول البروم (Br_2) في وعاء من الفضة؟ أفسر إجابتي.

ج . أقارن: ما الفلزّين اللذين يكونان خلية جلفانية لها أكبر جهد خلية معياري.

د . أستنتج المادة التي تستطيع أكسدة (Cd) ولا تؤكسد (Pb).

هـ . أحدّد القطب الذي تزداد كتلته في الخلية الجلفانية (Cd - Pb).

و . أحدّد الفلزّ الذي لا يحرر غاز الهيدروجين من محلول حمض (HCl) المخفّف.

ز . في الخلية الجلفانية التي أعطيت الرمز الآتي: $(Sc|Sc^{3+}||Co^{2+}|Co)$ ، فأجب عن الأسئلة الآتية: إذا علمت أنّ جهد الخلية المعياري $E^\circ_{cell} = 1.8 \text{ (V)}$

أ . أحدّد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك في الخلية.

ب . أحسب جهد الاختزال المعياري لقطب السكنديوم (Sc).

ج . أكتب معادلة التفاعل الكلي في الخلية.

الإجابات

سؤال [1]: تنتج الخلية الجلفانية الطاقة الكهربائية من خلال تفاعل تأكسد واختزال تلقائي الحدوث؛ إذ يحدث التأكسد عند قطب المصعد وتنتقل الإلكترونات عبر الأسلاك باتجاه قطب المهبط وتحدث عنده عملية الاختزال

سؤال [2]:

القنطرة الملحية: أنبوب زجاجي على شكل حرف U يحتوي محلول مشبع لأحد الأملاح يصل بين نصفي الخلية ويحافظ على تعادل الشحنات الكهربائية فيها
جهد الاختزال المعياري: مقياس لميل نصف تفاعل الاختزال للحدوث في الظروف المعيارية

سؤال [3]: أ. المصعد: قطب الكوبلت Co، المهبط: قطب النحاس Cu

ب. نصف تفاعل التأكسد $\text{Co} \longrightarrow \text{Co}^{2+} + 2\text{e}^-$

نصف تفاعل الاختزال $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}$

ج. $E^0_{\text{cell}} = E^0_{\text{Cu}} - E^0_{\text{Co}} = 0.34 - -0.28 = 0.62 \text{ V}$

التعبير الرمزي للخلية (Cu|Cu²⁺||Co²⁺|Co)

د. تقل كتلة القطب Co، وتزداد كتلة القطب Cu

سؤال [4]: أ. $\text{I}_2 + \text{Fe} \longrightarrow 2\text{I}^- + \text{Fe}^{2+}$

ب. $E^0_{\text{cell}} = E^0_{\text{I}_2} - E^0_{\text{Fe}} = 0.54 - -0.44 = 0.98 \text{ V}$

ج. يزداد تركيز أيونات كل من Fe و I⁻

سؤال [5]: أ. D. ب. A²⁺

ج. نعم، لأن جهد اختزال (A) أعلى من (E) لذلك يتأكسد (A) ويختزل أيونات (E)

د. من القطب E إلى القطب D

هـ. 1.9 V

سؤال [6]: أ. $\text{B}^+ + \text{A}^{2+} \longrightarrow \text{A}^{3+} + \text{B}$

ب. $E^0_{\text{cell}} = E^0_{\text{B}} - E^0_{\text{A}^{2+}} = 0.80 - 0.77 = 0.03 \text{ V}$

ج. العامل المؤكسد B⁺، العامل المختزل A²⁺

سؤال (7): أ. أقوى عامل مؤكسد Br_2 ، أقوى عامل مختزل Mn

ب. لا، لأن البروم أقوى كعامل مؤكسد من Ag^+ ، لذلك تؤكسد جزيئات البروم ذرات الفضة

ج. الفضة Ag والمغنيز Mn

د. Co^{+2}

هـ. القطب Pb تزداد كتلته

و. Ag

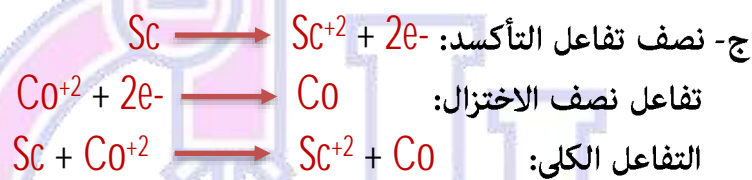
ز.

أ- من قطب السكندريوم Sc إلى قطب الكوبلت Co

$$E_{\text{cell}}^0 = E_{\text{Co}}^0 - E_{\text{Sc}}^0$$

$$1.8 = -0.28 - E_{\text{Sc}}^0$$

$$E_{\text{Sc}}^0 = -2.08 \text{ V}$$



المجتهد في الكيمياء
أ. أنس القدومي

• الدرس الثالث: خلايا التحليل الكهربائي

التحليل الكهربائي

سؤال: ما المقصود بخلية التحليل الكهربائي

الإجابة:

تفاعلات تأكسد واختزال لا تحدث بشكل تلقائي، ويتطلب حدوثها تزويدها بطاقة كهربائية

من مصدر خارجي

سؤال: ما المقصود بعملية التحليل الكهربائي

الإجابة:

عملية إمرار تيار كهربائي في مصهور أو محلول مادة كهربية؛ مما يؤدي إلى حدوث تفاعل

تأكسد واختزال غير تلقائي وجهد الخلية فيها سالب.

سؤال: اذكر أهمية عملية التحليل الكهربائي

الإجابة:

من خلالها تُشحن البطاريات، وتُستعمل في استخلاص العديد من الفلزات النشطة من

مصاهيرها، كالصوديوم والألمنيوم، وتُستخدم في تنقية الفلزات والطلاء الكهربائي لبعضها، سواء

لحمايتها من التآكل أو لإكسابها مظهراً جميلاً

التحليل الكهربائي لمصهور مادة كهربية

سؤال: مما تتكون خلية التحليل الكهربائي

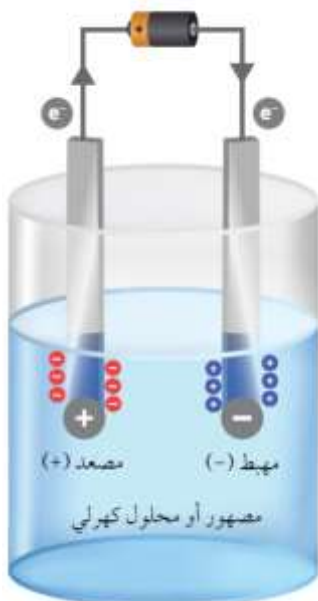
الإجابة:

من وعاء يحتوي على مصهور مادة أيونية، وأقطاب خاملة من

الجرافيت أو البلاتين، وبطارية وأسلاك توصيل؛ حيث يوصل أحد

الأقطاب بقطب البطارية السالب، ويسمى المهبط، بينما يتصل

القطب الآخر بقطبها الموجب، ويسمى المصعد، كما في الشكل



يحتوي مصهور المادة الأيونية على أيونات موجبة وسالبة، وعند إمرار تيار كهربائي فيه **تتحرك الأيونات باتجاه الأقطاب المخالفة لها في الشحنة؛ حيث**

- تتحرك الأيونات الموجبة باتجاه القطب السالب (المهبط) وتختزل،
- أما الأيونات السالبة فتتحرك باتجاه القطب الموجب (المصعد) وتتأكسد،

بما أن التفاعل الذي يحدث في الخلية غير تلقائي؛ لذا **يجب أن يكون جهد البطارية المستخدمة لإحداث عملية التحليل أكبر من جهد الخلية**

التحليل الكهربائي لمصهور (NaCl)

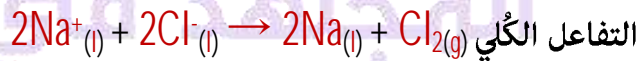
يحتوي مصهور (NaCl) على أيونات (Na^+ و Cl^-)، ويبين الشكل خلية التحليل الكهربائي لمصهور (NaCl)؛ حيث يلاحظ أنه عند إغلاق الدارة الكهربائية ومرور تيار كهربائي عبر الأسلاك تتحرك أيونات الصوديوم (Na^+) باتجاه المهبط، وتحدث لها عملية اختزال، وتتكون ذرات الصوديوم، كما في المعادلة الآتية:



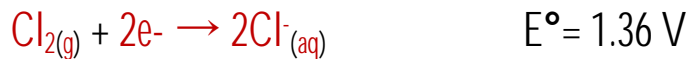
أما أيونات الكلور (Cl^-) فتتحرك باتجاه المصعد؛ حيث تتأكسد مكونة غاز الكلور، كما في المعادلة الآتية:



ولإيجاد التفاعل الكلي في الخلية يجمع نصف تفاعل التأكسد ونصف تفاعل الاختزال بعد مساواة عدد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة.



ويمكن حساب جهد الخلية المعياري ومعرفة قيم جهود الاختزال المعيارية، كالآتي:



ثم أحسب جهد الخلية المعياري:

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

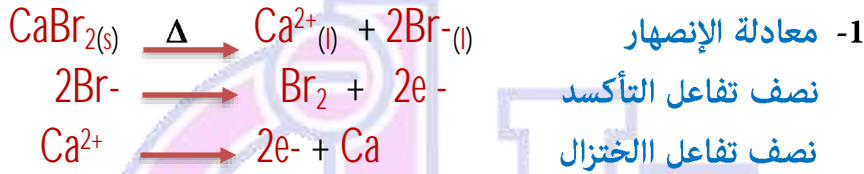
$$E^\circ_{\text{cell}} = -2.71 - 1.36 = -4.07 \text{ V}$$

يُلاحظُ أنَّ جهدَ الخلية المعيارية للتفاعل سالب؛ ما يعني أنَّ التفاعل غير تلقائي، وأنه يحدث بسبب تزويد الخلية بفرق جهد كهربائي من البطارية يزيد على جهد الخلية المعيارية؛ أي أكبر من (4.07 V) وتُستخدمُ عملية تحليل مصهور (NaCl) كهربائياً لاستخلاص الصوديوم صناعياً، كما تُستخلصُ معظم الفلزّات النشطة، كالليثيوم والبوتاسيوم غالباً، من مصاهير كلوريداتها بتحليلها كهربائياً.

سؤال: أجب عن الأسئلة الآتية المتعلقة بالتحليل الكهربائي لمصهور (CaBr₂)

- 1- أكتب نصف تفاعل التأكسد ونصف تفاعل الاختزال في خلية التحليل الكهربائي
- 2- أمنتج نواتج التحليل الكهربائي للمصهور
- 3- أوقع جهد البطارية اللازم لإحداث تفاعل التحليل الكهربائي للمصهور

الإجابة:



2- نواتج التحليل الكهربائي: تكون الكالسيوم (Ca) عند المهبط، وتكون البروم (Br₂) عند

المصعد .

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

3-

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = -2.76 - 1.07 \quad E^{\circ}_{\text{cell}} = -3.83 \text{ V}$$

التحليل الكهربائي لمحلل مادة كهربية

يحتوي المحلول المائي للمادة الأيونية على الأيونات الموجبة والسالبة الناتجة عن تفككها وعلى جزيئات الماء؛ لذلك عند تحليل محلول مائي لمركب أيوني كهربائياً يؤخذ بالحسبان حدوث تأكسد للأيونات السالبة في المحلول أو لجزيئات الماء، وكذلك يمكن أن يحدث اختزال للأيونات الموجبة أو لجزيئات الماء في المحلول؛ لذلك قد تختلف نواتج عملية التحليل الكهربائي لمصهور مركب أيوني عنها لمحلله

التحليل الكهربائي لمحلل يوديد البوتاسيوم (KI)

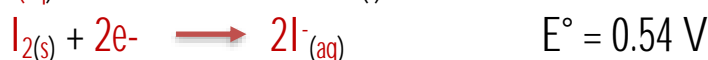
يتفكك يوديد البوتاسيوم في الماء، حسب المعادلة: $\text{KI}_{(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{K}^{+}_{(aq)} + \text{I}^{-}_{(aq)}$ وعند تحليل محلول (KI) كهربائياً يُتمل اختزال أيونات (K⁺) أو جزيئات الماء عند المهبط. وبالرجوع إلى جهود الاختزال المعيارية لكل من البوتاسيوم والماء:



يُلاحظ أنَّ جهدَ اختزال الماء أعلى من جهد اختزال البوتاسيوم؛ أي أنَّ الماء أسهلُّ اختزالاً من أيونات البوتاسيوم (K^+)؛ لذلك يُختزل الماء، حسبَ المعادلة:



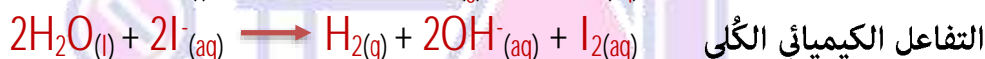
أمّا عند المصعد فيُحتمَلُ تأكسدُ أيونات اليوديد (I^-) أو جزيئات الماء. نكتب أنصاف تفاعلات الاختزال المطلوبة وجهود الاختزال المعيارية لكلِّ منها:



ألاحظ أن التفاعل العكسي في المعادلة الأولى يمثل تأكسد الماء، ويمثل في المعادلة الثانية تأكسد أيون اليوديد I^- ، ومعرفة أن جهدَ التأكسد المعياري ($E^\circ_{\text{reduction}} -$) لنصف التفاعل، ومقارنة جهود التأكسد لكلِّ منها أجد أنَّ جهدَ تأكسد الماء يساوي (-1.23 V)، أما جهدَ تأكسد اليود فيساوي (-0.54 V) أي أنَّ جهدَ تأكسد اليود أعلى من جهد تأكسد الماء؛ وبالتالي فإنه أسهلُّ تأكسداً من الماء؛ لذا تتأكسد أيونات اليوديد (I^-) وينتجُ اليود (I_2) عند المصعد.



أمّا التفاعل الكلي، فهو مجموعُ نصفي تفاعل التأكسد والاختزال:



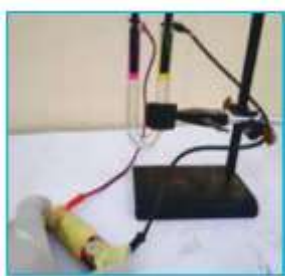
ويتفق ذلك مع النتائج العملية لتحليل محلول (KI) كهربائياً؛ إذ يُلاحظُ تَكوُّنُ اليود عند المصعد وتصادعُ غاز الهيدروجين عند المهبط وتكوُّنُ محلول هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH)، أنظر الشكل

ويمكنُ حسابُ جهد الخلية المعياري كالآتي:

$$E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{H_2O(\text{cathode})} - E^\circ_{I_2(\text{anode})}$$

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

أمّا جهدُ البطارية اللازم لإحداث التفاعل، فيزيد على (1.37 V)

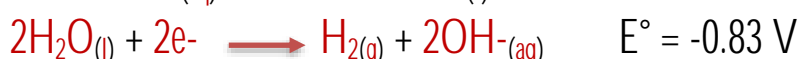


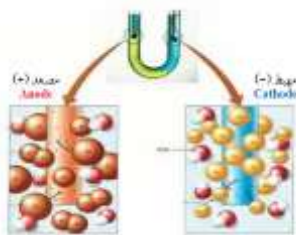
التحليل الكهربائي لمحلول بروميد النحاس ($CuBr_2$)

يتفكَّك بروميد النحاس في الماء، حسبَ المعادلة:



وعند تحليل محلول ($CuBr_2$) كهربائياً يُحتمَلُ اختزالُ أيونات (Cu^{2+}) أو جزيئات الماء عند المهبط. وبالرجوع إلى جهود الاختزال المعيارية لكلِّ من النحاس والماء:





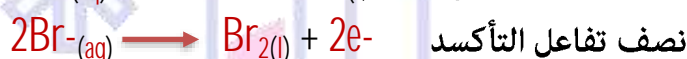
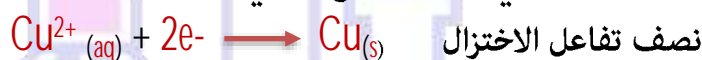
يُلاحظ أنَّ جهدَ اختزال النحاس أعلى منه للماء؛ لذلك تكونُ أيوناتُ النحاس (Cu^{2+}) أسهلَّ اختزالاً عند المهبط؛ حيث يُلاحظ تَكوُّنُ النحاس، أنظر الشكل أما عند المصعد فيُحتمَلُ تأكسدُ أيونات البروميد (Br^-) أو جزيئات الماء. وبالرجوع إلى جدول وكتابة أنصاف تفاعلات الاختزال المطلوبة وجهود الاختزال المعيارية لكلٍّ منها:



ألاحظ أن التفاعل العكسي في المعادلة الأولى يمثل تأكسد الماء، ويمثِّل في الثانية تأكسد أيون البروميد (Br^-) وعند مقارنة جهود التأكسد لكل من الماء والبروم أجد أنَّ جهدَ تأكسد الماء يساوي (-1.23 V)، أما جهدَ تأكسد البروم فيساوي (-1.07 V)، ألاحظ أنَّ جهدَ تأكسد البروم أعلى منه للماء، ومن ثَمَّ فإنَّ أيونات البروميد (Br^-) أسهلُّ تأكسداً؛ حيث يُلاحظُ تَكوُّنُ البروم عند المصعد حسب المعادلة:



أما التفاعل الكلي، فهو مجموعُ نصفي تفاعل التأكسد والاختزال:



ويتفق ذلك مع النواتج العملية لتحليل محلول (CuBr_2) كهربائياً؛ إذ يُلاحظُ تَكوُّنُ البروم عند المصعد وتكون النحاس عند المهبط.

ويمكنُ حسابُ جهد الخلية المعياري للتفاعل الكلي كالآتي:

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

$$E^\circ_{\text{cell}} = 0.34 - 1.07 = -1.37 \text{ V}$$

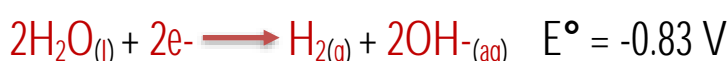
أي أنَّ جهدَ البطارية اللازم لإحداث التفاعل يزيدُ على (0.73 V)

التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات الصوديوم (Na_2SO_4)

تتفكَّكُ كبريتاتُ الصوديوم في الماء، حسبَ المعادلة:



وعند تحليل محلوله كهربائياً يُحتمَلُ اختزالُ أيونات الصوديوم (Na^+) أو جزيئات الماء عند المهبط. وبالرجوع إلى جهود الاختزال المعيارية لكلٍّ منها:



😊 يلاحظ أن:-

جهدَ اختزال الماء أعلى منه لأيونات الصوديوم؛ لذلك يكون أسهلَ اختزالَ عند المهبط؛ حيث يتكوّن غازُ الهيدروجين وأيوناتُ الهيدروكسيد أو جزيئات الماء، أمّا عند المصعد، فيُحتمَلُ تأكسدُ أيونات الكبريتات (SO_4^{2-}) وقد لوحظَ عملياً تصاعداً غاز الأكسجين عند المصعد؛ ما يدلُّ على تأكسد جزيئات الماء، حسبَ المعادلة



أمّا التفاعلُ الكيميائي الكلي، فمجموع نصف تفاعل التأكسد ونصف تفاعل الاختزال،



أي أنّ ما حدث عند تحليل محلول كبريتات الصوديوم كهربائياً هو تحليل الماء كهربائياً؛ حيث تأكسدت جزيئات الماء واختزلت مكوّنةً غازي الأكسجين والهيدروجين.

😊 يلاحظ :-

من دراسة الأمثلة السابقة لتحليل محاليل المركّبات الأيونية كهربائياً أنّ الأيونات الموجبة وجزيئات الماء يُحتمَلُ أن تُختَزَلَ عند المهبط، وأنّ الأيونات السالبة وجزيئات الماء يُحتمَلُ أن تتأكسدَ عند المصعد، وأنّ التفاعل الذي يحدثُ يعتمدُ بشكل عام على جهود الاختزال المعيارية لكلٍّ منهما، كما أنّ سلوك أيون معيّن هو نفسه خلالَ عملية التحليل الكهربائي بغضّ النظر عن مصدره، وأنّ هناك بعض الأيونات متعدّدة الذرات لا تتأثّر عند تحليل محاليلها كهربائياً مثل ($\text{SO}_4^{2-} \mid \text{NO}_3^-$)

سؤال: أفسر: دور كبريتات الصوديوم في عملية التحليل الكهربائي للماء.

الإجابة:

ماء النقي غير موصل للتيار الكهربائي نظراً للتركيز المنخفض جداً لأيونات (H^+) و (OH^-) فيه لذلك تستخدم كبريتات الصوديوم لتكوين محلول كهربي يسمح بمرور التيار الكهربائي، وبالتالي إحداث تفاعلي تأكسد واختزال غير تلقائيين تتنافس فيها الأيونات الموجبة وجزيئات الماء على الاختزال، والأيونات السالبة وجزيئات الماء على التأكسد

سؤال: أفسر، مستعيناً بالمعادلات عند تحليل محلول (CuSO_4) كهربائياً يتحوّل تدريجياً إلى محلول



الإجابة:



أيون (SO_4^{2-}) لا يتأكسد إنما يتأكسد الماء حسب المعادلة:



ينتج عن تأكسده الماء غاز الأكسجين وأيونات الهيدروجين (H^+) فيزداد تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول، أما أيونات النحاس (Cu^{2+}) فإنها تختزل وتترسب عند المهبط لذلك يقل تركيزها في المحلول، وبالتالي يتحول المحلول تدريجياً إلى محلول (H_2SO_4)

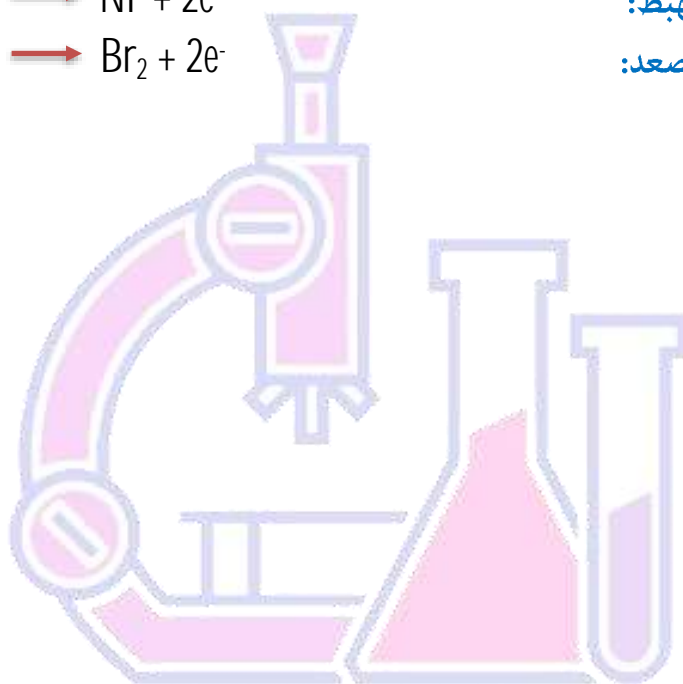
سؤال: أكتب تفاعلي المصعد والمهبط اللذين يحدثان عند تحليل محلول ($NiBr_2$) كهربائياً باستخدام أقطاب من الجرافيت.

الإجابة:



تفاعل المهبط:

تفاعل المصعد:

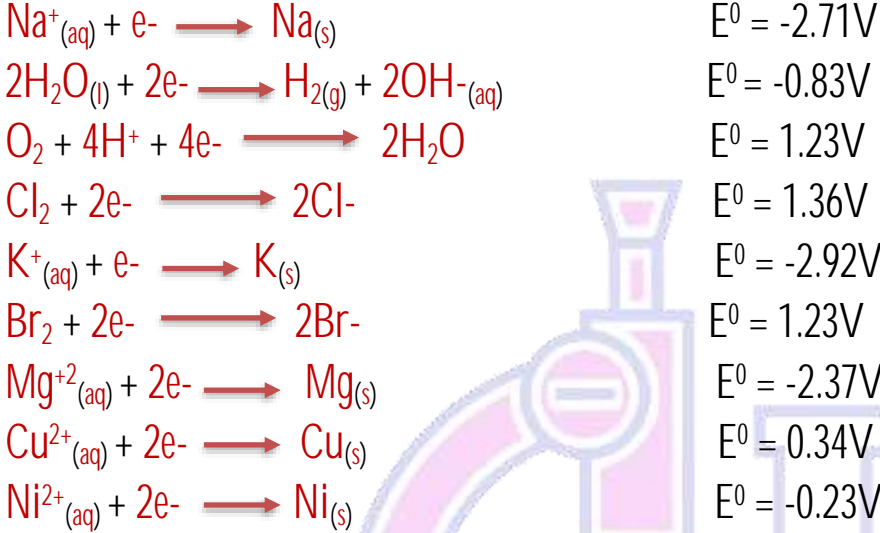


المجتهد في الكيمياء
أ. أنس القدومي

الاختبار الذاتي

سؤال (1): مما تتكون خلية التحليل الكهربائي.

باستخدام جهود الاختزال المعيارية التالية



سؤال (2): اكتب التفاعل الذي يحدث عند المصعد في كل من الحالات التالية

(أ) التحليل الكهربائي لمصهور (NaCl)

(ب) التحليل الكهربائي لمحلول (NaCl)

سؤال (3): بين عملية التحليل الكهربائي لمصهور (KBr).

سؤال (4): ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول كل من.

(أ) (NaCl) (ب) (CuBr₂) (ج) (CdCl₂)

سؤال (5): ما نواتج التحليل الكهربائي لمصهور كل من.

(أ) (KCl) (ب) (NiBr₂) (ج) (MgCl₂)

الإجابات

سؤال (1):

(1) وعاء يحتوي محلول أو مصهور مادة كهربية

(2) مصدر فرق جهد (بطارية)

(3) قطبين

(4) أسلاك

سؤال (2):



(أ)



(ب)

سؤال (3):



تتجه أيونات (Br^-) نحو القطب الموجب (المصعد) فتتأكسد كما يلي



وينتج (Br_2) عند المصعد

وتتجه أيونات (K^+) نحو قطب المهبط لتختزل وتكسب إلكترونات كما يلي:



وينتج (K) صلب عند المهبط

سؤال (4):

أ. قطب المهبط ينتج غاز (H_2) و قطب المصعد ينتج غاز (O_2)

ب. قطب المهبط ينتج فلز (Cu) و قطب المصعد ينتج غاز (Br_2)

ج. قطب المهبط ينتج فلز (Cd) و قطب المصعد ينتج غاز (O_2)

سؤال (5):

أ. قطب المهبط ينتج فلز (K) و قطب المصعد ينتج غاز (Cl_2)

ب. قطب المهبط ينتج فلز (Ni) و قطب المصعد ينتج غاز (Br_2)

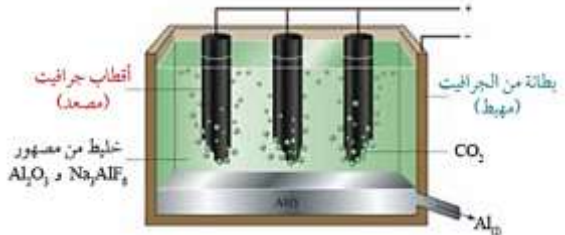
ج. قطب المهبط ينتج فلز (Mg) و قطب المصعد ينتج غاز (Cl_2)

التطبيقات العملية للتحليل الكهربائي

تعمل خلايا التحليل الكهربائي على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية من خلال استخدام تيار كهربائي يُجبر تفاعلي تأكسد واختزال غير تلقائيين على الحدوث، ولهذه الخلايا تطبيقات مهمة في الصناعة، من مثل استخلاص الفلزات النشطة من مصاهير خاماتها، وتنقية الفلزات لاستخدامها في المجالات التي تحتاج إلى فلزات نقية بدرجة كبيرة وستناقش أمثلة على كل منها.

استخلاص الألمنيوم

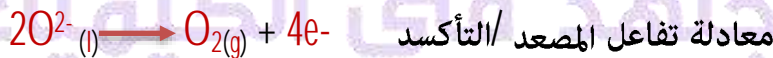
يُعدّ الألمنيوم من أكثر الفلزات انتشاراً في القشرة الأرضية، وهو من الفلزات النشطة، ويستخلص من خام البوكسيت ($Al_2O_3 \cdot 2H_2O$) بطريقة هول-هيروليت؛ حيث يُعالج الخام لتخليصه من الشوائب، ثم يُسخّن لتحويله إلى أكسيد الألمنيوم (Al_2O_3)، ويُذاب في مصهور الكريوليت (Na_3AlF_6)، فتُنخفض درجة انصهاره نحو ($1000^\circ C$) وتُسمى خلية التحليل الكهربائي لمصهور (Al_2O_3) خلية هول-هيروليت، وتتكوّن من الداخل من طبقة من الجرافيت تمثل المهبط، وسلسلة من أقطاب الجرافيت تُغمس في المصهور تمثل المصعد، أنظر الشكل



وعند إجراء عملية التحليل الكهربائي يحدث اختزال لأيونات الألمنيوم عند المهبط، ويتكوّن الألمنيوم الذي يتجمّع أسفل الخلية؛ حيث يُسحب من مخرج خاص.



أما عند المصعد، فتتأكسد أيونات الأكسجين (O^{2-}) مُكوّنة غاز الأكسجين، حسب المعادلة:



ويتفاعل الأكسجين الناتج مع أقطاب الجرافيت مُكوّنة ثاني أكسيد الكربون، حسب المعادلة



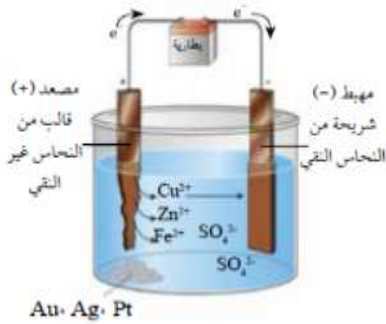
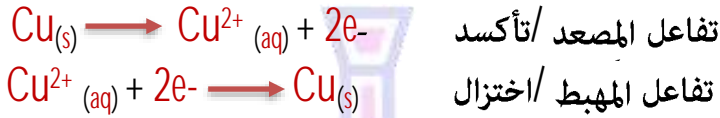
مما يؤدي إلى تاكلها، فيجري تغييرها بشكل دوري، ويمكن تلخيص التفاعل الكلي، الذي يحدث في الخلية، بالمعادلة الآتية:



ونظراً إلى أنّ عملية استخلاص الألمنيوم تستهلك كميات هائلة من الطاقة، تُقام مصانع إنتاجه قريباً من محطات الطاقة الكهربائية لتوفير كلفة نقل الطاقة، كما يركّز بشكل كبير على عملية إعادة تدويره؛ إذ تبلغ كمية الطاقة اللازمة لإعادة التدوير نحو (5%) من الطاقة اللازمة لاستخلاصه من خام البوكسيت.

تنقية الفلزّات

تحتاج بعض استخدامات الفلزّات إلى أن تكون نقيّة تماماً. فمثلاً، يجب أن يكون النحاس المُستخدَم في التمديدات الكهربائية نقيّاً؛ لذا تُستخدَم عمليّة التحليل الكهربائي في تنقية الفلزّات، مثل النحاس، بعد عمليات استخلاصه من خاماته؛ إذ يحتوي على شوائب، مثل الخارصين والحديد والذهب والفضّة والبلاتين، وحتى تتم تنقيته، يُشكّل النحاس غير النقي على شكل قوالب تمثّل المصعد في خلية التحليل الكهربائي، ويوصّل المهبط. بشريحة رقيقة من النحاس النقي، ثم يُغمّران في محلول كبريتات النحاس (CuSO_4) وعند تمرير تيار كهربائي في الخلية تحدث التفاعلات الآتية:



ومع استمرار تأكسد النحاس واختزاله تنتقل ذرّاته من المصعد إلى المهبط، أنظر الشكل وتتأكسد ذرّات الفلزّات (الشوائب) التي لها جهد اختزال أقلّ من النحاس، كالخارصين والحديد، مُكوّنة أيونات ($\text{Fe}^{2+}|\text{Zn}^{2+}$) على الترتيب، وتبقى هذه الأيونات ذائبة في المحلول، أمّا الذهب والفضّة والبلاتين فإنّ جهد اختزالها أعلى من جهد الخلية المستخدم؛ لذلك لا تتأكسد ذرّاتها، وتتجمّع في قاع الخلية، وتكون درجة نقاوة النحاس الناتج نحو (99.9%)

سؤال: أفسّر: لا تُختزل أيونات (Fe^{2+} و Zn^{2+})، التي توجد ذرّاتها على شكل شوائب مع النحاس، خلال عمليّة تنقيته بالتحليل الكهربائي.

الإجابة:

لأن جهد اختزال كل من الحديد (-0.44) والخارصين (-0.76) أقل بكثير من جهد اختزال النحاس (0.34) لذلك يكون جهد البطارية المستخدمة في خلية تنقية النحاس أقل من جهد البطارية اللازم لاختزال أيونات (Fe^{2+} أو Zn^{2+})، لذلك لا تختزل.

سؤال: أفسّر: مستعيناً بمعادلات كيميائية، استبدال أقطاب الجرافيت المُستخدَمة في خلية هول - هيروليت بشكل دوري.

الإجابة:

تشكل أقطاب الجرافيت المصعد في خلية هول-هيروليت حيث تتأكسد أيونات الأكسجين (O^{2-}) مكونة غاز الأكسجين، يتفاعل الغاز مع أقطاب الجرافيت مكوناً (CO_2) حسب المعادلات



مما يؤدي إلى تأكلها وبالتالي تغييرها بشكل دوري

مراجعة الدرس

سؤال [1]: الفكرة الرئيسة: أَوْضَحْ مبدأ عمل خلية التحليل الكهربائي

سؤال [2]: أفسر:

أ. لا يمكن تحضير غاز الفلور بالتحليل الكهربائي لمحلل (NaF)

ب. تكون الكلفة الاقتصادية لإعادة تدوير الألمنيوم أقل من كلفة استخراجها من خام البوكسيت

سؤال [3]: أوقع: بالرجوع إلى جدول جهود الاختزال المعيارية، أوقع نواتج التحليل الكهربائي لمحاليل الأملاح الآتية:

أ. يوديد المغنيسيوم (MgI_2) ب. نترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$

ج. كبريتات الكوبلت ($CoSO_4$)

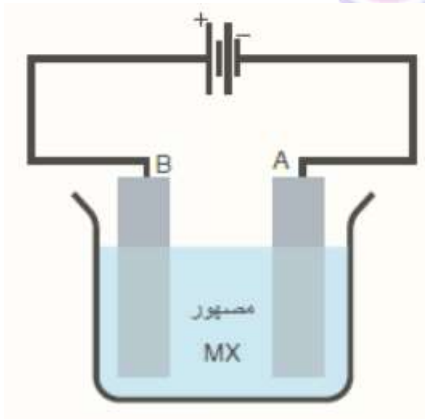
سؤال [4]: أدرس الشكل المجاور، الذي يمثل خلية تحليل كهربائي لمصهور المركب الأيوني (MX) باستخدام أقطاب من الجرافيت أعطيت الرموز (A و B)، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

أ. أحدد المصعد والمهبط في الخلية.

ب. أحدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك، واتجاه حركة الأيونات الموجبة والسالبة داخل المحلول باستخدام الأسهم.

ج. أحدد القطب الذي تحدث عنده عملية التأكسد.

د. أحدد القطب الذي تتكون عنده ذرات العنصر (M).



سؤال [5]: يراد تنقية قوالب من النيكل باستخدام عملية التحليل الكهربائي:

أ. ما القطب الذي يجب أن تمثله القوالب غير النقية؟

ب. ما المادة المستخدمة في القطب الآخر؟

ج. اقترح محلول يمكن استخدامه في هذه الخلية.

الإجابات

سؤال (1):

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

سؤال (2):

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

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

سؤال (3):

(أ) اليود عند المصعد، وغاز الهيدروجين عند المهبط وتكون محلول $Mg(OH)_2$
 (ب) الرصاص عند المهبط، وغاز الأكسجين عند المصعد وتكون محلول HNO_3 .
 (ج) الكوبلت عند المهبط، وغاز الأكسجين عند المصعد وتكون محلول H_2SO_4 .

سؤال (4):

(أ) المصعد (B)، المهبط (A)
 (ب) اتجاه حركة الإلكترونات من المصعد (B) إلى المهبط (A)، أما حركة الأيونات تتجه أيونات (X^-) باتجاه القطب الموجب (B)، وتتجه أيونات (M^+) باتجاه القطب السالب (A)
 (ج) (B)
 (د) (A)

سؤال (5):

(أ) المصعد
 (ب) قطب نقي من النيكل
 (ج) نترات النيكل

الاختبار الذاتي

سؤال (1): وضح المقصود بعملية التحليل الكهربائي

سؤال (2): عند التحليل الكهربائي لمصهور (NaCl)

أ. ما نواتج التحليل الكهربائي

ب. اكتب التفاعل الذي يحدث على كل قطب

ج. إذا كان جهد الاختزال المعياري لكل من $(Na^+ = -2.71 \text{ V})$ $(Cl_2 = +1.36 \text{ V})$ احسب جهد

البطارية اللازمة لعملية التحليل الكهربائي

سؤال (3): وضح بالرسم خلية تحليل كهربائي مع ذكر مكوناتها

سؤال (4): إذا علمت أن جهد الاختزال $(H_2O = -0.83 \text{ V})$ $(Na^+ = -2.71 \text{ V})$ $(Cl_2 = +1.36 \text{ V})$ وجهد

تأكسد (H_2O) يساوي (-1.23 V) فإن

أ. نواتج التحليل الكهربائي عند كل قطب

ب. ما التفاعل الذي يحدث على المهبط مبرر إجابتك

سؤال (5): يتم إعادة تدوير الألمنيوم بدل من استخلاصه في التحليل الكهربائي فسر ذلك

سؤال (6): فسر سبب استبدال أقطاب الجرافيت بشكل دوري المستخدمة في خلية هول-هيرليت

المجتهد في الكيمياء
أ. أنس القدومي

الإجابات

سؤال (1):

عملية إمرار تيار كهربائي في مصهور أو محلول مادة كهربية؛ مما يؤدي إلى حدوث تفاعل تأكسد واختزال غير تلقائي وجهد الخلية فيها سالب.

سؤال (2):

- أ. ينتج فلز (Na) صلب عند المهبط، و ينتج غاز (Cl₂) صلب عند المصعد
 ب. قطب المصعد
 قطب المهبط
 ج. يلزم أن يكون جهد البطارية أكبر من (4.07)



سؤال (3):



سؤال (4):

- أ. قطب المهبط ينتج غاز (H₂) و قطب المصعد ينتج غاز (O₂)
 ب.
 يختزل (H₂O) بدل من (Na⁺) لأن الماء أكثر ميل للاختزال من (Na⁺)

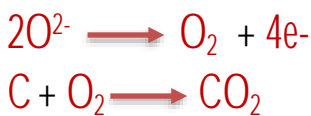


سؤال (5):

لأن الطاقة اللازمة في استخلاص الألمنيوم أعلى بكثير من الطاقة اللازمة في إعادة تدويره فهو أقل كلفة اقتصادية في تدوير الألمنيوم

سؤال (6):

تشكل أقطاب الجرافيت المصعد في خلية هول-هيروليت حيث تتأكسد أيونات الأكسجين (O²⁻) مكونة غاز الأكسجين، يتفاعل الغاز مع أقطاب الجرافيت مكونا (CO₂) حسب المعادلات



مما يؤدي إلى تأكلها وبالتالي تغييرها بشكل دوري

مراجعة الوحدة

سؤال (1): الفكرة الرئيسة: أقرن بين الخلية الجلفانية و خلية التحليل الكهربائي، من حيث:

- أ- تحويلات الطاقة في كل منهما.
- ب- شحنه كل من المصعد والمهبط.
- ج- تلقائية تفاعل التأكسد والاختزال.
- د- إشارة جهد الخلية المعياري E^0_{cell}

سؤال (2): أفسر:

أ. يخلط أكسيد الألمنيوم (Al_2O_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.

سؤال (3): تمثل المعادلة الكيميائية الآتية تفاعل تأكسد واختزال، أدرسه جيداً، 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)

سؤال (4): أدرس معادلة التفاعل الكيميائي، التي تتضمن رموزاً افتراضية لعنصري (X و Y)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليها:



- أ- أحسب عدد تأكسد العنصر (X) أينما ورد في المعادلة.
- ب- أحسب عدد تأكسد العنصر (Y) أينما ورد في المعادلة.
- ج- أحدد المادة التي تأكسدت.
- د- أحدد العامل المؤكسد.

سؤال (5): أوازن معادلات التأكسد والاختزال الآتية بطريقة نصف التفاعل، وأحدد العامل المؤكسد

والعامل المختزل:



- أ- وسط قاعدي
- ب- وسط حمضي

سؤال [6]: خلية جلفانية مكوّنة من نصف خلية الرصاص ($Pb^{2+}|Pb$) ونصف خلية الكروم ($Cr^{3+}|Cr$)

إذا عَلِمْتُ أَنَّ تركيز أيونات (Cr^{3+}) يزداد عند تشغيل الخلية، فأجب عما يأتي:
أ- أَدِدْ المصعد والمهبط في الخلية الجلفانية.

ب- أَدِدْ اتجاه حركة الإلكترونات في الدارة الخارجية.

ج- أَوَقِّع التغير على كتلة قطب الرصاص مع استمرار تشغيل الخلية.

د- أكتب معادلة موزونة تمثل التفاعل الكلي الذي يحدث في الخلية.

هـ- أحسب، مُستعيناً بجدول جهود الاختزال المعيارية، جهد الخلية المعياري (E^0_{cell})

سؤال [7]: يبين الجدول المجاور القيم المطلقة لجهود الاختزال المعيارية E^0 للعناصر (A, B, C, D, M)

إذا عَلِمْتُ 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، فأجب - مُستعيناً بالمعلومات السابقة - عن الأسئلة الآتية:

أ- أكتب إشارة قيم جهود الاختزال المعيارية E^0 للعناصر

(A, B, C, D, M).

ب- أَوَقِّع: ما العنصران اللذان يُشكّلان خلية جلفانية لها

أعلى جهد خلية معياري، ثم أحسب قيمة (E^0_{cell}) لها

ج- أَسْتنتج: ما العنصر الذي يمكن استخدامه وعاء مصنوع

منه لحفظ محلول يحتوي على أيونات (A^+)

د- أَسْتنتج: ما العامل المؤكسد الذي يؤكسد (D) ولا يؤكسد

(M)

نصف تفاعل الاختزال	E^0 (V)
$A^+ + e^- \longrightarrow A$	0.80
$B^{3+} + 3e^- \longrightarrow B$	1.66
$C^{3+} + 3e^- \longrightarrow C$	1.5
$D^+ + e^- \longrightarrow D$	2.71
$M^{+2} + 2e^- \longrightarrow M$	0.28

سؤال [8]: أدرس المعادلات والمعلومات المبينة في الجدول؛ ثم أجب عن الأسئلة التي تليها:

المعادلة	المعلومات
$Cd^{2+} + Ca \longrightarrow Ca^{2+} + Cu$	تفاعل تلقائي
$2Br^- + Sn^{2+} \longrightarrow Br_2 + Sn$	تفاعل غير تلقائي
$Cd + Sn^{2+} \longrightarrow Cd^{2+} + Sn$	تفاعل تلقائي

أ- أَدِدْ أقوى عامل مؤكسد.

ب- أَرْتَبْ العوامل المُختزلة تصاعدياً

حسب قوتها.

ج- أَسْتنتج: هل تؤكسد أيونات

الكاديوم (Cd^{2+}) أيونات البروم

(Br^-)

د- أَتنبأ: هل يمكن حفظ محلول

كلوريد الكالسيوم ($CaCl_2$) في وعاء من القصدير (Sn)

هـ- أقرن: ما العنصران اللذان يكونان خلية جلفانية لها أعلى جهد خلية معياري

سؤال [9]: خلية تحليل كهربائي تحتوي على محلول بروميد الليثيوم (LiBr) بالرجوع إلى جدول جهود

الاختزال المعيارية، أجب عن الأسئلة الآتية:

أ- أكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند المصعد.

ب- أستنتج ما ناتج التحليل الكهربائي عند المهبط؟

ج- أحسب ما مقدار جهد البطارية اللازم لإحداث عملية التحليل الكهربائي؟

سؤال [10]: عند استخدام آلة تصوير ذات بطارية قابلة لإعادة الشحن، أجب عن الأسئلة الآتية:

أ- أقرن تحويلات الطاقة خلال عمليتي الاستخدام والشحن

ب- أفسر تعمل هذه البطارية كخلية جلفانية وخلية تحليل كهربائي

سؤال [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).

المصعد	E^0_{cell} (V)	قطب الخلية
E	0.16	E-D
E	0.78	E-L
T	1.93	T-E
E	0.30	E-M
R	0.30	R-E

(1) أستنتج اتجاه حركة الإلكترونات في الخلية المكوّنة من

القطبين (C, X)

(2) أستنتج القطب الذي تزداد كتلته في الخلية المكوّنة من

القطبين (A, B)

(3) أقرن ما القطبان اللذين يشكّلان خلية جلفانية لها أعلى

جهد خلية معياري؟

(4) أُنَبِّأ 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) أُنَبِّأ هل يمكن تحريك محلول نترات الفلز $Y(NO_3)_2$ بمعلقة من الفلز (B)

سؤال [12]: استخدمت أنصاف الخلايا المعيارية للفِلِزَّات ذات الرموز الافتراضية الآتية (T-R-D-M-L)

مع نصف خلية الفِلِزَّ (E) المعيارية لتكوين خلايا جلفانية، وكانت النتائج كما في الجدول الآتي .

أدرسه جيدًا، ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:

أ- أرَّتب الفِلِزَّات متضمنة الفِلِزَّ (E) حسب قوتها كعوامل مختزلة

ب- أحسب جهد الخلية المعياري (E°_{cell}) للخلية المكوَّنة من الفِلِزَّين (T,R)

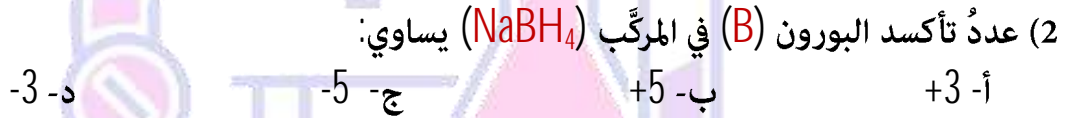
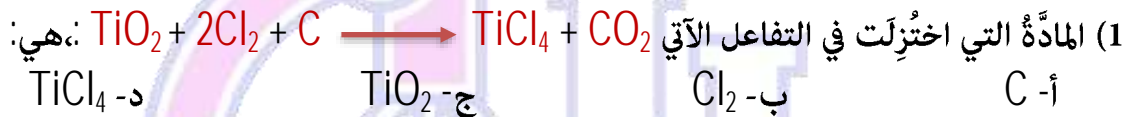
ج- أستنتج اتجاه حركة الإلكترونات في الخلية المكوَّنة من الفِلِزَّين (D,M).

د- أقرن: ما الفِلِزَّان اللذان يُشكِّلان خلية جلفانية لها أعلى جهد خلية معياري؟

هـ- أستنتج: هل يمكن حفظ محلول أحد أملاح الفِلِزَّ (D) في وعاء من الفِلِزَّ (R)؟ أفسر

إجابتي.

سؤال [13]: أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:



(3) إحدى العبارات الآتية صحيحة:

أ- العامل المختزل يكتسب إلكترونات في التفاعل الكيميائي.

ب- العامل المؤكسد يفقد إلكترونات في التفاعل الكيميائي.

ج- تحتوي جميع تفاعلات التأكسد والاختزال على عامل مؤكسد وعامل مختزل.

د- يحتوي تفاعل التأكسد والاختزال على عامل مؤكسد وعامل مختزل فقط.



أ- عدد تأكسد اليود في (IO_3^-) يساوي (7) ب- العامل المؤكسد في التفاعل هو (I^-)

ج- يعد التفاعل تأكسدًا واختزالًا ذاتيًا د- تأكسدت ذرات اليود (أو أيوناته) واختزلت في التفاعل

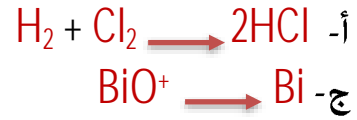
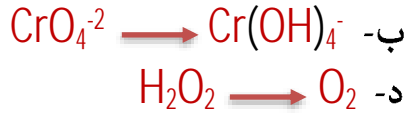
(5) التفاعل الذي يسلك فيه الهيدروجين كعامل مؤكسد هو:



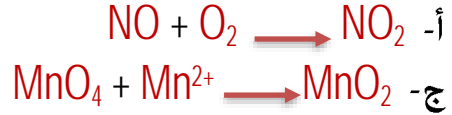
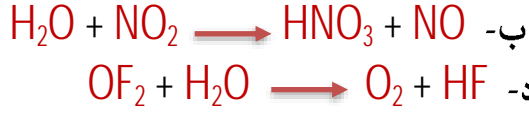
(6) مقدار التغير في عدد تأكسد ذرة الكربون (C) عند تحول الأيون ($C_2O_4^{2-}$) إلى جزيء (CO_2) هي:

أ- 0 ب- 1 ج- 2 د- 4

(7) أحد التغيرات الآتية يحتاج إلى عامل مؤكسد:



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



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



د- 1

ج- 3

ب- 4

أ- 2

(10) عدد مولات أيونات الهيدروكسيد (OH^-) اللازم إضافتها إلى طرفي المعادلة لموازنة التفاعل الآتي في وسط قاعدي:



د- 2OH^-

ج- 4OH^-

ب- 6OH^-

أ- 8OH^-

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

ب- كتلة القطب (A) تزداد

أ- القطب السالب هو (B)

ج- تركيز أيونات (A^{2+}) يزداد

د- الإلكترونات تتحرك من القطب (B) إلى القطب (A)

يتضمن الجدول المجاور ثلاث خلايا جلفانية يُشكّل الفلز (X) أحد أقطابها مع أحد الفلزّات ذات الرموز الافتراضية (L، N، M) ومعلومات عنها، أدرسه جيّدًا، ثمّ أجب عن الأسئلة (12 و 13 و 14)

قطب الخلية	القطب الذي يشكّله الفلز X	E_{cell}^0
M-X	مهبط	0.78
X-N	مصعد	0.15
X-L	مصعد	0.74

(12) أرّتب الفلزّات (X، L، N، M) حسب قوّتها 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_{cell}^0) بالفولت يساوي:

أ- 0.63 ب- 0.93 ج- 0.04 د- 0.59

14) الفلز الذي يمكن حفظ محلول أحد أملاحه في وعاء مصنوع من أي من الفلزات الثلاثة المتبقية، هو:

أ- X ب- L ج- N د- M

15) الفلز الذي يوفر لجسر حديدي أفضل حماية مهبطية من التآكل:

أ- Au ب- Sn ج- Mg د- Cu

أدرس الجدول المجاور، الذي يتضمن بعض أنصاف تفاعلات الاختزال المعيارية وجهودها، وأستخدمه للإجابة عن الأسئلة (16 و 17)

16) عند التحليل الكهربائي لمحلول بروميد الخارصين، فإن

الناتج عند المهبط هو:

أ- Zn ب- H_2

ج- Cl_2 د- OH^-

17) عند التحليل الكهربائي لمحلول يحتوي على الأيونات

(Ag^+ ، Zn^{2+} ، Cu_2^{2+})، فإن ذراتها تبدأ بالتسب عند

المهبط حسب الترتيب الآتي:

أ- Zn، Ag، Cu ب- Cu، Ag، Zn

ج- Ag، Cu، Zn د- Ag، Zn، Cu

18) عندما يعاد شحن بطارية قابلة لإعادة الشحن تعمل الخلية كخلية:

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

19) جميع العبارات الآتية صحيحة، بالنسبة إلى الخلية الجلفانية ($Ba|Ba^{2+}||Ni^{2+}|Ni$)، ما عدا:

أ- (Ni^{2+}) أقوى عامل مؤكسد ب- (Ba) أقوى عامل مختزل

ج- تزداد كتلة القطب (Ni) د- ($Ba|Ba^{2+}$) تمثل نصف خلية الاختزال

20) العبارة الخاطئة من العبارات الآتية التي تصف ما يحدث في بطارية أيون الليثيوم خلال عملية شحن

البطارية، هي:

أ- تتأكسد أيونات الكوبلت (Co^{3+}) إلى (Co^{4+})

ب- يمثل أكسيد الكوبلت (CoO_2) قطب المهبط في أثناء الشحن

ج- تختزل أيونات الليثيوم (Li^+)

د- تتحرك أيونات الليثيوم (Li^+) باتجاه نصف خلية الجرافيت

نصف تفاعل الاختزال	E_{cell}^0 (V)
$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$	0.80
$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$	0.34
$Zn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Zn$	-0.76
$2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2OH^-$	-0.83
$Br_2 + 2e^- \longrightarrow 2Br^-$	1.07

الإجابات

سؤال (1):

نوع الخلية	وجه المقارنة	خلية التحليل الكهربائي	الخلية الجلفانية
تحويلات الطاقة	كيمائية إلى كهربائية	كيمائية إلى كيميائية	كيمائية إلى كهربائية
شحنة المصعد والمهبط	المصعد (+) المهبط (-)	المصعد (-) المهبط (+)	المصعد (+) المهبط (-)
تلقائية التفاعل	تلقائي	غير تلقائي	تلقائي
إشارة E_{cell}^0	موجبة	سالبة	موجبة

سؤال (2):

أ. لتخفيض درجة انصهار الألومينا (Al_2O_3)، وبالتالي تخفيض كلفة الطاقة اللازمة لعملية استخلاص الألمنيوم.

ب. نتيجة فقدان جزء من مكوناتها مثل ($PbSO_4$) وبالتالي عدم دخوله في التفاعل العكسي الذي يؤدي إلى إعادة شحن البطارية

سؤال (3):

أ. نصف تفاعل التأكسد / مصعد
 $2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$
 نصف تفاعل الاختزال / مهبط
 $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow 4H_2O + Mn^{2+}$
 ب. معادلة التفاعل الكلي
 $2MnO_4^- + 16H^+ + 10Cl^- \longrightarrow 5Cl_2 + Mn^{2+} + 8H_2O$
 ج. $0.15V$ التفاعل تلقائي لأن جهد التفاعل موجب

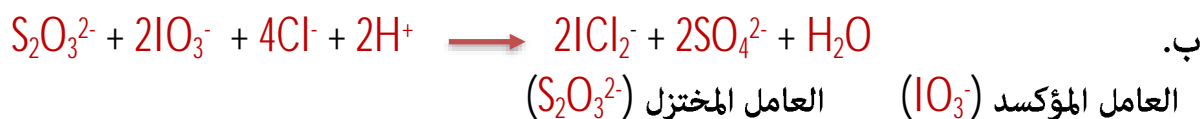
سؤال (4):

أ. نصف تفاعل التأكسد / مصعد
 $2X^0 + 3H^{1+}_2Y^{2-} \longrightarrow X^{3+}_2Y^{2-}_3 + 3H^{0}_2$
 بالنظر إلى المعادلة: ألاحظ أن الفلز (X) حل محل الهيدروجين في (H_2Y) وتصاد غاز الهيدروجين، أي أن ذرات (X) تأكسدت واختزلت ذرات الهيدروجين في (H_2Y)، أما (Y) فلم يتغير عدد تأكسده.

أ. التغير في عدد تأكسد: (X) من 0 إلى +3 (زاد)
 ب. التغير في عدد تأكسد: (Y) من -2 إلى -2 (لم يتغير)
 ج. العامل المؤكسد (H_2Y)

سؤال (5):

أ.
 $3MnO_4^{2-} + 2H_2O \longrightarrow MnO_2 + 2MnO_4^- + 4OH^-$
 العامل المؤكسد (MnO_4^{2-}) العامل المختزل (MnO_4^{2-})



سؤال (6):

أ. المصعد (Cr)، المهبط (Pb)

ب. تزداد

ج.

د. 0.6



سؤال (7):

أ.

رمز القطب	A	B	C	D	M
E^0 (V)	0.80	-1.66	1.50	2.71-	0.28-

ب. C

ج. B^{3+}

سؤال (8):

أ. Br_2 ب. $\text{Ca} > \text{Cd} > \text{Sn} > \text{Br}^-$

ج. لا

د. Ca, Br_2

سؤال (9):

أ. تفاعل المصعد

ب. تفاعل المهبط

ج. جهد التفاعل -1.90V يلزم بطارية جهدها يزيد عن 1.90V 

سؤال (10):

أ. خلال عملية استخدام البطارية تتحول الطاقة الكيميائية إلى كهربائية، وخلال عملية الشحن

تتحول الطاقة الكهربائية إلى كيميائية

ب. تعمل خلية جلفانية خلال عملية الاستخدام وذلك لأن تفاعل التأكسد والاختزال التلقائي

الذي يحدث فيها مولد للتيار الكهربائي مما يتيح استخدامها، أما عند الشحن فإنها تعمل كخلية

تحليل كهربائي إذ أن التيار الكهربائي المار فيها يحدث تفاعلي تأكسد واختزال غير تلقائيين يمثلان

التفاعل العكسي لكل من تفاعلي التأكسد والاختزال الحادثين فيها أثناء الاستخدام وكذلك

ينعكس التفاعل الكلي

سؤال (11):

1. من خلال قطب (C) إلى قطب (X) 2. (B) 3. (C و Z)

4. نعم جهد اختزال (Z) موجب أي أنه أكبر من جهد اختزال الماء فيكون أسهل اختزالاً من الماء

5. نعم جهد اختزال المعيارى للقطب (A) أقل من جهد الاختزال المعيارى لقطب الهيدروجين لذلك يتأكسد الفلز (A) ويختزل أيونات الهيدروجين الموجبة ويطلق غاز الهيدروجين
6. نعم

سؤال [12]:

أ. $T > R > E > D > M > L$ ب. 1.61 ج. $L - T$
د. لا يمكن لأن (R) أقوى كعامل مختزل من (D)، لذلك يتأكسد (R) ويختزل أيونات (D)

سؤال [13]:

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

المجتهد في الكيمياء
أ. أنس القدومي