النصيحة التعليمي

أتقن الرياضيات أبدع في الكيمياء

توجيهي

2024

الكيمياء الكهربائية

الدرس الثالث : التحليل الكهربائي

الأستاذ : ثامر قدورة

موقع النصيحة التعليمي

الدرس الأول : الخلايا الجلفانية

التحليل الكهربائي

خلايا التحليل الكهربائي : خلايا كيميائية تُستخدم لتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية من خلال عملية التحليل الكهربائي. يحدث داخلها تفاعل تأكسد واختزال غير تلقائي، حيث يتم تمرير تيار كهربائي في مصهور أو محلول مادة كهرلية لإجبار التفاعل على الحدوث.

الفرق بين خلايا التحليل الكهربائي و الخلايا الجلفانية :

- الخلايا الجلفانية: تنتج تيارًا كهربائيًا من خلال تفاعل تأكسد واختزال تلقائي.
- خلايا التحليل الكهربائي: تتطلب تزويدها بالطاقة الكهربائية من مصدر خارجي لحدوث تفاعل التأكسد والاختزال.
- جهد خلايا التحليل الكهربائي يكون سالبًا.

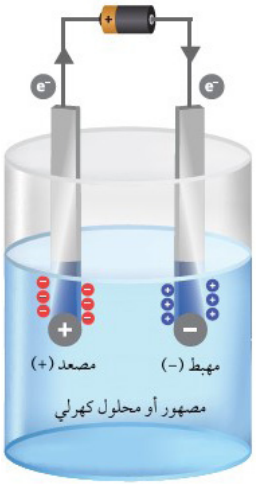
استخدامات خلايا التحليل الكهربائي :

1. شحن البطاريات.
2. استخلاص الفلزات النشطة من مصاهيرها، مثل الصوديوم والألمنيوم.
3. تنقية الفلزات.
4. الطلاء الكهربائي للفلزات، إما لحمايتها من التآكل أو لإكسابها مظهرًا جميلاً.

أقطاب خلية التحليل الكهربائي

تتكون خلية التحليل الكهربائي من:

- وعاء يحتوي على مصهور مادة أيونية.
- أقطاب خاملة مصنوعة من الجرافيت أو البلاتين.
- بطارية وأسلاك توصيل.



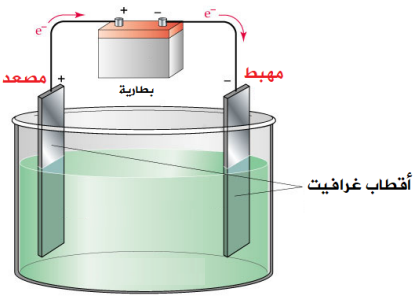
في خلية التحليل الكهربائي
يتم توصيل المصعد بالقطب الموجب للبطارية.
يتم توصيل المهبط بالقطب السالب للبطارية.

المصعد و المهبط في خلية التحليل الكهربائي :

1. **المصعد (Anode):** هو القطب الذي تصعد منه الإلكترونات نتيجة عملية التأكسد، ويكون ذو شحنة موجبة.
2. **المهبط (Cathode):** هو القطب الذي تُختزل عنده الأيونات نتيجة عملية الاختزال، ويكون ذو شحنة سالبة.

الأستاذ تامر قدورة النسخة الأولى

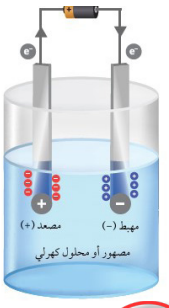
في خلايا التحليل الكهربائي



1. المصعد .....(موجب / سالب) موجب
2. المهبط ..... (موجب / سالب) سالب
3. القطب الموجب يحصل عليه ..... (تأكسد / اختزال) تأكسد
4. الاختزال يحصل على القطب ..... (موجب / سالب) سالب

أيونات المصهور

يحتوي مصهور المادة الأيونية على أيونات موجبة وسالبة.

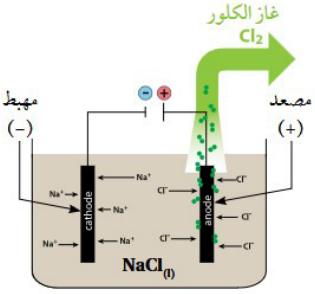


عند تمرير تيار كهربائي فيه:

1. تتحرك الأيونات الموجبة باتجاه القطب السالب (المهبط)، حيث تُختزل.
2. تتحرك الأيونات السالبة باتجاه القطب الموجب (المصعد)، حيث تتأكسد.
3. التفاعل الذي يحدث في الخلية يكون غير تلقائي.
4. يجب أن يكون جهد البطارية المستخدمة لإحداث التفاعل أكبر من جهد الخلية.

لاحظ أن :
الايونات تتحرك باتجاه الاقطاب المخالفة لها في الشحنة

التحليل الكهربائي لمصهور NaCl



يحتوي مصهور NaCl على أيونات الصوديوم (Na^+) وأيونات الكلوريد (Cl^-)، كما يوضح التفاعل التالي:

$$NaCl \longrightarrow Na^+ + Cl^-$$

عملية التحليل الكهربائي:

1_ عند المهبط (cathode):

تتحرك أيونات الصوديوم (Na^+) نحو المهبط، حيث تحدث عملية اختزال لتكوين ذرات الصوديوم

$Na^+ + e^- \longrightarrow Na$: $E° = -2.71V$

2_ عند المصعد (anode):

تتحرك أيونات الكلوريد (Cl^-) نحو المصعد، حيث تحدث عملية أكسدة لتكوين غاز الكلور

$2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$: $E° = +1.36V$

3_ التفاعل الكلي:

بجمع نصفي تفاعل الاختزال والتأكسد بعد مساواة عدد الإلكترونات:

$$2Na^+ + 2Cl^- \longrightarrow 2Na + Cl_2$$

4_ حساب جهد الخلية المعياري:

$E° cell = E° (cathode) - E° (anode)$

$E° cell = E° (Na) - E° (Cl)$

$E° cell = -2.71 - (1.36)$

$E° cell = -4.07V$

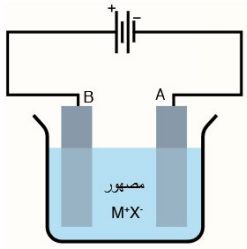
عدم التلقائية:
جهد الخلية المعياري سلبي (-4.07V)
مما يشير إلى أن التفاعل غير تلقائي ويتطلب مصدر طاقة كهربائي خارجي.

5_ ملاحظات:

الاستخدامات الصناعية: يُستخدم التحليل الكهربائي لمصهور NaCl في إنتاج الصوديوم صناعيا .

معظم الفلزات النشطة : مثل الليثيوم والبوتاسيوم، يتم استخلاصها غالبًا من مصاهير كلوريداتها من خلال عملية التحليل الكهربائي.

مصاهير أخرى



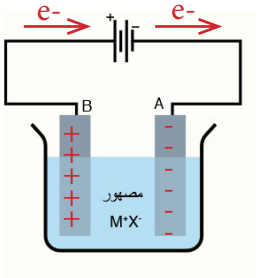
4- أدرسُ الشكلَ المجاور، حيث يمثلُ خليّة تحليل كهربائي لمصهور المركّب الأيوني MX باستخدام أقطاب منَ الجرافيت أُعطِيَتِ الرموز A و B ، ثمَّ أُجيبُ عنِ الأسئلة الآتية:

أ . أُحَدِّدُ المِصعد والمِهبط في الخليّة.

ب. أُحَدِّدُ اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك، واتجاه حركة الأيونات الموجبة والسالبة داخلَ المحلول باستخدام الأسهم.

جـ. أُحَدِّدُ القطبَ الذي تحدثُ عنده عمليّةُ التأكسد.

د . أُحَدِّدُ القطبَ الذي تتكوَّنُ عنده ذرّاتُ العنصر M.



1 المصعد B المهبط A

2 تتحرك الإلكترونات (-e) من المصعد B إلى المهبط A.

الأيونات +M تتحرك باتجاه القطب A، بينما الأيونات -X تتحرك باتجاه القطب B.

3 التأكسد يحدث عند: المصعد B.

4 تكون ذرات المعدن M عند: القطب A.

سؤال : اكتب نصف معادلة التأكسد ونصف معادلة الاختزال والمعادلة الكلية لتحلل مصهور AlI_3 كهربائيًا.

1 نصف معادلة التأكسد (عند المصعد): $2I^- \rightarrow I_2 + 2e$

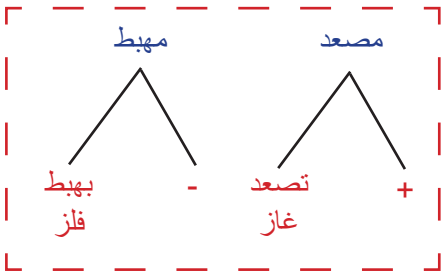
2 نصف معادلة الاختزال (عند المهبط): $Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$

3 المعادلة الكلية: $6I^- + 2Al^{3+} \rightarrow 3I_2 + 2Al$

يكون I_2 في الحالة الغازية لأننا نتحدث عن تحليل كهربائي لمصهور AlI_3.

مزيج مصهورين

سؤال : في التحليل الكهربائي لمصهور NaCl



1 **فإن المادة الناتجة عند المصعد : الجواب Cl_2**

2 **المادة الناتجة عند المهبط هي : الجواب Na**

B D

C B

كل المادة مشروحة بطريقة سهلة ومبسطة

ومجاناً بالكامل

زور موقعنا الآن وجرب بنفسك

النصيحة التعليمي
أتقن الرياضيات

ابدأ التمرن

L R

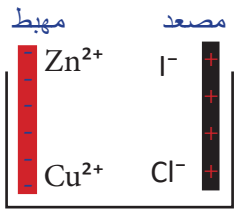
M R

سؤال : ما المادة الناتجة عند المهبط , لمزيج من مصهوري ZnI_2 , $CuCl_2$

الجدول التالي يمثل جهود الاختزال لمجموعة من العناصر

المادة	Zn^{2+}	Cu^{2+}	I_2	Cl_2
$E°$	-0.76	+0.34	+0.54	1.36

الحل



في مصهور ZnI_2 يكون Zn هو الفلز الأقل جهد اختزال (-0.76V) ويعمل كالمهبط.

نصف معادلة الاختزال: $Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$

في مصهور $CuCl_2$ يكون Cu هو الفلز الأعلى جهد اختزال (+0.34V) ويعمل كالمهبط.

نصف معادلة الاختزال: $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

المادة الناتجة عند المهبط:

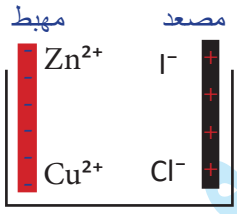
المهبط هو الفلز الأعلى قابلية للاختزال. بالمقارنة بين Zn (-0.76V) و Cu (+0.34V)، نجد أن Cu أكثر قابلية للاختزال. لذلك، الناتج عند المهبط في هذا المزيج هو النحاس (Cu).

سؤال : ما المادة الناتجة عند المصعد , لمزيج من مصهوري ZnI_2 , $CuCl_2$

الجدول التالي يمثل جهود الاختزال لمجموعة من العناصر

المادة	Zn^{2+}	Cu^{2+}	I_2	Cl_2
$E°$	-0.76	+0.34	+0.54	1.36

الحل



في مصهور ZnI_2 يكون I^- هو الأيون الأعلى جهد تأكسد (-0.54V) ويعمل كمصعد.

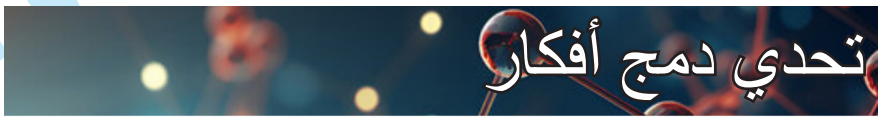
نصف معادلة التأكسد : $2I^- \rightarrow I_2 + 2e^-$

في مصهور $CuCl_2$ يكون Cl^- هو الأيون الأقل جهد تأكسد (-1.36V) ويعمل كمصعد.

نصف معادلة التأكسد: $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$

المادة الناتجة عند المصعد: المصعد هو المكان الذي تحدث فيه عملية التأكسد . بالمقارنة بين I^- (-0.54V) وCl^- (-1.36V)، نجد أن I^- أعلى في جهد التأكسد

لذلك، الناتج عند المصعد في هذا المزيج هو غاز اليود (I_2).



شارك في التحدي على موقع "النصيحة التعليمي"، حيث نقدم مزيجًا متكاملاً من الفيديوهات التعليمية، الأسئلة التفاعلية، وقوائم الشرف. انضم إلينا الآن و ابدأ بالتمرن

النصيحة التعليمي
أتقن الرياضيات

ابدأ التمرن

الأستاذ شامر قدورة
النسخة الأولى

1_ أي مما يلي ليس من فوائد عملية التحليل الكهربائي؟

أ) طلاء الفلزات　　ب) شحن البطاريات　　ج) إنتاج الطاقة الكهربائية　　د) تنقية الفلزات

2_ العبارة التي تتفق و خلية التحليل الكهربائي :

سنوات 2011

أ) شحنة المهبط موجبة　　ب) التفاعل الكلي تلقائي

ج) تفاعل الاختزال عند المصعد　　د) جهد الخلية $E°$ **له قيمة سالبة**

3_ بالاعتماد على جهود الاختزال $E°\ Cl = 1.36V$ | $E°\ Na = -2.71V$ فإن إجراء عملية التحليل الكهربائي باستخدام جهد البطارية 8V لمصهور NaCl

أ) يتصاعد غاز Cl_2 عند القطب السالب　　ب) تتكون عند المهبط ذرات Na

ج) تتأكسد أيونات Cl^- عند المهبط　　د) لا يحصل تفاعل تأكسد و اختزال

4_ في التحليل الكهربائي لمصهور NaCl فإن التفاعل الحاصل عند المصعد هو :

أ) $Na \longrightarrow Na^+ + e$　　ب) $Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$

ج) $2Cl^- + 2e^- \longrightarrow Cl_2$　　د) $2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$

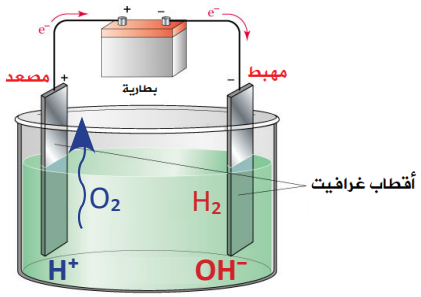
5_ بالاعتماد على الجدول التالي فإن بطارية جهدها 2.7V تستطيع تحليل مصهور

المادة	Li^+	Al^{3+}	I_2	Cl_2
$E°$	-3.05	-1.66	+0.54	1.36

أ) $AlCl_3$　　ب) LiI　　ج) AlI_3　　د) LiCl

الحل				
1	2	3	4	5
ج	د	ب	د	ج

تأكسد و اختزال الماء



1_ معادلة التأكسد (عند المصعد):

حفظ

$$2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$$

2_ معادلة الاختزال (عند المهبط):

حفظ

$$2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2OH^-$$

النواتج

1_ عند المصعد (التأكسد):

- غاز الأكسجين (O_2): يشبه الهالوجينات في تكوين جزيئات ثنائية الذرة.
- أيونات الهيدروجين (H^+): يجعل المحلول المحيط بالمصعد أكثر حمضية.

2_ عند المهبط (الاختزال):

- الهيدروجين (H_2): يتكون نتيجة اختزال الماء.
- أيونات الهيدروكسيد (OH^-): يجعل المحلول المحيط بالمهبط أكثر قاعدية.

سؤال : إذا حصل تأكسد واختزال للماء في خلية تحليل كهربائي، فما هي النواتج عند المصعد والمهبط؟

1. عند المصعد: O_2 & H^+
2. عند المهبط: H_2 & OH^-

سؤال : اكتب معادلة تأكسد واختزال الماء في خلية التحليل الكهربائي.

1. معادلة التأكسد (عند المصعد): $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$
2. معادلة الاختزال (عند المهبط): $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$

التحليل الكهربائي للمحاليل - حل

سؤال : الجدول المجاور يمثل جهود الاختزال المعيارية لعدد من المواد. بالاعتماد عليه، ما النواتج المتكوّنة عند المصعد والمهبط في خلية التحليل الكهربائي لمحلول يوديد البوتاسيوم KI و اكتب معادلة التفاعل الكلي ؟

نصف تفاعل الاختزال	E°
$K^+ + e^- \rightleftharpoons K$	-2.92V
$2H_2O + 2e^- \rightleftharpoons H_2 + 2OH^-$	-0.83V
$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O$	1.23V
$I_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-$	0.54V

المهبط (اختزال) : الفلز K^+ أم الماء H_2O ؟؟؟

الماء : الاعلى جهد اختزال اذا الأعلى قابلية للاختزال و منه الماء هو المهبط

$$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$$

المصعد (تأكسد): الأيون I^- أم الماء H_2O ؟؟

الأيون I^- ؟ الأعلى جهد تأكسد (-0.54) : اذا هو المصعد $I^- \rightarrow I_2 + 2e^-$

H_2O ؟ أقل جهد تأكسد (-1.23) ⊗

معادلة التفاعل الكلي $2H_2O + 2I^- \rightarrow H_2 + I_2 + 2OH^-$

النواتج :

عند المهبط : H_2 & OH^-

عند المصعد : I_2

الأستاذ نادر قدورة
النسخة الأولى

التحليل الكهربائي للمحاليل - حل

سؤال : الجدول المجاور يمثل جهود الاختزال المعيارية لعدد من المواد. بالاعتماد عليه، اجب عما يلي :

العنصر	E°
Mg^{2+}	-2.37V
$2H_2O$	-0.83V
Br_2	1.09V
O_2	1.23V

1_ الغاز المتصاعد عند المصعد هو:

أ) O_2 ب) Br_2 ج) H_2 د) $2H_2O$

2_عند تحليل محلول $MgBr_2$ كهربائيا فانه يتحول بالتدريج إلى محلول:

أ) CO_2 ب) $Mg(OH)_2$ ج) HBr د) $MgBr_2$

3_المحلول الناتج من تشغيل خلية التحليل الكهربائية :

أ) حمضي ب) قاعدي ج)متعادل د) غير ذلك

4_ جهد اختزال الخلية للتفاعل الحاصل هو :

أ) -1.92 ب) -3.46 ج)+1.92 د) +3.46

المهبط (اختزال) : Mg^{2+} أم H_2O ؟؟؟

الماء : الاعلى جهد اختزال اذا الأعلى قابلية للاختزال و منه الماء هو المهبط

$$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$$

المصعد (تأكسد): Br^- أم H_2O ؟؟

الأيون Br^- : الأعلى جهد تأكسد (-1.09) :

اذا هو المصعد $2Br^- \rightarrow Br_2 + 2e^-$

1. الجواب هو Br_2 لأن أيون Br^- يمتلك جهد تأكسد أعلى (-1.09)، الأكثر قابلية للتأكسد عند المصعد.
2. الجواب هو ب) $Mg(OH)_2$. لأن الماء هو الأعلى قابلية للاختزال ويعمل كالمهبط، حيث يحدث التفاعل التالي: عند المهبط: $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$ عند المصعد: $2Br^- \rightarrow Br_2 + 2e^-$

نتيجة لذلك، يتراكم أيون OH^- في المحلول ويتفاعل مع Mg^{2+} لتكوين $Mg(OH)_2$.

3. تشغيل خلية التحليل الكهربائي يؤدي إلى زيادة تركيز OH^- الناتج عن اختزال الماء عند المهبط
4. $E°cell = E°cathode - E°anode \Rightarrow E°cell = E°H_2O - E°Br \Rightarrow -0.83 - 1.09 = -1.92$

الحل			
1	2	3	4
ب	ب	ب	أ

أيونات سالبة عنيدة

سؤال : إذا علمت ان $E^\circ = 1.23V$: $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O$ | $E^\circ = +2.87V$: $F_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2Fe^-$

فإن المادة (المواد) التي تنتج عند القطب القطب الموجب عند تحليل NaF

أ) F_2 ب) H^+ & O_2 ج) H_2 د) OH^-

القطب الموجب هو المصعد

عند المصعد (تأكسد): الأيون F^- أم الماء H_2O ؟؟

H_2O ؟ الأعلى جهد تأكسد اذا الأعلى قابلية للتأكسد و بتالي فان المصعد

هو H_2O جهد تأكسده (-1.23) : $2H_2O \rightleftharpoons O_2 + 4H^+ + 4e$ -

النواتج ب) H^+ & O_2

F^- لم يتأكسد لأن جهد تأكسده قليل (منخفض).

F^- عنيدة ترفض التأكسد مع الماء

حفظ

الأيونات السالبة العنيدة : NO_3^- & F^- & SO_4^{-2}

سؤال: ما الغاز الناتج عند المصعد عند تحليل KNO_3؟

أ) H_2O ب) HNO_3 ج) O_2 د) H_2

الحل

NO_3^- عنيدة : لا تتأكسد مع الماء

المصعد H_2O ==> تنتج H^+ & O_2 اذا الجواب ج) O_2

سؤال: أي المواد التالية ينتج عند تحليلها كهربائيًا غاز الأكسجين O_2؟

أ) $MgSO_4$ ب) CuI_2 ج) KBr د) KI

الحل

SO_4^{-2} عنيدة : لا تتأكسد مع الماء

المصعد H_2O ==> تنتج H^+ & O_2 اذا الجواب أ) $MgSO_4$

أيونات سالبة عنيدة :

NO_3^-

F^-

SO_4^{-2}

تتأسد عند

تفاعلها مع الماء

سؤال: معادلة التأكسد التي تحصل عند تحليل ال NaBr كهربائيا :

أ) $Na \longrightarrow Na^+ + e$ ب) $H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^-$

ج) $2H_2O \rightleftharpoons O_2 + 4H^+ + 4e$ - د) $2Br^- \longrightarrow Br_2 + 2e^-$

عند تحليل NaBr كهربائيًا، يتفكك إلى Na^+ و Br^-.

التأكسد يعني أنه يحدث عند المصعد، والمصعد يكون موجبًا.

لذا، يبحث عن الأيون السالب Br^-.

نلاحظ أن Br^- لديه قابلية للتأكسد، وعند تأكسده ينتج غاز Br_2.

الإجابة الصحيحة: د) $2Br^- \rightarrow Br_2 + 2e^-$.

الأستاذ تامر قدورة
النسخة الأولى

أيونات موجبة عنيدة

المجموعة الأولى: Li^+ ، Na^+ ، K^+

المجموعة الثانية: Be^{2+} ، Mg^{2+} ، Ca^{2+} ، Ba^{2+}

المجموعة الثالثة: Al^{3+}

بالاضافة الى Mn^{2+}

هذه الأيونات عنيدة موجبة، أي أن جهد اختزالها أقل من جهد اختزال الماء، وبالتالي فهي لا تختزل في التحليل الكهربائي.

1_ عند تحليل محلول $CuSO_4$ كهربائيًا يتحول تدريجيًا إلى محلول:

مهم

أ) H_2SO_4 ب) $Cu(OH)_2$ ج) H_2 د) CuH_2

2_ في التحليل الكهربائي لـ KNO_3، فإن المحلول الناتج:

أ ثامر

أ) حمضي ب) قاعدي ج) متعادل د) سكري

3_ عند التحليل الكهربائي لمحلول NaI تركيزه 1M باستخدام أقطاب خاملة، فإن نواتج التحليل هي:

2002

أ) $O_2 + I_2$ ب) $Na + I_2$ ج) $H_2 + I_2$ د) $O_2 + H_2$

4_ في التحليل الكهربائي لمحلول NaCl تركيزه 1M باستخدام أقطاب خاملة، فإن الناتج الذي يتكون عند المهبط:

2001

أ) Na ب) Cl_2 ج) OH^- د) H^+

الحل			
1	2	3	4
أ	ج	ج	ج

B D

C B

حل الأسئلة السابقة مشروح بالكامل وبالتفصيل على موقعنا "موقع النصيحة التعليمي". زرونا الآن للحصول على الشرح الكامل والإجابات النموذجية

النصيحة التعليمي
أتقن الرياضيات

ابدأ التمرن

L R

M R

سؤال : إذا علمت أن E°Cu = 0.34V وأن E°H2O = -0.83V، فإذا قمنا بتجربة تحليل كهربائي لمحلول CuSO4:

1_ أي مما يلي صحيح بما يتعلق بما يحدث عند المهبط أثناء تحليل كهربائي لمحلول $CuSO_4$؟

أ) يترسب Cu　　ب) يتصاعد H_2　　ج) يتكون H^+　　د) يتكون OH^-

الحل

عند المهبط، الأيون الموجب Cu^{2+} يختزل لأنه جهد اختزاله أعلى من جهد اختزال الماء.

المعادلة:

$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

الإجابة الصحيحة: أ) يترسب Cu

2_ مع استمرار عملية التحليل، فإن قيمة pH للمحلول:

أ) تبقى ثابتة　　ب) تصبح 5　　ج) تزداد　　د) تتناقص

الحل

عند المصعد، أيونات SO_4^{2-} لا تتأكسد لأنها أيونات عنيدة. وبالتالي، الذي يتأكسد هو الماء، حيث ينتج غاز O_2 وأيونات H^+.

نتيجة التأكسد: تزداد تركيز أيونات H^+، مما يؤدي إلى انخفاض قيمة pH.

سؤال : أضفنا بضع نقاط من كاشف الفينولفثالين إلى محلول KI، ثم قمنا بتحليل المحلول كهربائيًا، فلاحظنا تغيرًا في اللون. هذا التغير سيكون:

أ) من زهري إلى عديم اللون بسبب زيادة pH.　　**ب) من عديم اللون إلى زهري بسبب زيادة pH.**

ج) من زهري إلى عديم اللون بسبب نقصان pH.　　**د) من عديم اللون إلى زهري بسبب نقصان pH.**

الحل : في هذا التفاعل

أيونات I^- ليست عنيدة، لذا تتأكسد عند المصعد وتنتج I_2.　　$2I^- \rightarrow I_2 + 2e^-$

أيونات K^+ عنيدة ولا تختزل عند المهبط، وبالتالي يختزل الماء وينتج H_2 و OH^-.

$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$

النتيجة: زيادة أيونات OH^- بسبب اختزال الماء تؤدي إلى زيادة pH، مما يجعل المحلول يتحول من عديم اللون إلى زهري عند وجود كاشف الفينولفثالين.

الإجابة الصحيحة: ب) من عديم اللون إلى زهري بسبب زيادة pH.

تذكير

- **تذكير عن الفينولفثالين:**

1. عديم اللون: الفينولفثالين عديم اللون في الوسط الحمضي والوسط المتعادل
2. زهري : الفينولفثالين يتحول إلى اللون الزهري في الوسط القاعدي.

- **ملخص:**

* إذا زادت قيمة pH إلى أكثر من 8: يتحول من عديم اللون إلى زهري.
* إذا انخفضت قيمة pH إلى أقل من 8: يتحول من زهري إلى عديم اللون.

الأستاذ تامر قدورة
النسخة الأولى

تحليل المحاليل القاعدية و الحمضية

تحدي

إذا علمت أن جهد اختزال المغنيسيوم Mg أقل من جهد اختزال الماء:

$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O$, $E° = 1.23$ | $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-$, $E° = 0.4$

حدد المواد المتكونة عند المهبط والمصعد، واكتب المعادلة الكلية للتفاعل

عند تحليل $Mg(OH)_2$ كهربائيًا.

عند المهبط (اختزال):

نظرًا لأن جهد اختزال المغنيسيوم أقل من جهد اختزال الماء،

فإن الماء هو الذي يختزل.

نصف معادلة الاختزال عند المهبط: $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$

عند المصعد (تأكسد):

أيونات OH^- تتأكسد (جهد تأكسد ال OH^- أكبر من جهد تأكسد الماء).

جهد تأكسد الماء 1.23- بينما جهد تأكسد ال OH^- هو 0.4-

نصف معادلة التأكسد عند المصعد: $4OH^- \rightarrow O_2 + 2H_2O + 4e^-$

المواد المتكونة: المهبط: H_2 & OH^- المصعد: O_2 & H_2O

$$2H_2O + 2e^- \rightleftharpoons H_2 + 2OH^-$$

$$4OH^- \rightleftharpoons O_2 + 2H_2O + 4e^-$$

$$4H_2O + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2 + 4OH^-$$

$$4OH^- \rightleftharpoons O_2 + 2H_2O + 4e^-$$

$$2H_2O \rightleftharpoons 2H_2 + O_2$$

عند التحليل الكهربائي لمحلول الحمض القوي HNO_3، فإن الذي يحصل عند المهبط هو:

أ.ثامر

أ) تصاعد H_2 بسبب اختزال H_2O

ب) تصاعد H_2 بسبب اختزال H^+

ج) تصاعد O_2 بسبب اختزال H_2O

د) تصاعد O_2 بسبب تأكسد H_2O

تفكك HNO_3: يتفكك إلى أيونات H^+ و NO_3^-.

عند المهبط: الأيونات التي يمكن أن تختزل هي H^+ و H_2O.

جهد اختزال H^+ هو 0.00V.

جهد اختزال H_2O أقل من ذلك (سالب)، مما يعني أن H^+ هو الأكثر قابلية للاختزال.

الإجابة الصحيحة: ب) تصاعد H2 بسبب اختزال H^+.

سنوات

إذا أمكن التحليل الكهربائي لمحلول هيدريد البوتاسيوم KH، اكتب التفاعل الذي يحصل عند المصعد علمًا بأن جهد تأكسد الهيدريد أعلى من جهد تأكسد الماء.

بما أن المصعد موجب، فإنه يجذب الأيونات السالبة. وبما أن الجهد التأكسد للهيدريد (H^-) أعلى من جهد تأكسد الماء، فإن الهيدريد (H^-) هو الذي يتأكسد عند المصعد.

معادلة التأكسد عند المصعد: $2H^- \rightarrow H_2 + 2e^-$

تذكر

يكون عدد تأكسد الهيدروجين سالبًا (1-) عند ارتباطه مع عناصر المجموعة الأولى (مثل الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم) أو المجموعة الثانية (مثل الكالسيوم والمغنيسيوم)

الأستاذ ثامر قدورة
النسخة الأولى

تحليل المحاليل القاعدية و الحمضية

سؤال : الجدول المجاور يمثل الجهود المعيارية لعدد من الاختزال الجلفانية.

حيث هي: A, B, C, D فلزات تكون أيونات ثنائية موجبة

$E°(H_2O) = -0.83\ V$

$E°(C^{2+}) = -0.4\ V$

المصعد	الأقطاب	E°
A	A,B	1.2
C	C,B	0.5
B	D,B	0.4

1. رتب الفلزات حسب قوتها كعوامل مختزلة.
2. الخلية الجلفانية ذات أعلى جهد معياري.
3. عند تحليل محلول ACl_2، فإن الأيونات المتكونة عند المهبط هي:
4. عند تحليل مصهور ACl_2، فإن المادة المتكونة عند المهبط هي:
5. عند تحليل مزيج من مصهوري CBr_2 و BI_2، فإن المادة المتكونة أولاً عند المهبط هي:

الحل

$A^{2+} + 2e^- \rightarrow A$	$E°(A) = 0.1 - 1.2 = -1.1V$
$C^{2+} + 2e^- \rightarrow C$	$E°(C^{2+}) = -0.4\ V$
$B^{2+} + 2e^- \rightarrow B$	$E°(B) = 0.5 - 0.4 = 0.1V$
$D^{2+} + 2e^- \rightarrow D$	$E°(D) = 0.4 + 0.1 = 0.5V$

1. ترتيب الفلزات حسب قوتها كعوامل مختزلة: $A > C > B > D$
2. الخلية الجلفانية ذات أعلى جهد معياري: A/D
3. عند تحليل محلول ACl_2، يتجه A^+ إلى المهبط، ولكن بما أن جهد اختزال الماء أعلى من جهد اختزال A^+، فإن الماء يختزل بدلاً من A^+، وينتج عند المهبط H_2 و OH^-.
4. عند تحليل مصهور ACl_2، يتجه A^+ إلى المهبط حيث يختزل ويتحول إلى العنصر A.
5. عند تحليل مزيج من مصهوري CBr_2 و BI_2، يتجه الأيونات الموجبة C^{2+} و B^{2+} إلى المهبط، وبمقارنة جهود الاختزال نجد أن B^{2+} لديه جهد اختزال أعلى، لذا هو الذي يختزل أولاً عند المهبط.

A
C
B
D

تحضير الفلزات بالتحليل الكهربائي

سؤال : هل يمكن تحضير الفلز A بالتحليل الكهربائي لمحلول ACl، علماناً أن جهد اختزال A موجب؟

نعم، يمكن تحضير الفلز A بالتحليل الكهربائي لمحلول ACl لأن أيون A^+ له جهد اختزال موجب، مما يعني أنه الأعلى قابلية للاختزال مقارنة بالماء. لذلك، سيتم اختزال أيون A^+ عند المهبط ويتحول إلى الفلز A.

سؤال : هل يمكن تحضير B بالتحليل الكهربائي لمحلول BSO_4؟

$B^{2+} + 2e^- \rightarrow B\ ,\ E° = -0.4$

$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-\ ,\ E° = -0.83$

نعم، يمكن تحضير الفلز B بالتحليل الكهربائي لمحلول BSO_4.

لأن جهد اختزال (B^{2+}= -0.4V) أعلى من جهد اختزال الماء (-0.83V)، مما يعني أن B^{2+} هو الأكثر قابلية للاختزال، وبالتالي سيتم اختزاله عند المهبط لتكوين الفلز B.

الأستاذ تامر قدورة

سؤال : أحد الفلزات التالية لا يمكن استخلاصه من محاليل أملاحه باستخدام التحليل الكهربائي: $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$, $E^\circ = -0.83$

I_2	Fe^{2+}	Pb^{2+}	Na^+	Cu^{2+}
+0.54	-0.44	-0.13	-2.71	+0.34

أ) Fe ب) Cu ج) Pb د) Na

الإجابة هي: د) Na.

السبب: جهد اختزال الصوديوم (Na^+) يساوي 2.71V-، وهو أقل من جهد اختزال الماء (0.83V-). وبالتالي، لا يمكن استخلاص الصوديوم من محاليله باستخدام التحليل الكهربائي، لأن الماء يختزل بدلاً منه.

سؤال : إذا علمت أنه يمكن تحضير A من محلول ACl باستخدام عملية التحليل الكهربائي، ولا يمكن تحضير B من محلول BI بالتحليل الكهربائي، فأي مما يلي صحيح؟

(أ) في الخلية الجلفانية B/A يكون A هو المصعد.
(ب) التفاعل $A + B^+ \rightarrow B + A^+$ تلقائي.
(ج) جهد اختزال B^+ موجب.
(د) يمكن تحضير محلول BNO_3 بملعقة من A.

أ) خاطئ: لأن A يمكن تحضيره من محاليله بالتحليل الكهربائي على عكس B ، مما يعني أن جهده أعلى من B. وبالتالي، في الخلية الجلفانية، A يكون المهبط وليس المصعد.

$B^+ + e^- \rightarrow B$
H_2O
$A^+ + e^- \rightarrow A$
أعلى جهد / مهبط

(ب) خاطئ: لأن جهد اختزال A أعلى من جهد B، و بالتالي A لا يتأكسد تلقائيا كما في المعادلة.

(ج) خاطئ: إذا كان جهد اختزال B^+ موجبًا، لكان بالإمكان تحضير B من محلول BI بالتحليل الكهربائي، لكن ذلك غير ممكن كما هو مذكور.

(د) صحيح: لأن A عامل مؤكسد أقوى من B، وبالتالي يمكن أن يتفاعل مع أيونات B^+ لتكوين B.

تحليل المحاليل القاعدية و الحمضية

- أدرسُ الجدولَ المجاور، حيث يتضمَّنُ بعضَ أنصاف تفاعلات الاختزال المعياريّة وجهودها، وأستخدمُهُ للإجابة عنَ الأسئلة 16 و 17.

نصف تفاعل الاختزال	E° V
$Ag^+ + e^- \rightleftharpoons Ag$	0.80
$Cu^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cu$	0.34
$Zn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Zn$	−0.76
$2H_2O + 2e^- \rightleftharpoons H_2 + 2OH^-$	−0.83
$Br_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2Br^-$	1.07

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

أ. Zn ب. H_2
جـ. Br_2 د. OH^-

17. عند التحليل الكهربائي لمحلول يحتوي على الأيونات Ag^+ ، Zn^{2+} ، Cu^{2+}؛ فإنَّ ذرّاتها تبدأُ بالترسُّب عند المِهبط حَسَبَ الترتيب الآتي:

أ. Zn, Ag, Cu ب. Cu, Ag, Zn جـ. Ag, Cu, Zn د. Ag, Zn, Cu

الحل

عند المهبط، يتم اختزال الأيونات الموجبة لأن المهبط هو القطب السالب الذي يجذب الأيونات الموجبة.
بما أن جهد اختزال Zn^{2+} أعلى من جهد اختزال الماء، فإن الأيون Zn^{2+} هو الذي سيختزل عند المهبط.
الناتج عند المهبط: Zn

الحل

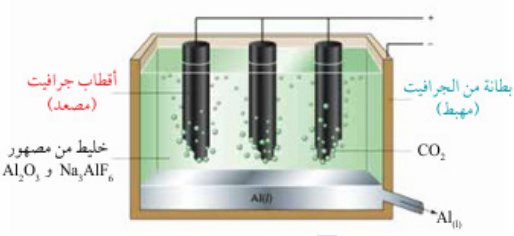
الترتيب حسب الأعلى جهد اختزال إلى الأقل:
(Ag^+ 0.80 V) يختزل أولاً.
(Cu^{2+} 0.34 V) يختزل ثانيًا.
(Zn^{2+} -0.76 V) يختزل أخيرًا.
الإجابة: ج. Ag, Cu, Zn

الأستاذ تامر فودة النسخة الأولى

استخلاص الألمنيوم

آلية استخلاص الألمنيوم

1. يُعد الألومنيوم من أكثر الفلزات انتشارًا في القشرة الأرضية، وهو من الفلزات النشطة.
2. يُستخلص الألومنيوم من خام البوكسيت $(Al_2O_3.2H_2O)$ بطريقة هول-هيرولت، حيث يتم معالجة الخام لتخليصه من الشوائب و الحصول على الألومنيوم (Al_2O_3) النقية.
3. خلية التحليل الكهربائي لمصهور Al_2O_3 وتُعرف بخليّة هول–هيرولت.
4. **المهبط:** تتكون خلية التحليل الكهربائي لمصهور Al_2O_3 من طبقة داخلية من الجرافيت تمثل المهبط.
5. **المصعد:** تحتوي الخلية على سلسلة من أقطاب الجرافيت التي تُغمر في المصهور وتمثل المصعد.
6. تُذاب الألومنيوم في مصهور الكريوليت (Na_3AlF_6) لتخفيض درجة انصهار الخام إلى حوالي 1000 درجة مئوية.
7. يتم فصل الألومنيوم عن الأكسجين الناتج عند أقطاب الجرافيت بواسطة



- معادلة تفاعل المهبط (الاختزال): $Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$
- معادلة تفاعل المصعد (التأكسد): $2O^{2-} \longrightarrow O_2 + 4e^-$
- يتفاعل الأكسجين الناتج عند المصعد مع أقطاب الجرافيت، حيث يتأكسد الجرافيت لتكوين ثاني أكسيد الكربون:
- $C + O_2 \longrightarrow CO_2$
- التفاعل الكلي: $2Al_2O_3 + 3C \rightarrow 4Al + 3CO_2$

ونظرًا إلى أن عملية استخلاص الألومنيوم تستهلك كميات هائلة من الطاقة؛ تُقام مصانع إنتاجه قريبًا من محطات الطاقة الكهربائية لتوفير كلفة نقل الطاقة، كما يُركز بشكل كبير على عملية إعادة تدويره؛ إذ تبلغ كمية الطاقة اللازمة لإعادة التدوير نحو 5% من الطاقة اللازمة لاستخلاصه من خام البوكسيت.

للمزيد من التمارين والأسئلة زوروا موقعنا

موقع نصيحة التعليمية

انضم إلينا الآن وابدأ التمرن

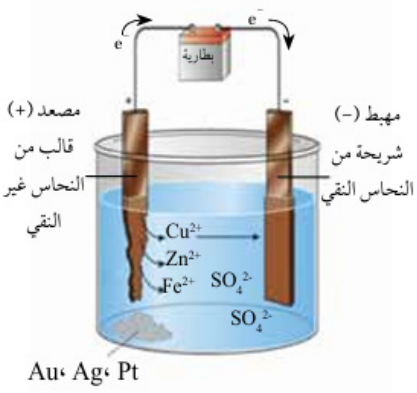
النصيحة التعليمي
أتقن الرياضيات

ابدأ التمرن

تنقية الفلزات

أهمية التنقية

- بعض استخدامات الفلزات تتطلب أن تكون نقية تمامًا.
- النحاس المستخدم في المعدات الكهربائية يجب أن يكون نقيًا.



طريقة التنقية النحاس :

- تُستخدم عملية التحليل الكهربائي لتنقية النحاس والفلزات الأخرى من الشوائب مثل الحديد و الحديد و الذهب و الفضة.
- يشكل النحاس غير النقي على شكل قوالب تمثل المصعد في خلية التحليل الكهربائي .
- تُستخدم ألواح النحاس النقي كمهبط .

تفاصيل الخلية:

- يُغمر المصعد و المهبط في محلول إلكتروليتي يحتوي على كبريتات النحاس $CuSO_4$.
- عند تمرير تيار كهربائي تحدث التفاعلات التالية:

1. عند الأنود/المصعد (تأكسد): $Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$
2. عند الكاثود/المهبط (اختزال): $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$

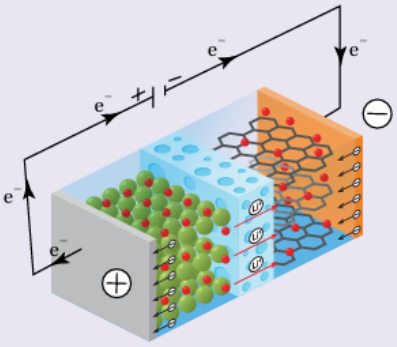
التفاعل والنتائج:

- تتأكسد ذرات النحاس إلى أيونات Cu^{2+} وتنتقل لتختزل و تترسب على المهبط.
- العناصر الأقل نشاطًا مثل الخارصين و الحديد التي لديها جهد اختزال أقل تتأكسد و تترسب أسفل المصعد .
- الذهب و الفضة و البلاتين جهد اختزالها أعلى من جهد الخلية المستخدم لذلك لا تتأكسد ذراتها و تتجمع في قاع الخلية.

النسبة النهائية:

يتم الحصول على النحاس النقي بنسبة تصل إلى 99.99%.

الأستاذ تامر قدوم
النسخة الأولى



شحن بطارية أيون الليثيوم.

الربطُ مع الحياة **شحنُ البطارية**

تَجمَعُ البطّارياتُ القابلةُ لإعادة الشحن بين كيمياء كلٍّ منَ الخلايا الجلفانيّة وخلايا التحليل الكهربائي. فعند استخدام الأجهزة المحتوية عليها، مثل الهاتف الخلوي أو السيّارة الكهربائيّة، تُحَوَّلُ الطاقةُ الكيميائيّة إلى كهربائيّة؛ أي تعملُ كخليّة جلفانيّة، أما عند شحن البطاريّة فإنها تعملُ كخليّة تحليل كهربائي تُحَوَّلُ الطاقةَ الكهربائيّة التي تزوَّدُ بها إلى كيميائيّة؛ حيث ينعكسُ اتجاهُ حركة الإلكترونات فيها، ويحدثُ التفاعلُ العكسيُّ للتفاعل المنتج للتيار الكهربائيِّ في البطاريّة.

أي مما يلي صحيح في عملية شحن بطارية أيونات الليثيوم:

أ) تمر الإلكترونات من المهبط إلى المصعد
ب) يزداد عدد تأكسد الكوبالت Co
ج) جهد الخلية موجب
د) التفاعل تلقائي

الاجابة الصحيحة هي : ب) يزداد عدد تأكسد

B D
C B
L R
M R
للمزيد من التمارين والأسئلة زوروا موقعنا
موقع نصيحة التعليمية
انضم إلينا الآن وابدأ التمرن
النصيحة التعليمي
أتقن الرياضيات
ابدأ التمرن

1_ إذا علمت أنَّ A, B, C فلزات تكون أيونات ثنائية موجبة، وأنَّ جهود اختزالها معطاة في الجدول فإن المادة المترسبة عند المهبط لمحلول يحتوي على الأيونات (A^{2+}, B^{2+}, C^{2+}) هي:

الأيون	A^{2+}	B^{2+}	C^{2+}	H_2O
E°	0.3	-0.9	-0.4	-0.83

أ) تترسب A فقط
ب) تترسب A ثم C ولا يترسب B
ج) تترسب A ثم C ثم B
د) تترسب B فقط

2_ اسم الطريقة المستخدمة لاستخلاص الألمنيوم من خام البوكسيت:

أ) كريوليت
ب) بوكسيت
ج) هول - هيرولت
د) لوتشاتلييه

3_ صيغة المركب الذي يستخدم لتخفيض درجة انصهار Al_2O_3 إلى 1000°C:

أ) NaCl
ب) $NaAlH_4$
ج) BF_3
د) Na_3AlF_6

4_ الغاز المتصاعد عند المصعد في خلية هول - هيرولت هو:

أ) O_2
ب) CO_2
ج) F_2
د) H_2

تحدي

سؤال: الجدول التالي يمثل جهود الاختزال المعيارية لعدد من العناصر

نصف معادلة الاختزال	E°
$Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$	-0.23V
$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$	-0.13V
$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$	-1.66V

في خلية تحليل كهربائي لقطعة Ni تحتوي شوائب من Pb و Al فاننا سنختار جهد بطارية

(أ) لا يؤكسد Al و لا يؤكسد Pb
(ب) لا يؤكسد Al و لا يختزل Pb^{2+}
(ج) لا يختزل Al^{3+} و لا يؤكسد Pb
(د) لا يختزل Al^{3+} و لا يؤكسد Pb^{2+}

تحليل حالة Pb:

جهد اختزال Pb^{2+} = -0.13V أعلى من جهد اختزال Ni^{2+} = -0.23V، مما يعني أن جهد تأكسد الرصاص Pb أقل من جهد تأكسد النيكل Ni. لذلك، إذا تم استخدام بطارية ذات جهد عالٍ لتأكسد الرصاص، فإنها ستؤكسد النيكل أيضًا. وبالتالي، نحتاج إلى اختيار بطارية ذات جهد لا يسمح بتأكسد الرصاص Pb.

-1.66V $Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$
-0.23V $Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$
-0.13V $Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$

تحليل حالة Al:

جهد اختزال Al^{3+} = -1.66V أقل بكثير من جهد اختزال Ni^{2+} = -0.23V، مما يعني أن Al^{3+} أصعب في الاختزال مقارنة بـ Ni^{2+}. إذا كان الجهد المستخدم منخفضًا بما يكفي لاختزال Ni^{2+} فقط، فلن يختزل Al^{3+}. لذلك، يجب اختيار بطارية لا تختزل Al^{3+}.

(ج) لا يختزل Al^{3+} و لا يؤكسد Pb

الحل				
1	2	3	4	5
ب	ج	د	ب	ج

الأستاذ تامر قرة
النسخة الأولى

إعادةُ تدوير البطّاريات
Recycling Batteries

تُستخدَمُ البطّارياتُ لتزويد أجهزة مختلفة بالطاقة؛ تشملُ السياراتِ والهواتفَ وأجهزةَ الحاسوب وغيرَها، وعندما تنفدُ البطّاريّة أو تتلفُ تُرمى (يُستغنى عنها)، ويؤدي ذلك إلى تراكم كميّات كبيرة منَ النُّفايات الخطرة؛ إذ تحتوي البطّارياتُ على موادَّ كيميائيّةٍ سامة وفِلزّات ثقيلة، ينتجُ عن تراكمها ودفنها مخاطرُ بيئيّة؛ فقد تسبّبُ تلوُّثَ المياه والتربة، ومن هنا جاءت فكرةُ إعادة تدوير البطّاريات.

تدويرُ البطّاريات يعني معالجةَ نفاياتها؛ بهدف التقليل منها بِوَصفِها نفايات صُلبة، وإعادة استخدام مكوّناتها مرّةً أخرى.

إعادةُ تدوير بطّاريّة الرصاص الحمضيّة

تُعَدُّ بطّاريات الرصاص الحمضيّة من أقدم أنواع البطّاريات القابلة لإعادة الشحن في العالَم، ولإعادة تدويرها أهميّةٌ كبيرة في صناعة الرصاص في الوقت الحاضر؛ حيث يمثّلُ الرصاصُ المُعاد استخدامُهُ نحوَ 47% من إجمالي الرصاص المُستخدَم عالميًّا.

وتشملُ عمليّةُ إعادة تدوير بطّاريات الرصاص الحمضيّة المُستخدَمة مراحلَ عدّةً، هي:

التجميع: يُقصد به تجميعُ بطّاريات الرصاص المُستخدَمة، وغالبًا ما يكون ذلك لدى باعة البطّاريات، حيث تجمعها الشركاتُ التي تُعيدُ تدويرَها.

التكسير: تُفَكَّكُ البطّاريّةُ في منشأة إعادة التدوير، وتُسحَقُ مكوّناتُها باستخدام أدوات خاصّة، فتتحوّلُ إلى شظايا.

الفرز: تتضمّنُ هذه العمليّةُ فصلَ أجزاء بطّاريّة الرصاص الحمضيّة بفرز المكوّنات البلاستيكيّة والورقيّة عن الرصاص والفِلزّات الثقيلة، وسحب السائل الموجود فيها، يتبع ذلك سير كلِّ مادّة في رحلة تدوير خاصّة بها؛ إذ تُغسَلُ القطعُ البلاستيكيّة وَتُجَفَّفُ ثمّ تُرسَلُ إلى وحدة تدوير البلاستيك، حيث تُصهَرُ وَتُشَكَّلُ آليًّا على شكل كُرات من مادّة البولي بروبلين، وتُستخدَمُ مرّةً أخرى لإنتاج صناديق بطّاريات الرصاص الحمضيّة، ويمكنُ استخدامُها في صناعة منتجات أخرى. أمّا ألواحُ الرصاص وأكسيدُهُ ومركّباتُهُ الأخرى فتُصهَرُ معًا في أفران الصَّهر، ثمّ تُصَبُّ في قوالبَ وَتُزالُ الشوائبُ المعروفةُ باسم الخَبَث من فوق سطح مصهور الرصاص، وَتُترَكُ السبائكُ لتبرُدَ وتتصلّب، ثمّ تُرسَلُ إلى الشركات المُصَنِّعَةِ للبطّاريات، حيث تُستَخدَمُ في إنتاج ألواح جديدة منَ الرصاص وأكسيده.

أمّا حمض الكبريتيك، وهو المُكَوِّنُ السائلُ في البطّاريّة؛ فيجري التعاملُ مَعَهُ بطريقتين، أولاهما: مفاعلة الحمض معَ مركّب كيميائي قاعدي؛ فينتج الملح والماء، ثمّ يجري تجميعُ المياه الناتجة ومعالجتُها ضمن مواصفات محددة والتخلّصُ من الماء في شبكة الصرف الصحي، أمّا الطريقة الثانيةُ؛ فيجري فيها تحويلُ الحمض إلى كبريتات الصوديوم Na_2SO_4، ثمّ استخدامُهُ في صناعة منظّفات الغسيل والزجاج والمنسوجات.

الأستاذ ثامر قدورة
النسخة الأولى