دوسيه الكيمياء للصف التاسع الأساسي

الكيمياء مع إنعام

الفصل الدراسي الثاني

الوحدة الرابعة : الكيمياء الكهربائية

منصة أساس التعليمية

المعلمة إنعام الملاحيم
0795455128

نادي العلوم أ.إنعام الملاحيم
@inam-malaheem
9.34 ألف مشترك

قناة التلغرام كيمياء٩مع انعام الملاحيم

Inam_malaheem

المعلمة إنعام الملاحيم

الوحدة الرابعة: الكيمياء الكهربائية

الدرس الأول: التأكسد والإختزال والخلايا الغلفانية

مفهومُ التأكسدِ والاختزالِ بالاعتمادِ على الأكسجين

أمثلة على تفاعلات التأكسد والإختزال :

1-صدأ الحديد 2- احتراق الفحم 3- تحول لون قطعة التفاح إلى اللون البني

1- فهوم القديم: استخدام مفهوم التأكسد والاختزال للتفاعلات التي يتم فيها اتحاد المادة مع الأكسجين أونزعها منها حيث عرِف

التأكسد: تفاعل المادة مع الأكسجين أو الزيادة في محتوى الأكسجين وتكوين أكاسيد العناصر

1) $4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$

أكسيد الحديد أكسجين حديد

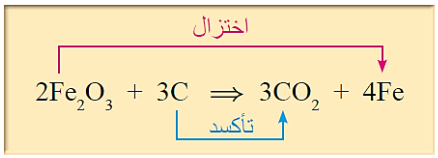
2) $2Zn + O_2 \rightarrow 2ZnO$

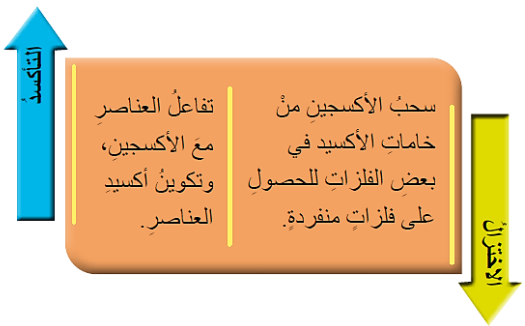
أكسيد الخارصين أكسجين خارصين

الاختزال: عملية نزع ذرات الأكسجين من المركب/ أو النقص في محتوى الأكسجين، للحصول على هذه الفلزات منفردة.

1) $CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$

تُوضحُ المعادلةُ الآتيةُ مفهومَي التأكسدِ والاختزالِ قديمًا:





مفهوم التأكسد والاختزال أعمّ وأشمل حيث يتعامل مع التفاعلات الكيميائية التي لاتحتوي على الأكسجين , ومع ذلك تعدّ من تفاعلات التأكسد والاختزال

مفهومُ التأكسدِ والاختزالِ بالاعتمادِ على انتقال الالكترونات

تعريف التأكسد: هي عملية فقد الالكترونات / أو الزيادة في عدد التأكسد

تعريف الاختزال: هي عملية كسب الالكترونات/ أو النقص في عدد التأكسد

- **لماذا تميل الذرات خلال التفاعل إلى فقد أو كسب الالكترونات؟**

وذلك للوصول إلى حالة الاستقرار، أي أن يكون التركيب للغلاف الخارجي مشابه لتركيب أقرب لغاز نبيل

- **لماذا لا يمكن أن تحدث عملية تأكسد دون أن ترافقها عملية اختزال؟**

لكي تفقد ذرة الكترونات تتأكسد لا بد من وجود ذرة تقوم باكتساب هذه الالكترونات تختزل

الطريقة المتبعة لكتابة معادلة التاكسد والإختزال هي كتابة أنصاف تفاعلات

-نصفَ تفاعلِ الاختزالِ :هي المعادلةُ التي تظهرُ فيها الإلكتروناتُ جهةَ الموادِّ المتفاعلةِ

-نصفَ تفاعلِ التأكسدِ : هي المعادلةُ التي تظهرُ فيها الإلكتروناتُ جهةَ الموادِّ الناتجةِ

معادلاتُ التأكسدِ والاختزالِ

يُمكنُني تعرُّفُ تفاعلاتِ التأكسدِ والاختزالِ في تفاعلِ الخارصينِ Zn مع محلولِ كبريتاتِ النحاسِ $CuSO_4$ على النحو الآتي:

١ ـ **معادلةُ تفاعلِ التأكسدِ**

تتأكسدُ ذراتُ الخارصينِ المتعادلةُ Zn بفقدِها الإلكتروناتِ، وتتحولُ إلى أيوناتِ الخارصينِ الموجبةِ Zn^{2+}.

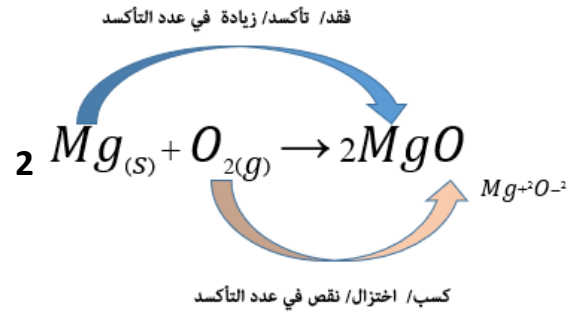
٢ ـ **معادلةُ تفاعلِ الاختزالِ**

تُختزَلُ أيوناتُ النحاسِ الموجبةُ Cu^{2+} باكتسابِها الإلكتروناتِ، وتتحولُ إلى ذراتِ نحاسٍ متعادلةٍ Cu تترسبُ طبقةً بنيةً حمراءَ على صفيحةِ الخارصينِ، ويخفُّ اللونُ الأزرقُ للمحلولِ تدريجيًّا.

تذكير: عدد التأكسد هو عدد يمثل الشحنة الكهربية (الموجبة أو السالبة) التي تبدو على الأيون أو الذرة في المركب سواء كان هذا المركب أيونيًا أو تساهميًا.

مهم : العناصر في حالة الذرات المتعادلة أو جزيئات الغاز مثل O_2-N_2 شحنتها الكلية صفر، عدد التأكسد = صفر

مثال:



مثال : حدد المادة التي تأكسدت والتي اختزلت في معادلة التفاعل الاتي :

$$Ni + Pb^{+2} \rightarrow Pb + Ni^{+2}$$

الحل: المادة التي تأكسدت هي النيكل تحولت إلى أيون نيكل يعني أنها فقدت الكترونين

نصف تفاعل التأكسد $Ni \rightarrow Ni^{+2} + 2e^-$

المادة التي اختزلت أيون الرصاص تحول إلى ذرة رصاص يعني انه اكتسب الكترونين

نصف تفاعل الاختزال $Pb^{+2} + 2e^- \rightarrow Pb$

مثال: زن معادلة التاكسد والاختزال التالية :

$$Ca_s + Fe^{+3} \rightarrow Ca^{+2} + Fe_s$$

نصف تفاعل تأكسد $Ca \rightarrow Ca^{+2} + 2e^-$

نصف تفاعل اختزال $Fe^{+3} + 3e^- \rightarrow Fe$

$$3(Ca \rightarrow Ca^{+2} + 2e^-)$$

$$2(Fe^{+3} + 3e^- \rightarrow Fe)$$

$$2Fe^{+3} + 6e^- \rightarrow 2Fe$$

$$3Ca \rightarrow 3Ca^{+2} + 6e^-$$

$$\mathbf{3Ca_s + 2Fe^{+3} \rightarrow 3Ca^{+2} + 2Fe_s}$$

يجب أن تكون أعداد الالكترونات متشابهة ليتم حذفها

نضرب المعادلتين بالتبادل لتتم موازنة الالكترونات

بعد موازنة الالكترونات يتم جمع المعادلتين

معادلة التأكسد والاختزال الناتجة

العاملُ المختزلُ والعاملُ المؤكسد

العامل المختزل : المادةِ التي تتأكسَدُ في أثناءِ التفاعلِ وتسببُ اختزالَ غيرها

العامل المؤكسد : المادةُ التي تُختَزَل وتسببُ تأكسُدَ غيرها

مثال:

$$CuO + Zn \rightarrow Cu + ZnO$$

- الخارصين Zn هوَ العاملُ المختزلُ لأنَّهُ تأكسَدَ ، وتسببَ في اختزالِ أكسيدِ النحاسِ

CuO (II)

-أما أكسيدُ النحاس العاملُ المؤكسدُ لأنَّهُ اختزلَ ، وتسببَ في تأكسُدِ الخارصين.

- على الرغمِ منْ أنَّ التأكسُدَ أوِ الاختزالَ يحدثُ لذرةٍ واحدةٍ في المركّبِ أوِ الأيونِ متعددِ الذراتِ ، إلا أنَّ كاملَ المركّبِ أوِ الأيونِ يسمى العاملَ المختزلَ أوِ العاملَ المؤكسدَ وليس الذرةُ وَ حْدَها.

منصة أساس التعليمية

يحدثُ الاختزالُ لأيونِ النحاسِ في أكسيدِ النحاسِ (II) CuO إلا أنَّ أكسيد النحاسِ يسمى عاملا مؤكسدًا وليسَ أيونُ النحاسِ وَ حْدَهُ

مثال: أحدّدُ العاملَ المؤكسدَ في نصفِ التفاعلِ الآتي؟

$Sn^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Sn(s)$

Sn^{2+} أكتسبت إلكترونين، فتكوَّنَ ذرة Sn

إذا Sn^{2+} اختزلت فهيَ العاملُ المؤكسد

التأكسدُ والاختزالُ وعلاقتُهُ بإنتاجِ الكهرباء

أمثلة من الحياة على تفاعلات التأكسد والختزال وانتاجه للكهرباء

1- قنديلَ البحرِ المضيئ ،هذا يدلُّ على حدوثِ تفاعُلِ تأكسدٍ واختزالٍ مُنتجٍ للطاقةِ الضوئيةِ.

2- حدوثِ عمليةِ البناءِ الضوئيّ في النباتاتِ ، يحدثُ تفاعُل تأكسدٍ واختزالٍ يمتصُّ الضَّوْءَ.

الخلايا الكهركيميائية

الخلايا الكهركيميائية : هي الأدوات التي تحدث فيها تفاعلات تأكسد واختزال منتجة للطاقة الكهربائية او مستهلكة لها.

تقسم إلى نوعين : 1- خلايا جلفانية 2- التحليل الكهربائي

الخلايا الغلفانية : هي الادوات التي يحدث فيها تأكسد واختزال يؤديان إلى انتاج تيار كهربائي

❖ مكونات الخلية الغلفانية البسيطة

1- وعاءٍ يحتوي صفيحتيْنِ فلزيتيْنِ مغموستيْن في محلول كهرلي.

2- القطب : هو مادةٌ صُلبةٌ موصلةٌ في دارةٍ كهربائيةٍ يَنقلُ الإلكتروناتِ منَ المحلولِ أوِ المصهورِ وإليهِ.(يتكون من صفيحة فلزية لعنصرين احداهما اقل نشاطًا من الآخر)

المصعد: القطبُ الذي تحدثُ عندَهُ عمليةُ التأكسد وهو القطب السالب

المهبط : القطبُ الذي تحدثُ عندَهُ عمليةُ الاختزال وهو القطب الموجب

3-المحلولُ الكهرلي : هوَ محلولٌ يحتوي أيوناتٍ موجبةً وحرةَ الحركةِ تسمحُ بمرورِ التيارِ الكهربائي (أملاح الفلز الأقل نشاط)

4- أسلاك توصيل – جهاز فولتميتر (قياس فرق الجهد الكهربائي)

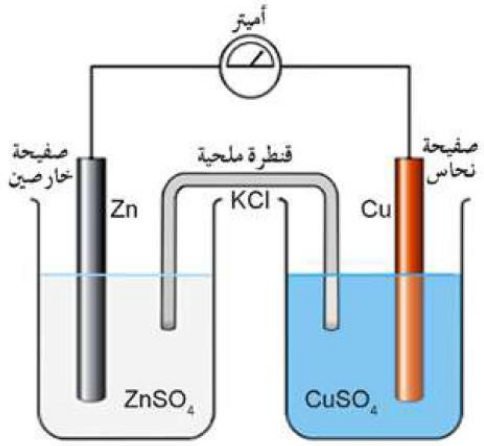
- يشيرُ اتجاهُ حركةِ مؤشرِ الفولتميتر إلى اتجاهِ حركةِ الإلكترونات

- تشير قراءةُ الفولتميتر إلى فَرْق الجهدِ الكهربائيّ المتولدِ في الخليةِ.

القنطرةَ الملحية : هيَ أنبوبٌ على شكلِ حرفِ يحتوي محلولا مُشبَعًا لأحدِ الأملاحِ مثل KCl .

وظيفتُها : المحافظةُ على التعادلِ الكهربائيّ في الخليةِ

كيفَ تعملُ الخليةُ الغلفانيةُ؟



تنتقلُ الإلكتروناتُ عبرَ الأسلاكِ في الدارةِ الخارجيةِ منْ قطبِ مادةِ الفلزِّ الأكثرِ نشاطًا (الخارصين) ويسمى المصعد، إلى قطبِ مادةِ الفلزِّ الأقلِّ نشاطًا (النحاس) ويسمى المهبطَ.

تتحركُ أيوناتُ النحاسِ الثنائيةُ الموجبةُ في المحلولِ لكسبِ الإلكتروناتِ عندَ المهبطِ.

حدوثُ التأكسدِ على قطبِ المصعدِ:

$$Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$

حدوثُ الاختزالِ على قطبِ المهبطِ:

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(s)}$$

تنتقلُ الأيوناتُ عبرَ القنطرةِ الملحيةِ لحفظِ التوازنِ الكهربائيِّ.

تنتجُ الطاقةُ الكهربائيةُ من تفاعلاتِ التأكسدِ والاختزالِ في الخليةِ الغلفانيةِ بشكلٍ تلقائيٍّ.

أتحقق ص 50

1- المصعد هو فلز الحديد ، الفلز الأكثر نشاطًا

المهبط هو الرصاص ، الفلز الأقل نشاطًا

2- نصف تفاعل تأكسد

$$Fe \rightarrow Fe^{+3} + 3e^{-}$$

نصف تفاعل اختزال

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

- يجب موازنة أعداد الالكترونات لكتابة معادلة التفاعل الكلي

$$2(Fe \rightarrow Fe^{+3} + 3e^{-})$$
$$3(Pb^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Pb)$$

$$2Fe \rightarrow 2Fe^{+3} + 6e^{-}$$
$$3Pb^{+2} + 6e^{-} \rightarrow 3Pb$$

$$2Fe + 3Pb^{+3} \rightarrow 2fe^{+3} + 3Pb$$

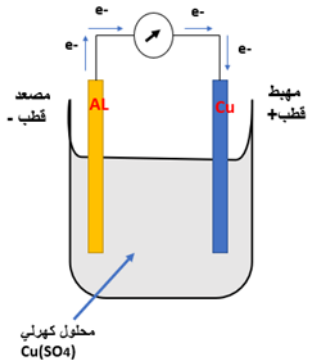
٣- نقصان كتلة الحديد باستمرارعائد إلى حدوث عملية الاختزال وفقد الالكترونات.

مثال: خلية جلفانية قطباها هما فلز الألمنيوم وفلز النحاس في محلول كبريتات النحاس:

أ- ارسم الخلية الجلفانية موضحًا عليها المصعد والمهبط وحركة الالكترونات عبر الأسلاك.

ب- اكتب معادلات التأكسد والاختزال الحاصلة داخل الخلية.

ج- اكتب معادلة كيميائية تمثل التفاعل الكلي في الخلية.



نصف تفاعل تاكسد $Al \rightarrow Al^{+3} + 3e^{-}$

نصف تفاعل اختزال $Cu^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Cu$

- لكتابة المعادلة الكلية يجب أن تكون عدد الاكترونات في انصاف التفاعل مساوية

$$2(Al \rightarrow Al^{+3} + 3e^{-}) \quad \longrightarrow \quad 2Al \rightarrow 2Al^{+3} + 6e^{-})$$
$$3(Cu^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Cu) \quad \longrightarrow \quad (3Cu^{+2} + 6e^{-} \rightarrow 3Cu)$$

$$2Al + 3Cu^{+2} \rightarrow 2Al^{+3} + 3Cu$$

فرق الجهد الكهربائي في الخلايا الجلفانية المختلفة

- عند تكوين الخلايا الجلفانية نختار أزواج مختلفة من الفلزات
- إذا اردنا فرق جهد كهربائي عال نختار فلزين متباعدين في سلسلة النشاط الكيميائي.
- إذا أردنا فرق جهد كهربائي قليل نختار فلزين متتاليين في سلسة النشاط الكيميائي.

أتحقق ص 52

- سيقل لإن فرق الجهد الكهربائي لخلية الألمنيوم والحديد اكبر لإن الفلزين أكثر تباعدا من خلية الخارصين والحديد.

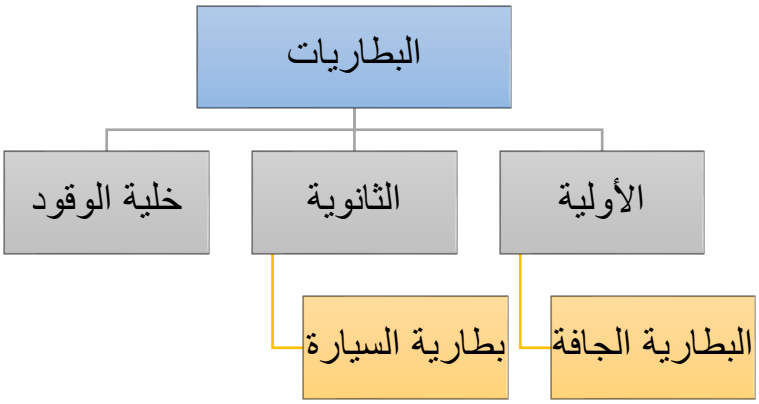
الشكلُ (7): سلسلةُ النشاطِ الكيميائيِّ.

سؤال: لديك أزواج الخلايا الجلفانية الاتية ، ما هي الخلية التي تمثل أكبرفرق جهد كهربائي ، وما هي الخلية التي تمثل أقل فرق جهد كهربائي.

-(Zn – Pb) - (Mg -Cu) -(Pb-Sn) -(Ag – Fe)

-الخلية التي تمثل أكبر فرق جهد هي **(Mg -Cu)**
-الخلية التي تمثل أقل جهد هي **(Pb-Sn)**

تطبيقات الخلايا الجلفانية



أ. إنعام الملاحيم

مكونات البطارية الجافة

بطارية الخارصين - جرافيت

1- المهبطُ : يتكونُ منْ قطبٍ منَ الجر افيت، ويحاطُ بعجينةٍ رَ طْبةٍ منْ مزيجٍ منْ أكسيدِ المنغنيز MnO2 IV ومسحوقِ الجر افيت (الكربونِ).

2- المحلولُ الكهرلي: عجينةٌ رَطْبةٌ منْ مزيجٍ منْ مادتَي كلوريدِ الأمونيوم NH4Cl وكلوريدِ الخارصينِ ZnCl2، ولها خصائصُ حمضيةٌ.

3- المصعدُ : يتكوّ نُ منْ وعاءٍ أسطو انيّ منْ فلزِّ الخارصين، ويفصلُهُ عنِ العجينةِ الرَّطْبةِ غشاءٌ شبهُ منفذٍ .

- قيمةُ فَرْقِ الجهدِ الناتجِ = 1.5v

مكونات بطارية السيارة (بطارية الرصاص الحمضية)

1- المصعد : 6 ألواح من الرصاص Pb

2- المهبط : 6 ألواح من أكسيد الرصاص PbO

3- المحلولُ الكهرلي: حمض الكبريتيك H2SO4

- قيمةُ فَرْقِ الجهدِ الناتجِ = 12 v

خلية الوقود

مادة الوقود : غاز الهيدروجين

المصعد والمهبط أقطاب بلاتين

يضخ غاز الهيدروجين إلى المصعد

يضخ غاز الأكسجين إلى المهبط

المحلول الكهرلي : هيدروكسيد البوتاسيوم KOH

مميزات خلية الوقود

1- تستخدم خلايا الوقود في المركبات الفضائية للحصول على الطاقة كما يستفيد رواد الفضاء من الماء الناتج في الشرب.

2-تستخدم في وسائل النقل مثل السيارات والباصات.

3- تستخدم مصدرًا احتياطًا للطاقة.

4- غير ملوثة للبيئة .

5- تنتج كمية كبيرة من الطاقة.

✓أتحقَّقُ:

1- أقارنُ بينَ الخلية الجافةِ وبطاريةِ السيارةِ منْ حيثُ نوعُ البطاريةِ، وفَرْقُ الجهدِ الكهربائيِّ الناتجُ منها .

2- أكتبُ المعادلةَ الكليةَ للتفاعُلِ في خليةِ الوقودِ.

وجه المقارنة	نوع البطارية	فرق الجهد الكهربائي الناتج
الخلية الجافة	جافة	1.5v
بطارية السيارة	سائلة	12v

تفاعُلُ التأكسدِ/ المصعد: $2H_{2(g)} + 4OH^-_{(aq)} \rightarrow 4H_2O_{(l)} + 4e$

تفاعُلُ الاختزالِ/ المهبط: $O_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} + 4e \rightarrow 4OH^-_{(aq)}$

التفاعُلُ الكليُّ: $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$

إجابات مراجعة الدرس ص 57

١- تتحول الطاقة الكيميائية إلى الكهربائية من خلال تفاعل التأكسد والاختزال

2- الخلايا الكهركيميائية : هي الأدوات التي تحدث فيها تفاعلات تأكسد واختزال منتجة للطاقة الكهربائية او مستهلكة لها.

المصعد : القطب الذي يحدث عنده نصف تفاعل التأكسد.

العامل المؤكسد:المادة التي تختزل وتسبب تأكسد غيرها.

-3

وجه المقارنة / التفاعل	التأكسد	الاختزال
وفقًا لوجود الأكسجين	زيادة في ذرات الأكسجين	نقصان في ذرات الأكسجين
وفقًا للإلكترونات	فقد إلكترونات	اكتساب إلكترونات

4-المادة التي تاكسدت ذرات الخارصين Zn والمادة التي اختزلت أيون النحاس Cu^{+2} في مركب CuO.

5- المعادلة الأولى اختزال ذرات الحديد Fe

المعادلة الثانية تأكسد الكادميوم Cd

6- العامل المختزل هو المغنيسيوم Mg والعامل المؤكسد هو أيونات الرصاص Pb^{+2}

٧-

	قطبا الخلية	المصعد	المهبط	المحلول الكهرلي	اتجاه حركة الالكترونات من القطب...إلى القطب...
1	Cu-Pb	Pb	Cu	$Cu(NO3)2$	من Pb الى Cu
2	Cu-Al	Al	Cu	$Cu(NO3)2$	من Al الى Cu
3	Cu-Zn	Zn	Cu	$Cu(NO3)2$	من Zn الى Cu
4	Al-Pb	Al	Pb	$Pb(NO3)2$	من Al الى Pb
5	Pb-Zn	Zn	Pb	$Pb(NO3)2$	من Zn الى Pb
6	Al-Zn	AL	Zn	$Zn(NO3)2$	من Al الى Zn

أ- ست خلايا موجودة في الجدول أعلاه ب- الجدول أعلاه

ج- Al - Cu يوجد فرق في مكانهما في سلسلة النشاط الكيميائي

٨- أ- المصعد Sn شحنته +٢ المهبط Cu شحنته +٢

ب- $Cu(NO_3)_2$ ج+د

نصف تفاعل اختزال $Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$

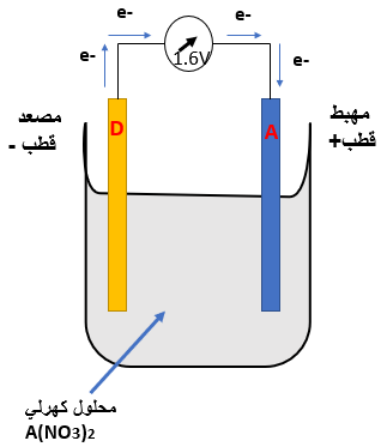
نصف تفاعل تأكسد $Sn \rightarrow Sn^{+2} + 2e^-$

التفاعل الكلي $\boldsymbol{Cu^{+2} + Sn \rightarrow Cu + Sn^{+2}}$

هـ- عملية التأكسد المستمرة وفقدان الالكترونات ينقص من الكتلة

9-أ- Cلإن قيمة فرق الجهد الكهربائي كبيرة ب- C>D>B>A

ج-



د- المصعد Cوالمهبط B

الدرس الثاني خلايا التحليل الكهربائيّ

توصيلُ محاليلِ المركّباتِ ومصاهيرِها التيارَ الكهربائيَّ

- المركّباتِ الأيونيةَ تتفكّكُ في الماءِ إلى أيوناتٍ موجبةٍ وسالبةٍ، محاليلَها موصلةٌ للتيارِ الكهربائيّ.
- محاليلَ الحموضِ ومحاليلَ القواعدِ موصلةٌ للتيارِ الكهربائيّ، و هناكَ مركّباتٍ أخرى محاليلُها غيرُ موصلةٍ للتيارِ الكهربائيّ.

الموادُّ الكهرليةُ والموادُّ غيرُ الكهرليةِ

المادةُ الكهرليةُ : مادةٌ تتفكَّكُ إلى أيوناتٍ موجبةٍ وسالبةٍ حرةِ الحركةِ عندَ صهرِها أوْ إذابتِها في الماءِ.

كيف تعمل المواد الكهرلية على إيصال التيار الكهربائي؟

قدرةُ هذهِ الأيوناتِ على التحرُّكِ في جميعِ الاتجاهاتِ وباتجاهِ الأقطابِ المخالفةِ لها في الشِّحْنةِ يجعلُ مصاهيرَها ومحاليلَها موصِلةً للتيارِ الكهربائيّ.

أمثلة على المواد الكهرلية :

المركّباتِ الأيونيةِ:

١- الأملاح مثلِ NaCl، KBr، $AgNO_3$

يتفكَّكُ ملحُ كلوريد الصوديوم NaCl في الماءِو يَنتُجُ منْ ذوبانِهِ في الماءِ أيوناتُ الصوديوم Na^{+1} وأيوناتُ الكلوريد Cl- حرةُ الحركة.

٢- القواعد مثل: KOH - $NaOH - Mg(OH)_2$

٣- الحموضَ مثلَ حمضِ HCl ، H_2SO_4، HNO_3

فسر لماذا يعد حمض الهيدروكلوريك HCl مادة كهرلية ؟

لأنَّها تتأيَّنُ في الماءِ مُنتِجةً أيوناتٍ حرةَ الحركةِ

معادلة تأيُّنَ حمضِ HCl في الماءِ $HCl_{aq} \rightarrow H^+_{aq} + Cl^-_{aq}$

المادةُ غيرُ الكهرليةِ :هيَ مادةٌ لا تتفكَّكُ إلى أيوناتٍ حرةِ الحركةِ عندَ صهرِها أوْ ذوبانِها في الماءِ؛ لذلكَ فإنَّ مصاهيرَها ومحاليلَها غيرُ موصِلةٍ للتيارِ الكهربائيّ، مثلَ السُّكَّروالكحول.

✓ **أتحقَّقُ ص٦٠:** ما الشروطُ الواجبُ توافرُها في المادةِ لوصفِها بالكهرليةِ؟

التفكَّكُ إلى أيوناتٍ موجبةٍ وسالبةٍ حرةِ الحركةِ عندَ صهرِها أوْ إذابتِها في الماءِ.

إنعام الملاحيم

منصة أساس التعليمية

التحليلُ الكهربائيُّ

يؤدي مرورُ تيارٍ كهربائيٍّ في مصهورٍ أوْ محلولِ مادةٍ كهرليةٍ إلى إحداثِ تفاعُلِ التأكسُدِ والاختزالِ.

خليةَ تحليلٍ كهربائيّ :هيَ النوعُ الثاني منَ الخلايا الكهركيميائيةِ، حيثُ تتحوَّلُ فيها الطاقةُ الكهربائيةُ إلى طاقةٍ كيميائيةٍ.

مكونات خلية التحليل الكهربائي :

١- وعاءٍ يحتوي محلولً أوْ مصهورًا لمادةٍ كهرليةٍ.
٢- قطبَي جرافيت وهما قطبانِ خاملانِ لا يشتركانِ في التفاعُلِ.
إنما ينقلانِ الإلكتروناتِ منَ المحلولِ أوِ المصهورِ الكهرلي وإليهِ.
٣-بطاريةٍ و أسلاكِ توصيلٍ.
٤-القطبِ الموجبِ للبطاريةِ، يُسمّى المصعدَ Anode أمّا الآخرُ، فيتصلُ بالقطبِ السالبِ للبطاريةِ، ويُسمّى المهبطَ Cathode
٥- تتحركُ الأيوناتُ السالبةُ باتجاهِ القطبِ الموجبِ (المصعدِ)، وتتحركُ الأيوناتُ الموجبةُ باتجاهِ القطبِ السالبِ (المهبطِ.)

- التفاعلاتُ التي تحدثُ في خليةِ التحليلِ الكهربائيّ لمصهورِالمادةِ الكهرليةِ:
الأيوناتِ السالبةَ تتأكسَدُ، عندَ المصعدِ، أمّا الأيوناتُ الموجبةُ، فتختزلُ عندَ المهبطِ.

- التفاعلاتُ التي تحدثُ في خليةِ التحليلِ الكهربائيّ لمحلولِ المادةِ الكهرليةِ:
يحتملُ اختزالَ الأيونِ الموجبِ أوِ الماءِ عندَ المهبطِ، وكذلكَ يحتملُ تأكسُدَ الأيونِ السالبِ أوِ الماءِ عندَ المصعدِ، وعليهِ، قدْ تختلفُ نواتجُ عمليةِ التحليلِ الكهربائيّ بسببِ وجودِ الماءِ.

أتحقَّقُ ص٦١

1-أقارنُ بينَ تحوُّلاتِ الطاقةِ في الخليةِ الجلفانيةِ وخليةِ التحليلِ الكهربائيّ.
الخلية الجلفانية من كيميائية إلى كهربائية
خلية التحليل من كهربائية إلى كيميائية

2-أحددُ التفاعُلَ الذي يحدثُ عندَ كلٍّ منَ المصعدِ والمهبطِ في خليةِ التحليلِ الكهربائيّ.
المهبط (اختزال) المصعد (تأكسد)

التحليلُ الكهربائيُّ لمصهورِ مادةٍ كهرليةٍ

عندَ تمريرِ تيارٍ كهربائيٍّ في مصهورِ مادةٍ كهرليةٍ، فإنَّ الأيوناتِ السالبةَ تتأكسَدُ عندَ المصعدِ، أمّا الأيوناتُ الموجبةُ، فتختزلُ عندَ المهبطِ

مثال ٧: أكتبُ معادلاتٍ كيميائيةً تمثلُ التفاعلاتِ التي تحدثُ على الأقطابِ والتفاعُلَ الكليَّ عندَ التحليلِ الكهربائيِّ لمصهورِ يوديد الرصاصِ PbI_2 ، ثمَّ أكتبُ نواتجَ التحليلِ الكهربائيِّ لَهُ.

الحلُّ:

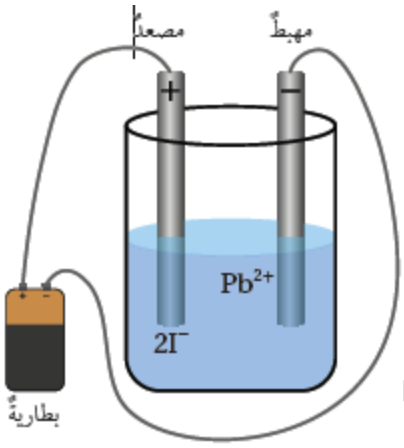
يوديد الرصاصِ PbI_2 مركّبٌ أيونيٌّ صُلبٌ يتفكَّكُ عندَ صهرِهِ بالحرارةِ بحَسَبِ المعادلةِ الآتيةِ: $PbI_{2(s)} \xrightarrow{\Delta} Pb^{2+}_{(aq)} + 2I^-_{(aq)}$

عندَ تمريرِ تيارٍ كهربائيٍّ في المصهورِ، تتحركُ أيوناتُ الرصاصِ الموجبةُ Pb_2 باتجاهِ المهبطِ، وتختزلُ، مُكوّنةً ذراتِ الرصاصِ Pb ، في حينِ تتحركُ الأيوناتُ السالبةُ $2I^-$ باتجاهِ المصعدِ وتتأكسَدُ، مُكوّنةً جزيئاتِ اليودِ I_2

كما توضحُ المعادلاتُ الآتيةُ:

نصفُ تفاعُلِ الاختزالِ/ مهبط: $Pb^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Pb_{(s)}$

نصفُ تفاعُلِ التأكسُدِ/ مصعد: $2I^-_{(aq)} \rightarrow I_{2(s)} + 2e^-$



أمّا معادلةُ التفاعُلِ الكليِّ، فهيَ مجموعُ نصفَي تفاعُلِ التأكسُدِ والاختزالِ على النحوِ الآتي:

$$Pb^{2+}_{(aq)} + 2I^-_{(aq)} \rightarrow Pb_{(s)} + I_{2(s)}$$

أيْ أنَّهُ عندَ التحليلِ الكهربائيِّ لمصهورِ يوديد الرصاصِ PbI_2 يتكوَّنُ الرصاصُ Pb واليودُ I_2.

مثال ٨ : أكتبُ معادلاتٍ كيميائيةً تمثلُ التفاع اتِ التي تحدثُ على الأقطابِ عندَ التحليلِ الكهربائيِّ لمصهورِ بروميد البوتاسيوم KBr ثم أكتبُ نواتجَ التحليلِ الكهربائيِّ لَهُ.

الحلُّ:

بروميد البوتاسيوم مركّبٌ أيونيٌّ يتفكَّكُ عندَ صهرِهِ بالحرارةِ بحَسَبِ المعادلةِ الآتيةِ:

$$KBr \rightarrow k^+ + Br^-$$

عندَ تمريرِ تيارٍ كهربائيٍّ في مصهورِ مادةٍ كهرليةٍ، تتحركُ أيوناتُ البوتاسيوم الموجبةُ القطبِ السالبِ (المهبطِ)، ويختزلُ بحَسَبِ المعادلةِ الآتيةِ:

نصفُ تفاعُلِ الاختزالِ/ مهبط: $K^+_{(l)} + e^- \rightarrow K_{(s)}$

أمّا أيونُ البروميد السالبُ فيتحركُ إلى القطبِ الموجبِ (المصعدِ)و يتأكسَدُ، مُكوّنًا جُزَيْءَ البروم Br_2 بحَسَبِ المعادلةِ الآتيةِ:

نصفُ تفاعُلِ التأكسُدِ/ مصعد- $2Br^-_{(l)} \rightarrow Br_{2(l)} + 2e$

أضرِبُ نصفَ تفاعُلِ الاختزالِ في
$(K^+_{(l)} + e^- \rightarrow K_{(s)}) \times 2$
فيصبحُ:
$2K^+_{(l)} + 2e^- \rightarrow 2K_{(s)}$
نواتجُ التحليلِ الكهربائيِّ لمصهورِ بروميد البوتاسيوم هيَ تَكوُّنُ البوتاسيوم **K** **والبروم** **Br_2**

أتحقَّقُ ص ٦٣: عندَ التحليلِ الكهربائيِّ لمصهورِ كلوريد الكالسيوم
١. أكتبُ نصفَي تفاعُلِ المصعدِ والمهبطِ والتفاعُلَ الكليَّ
٢. أحددُ نواتجَ التحليلِ الكهربائيِّ للمصهورِ.

مهبط نصف تفاعل اختزال $Ca^{+2} + 2e^- \rightarrow Ca$
مصعد نصف تفاعل تأكسد $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$

التفاعل الكلي $Ca^{+2} + 2Cl^- \rightarrow Cl_2 + Ca$

نواتجُ التحليلِ الكهربائيِّ لمصهورِ كلوريد الكالسيوم هيَ تَكوُّنُ الكالسيوم **Ca** **والكلور** **Cl_2**

التحليلُ الكهربائيُّ لمحلولِ مادةٍ كهرليةٍ

هناك احتمالانِ: إمّا أنْ تختزلَ أيوناتُ الفلزِّ الموجبةُ ويتكوَّنُ الفلزُّ، وإمّا أنْ يختزلَ الماءُ ويتكوَّنُ غازُ الهيدروجينِ. أمّا القاعدةُ المتبعةُ في تحديدِ أيّهما يحدثُ، فهيَ أنَّ الفلزاتِ التي أسفلَ الهيدروجين في سلسلةِ النشاطِ الكيميائيِّ هيَ التي تترسَّبُ نتيجةَ اختزالِ أيوناتِها الموجبةِ، أمّا الفلزاتُ فوقَ الهيدروجين في السلسلةِ، فلا تختزلُ أيوناتُها ويختزلُ الماءُ ويتصاعدُ وأيوناتِ غازُ الهيدروجين

مثال ٩ :أستنتجُ نواتجَ التحليلِ الكهربائيِّ لمحلولِ بروميد النحاسِ
الحلُّ
معادلةَ تفكُّكِ ملحِ بروميد النحاسِ
$CuBr_{2(s)} \rightarrow Cu^{2+}_{aq} + 2Br^-_{(aq)}$
إذا رجعْتُ إلى سلسلةِ النشاطِ الكيميائيِّ، سأجدُ أنَّ النحاسَ أسفلَ الهيدروجين في السلسلةِ

لذلكَ عندَ مرورِ تيارٍ كهربائيٍّ في محلولِ بروميد النحاسِ فإنَّ أيوناتِ النحاسِ الموجبةَ باتجاهِ المهبطِ وتختزلُ، ويتكوَّنُ النحاسُ كما في المعادلةِ الآتيةِ:

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

أمّا أيوناتُ البروميد السالبةُ فتتحركُ باتجاهِ قطبِ المصعدِ و تتأكسَدُ، ويتكوَّنُ البروم

كما توضحُ المعادلةُ الآتيةُ:

$2Br^-_{(aq)} \rightarrow Br_{2(l)} + 2e^-$

أيْ أنَّ نواتجَ التحليلِ الكهربائيِّ هيَ تكوُّنُ النحاسِ عندَ المهبطِ، وتكوُّنُ البروم عندَ المصعدِ.

مثال ١٠ -أستنتجُ نواتجَ التحليلِ الكهربائيِّ لمحلولِ كلوريد البوتاسيوم KCl اعتمادًا على سلسلةِ النشاطِ.

الحل:

أكتبُ معادلةَ تفكُّكِ ملحِ كلوريد البوتاسيوم KCl في الماء:

$KCl_{(s)} \rightarrow K^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

إذا رجعْتُ إلى سلسلةِ النشاطِ الكيميائيِّ، سأجدُ أنَّ البوتاسيوم فوقَ الهيدروجين في السلسلةِ، وعليهِ، فإنَّ أيوناتِ k^+ لا تختزلُ عندَ المهبطِ، بلْ يختزلُ الماء ويتكوَّنُ غازُ الهيدروجين H_2

بحَسَبِ المعادلةِ الآتيةِ: $2H_2O_{(l)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$

أمّا أيوناتُ الكلوريد السالبةُ فتتحركُ باتجاهِ القطبِ الموجبِ و تتأكسَدُ، ويتكوَّنُ غازُ الكلورِ كما توضحُ المعادلةُ الآتيةُ: $2Cl^-_{(aq)} \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$

أيْ أنَّ نواتجَ التحليلِ الكهربائيِّ هيَ غازُ الهيدروجينِ H_2 عندَ المهبطِ، وغازُ الكلورِ Cl_2عندَ المصعدِ.

✓ **أتحقَّقُ ص٦٥:** أستنتجُ نواتجَ التحليلِ الكهربائيِّ لمحلولِ يوديد الصوديوم.

أكتبُ معادلةَ تفكُّكِ ملحِ يوديد الصوديوم NaI في الماء:

$$NaI \rightarrow Na^{+2}_{aq} + I^-_{aq}$$

إذا رجعْتُ إلى سلسلةِ النشاطِ الكيميائيِّ، سأجدُ أنَّ الصوديوم فوقَ الهيدروجين في السلسلةِ، وعليهِ، فإنَّ أيوناتِ Na^+ لا تختزلُ عندَ المهبطِ، بلْ يختزلُ الماء ويتكوَّنُ غازُ الهيدروجين H_2 بحَسَبِ المعادلةِ الآتيةِ: $2H_2O_{(l)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$

أمّا أيوناتُ اليوديد السالبةُ فتتحركُ باتجاهِ القطبِ الموجبِ و تتأكسَدُ، ويتكوَّنُ غازُ اليود كما توضحُ المعادلةُ الآتيةُ $2I^-_{aq} \rightarrow I_{2\,g} + 2e^-$:

أيْ أنَّ نواتجَ التحليلِ الكهربائيِّ هيَ غازُ الهيدروجينِ H_2 عندَ المهبطِ، وغازُ اليود I_2عندَ المصعدِ.

تطبيقاتُ خلايا التحليلِ الكهربائيِّ

١- تُحضرُ الفلزاتُ النشطةُ كالصوديوم والمغنسيوم بالتحليلِ الكهربائيِّ لمصاهيرِ الكلوريدات الخاصةِ بها.

٢- الطلاءُ الكهربائيُّ للحُلِيِّ أوِ الأدواتِ المنزليةِ سواءٌ لإكسابِها مظهرًا جميلً أوْ لحمايتِها منَ التآكُلِ.

١- استخلاصُ الصوديوم

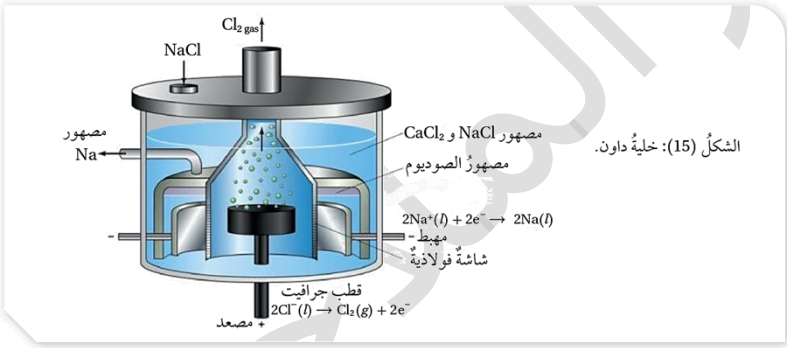
كيف يتم استخلاص الصوديوم صناعيًا ؟

يتم باستخدامِ خليةِ داون

أين تتجه أيونات الكلور؟

- عندَ تمريرِ تيارٍ كهربائيٍّ في مصهورِ كلوريد الصوديوم NaCl تتحركُ أيوناتُ الكلوريد السالبة Cl^-باتجاهِ المصعدِ؛حيثُ تتأكسَدُ مُكوِّنةً غازَ الكلور كما في المعادلةِ الآتيةِ :

$2Cl^-_{(aq)} \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e$ نصفُ تفاعُلِ التأكسُدِ/ مصعد



الشكلُ (15): خليةُ داون.

لماذا يحاط المصعدَ في الخليةِ بشاشةٍ فولاذيةٍ ؟

لتعزِلُ غازَ الكلور الناتجَ، وتمنعُ تفاعلَهُ معَ الصوديوم الناتجِ، ويخرجُ غازُ الكلورِ منْ مخرجٍ خاصٍّ بهِ.

أين تتجه أيونات الصوديوم؟

تتحركُ Na^+باتجاهِ المهبطِ، وتحدثُ لها عمليةُ اختزالٍ، وتتكونُ ذراتُ الصوديوم كما في المعادلةِ الآتيةِ:

$Na^+_{(aq)} + e^- \rightarrow Na_{(l)}$

نصفُ تفاعُلِ الاختزالِ/مهبط

وللحصولِ على معادلةِ التفاعُلِ الكليّة، أجمعُ نصفَي تفاعُلِ التأكسُدِ والاختزالِ:

التفاعُلُ الكليُّ $2Na^{+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)} \rightarrow 2Na_{(l)} + Cl_{2(g)}$

ما نواتج عملية التحليل الكهربائي لكلوريد الصوديوم؟

نواتجَ عمليةِ التحليلِ الكهربائيِّ هيَ الصوديوم عندَ المهبطِ وغازُ الكلور عندَ المصعدِ.

الطلاءُ الكهربائيُّ

أهمية الطلاء الكهربائي

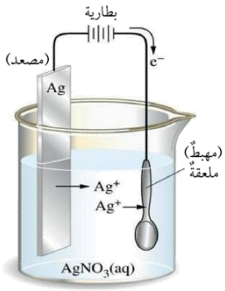
١-حمايةُ العديدِ منَ الفلزاتِ منَ التآكُلِ بطلائِها بفلزٍّ آخرَ، فمث ً، منْ طرائقِ حمايةِ الحديدِ طلاؤُهُ بطبقةٍ منَ الخارصين، وهوَ ما يُسمّى جلفنةَ الحديدِ.
٢- تُغطّى بعضُ الفلزاتِ بطبقةٍ منْ فلزاتٍ أخرى لإكسابِها مظهرًا جميلًا

مفهوم الطلاء الكهربائي:

ترسيب طبقة رقيقةٍ منَ المادةِ المرادِ الطلاءُ بها على سطحِ المادةِ المرادِ طلاؤُها.

كيفية طلاء ملعقة بالفضة؟

- توصَلُ الملعقةُ بالقطبِ السالبِ للبطاريةِ حيثُ تمثلُ المهبطَ في خليةِ التحليلِ الكهربائيّ.
- يوصَلُ قطبٌ منَ الفضةِ وهيَ المادةُ المرادُ الطلاءُ بها بالقطبِ الموجبِ للبطاريةِ، حيثُ يمثلُ المصعدَ.
- كلا القطبين موضوعٌ في محلولٍ كهرلي لأحدِ أملاحِ الفضةِ مثلِ محلولِ نترات الفضةِ
- التفاعلات التي تحدث عند الأقطاب:



الشكلُ (16): طلاءُ ملعقةٍ بالفضةِ.
ما التغيُّرُ الذي يطرأُ على كتلةِ قطبِ الفضةِ؟

تتأكسَدُ ذراتُ الفضةِ المكونةُ للمصعدِ بحَسَبِ المعادلةِ الآتيةِ:

$Ag_{(s)} \rightarrow Ag^{+}_{(aq)} + e^{-}$

أيوناتِ الفضةِ تختزلُ وتترسبُ على الملعقةِ (المهبطِ): $Ag^{+}_{(aq)} + e^{-} \rightarrow Ag_{(s)}$

✓ أتحقق: يُطلى كثيرٌ منَ الأدواتِ الفولاذيةِ كهربائيًّا بطبقةٍ منَ لحمايتِها منَ الصدأِ. أكتبُ نصفَي تفاعُلِ التأكسُدِ والاختزالِ اللذيْنِ يحدُثانِ فيها. شِحْنةُ أيونِ الكروم Cr^{+3}

(اختزال) المهبط $Cr^{+3} + 3e^{-} \rightarrow Cr$

(تأكسد) المصعد $Cr \rightarrow Cr^{+3} + 3e^{-}$

مراجعة الدرس ص٦٨

١- عند تحركها في جميع الاتجاهات وباتجاه الأقطاب المخالفة لها في الشحنة .

٢- **المادةُ غيرُ الكهرليةِ** :هيَ مادةٌ لا تتفكَّكُ إلى أيوناتٍ حرةِ الحركةِ عندَ صهرِها أوْ ذوبانِها في الماءِ؛ لذلكَ فإنَّ مصاهيرَها ومحاليلَها غيرُ موصِلةٍ للتيارِ الكهربائيِّ، مثلَ السُّكَّرِ والكحول.
التحليل الكهربائي:تمريرُ تيارٍ كهربائيٍّ في مصهورٍ أوْ محلولِ مادةٍ كهرليةٍ يؤدي إلى إحداثِ تفاعُلِ التأكسُدِ والاختزالِ.

٣- أ- لإنه في حالة الصلابة يكون المركب متعادل الشحنة الكهربائية لا يحتوي على أيونات موجبة وسالبة حرة الحركة .(تفكك المادة إلى أيونات موجبة وسالبة وحركتها هو السبب في إيصال المادة للتيار الكهربائي).

ب- لتعزِلُ غازَ الكلور الناتجَ، وتمنعُ تفاعلَهُ معَ الصوديوم الناتجِ، ويخرجُ غازُ الكلورِ منْ مخرجٍ خاصٍّ بهِ.

٤-

4- أستنتجُ: أكملُ الجدولَ الآتِيَ:

المادةُ الكهرليةُ	الناتجُ عندَ المصعدِ	الناتجُ عندَ المهبطِ
بروميد الفضةِ AgBr	البروم Br_2	الفضة Ag
كلوريد الرصاصِ (II) $PbCl_2$	الكلور Cl_2	الرصاص Pb
يوديد المغنيسيوم MgI_2	اليود I_2	المغنيسيوم Mg

٥- أ- القطب - (المهبط) الخاتم النحاسي / القطب+(المصعد) الفضة
المادة الكهرلية $AgNO_3$
ب- المصعد $Ag_{(s)} \rightarrow Ag_{+(aq)} + e^-$

المهبط $Ag_{+(aq)} + e^- \rightarrow Ag_{(s)}$

٦- أ- المصعد ب- $2Cl^-_{(aq)} \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$

٧-أ- $Al^{+3} + 3e^- \rightarrow Al$ ب- $2Br^- \rightarrow Br_2 + 2e^-$