الوحدة الثانية : التأكسد و الاختزال

تجربة استهلالية : تفاعل بعض الفلزات مع حمض

الهيدروكلوريك HCl

ترتيب الفلزات حسب سرعة تفاعلها مع الحمض .

Cu < Zn < Al < Mg

سؤال : اذكر أمثلة على بعض العمليات الحيوية يحدث فيها **تفاعلات التأكسد والاختزال**

الجواب :

1. البناء الضوئي 2. التنفس 3

2. تحرير الطاقة من الغذاء اللازم لأداء الكائن الحي أنشطته المختلفة.

سؤال : **اكتب التفاعل الذي يوضح عملية إنتاج الحديد من عملية الاختزال.**

الجواب :

$$2Fe_2O_{3(s)} + 3C_{(s)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4Fe_{(s)}$$

سؤال : اكتب المعادلة الأيونية التي تمثل التفاعل الآتي :

$$Fe_{(s)} + Cu\,SO_{4\,(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + FeSO_{4\,(aq)}$$

الجواب :

نفكك المواد الأيونية إلى أيونات + \ -

$$Fe_{(s)} + Cu^{2+}{}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + Fe^{2+}{}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

نشطب الأيونات المتفرجة (الموجودة على يمين السهم و على يساره) : SO_4^{2-}

$$Fe_{(s)} + Cu^{2+}{}_{(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + Fe^{2+}{}_{(aq)}$$

سؤال : و ضح المقصود بعدد التأكسد :

الجواب :

- **عدد التأكسد *oxidation number* بأنه :**

الشحنة الفعلية لأيون الذرة في المركبات الأيونية .

أما في المركبات الجزيئية فيعرف بانه الشحنة التي تفترض أن تكتسبها الذرة المكونة للرابطة التساهمية مع ذرة أخرى فيما لو انتقلت التاونات الرابطة كلياً إلى الذرة التي لها اعلى سالبية كهربائية

سؤال : هل يمكن أن تحدث عملية تأكسد و اختزال دون انتقال كلي للإلكترونات ؟ أثبت ذلك .

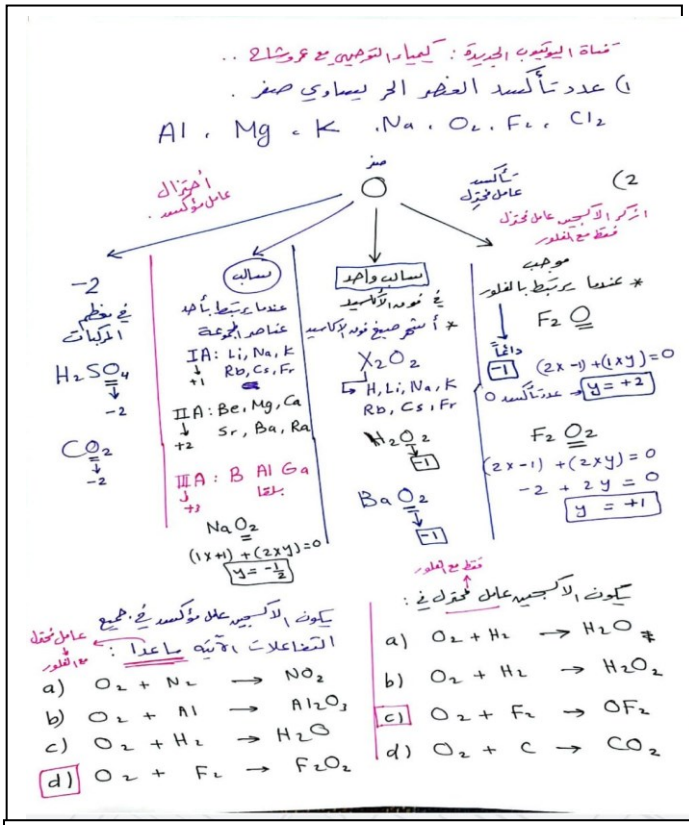
الجواب :

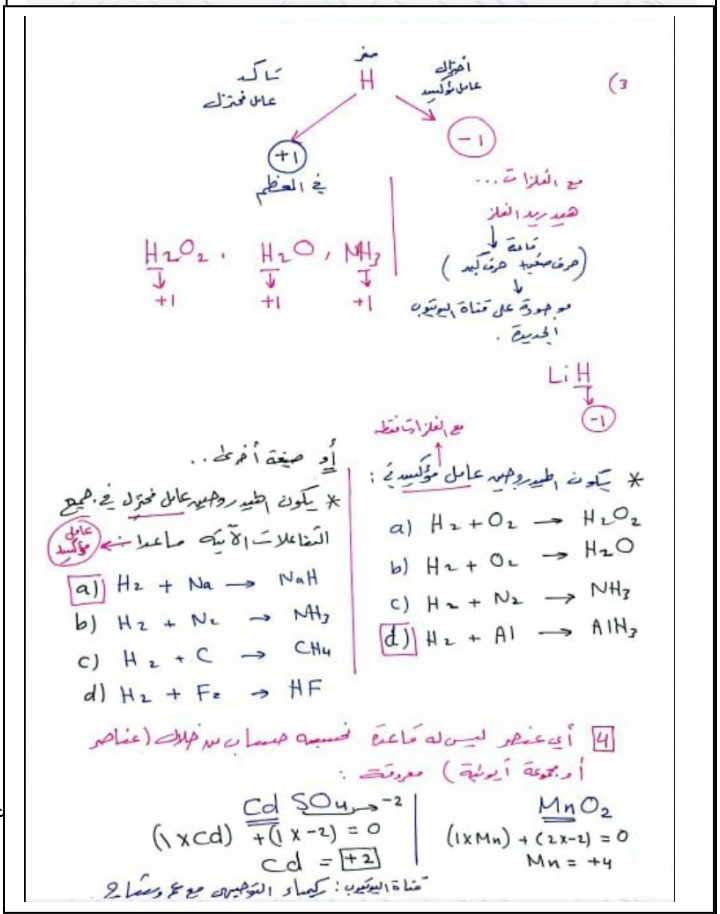
نعم يمكن و ذلك عند تكوين مركبات جزئية ترتبط ذرات عناصرها بروابط تساهمية .

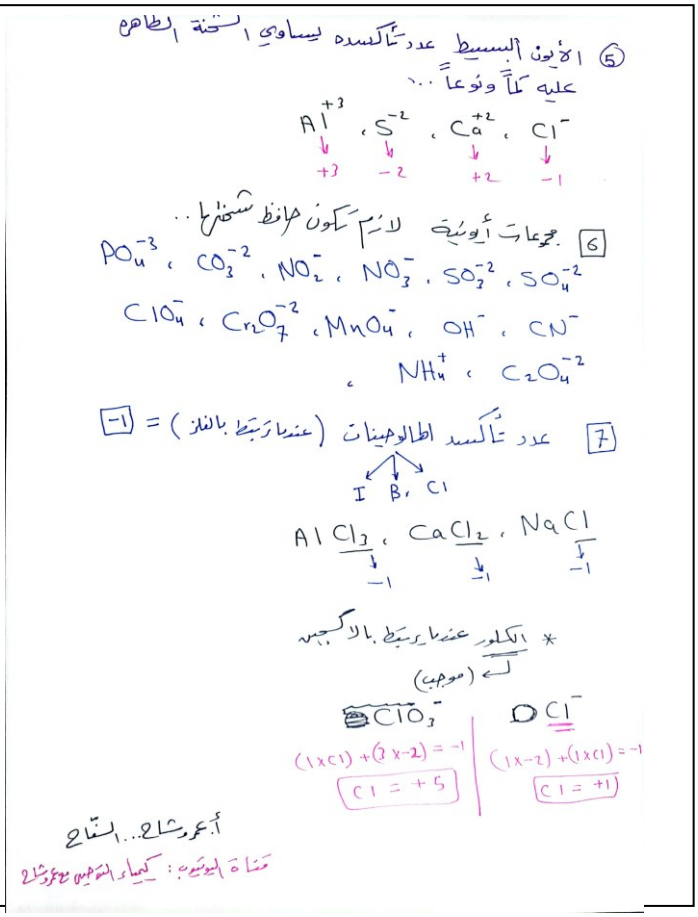
AWA2EL LEARN 2 BE

عمر

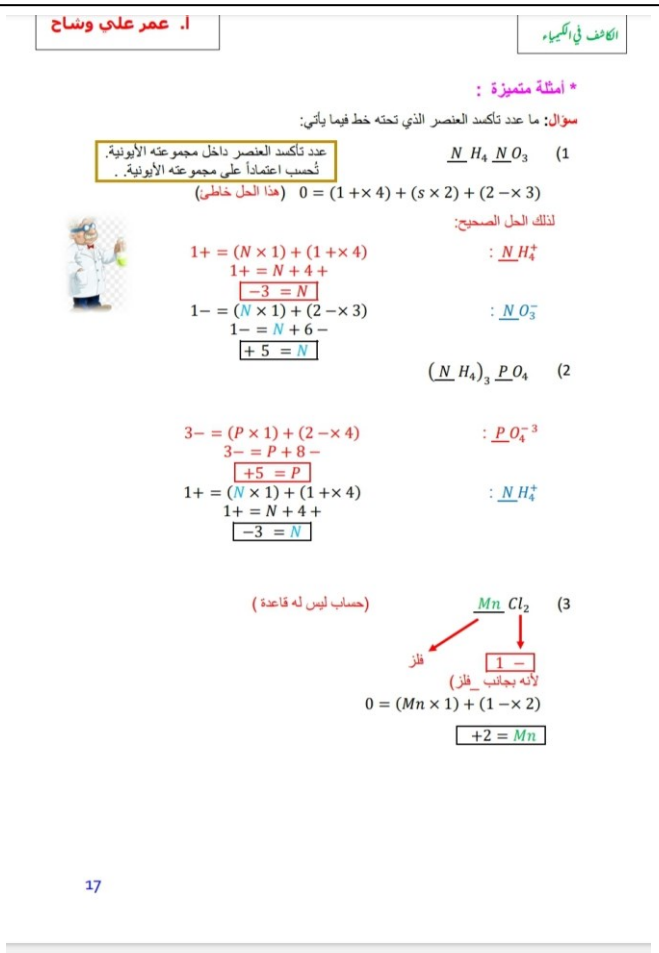
تذكير بقواعد أعداد التأكسد و أمثلة عليها .

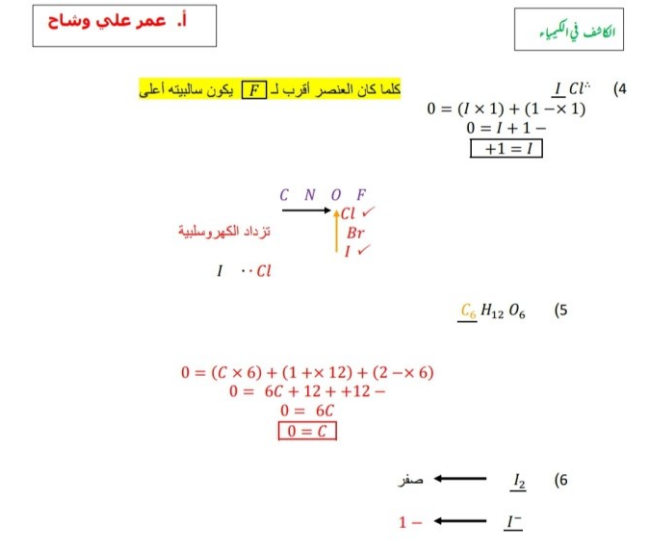






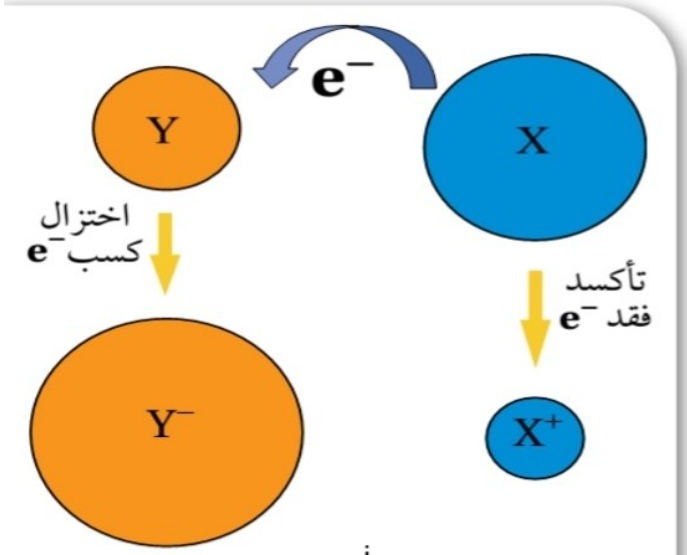
AWA2EL LEARN 2 BE





حجم الذرة المتعادلة أكبر من حجم أيونها الموجب

حجم الذرة المتعادلة أصغر من حجم أيونها السالب



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

تذكير....

المادة التي تتأكسد تسمى عامل مختزل (تفقد إلكترونات).

المادة التي اختزلت تسمى عامل مؤكسِد (تكسب الإلكترونات المفقودة).

سؤال: حدد ما يحتاج إليه كل نصف من الأنصاف الآتية:
(من عامل مؤكسِد وعامل مختزل) .

أ) $Na \longrightarrow Na^+$ تأكسد/ عامل مختزل أي يحتاج لعامل مؤكسِد

ب) $2\,e^- + 2\,H_2O \longrightarrow H_2 + 2\,OH^-$ ← اختزال/ عامل مؤكسِد أي يحتاج لعامل

AWAZEL LEARN 2 BE

عمر

** **ملحوظة:** . . . قاعدة . . . الشكل . . . والشكل الآخر

الشكل والشكل الآخر يختلفان عن بعضهما في:

1) السلوك الكيميائي من حيث عامل مؤكسد وعامل مختزل.

2) القوة والضعف.

عند المقارنة بين الشكل و الشكل الآخر :

العامل المؤكسد هو الشكل الأكثر موجبية .

العامل المُختزِل هو الشكل الأقل موجبية

سؤال:

إذا علمت أن ترتيب المواد الآتية حسب قوتها كعامل مُؤكسِد، هو:

$$Li^{+1} < K^{+} < Zn^{+2} < I_2 < Br_2 < Cl_2 < F_2$$

رتب الشكل الآخر من كل مادة من المواد السابقة حسب قوتها كعامل مُختزل

الجواب :

الربط مع الحياة ... القطع الفضية

تتعرض القطع الفضية للسواد مع الزمن، بسبب تكون على سطحها الخارجي. Ag_2S مادة كبريتيد الفضة ويمكن إزالة هذه الطبقة بوضع هذه القطع الفضية بورق من الالمنيوم في وعاء يحتوي على محلول كربونات الصوديوم وملح الطعام وتسخينه، فتتأكسد ذرات الألمنيو وتختزل أيونات الفضة حسب المعادلة:

$$3Ag_2S + 2Al \rightarrow 3Ag + 3S^{2-} + 2Al^{3+}$$

فتستعيد القطع الفضية لمعانها وبريقها.

تفاعل تأكسد واختزال ذاتي

Antoxidation-Reduction Reaction

هو أن تسلك المادة نفسها كعامل مؤكسد و كعامل مختزل في التفاعل نفسه .

" تأكسد و اختزال ذاتي "

$$Br_2 \longrightarrow Br^{-1} + BrO_3^{-}$$

تحقق معادلة التأكسد والاختزال الموزونة :

1. قانون حفظ الكتلة، مما يعني أن : أنواع وأعداد ذرات العناصر المكونة للمواد المتفاعلة مماثلة لها في المواد الناتجة.

2. قانون حفظ الشحنة ،أي أن مجموع شحنات المواد المتفاعلة مساوٍ لمجموعها في المواد الناتجة، ويتحقق ذلك عندما يكون عدد الإلكترونات المكتسبة في أثناء تفاعل الاختزال مساوياً لعدد الإلكترونات المفقودة خلال تفاعل التأكسد.

*** أولويات الموازنة في وسط حمضي:**

فلز ← لافلز ← أكسجين ← هيدروجين ← الشحنات

بالضرب — H_2O — H^+ — e^-

ملحوظات هامة خاصة بالموازنة:

1) نقسم العادلة الى نصفين فقط.

2) ممنوع التجزئة بشكل عام.

3) أي مادة باستثناء (H ، O) موجودة على يسار السهم يجب أن يكون لها شبيه على يمين السهم.

4) لا يجوز أن يتشابه النصفان تماماً.

وازن المعادلة الأتية بطريقة نصف التفاعل :

$$MnO_4^-{}_{(aq)} + SO_{2(qa)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow Mn^{+2}{}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} + H^+{}_{(aq)}$$

نصف الاختزال $5e^- + 8H^+ + MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

نصف التأكسد $2H_2O + SO_2 \longrightarrow SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^-$

تجمع نصفي التفاعل ونضرب نصف تفاعل الاختزال بـ (٢)، ونصف تفاعل التأكسد بـ (5):

$$\boxed{10e^-} + \boxed{16H^+} + 2MnO_4^- \longrightarrow 2Mn^{2+}{}_{(aq)} + \boxed{8H_2O}$$

$$\boxed{10\ H_2O} + 5SO_2 \longrightarrow 5SO_4^{2-} + \boxed{20H^+} + \boxed{10e^-}$$

بعد جمع النصفين وحذف الأنواع المشتركة:

$$2H_2O_{(aq)} + 5SO_{2(aq)} + 2MnO_4^-{}_{(aq)} \longrightarrow 2Mn^{2+}{}_{(aq)} + 5SO_4^{2-} + 4H^+$$

موازنة معادلات التأكسد والاختزال للتفاعلات في وسط قاعدي (OH^-):

- في هذه الطريقة تتم موازنة المعادلة وكأنها تجري في وسط حمضي، ثم نضيف عدد من أيونات OH^- إلى طرفي المعادلة يساوي عدد أيونات "H^+".
- نجمع أيونات OH^- وH^+ معا على شكل جزئيات ماء H_2O.
- نحذف جزئيات الماء الزائدة من أحد طرفي المعادلة.

سؤال: وازن معادلة التفاعل الآتي في وسط قاعدي:

$$Zn + HgO \longrightarrow {ZnO_2}^{2-} + Hg$$

الإجابة:

نوازن المعادلة كأنها في وسط حمضي:

AWA2EL
LEARN 2 BE

$$2OH^- + HgO + Zn \longrightarrow {ZnO_2}^{-2} + Hg + H_2O$$

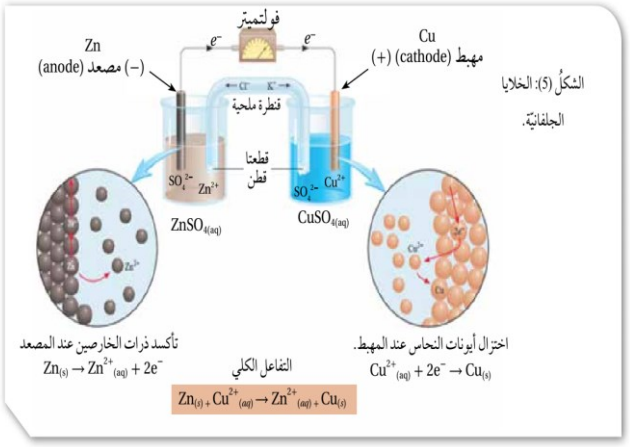
وازن بين المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط قاعدي ، وما العامل المؤكسد في التفاعل:

$$Zn + NO_3^- \rightarrow Zn(OH)_4^{2-} + NH_3$$

الجواب :

AWA2EL
LEARN 2 BE

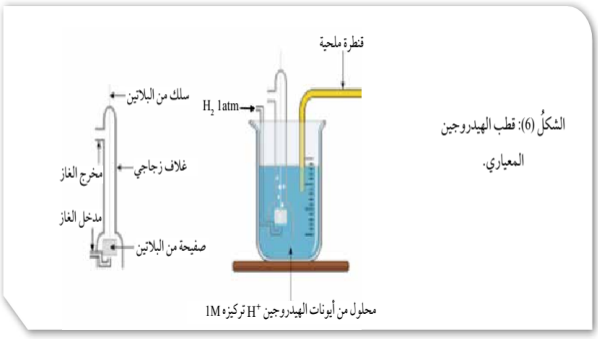
الدرس الثاني : الخلايا الغلفانية :



الشكل (5): الخلايا الجلفانية.

سؤال : عبّر عن الخلية الغلفانية السابقة بطريقة مختصرة .

$Zn\,|Zn^{2+}\,||\,Cu^{2+}\,|Cu$



الشكل (6): قطب الهيدروجين المعياري.

سؤال : ما هي مكونات قطب الهيدروجين المعياري ؟

- **يتكون قطب الهدروجين المعياري من :**
- **وعاء يحتوي على صفيحة من البلاتين**
- **مغموسة في محلول حمض الهيدروكلوريك HCl تركيز**
- **أيونات الهيدروجين H^+ فيه 1M، ويجري**
- **ضخ غاز الهيدروجين إلى المحلول عند ضغط للغاز**
- **يساوي 1 ضغط جوي (1atm)**

ودرجة حرارة C ° 25. أنظر الشكل (6).

سؤال :

في الخلية الجلفانية الممثلة بالرمز الآتي:

$Pt\,|H_{2(g)}\,|2H^+_{(aq)}||Cu^{2+}_{(aq)}\,|Cu_{(S)}$

إذا علمت أن جهد الخلية المعياري E°_{cell} = 0.34V

فاحسب جهد الاختزال المعياري للنحاس.

الجواب :

*** لتعبئة الأقواس بشكل صحيح، فإننا نقوم بتعبئتها من خلال:**

أ) من المعادلة الموجودة والخاصة بالتفاعل.

* * * عند عدم وجود معادلة * * *

ب) نقارن قيم E° الاختزال للمواد المتفاعلة معاً، حيث تكون:

المادة صاحبة أعلى E° اختزال هي مادة المهبط.

المادة صاحبة أقل E° اختزال هي مادة المصعد.

عمر

سؤال: إذا علمت أن:

E° اختزال Sn^{+2} = -0.14 v

E° تأكسد Pb = 0.13 v ← E° اختزال Pb^{+2} = -0.13 v

1) احسب جهد الخلية الغلفانية المكونة من Pb / Sn	**2) حدد مادة المصعد، وماهي شحنته؟**
3) حدد مادة المهبط، وماهي شحنته؟	4) حدد اتجاه حركة e^-
5) حدد اتجاه حركة الأيونات الموجبة.	6) حدد اتجاه حركة الأيونات السالبة.
7) اكتب نصف تفاعل التأكسد؟	8) اكتب نصف تفاعل الاختزال؟
9) اكتب التفاعل الخلوي الكلي؟	10) ماذا يحدث لكتلة Sn بمرور الزمن؟
11) ماذا يحدث لكتلة Sn^{+2} بمرور الزمن؟	12) ماذا يحدث لكتلة Pb بمرور الزمن؟
13) ماذا يحدث لكتلة Pb^{+2} بمرور الزمن؟	14) ماذا نسمي الخلية الغلفانية السابقة؟

الإجابة:

1) E° الخلية = E° الاختزال(Pb) + E° التأكسد(Sn) **= -0.13 + $+0.14$** **= 0.01 v**	**2) المصعد ← Sn ، $(-)$**
3) المهبط ← Pd ، $(+)$	4) من المصعد Sn ← المهبط Pd
5) من وعاء Sn ← وعاء Pd	6) من وعاء Pd ← وعاء Sn
7) $Sn \longrightarrow Sn^{+2} + 2\,e^-$	8) $Pb^{+2} + 2\,e^- \longrightarrow Pb$
9) $Sn + Pb^{+2} \longrightarrow Pd + Sn^{+2}$	10) تقل (مصعد) (متفاعلات)
11) يزداد (نواتج) (أيونات المصعد)	12) يزداد (مهبط) (نواتج)
13) تقل أيونات المهبط (متفاعلات)	14) خلية Sn، Pb تسمى الخلايا الغلفانية بدلالة أقطابها

ملاحظة:

جهد الاختزال لقطب ما = - جهد التأكسد لنفس القطب.

AWA2EL LEARN 2 BE

سؤال: ادرس الجدول الآتي ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

المادة	I_2	Cu^{2+}	Al^{3+}	Zn^{2+}	Ni^{2+}	Ag^{+}	Sn^{2+}	Fe^{2+}	Cl_2
جهد الاختزال المعياري (فولت)	0.54	0.34	1.66^-	0.76^-	0.25^-	0.80	0.14^-	0.44^-	1.36

أنماط الأسئلة:

* **نمط رقم (1)**

1) ما أقوى عامل مؤكسد؟

2) ما أضعف عامل مختزل؟

3) ما أقوى عامل مختزل؟

4) ما أضعف عامل مؤكسد؟

نصف تفاعل الاختزال	E°
$Al^{+3} + 3e^- \longrightarrow Al$	-1.66
$Zn^{+2} + 2e^- \longrightarrow Zn$	-0.76
$Fe^{+2} + 2e^- \longrightarrow Fe$	-0.44
$Ni^{+2} + 2e^- \longrightarrow Ni$	-0.25
$Sn^{+2} + 2e^- \longrightarrow Sn$	-0.14
$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$	0
$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$	0.34
$I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$	0.54
$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag^*$	0.80
$Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$	1.36

عامل مختزل ↑ (قوة الاختزال تزداد)

عامل مؤكسد ↓ (قوة التأكسد تزداد)

نمط رقم (2)

تم تشكيل خلية غلفانية مكونة من Ni و Cu

1) احسب جهد تلك الخلية المعياري.

2) حدد مادة المصعد، وما هي شحنته؟

3) حدد مادة المهبط، وما هي شحنته؟

4) اكتب التفاعل الحاصل عند المصعد.

5) اكتب التفاعل الحاصل عند المهبط.

6) اكتب التفاعل الخلوي الكلي.

7) ماذا يحدث لكتلة الـ Ni بمرور الزمن؟

8) ماذا يحدث لكتلة الـ Cu بمرور الزمن؟

9) ماذا يحدث لـ $[Ni^{+2}]$ بمرور الزمن؟

10) ماذا يحدث لـ $[Cu^{+2}]$ بمرور الزمن؟

11) أي الأقطاب تقل كتلته؟

12) أي الأقطاب تزداد كتلته؟

13) حدد اتجاه حركة:

* الالكترونات: _____
* الأيونات السالبة: _____
* الأيونات الموجبة: _____
* مؤشر الفولتمير: _____

نمط رقم (3) (أكبر جهد ممكن - أقل جهد ممكن)

1) ما المادتان اللتان تعطيان أكبر جهد ممكن؟

2) ما الفلزان اللذان يعطيان أكبر جهد ممكن؟

3) ما المادتان اللتان تعطيان أقل جهد ممكن؟

4) ما الفلزان اللذان يعطيان أقل جهد ممكن؟

نمط رقم (4) (هل يمكن؟ هل تستطيع؟)

1) هل يستطيع الخارصين اختزال أيونات النحاس؟

2) هل يستطيع النحاس اختزال أيونات الخارصين؟

3) هل يمكن حفظ محاليل كبريتات القصدير في أوعية حديد؟

4) ما هي العناصر التي تذوب في محاليل HCl.

5) ما هي العناصر التي تحرر الهيدروجين من مركباته؟

6) ما هي العناصر التي يمكن صنع أوعية منها لحفظ محاليل HCl المخففة؟

7) ما هي العناصر التي تستطيع اختزال أيونات النيكل ولا تستطيع اختزال أيونات الخارصين؟

8) أي المواد أكثر ميلاً للاختزال؟

9) أي المواد الأقل ميلاً للتأكسد؟

10) هل يمكن مسح قطعة من القصدير بمحلول نترات الخارصين؟

11) هل يستطيع الحديد أن يحل مكان القصدير في مركباته؟

12) هل يمكن تحضير الفضة باختزال أيوناته بوساطة النحاس؟

وزارة 2011 / دورة شتوية:

اعتماداً على الجدول الوارد الذي يمثل جهود الاختزال المعيارية لبعض المواد، أجب عن الأسئلة الآتية: (18 علامة)

نصف تفاعل الاختزال	E°
$Cl_2 + 2\,e^- \longrightarrow 2\,Cl^-$	$+1.36$
$Zn^{2+} + 2\,e^- \longrightarrow Zn$	-0.76
$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$	$+0.80$
$Sn^{2+} + 2\,e^- \longrightarrow Sn$	-0.14
$Cu^{2+} + 2\,e^- \longrightarrow Cu$	$+0.34$
$Cd^{2+} + 2\,e^- \longrightarrow Cd$	-0.40
$Fe^{2+} + 2\,e^- \longrightarrow Fe$	-0.44

1) حدد الفلزين اللذين يكونان خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد.

2) أي القطبين تقل كتلته في خلية غلفانية قطباها $(Cu\,,Cd)$؟

3) هل يمكن تحريك محلول $ZnSO_4$ بملعقة من النحاس (Cu)؟

4) قد اتجاه حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية في خلية غلفانية قطباها $(Cd\,,Sn)$ [نحدد أولاً حركة e^- ثم نعكس مع كتابة كلمة وعاء]

5) حدد المصعد في الخلية الغلفانية التي قطباها $(Zn\ ,Fe)$.
6) حدد العامل المختزل الأقوى.
7) ما قيمة الجهد المعياري الخلية الغلفانية التي قطباها $(Sn\ ,Cu)$.
8) أي من الآتية $(Ag\ ،\ Sn\ ،\ Cu)$ يذوب في محلول HCl المخفف؟
9) حدد العناصر التي تستطيع تحرير الـ H_2 من مركباته.
10) حدد العناصر التي يمكن صنع أوعية منها لحفظ محاليل HCl المخففة؟

الإجابة:

نصف تفاعل الاختزال		E°
$Zn^{+2} + 2\,e^- \longrightarrow Zn$	عامل مختزل	-0.76
$Fe^{+2} + 2\,e^- \longrightarrow Fe$		-0.44
$Cd^{2+} + 2\,e^- \longrightarrow Cd$		-0.40
$Sn^{+2} + 2\,e^- \longrightarrow Sn$		-0.14
$2\,H^+ + 2\,e^- \longrightarrow H_2$		
$Cu^{+2} + 2\,e^- \longrightarrow Cu$		0.34
$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$		0.80
$Cl_2 + 2\,e^- \longrightarrow 2\,Cl^-$	عامل مؤكسد	1.36

1) $Zn\ ,Ag$
* عند السؤال عن المواد التي تُعطي أكبر فرق جهد ممكن أن نختار الشكل الحر من أعلى معادلة، مع الانتباه لنص السؤال، فلز، مادة، عنصر.

2) Cd المادة اتلي في النصف العلوي هي التي تقل (المصعد).

3) نعم يمكن، لأنه لا يحدث تفاعل بين Cu و Zn^{+2}
4) تتحرك الأيونات السالبة باتجاه وعاء Cd من وعاء Sn إلى نصف خلية Cd.
5) Zn المصعد هو الشكل الر من النصف العلوي.
6) Zn .
7) E° الخلية = E° الاختزال (Cu) + E° جهد التأكسد (Sn)

$$0.14 + 0.34 =$$

$$v\ 0.48 =$$

8) Sn ، المواد التي تذوب في HCl هي التي تتفاعل مع H^+
المواد التي تذوب في HCl هي التي جهد اختزالها سالب.
9) $Zn\ ,Fe\ ,Cd\ ,Sn$
10) فقط $Ag\ ,Cu$

AWA2EL LEARN 2 BE

وزارة 2010 / دورة شتوية:

ب) تشمل المعادلات تفاعلات لخلايا غلفانية وجهودها المعمارية، ادرسها ثم أجب عن الأسئلة: (14 علامة)

1) $Zn + 2\,Ag^{+} \longrightarrow Zn^{2+} + 2\,Ag$ $\qquad v\,1.56^{+} = E^{\circ}$

2) $Zn + Ni^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Ni$ $\qquad v\,0.51^{+} = E^{\circ}$

3) $Zn + 2\,H^{+} \longrightarrow Zn^{2+} + H_2$ $\qquad v\,0.76^{+} = E^{\circ}$

1) ما قيمة جهد نصف التفاعل $Ni^{2+} + 2\,e^{-} \longrightarrow Ni$

2) أيها قوى كعامل مختزل Ni أم H_2 ؟

3) اكتب التفاعل الكلي لخلية غلفانية مكونة من قطبي Ag و Ni .

4) ماذا يحدث لكتلة Ni في الخلية الغلفانية المكونة من قطبي Zn و Ni ؟

5) ما القطب الذي يمثل المهبط في الخلية الغلفانية المكونة من قطبي Ag و H_2؟

6) هل يمكن حفظ محلول كبريتات الخارصين $ZnSO_4$ في وعاء من النيكل؟

7) إلى أي وعاء تتحرك الأيونات السالبة من القنطرة الملحية في خلية غلفانية قطباها Zn و Ag.

الاجابة:

نصف تفاعل الاختزال	E°
$Zn^{+2} + 2\,e^{-} \longrightarrow Zn$	-0.76
$Ni^{+2} + 2\,e^{-} \longrightarrow Ni$	-0.25
$2\,H^{+} + 2\,e^{-} \longrightarrow H_2$	0
$Ag^{+} + e^{-} \longrightarrow Ag$	0.80

عامل مؤكسد ↓ — عامل مختزل ↑

1) $v\,0.25^{-}$

2) Ni

3)

$$2\,Ag^{+} + \cancel{2e^{-}} \longrightarrow 2\,Ag$$

$$Ni \longrightarrow Ni^{+2} + \cancel{2e^{-}}$$

$$2\,Ag^{+} + Ni \longrightarrow Ni^{+2} + 2\,Ag$$

4) ستزداد

5) Ag

6) نعم يمكن

7) إلى وعاء Zn أو إلى نصف خلية Zn

*** طريقة رقم (1)**

$Zn^{+2} + 2\,e^{-} \longrightarrow Zn$	عامل مختزل ↑
$Ni^{+2} + 2\,e^{-} \longrightarrow Ni$	
$H^{+} + e^{-} \longrightarrow H_2$	
$Ag^{+} + e^{-} \longrightarrow Ag$	

عامل مؤكسد ↓

*** طريقة رقم (2)**

E° الاختزال ( ) + جهد التأكسد ( ) = E° الخلية

من خلال المعدلة الثالثة:

$(Zn) + (H_2) = 0.76$

E° تأكسد $Zn + 0 = 0.76$

$\therefore$ E° تأكسد $Zn = v\,0.76^{-}$

$\therefore$ E° اختزال $Zn = v\,0.76^{+}$

من خلال المعادلة (2) ← E° اختزال $Ni = v\,0.25^{-}$

من خلال المعادلة (1) ← E° اختزال $Ag = v\,0.80$

* E° اختزال $H_2 = v\,0$

سؤال الجمل: وزارة 2011

سؤال 2 فرع ب:

لديك الفلزات الافتراضية الآتية التي تكون أيونات ثنائية موجبة (+2)

y ,	Q,	W,	M,	L,	X
y^{+2}	Q^{+2}	W^{+2}	M^{+2}	L^{+2}	X^{+2}

* يسري تيار من المصعد L إلى المهبط X

$$L^{+2} + 2e^- \longrightarrow L$$
$$X^{+2} + 2e^- \longrightarrow X$$
1

يحدث تفاعل y^{+2} Q

* لا تحفظ محاليل y في وعاء من Q

$$Q^{+2} + 2e^- \longrightarrow Q$$
$$y^{+2} + 2e^- \longrightarrow y$$
2

لا يتفاعل H^+ X

* لا يذوب Q ، w في محاليل HCl المخفف بينما يذوب الـ X

✓ X

H^+ / w

× Q

$$X^{+2} + 2e^- \longrightarrow X$$
$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$$
$$Q^{+2} + 2e^- \longrightarrow Q$$
$$w^{+2} + 2e^- \longrightarrow w$$
3

مصعد

* تقل كتلة Q في خلية w ، Q

(فوق)

* y هو المصعد في خلية y ، w

$$y^{+2} + 2e^- \longrightarrow y$$
$$w^{+2} + 2e^- \longrightarrow w$$
4

عامل مختزل

عامل مؤكسد

$$L^{+2} + 2e^- \longrightarrow L$$
$$X^{+2} + 2e^- \longrightarrow X$$
$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$$
$$Q^{+2} + 2e^- \longrightarrow Q$$
$$y^{+2} + 2e^- \longrightarrow y$$
$$w^{+2} + 2e^- \longrightarrow w$$

* كيف ندمج الصناديق في أسئلة الجمل؟

1) نختار أي رأس من أي صندوق.

2) نثبت العنصر إذا حقق أحد الشرطين الآتيين:

أ) لم يرد ذكره في الصناديق الأخرى.

أو

ب) ورد ذكره في صناديق أخرى وكان رأساً في جميع الصناديق الأخرى.

وزارة 2012 / دورة شتوية:

ب) تم إجراء سلسلة من التجارب على الفلزات (A, Q, X, D) ولوحظ ما يلي:

- ترسبت ذرات A عند وضع قطعة من D في محلول يحتوي A^{2+}.
- يتصاعد غاز H_2 عند وضع سلك من مادة Q في محلول HCl المخفف.
- عند تحريك محلول يحتوي Q^{2+} بملعقة من A ترسبت ذرات Q.
- لا يتفاعل سلك من X في محلول HCl المخفف.

* حدث تفاعل مع D / A^{+2}
* يحدث تفاعل مع Q / H^+
* تفاعل A / Q^{+2}
* X / H^+ لا يتفاعلان

اعتماداً على الملاحظات، أجب عما يلي: (12 علامة)

1) في خلية غلفانية قطباها من A و D أي القطبين تزداد كتلته (في النواتج (مهبط))؟
2) هل يمكن حفظ محلول أحد أملاح Q في وعاء مصنوع من مادة D؟
3) هل تستطيع أيونات X^{2+} أكسدة نرت العنصر A؟
4) في خلية غلفانية قطباها X و Q ما اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك؟
5) في خلية غلفانية قطباها Q و A ايهما يمثل المهبط؟
6) حدد الفلزين الذين يكونان خلية غلفانية لها أعلى فرق جهد.

الاجابة:

عامل مختزل ↑	$D^{+2} + 2e^- \longrightarrow D$
	$A^{+2} + 2e^- \longrightarrow A$
	$Q^{+2} + 2e^- \longrightarrow Q$
	$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$
عامل مؤكسد ↓	$X^{+2} + 2e^- \longrightarrow X$

$$\left[\begin{matrix} D^{+2} + 2e^- \longrightarrow D \\ A^{+2} + 2e^- \longrightarrow A \end{matrix}\right]$$

$$\left[\begin{matrix} Q^{+2} + 2e^- \longrightarrow Q \\ 2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2 \end{matrix}\right]$$

$$\left[\begin{matrix} 2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2 \\ X^{+2} + 2e^- \longrightarrow X \end{matrix}\right]$$

1) A
2) لا يمكن
3) نعم نستطيع
4) من $Q^{\text{قطب}}$ ← $X^{\text{قطب}}$
5) Q
6) X, D

سؤال الدب/ وزارة **2001**

قطبا الخلية	E° الخلية فولت	حركة واتجاه سرعات الإلكترونات في الدارة الخارجية	
		مصعد من	إلى مهبط
$A-Ni$	1.44 +	A	Ni
$B-Ni$	1.05	Ni	B
$C-Ni$	0.50	C	Ni
$D-Ni$	0.60	Ni	D
$G-Ni$	0.95	G	Ni

1) رتب الفلزات السابقة متضمنة النيكل في سلسلة كهروكيميائية، حسب قوتها كعامل مختزل (من الأكثر نشاطاً إلى الأقل نشاطاً (تنازلياً)).

2) هل يمكن حفظ محلول أحد أملاح الفلز C (C^{+2}) في وعاء الفلز D (D).

3) احسب فرق الجهد E° في خلية غلفانية (تفاعل حقيقي) قطباها $C.B$

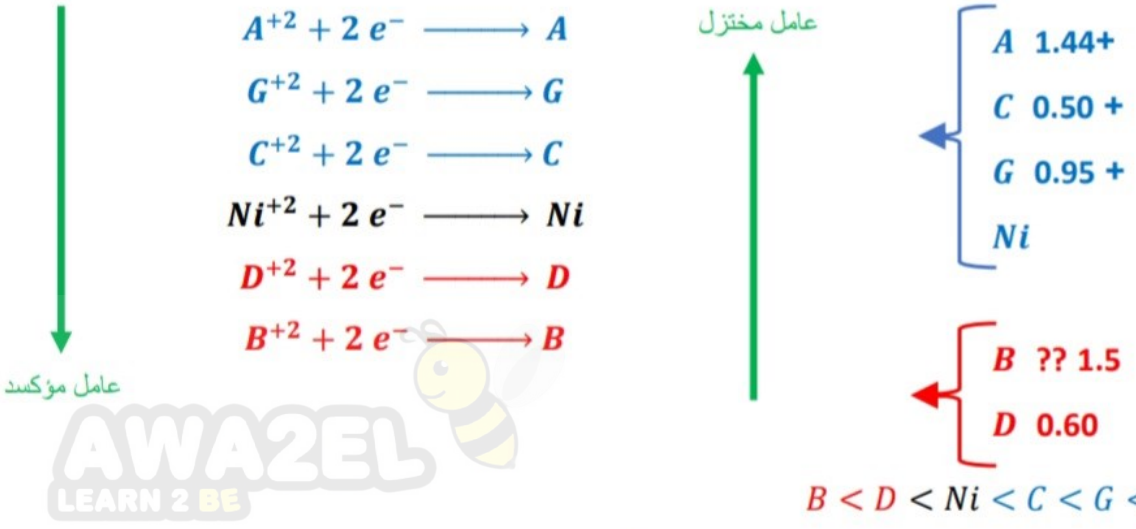
الإجابة:

نحول الجدول السابق إلى جدول أنصاف اختزالية مرتبة وذلك اعتماداً على:

* حركة e^- في كل خلية (حيث تحدد المصعد من المهبط).

* قيم الـ E° لكل عنصر مع Ni .

* نقسم العناصر إلى عناصر فوق Ni وعناصر تحت Ni .



1) $B < D < Ni < C < G < A$

2) نعم، يمكن الحفظ. (لأن التفاعل بينهما غير تلقائي / $E^\circ \longleftarrow \sim$)

تطبيقات الخلية الجلفانية...

البطاريات

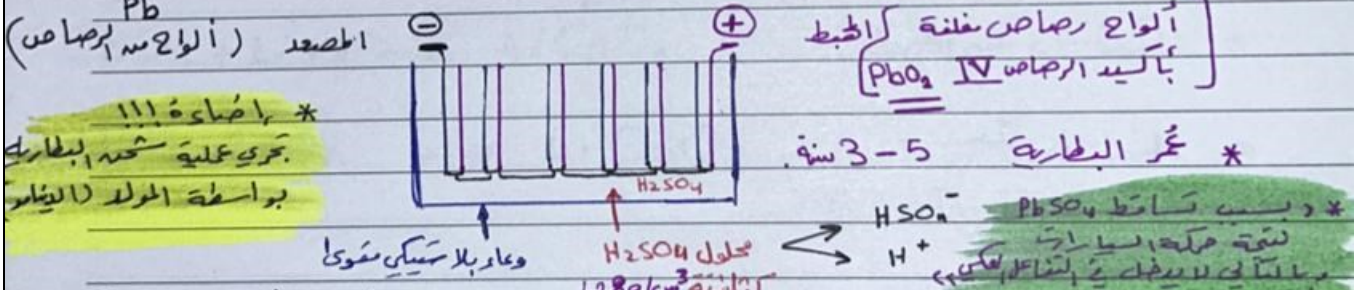
بطاريات أولية
* تستخدم لمرة واحدة.
* لا يمكن إعادة شحنها.
* رخيصة الثمن
* أمثلة: البطارية الجافة و البطارية الجافة القلوية

بطاريات ثانوية.
* تستخدم عدة مرات
* يمكن إعادة شحنها
* غالية الثمن.
* بطاريات التخزين / بطارية المركم الرصاص (بطارية الرصاص الحمضية) و بطارية أيون الليثيوم.

عروشاج.. إشعاع

1 بطارية الرصاص للتخزين ... بطارية ثانوية..

* تتكون من 6 خلايا، متصلة معاً على التوالي...
* جهد كل خلية = 2V، جهد البطارية الكلي = 12V.



* إضاءة!!! تجري عملية شحن البطارية بواسطة المولد الكهربائي
* عمر البطارية 3-5 سنة.
* بسبب تساقط $PbSO_4$ لقعر حاوية البطارية بالتالي لا يدخل في التفاعل العكسي

* تقاس كفاءة البطارية من خلال قياس كثافة المحلول الحمضي، الذي تقل كثافته عند الزمن بسبب استهلاكه فتقل كفاءة البطارية.

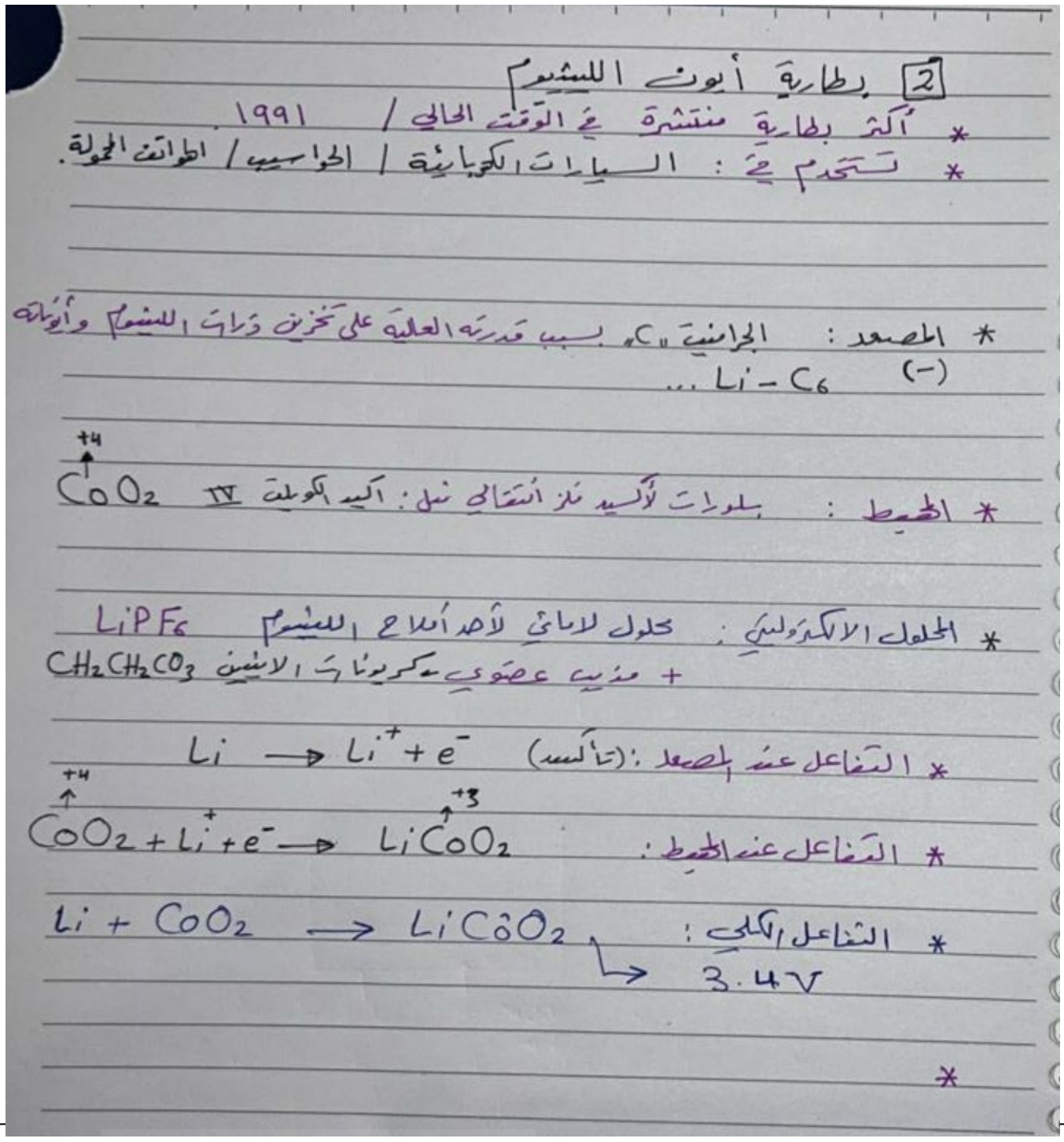
* التفاعل عند المصعد: $Pb + HSO_4^- \rightarrow PbSO_4 + H^+ + 2e^-$

* التفاعل عند المهبط: $PbO_2 + HSO_4^- + 3H^+ + 2e^- \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O$

* التفاعل الكلي: $Pb + PbO_2 + 2H^+ + 2HSO_4^- \rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$

* عند عملية شحن البطارية تنعكس التفاعلات التأكسد والاختزال و التفاعل الكلي

Five A



خلايا الوقود :

- هي خلايا جلفانيّةٌ تنتج الطاقة الكهربائية من تفاعل غازي الأكسجين والهيدروجين وفق المعادلة الآتية :

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

- وتتميز عن البطاريات بأنها لا تنضب ولا تحتاج إلى شحن، وقد استخدمت هذه الخلايا في تزويد المركبات الفضائية بالطاقة، وتستخدمها المستشفيات في توليد الطاقة حال انقطاع التيار الكهربائي، وتستخدم في عدة دول في تشغيل بعض الحافلات والسيارات.

- حيث تتأكسد ذرات الليثيوم عند المصعد متحولة إلى أيونات Li^+، تنتقل عبر المحلول الإلكتروليتي باتجاه المهبط، بينما تتحرك الالكترونات عبر الدارة الخارجية من المصعد إلى المهبط.

- حيث تختزل ايونات الكلوبلت 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 الالكتروليتي باتجاه نصف خلية الجرافيت، حيث تُختزل.

- تستمد بطارية أيون الليثيوم ميزاتها من أن لليثيوم أقل جهد اختزال معياري، أي أنه أقوى عامل مختزل، وكذلك فإنه أخف عنصر فلزي، حيث إن 6.941g منه (كتلته المولية) كافية لإنتاج 1 مول من الالكترونات، أي أن البطارية خفيفة الوزن، وكثافة طاقتها عالية، ويمكن إعادة شحنها مئات المرات.

تآكلُ الفلزات Corrosion of Metals

تفاعلُها مع الهواء الجوي والمواد في البيئة المحيطة

فتفقد العديد من خصائصها ، وتتحول إلى مواد جديدة أكثر ثباتاً كيميائياً .

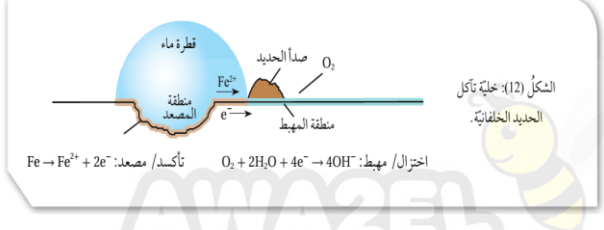
يتآكل الحديد بفعل الهواء الجوي الرطب وينتج صدأ الحديد الصُّلب الهش، الذي يحتاج تعويض خسائره إلى خمس كمية الحديد المستخرج سنوياً.

يحدث بوجود تفاعل كهروكيميائي بفعل يتآكلُ فالحديد الأكسجين والماء

يتأكسد الحديد عمدا يتعرض لكسر أو كشط وي تجول لأيونات . (مصعد)

وتتحرك الإلكترونات الناتجة عن تأكسده من منطقة الحديد المغَطّاه بقطرة الماء إلى حافتها حيث يوجد الهواء والقليل من الماء .

وهناك يختزل أكسجين الهواء مكوناً أيونات الهيدروكسيد وتمثل هذه المنطقة (مهبط) الخلية



الشكلُ (12): خليةُ تآكل الحديد الخلفانيّة.

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

$$4Fe(OH)_{2(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2Fe_2O_3 \cdot H_2O_{(s)} + 2H_2O_{(l)}$$

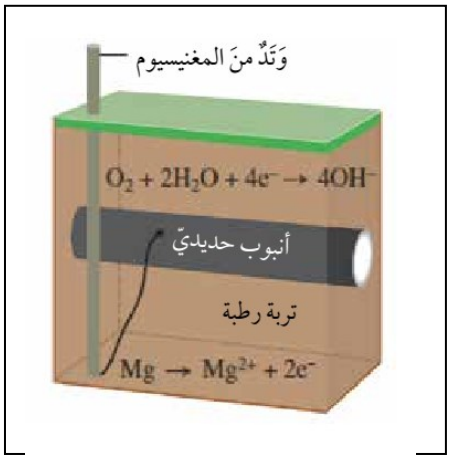
الحماية المهبطية :

التي تستخدم لحماية خطوط الانابيب الحديدية المدفونة في الأرض (الغاز أو النفط) وأجسام السفن .

المهبط : الحديد

المصعد : أحد الفلزات النشطة (مغنيسوم، خارصين)

المحلول الالكتروليتي : التربة الرطبة أو مياه البحر



الشكلُ (13): الحماية المِهبطيّة للحديد.

AWA2EL
LEARN 2 BE

عمر

1 – الفكرة الرئيسة:

أوضح المقصود بكل من: - الخلية الجلفانية - القنطرة الملحية
- قطب الهيدروجين المعياري. - جهد الاختزال المعياري.

2 – خلية جلفانية يحدث فيها التفاعل الآتي:

$$Co + Cu^{2+} \rightarrow Co^{2+} + Cu$$

أ. أحدد فيها المصعد والمهبط.
ب. اكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال.
جـ. احسب جهد الخلية المعياري، واكتب تعبيراً رمزياً للخلية الجلفانية.
د. ما التغير الذي يحدث لكتلة كلا القطبين.

3 – نصفا التفاعل الآتيان يشكلان خلية جلفانية في الظروف المعيارية:

$I_{2(s)} + 2e^- \rightarrow 2I^-$ $\quad E° = 0.54\ V$

$Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Fe_{(s)}$ $\quad E° = -0.44\ V$

أجيب عن الأسئلة الآتية المتعلقة بهما:
أ. اكتب معادلة التفاعل الكلي في الخلية.
ب. احسب جهد الخلية المعياري.
جـ. ما التغير الذي يحدث لتركيز أيونات كل من I^- و Fe^{2+}؟

4 – أدرس الجدول الآتي، الذي يوضح جهد الخلية المعياري لعدد من الخلايا الجلفانية المكونة من الفلزات ذوات الرموز الافتراضية (A,B,C,D,E)، وجميعها تكون أيونات ثنائية موجبة، ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:

أ. أحدد الفلز الذي له أعلى جهد اختزال معياري: D أم C.
ب. أحدد أقوى عامل مؤكسد.
جـ. أتنبأ: هل يمكن تحريك محلول نترات E بمعلقة من A؟ أفسر إجابتي.
د. أحدد اتجاه حركة الالكترونات عبر الاسلاك في الخلية الجلفانية المكونة من نصف خلية $E^{2+}|E$ ونصف خلية $D^{2+}|D$.

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

قطبا 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

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

$A^{3+} + e^- \rightarrow A^{2+}$ $\quad E° = 0.77\ V$

$B^{+} + e^- \rightarrow B$ $\quad E° = 0.80\ V$

أ. اكتب معادلة كيميائية للتفاعل الكلي في الخلية الجلفانية.
ب. أحسب $E°$ للتفاعل الكلي.
جـ. أحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل.

6 – أدرس الجدول المجاور الذي يمثل جهود الاختزال المعيارية لبعض المواد، ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:

أ. أحدد أقوى عامل مؤكسد وأقوى عامل مختزل.
ب. استنتج: هل يمكن حفظ محلول البروم Br_2 في وعاء من الفضة؟ أفسر اجابتي.
جـ. أقارن: ما الفلزين اللذين يكونان خلية جلفانية لها أكبر جهد خلية معياري.
د. استنتج المادة التي تستطيع أكسدة Cd ولا تؤكسد Pb.
هـ. أحدد القطب الذي تزداد كتلته في الخلية الجلفانية (Cd - Pb).
و. أحدد الفلز الذي لا يحرر غاز الهيدروجين من محلول حمض HCL المخفف.
ز. في الخلية الجلفانية التي أعطيت الرمز الآتي:

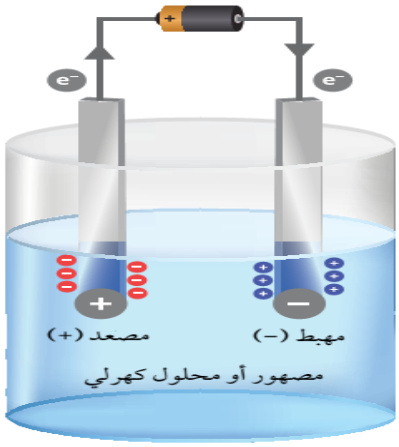
$Sc_{(s)}|Sc^{3+}_{(aq)} \parallel Co^{2+}_{(aq)}|Co_{(s)}$

إذا علمت أن جهد الخلية المعياري $E°_{cell} = 1.8\ V$ فأجيب عن الأسئلة الآتية:
أ. أحدد اتجاه حركة الالكترونات عبر الاسلاك في الخلية.
ب. أحسب جهد الاختزال المعياري لقطب السكانديوم Sc.
جـ. أكتب معادلة التفاعل الكلي في الخلية.

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

خلايا التحليل الكهربائي

- تُسَمّى عمليّةُ إمرار تيار كهربائي في مصهور أو محلول مادَّةٍ كهرليّة؛ ممّا يؤدّي إلى حدوث تفاعل تأكسد واختزال، عمليّةَ التحليل الكهربائي Electrolysis .
- ويكون جهد هذه الخليّة سالبًا.
- لعمليّة التحليل الكهربائي أهميّةٌ كبيرة؛ فمن خلالها تُشحَنُ البطّاريات، وَتُستعمَلُ في استخلاص العديد منَ الفِلِزّات النشطة من مصاهيرها، كالصوديوم والألمنيوم، وَتُستخدَمُ في تنقية الفِلِزّات والطِّلاء الكهربائي لبعضها، سواء لحمايتها منَ التآكل أو لإكسابها مظهرًا جميلً
- يُلاحظُ أنَّ جهدَ الخليّة المعياري للتفاعل سالب؛ ما يعني أنَّ التفاعلَ غيرُتلقائي، و أنه يحدثُ بسبب تزويد الخليّة بفرق جهد كهربائي منَ البطّاريّة يزيد على جهد الخليّة المعياري



الشكلُ (15): مكوّنات خليّة التحليل الكهربائي.

أَجيبُ عنِ الأسئلة الآتية المتعلِّقة بالتحليل الكهربائي لمصهور $CaBr_2$.

1. أكتبُ نصفَ تفاعل التأكسد ونصفَ تفاعل الاختزال في خليّة التحليل الكهربائي.
2. أستنتجُ نواتجَ التحليل الكهربائي للمصهور.
3. أتوقعُ جهدَ البطّاريّة اللازمَ لإحداث تفاعل التحليل الكهربائي للمصهور.

جهد اختزال أيونات الكالسيوم = -2.76 v ، جهد اختزال البروم = 1.07 v

AWA2EL LEARN 2 BE

$2H_2O_{(1)} + 2e^- \rightleftarrows H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$	$E°_{H_2O} = -0.83V$

$2H_2O_{(l)} \rightarrow O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^-$	$E° = -1.23V$

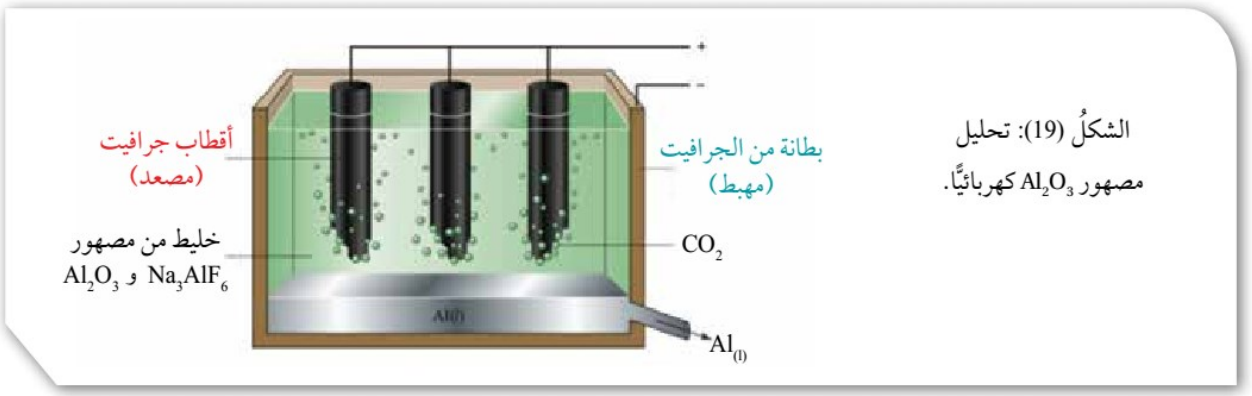
ما هي نواتج التحليل الكهربائي لمحلول هيدريد الليثيوم LiH ؟

التطبيقاتُ العمليّة للتحليل الكهربائي

استخلاصُ الألمنيوم :

- ✓ يُعَدُّ الألمنيوم من أكثر الفِلِزّات انتشارًا في القشرة الأرضيّة، وهو منَ الفِلِزّات النشطة.
- ✓ ويستخلص من خام البوكسيت $Al_2O_3.2H_2O$ بطريقة هول–هيروليت؛ حيث يُعالَجُ الخامُ لتخليصه منَ الشوائب، ثمَّ يُسَخَّنُ لتحويله إلى أكسيد الألمنيوم Al_2O_3 وَيُذابُ في مصهور الكريوليت Na_3AlF_6 فَتَنخَفِضُ درجةُ انصهاره نحوَ $1000C°$.

تُسَمّى خليّةُ التحليل الكهربائي لمصهور Al_2O_3 خليّةَ هول– هيروليت، وتتكوَّنُ منَ الداخل من طبقة منَ الجرافيت تمثلُ المِهبط، وسلسلةٍ من أقطاب الجرافيت تُغمَسُ في المصهور تمثلُ المِصعد



الشكلُ (19): تحليل مصهور Al_2O_3 كهربائيًّا.

معادلة تفاعل المِهبط/ اختزال: $Al^{3+}_{(l)} + 3e^- \rightarrow Al_{(l)}$

معادلة تفاعل المصعد / التأكسد:	$2O^{2-}_{(l)} \rightarrow O_{2(g)} + 4e^-$

✓ ويتفاعلُ الأكسجينُ الناتج معَ أقطاب الجرافيت مُكَوِّنًا ثاني أكسيد الكربون، حَسبَ المعادلة:

$$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$$

التفاعل الكلي :

$$Al_2O_{3(1)} + 3C_{(s)} \rightarrow 4Al_{(1)} + 3CO_{2(g)}$$

عمليّة إعادة تدويره؛ إذ تبلغُ كميّةُ الطاقة اللازمة لإعادة التدوير نحوَ 5% منَ الطاقة اللازمة لاستخلاصه من خام البوكسيت .

تنقيةُ الفِلِزّات :

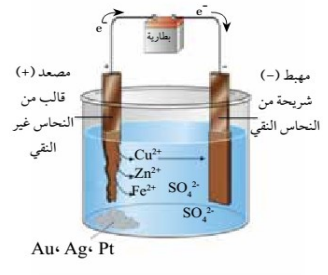
يُشَكَّلُ النُّحاس غيرُ النَّقي على شكل قوالبَ تمثلُ المِصعد في خليّة التحليل الكهربائي

شريحة رقيقة من النحاس النقي المِهبط

المحلول الإلكتروليتي : محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$

تفاعل المِصعد/تأكسد : $Cu_{(s)} \rightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$

تفاعل المِهبط/ اختزال : $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$



الشكلُ (20): تنقية النحاس بالتحليل الكهربائي.

✓ ومعَ استمرار تأكسد النحاس واختزاله تنتقلُ ذرّاتُهُ من المِصعد إلى المِهبط،

أنظرُ الشكلُ (20)، وتتأكسد ذرّات الفِلِزّات (الشوائب) التي لها جهدُ اختزال أقلُّ منَ النحاس،

كالخارصين والحديد، مُكَوِّنَةً أيونات Zn^{2+} و Fe^{2+} على الترتيب، وتبقى

هذه الأيونات ذائبة في المحلول، أمّا الذهب والفضّة والبلاتين فإنَّ جهدَ اختزالها أعلى منَ جهد الخلية المستخدم؛

لذلك لا تتأكسد ذرّاتُها، وتتجمَّعُ في قاع الخليّة، وتكونُ درجةُ نقاوة النحاس الناتج نحوَ 99.9%

شحن البطاريات :

تَجمَعُ البطّارياتُ القابلةُ لإعادة الشحن بين كيمياء كلٍّ منَ الخلايا الجلفانيّة وخلايا التحليل الكهربائي. فعند استخدام الأجهزة المحتوية عليها، كالهاتف 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 الكهربائيَّ في البطاريّة

❖ إعادةُ تدوير بطّاريّة الرصاص الحِمضيّة

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

وتشملُ عمليّةُ إعادة تدوير بطّاريات الرصاص الحِمضيّة المُستخدَمة عدَّةَ مراحل، هي:

التجميع \ التكسير \ الفرز

الفرز: تتضمَّنُ هذه العمليّةُ فصلَ أجزاء بطّاريّة الرصاص الحِمضيّة بفرز المكوّنات البلاستيكيّة والورقيّة عنِ الرصاص والفِلِزّات الثقيلة، وسحب السائل الموجود فيها، يلي ذلك بدءُ كلِّ مادَّة برحلة تدوير خاصّة بها؛ إذ تُغسَلُ القطعُ البلاستيكيّة وَتُجَفَّفُ ثمَّ تُرسَلُ إلى وحدة تدوير البلاستيك؛ حيث تُصهَرُ وَتُشَكَّلُ آليًّا على شكل كُرات من مادَّة البولي بروبلين، وتُستخدَمُ مرَّةً أخرى لإنتاج صناديق بطّاريات الرصاص الحِمضيّة، ويمكنُ استخدامُها في صناعة منتجات أخرى. أمّا ألواحُ الرصاصِ وأكسيدُهُ ومركَّباتُهُ الأخرى فَتُصهَرُ معًا في أفران الصَّهر، ثمَّ تُصَبُّ في قوالبَ وَتُزالُ من على سطح مصهور الرصاص الشوائبُ المعروفةُ باسم الخَبَث، وَتُترَكُ السبائكُ لتبردَ وتتصلَّب، ثمَّ تُرسَلُ إلى الشركات المُصَنِّعَةِ للبطّاريات؛ حيث تُستَخدَمُ في إنتاج ألواح جديدة منَ الرصاص وأكسيد الرصاص. أمّا حِمض الكبريتيك، وهو المُكَوِّنُ السائلُ في البطّاريّة، فيجري التعاملُ مَعَهُ بطريقتين، أولاهما: مفاعلة الحِمض معَ مركَّب كيميائي قاعدي، فينتج ملح وماء، ثمَّ يجري تجميعُ المياه الناتجة ومعالجتُها والتأكُّد من مطابقتها لمواصفات المياه والتخلّصُ منها في شبكة الصرف الصحي، أمّا الطريقة الثانيةُ فيجري فيها تحويلُ الحِمض إلى كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 ، ثمَّ استخدامُهُ في صناعة منظِّفات الغسيل والزجاج والمنسوجات.

أسئلة الدرس الثالث و أسئلة مراجعة الوحدة

قناة اليوتيوب الجديدة : كيمياء التوجيهي مع عمر وشاح

ادرس جوو: المنصة الأسرع انتشارا

الكاشف في الكيمياء

مُحبكم : عمر علي وشاح

AWA2EL
LEARN 2 BE

عمر