التحليل الكهربائي

Electrolysis

مفهوم التحليل الكهربائي

التحليل الكهربائي: إحداث تفاعل التأكسد والاختزال نتيجة مرور تيار كهربائي في مصهور أو محلول مادة كهرلية.

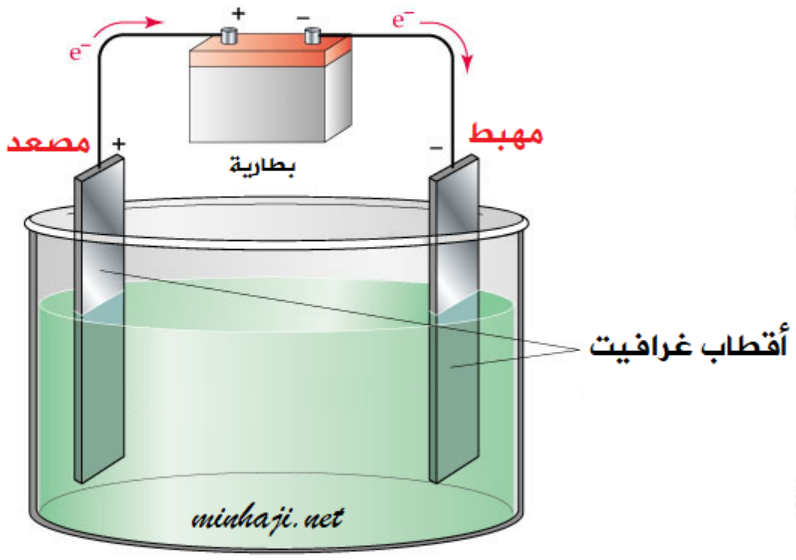
وتسمى الدارة الكهربائية المستخدمة في ذلك، خلية تحليل كهربائي.

مفهوم خلية التحليل الكهربائي

خلية التحليل الكهربائي: الخلايا الكهركيميائية التي تتحول فيها الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية.

أجزاء خلية التحليل الكهربائي

- وعاء يحتوي على محلول أو مصهور مادة كهرلية.
- قطبان خاملان من الجرافيت لا يشتركان في التفاعل، إنما ينقلان الإلكترونات من المحلول أو المصهور الكهرلي وإليه، هما:
  - المصعد (+): وتحدث عنده عملية التأكسد، ويتصل بالقطب الموجب للبطارية.
  - المهبط (-): وتحدث عنده عملية الاختزال، ويتصل بالقطب السالب للبطارية.
- مصدر تيار (بطارية).



خطوات التحليل الكهربائي لمصاهير المواد الكهرلية

1- تعمل الحرارة على تفكيك المادة الكهرلية إلى أيونات موجبة وأخرى سالبة.

2- يتجه كل أيون إلى القطب المعاكس له في الشحنة.

3- يحدث اختزال للأيون الموجب عند المهبط (القطب السالب).

4- يحدث تأكسد للأيون السالب عند المصعد (القطب الموجب).

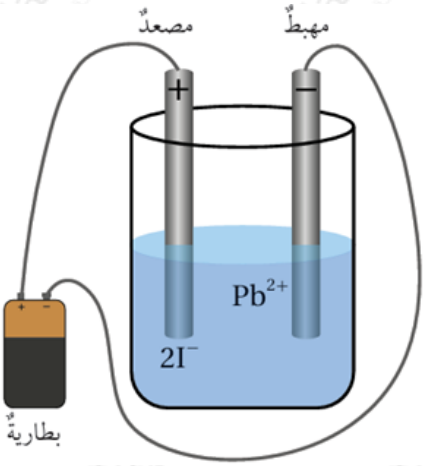
مثال (1):

التحليل الكهربائي لمصهور يوديد الرصاص PbI_2

خطوات التحليل:

تعمل الحرارة على تفكيك يوديد الرصاص إلى أيونات رصاص موجبة، وأيونات كلوريد سالبة.

$$PbI_{2(s)} \xrightarrow{\Delta} Pb^{2+}_{(l)} + 2I^{-}_{(l)}$$



تتجه أيونات الرصاص الموجبة نحو المهبط (-) وتتعرض للاختزال بفعل الكهرباء القادمة من البطارية، وتتحول إلى ذرات الرصاص.

نصف تفاعل الاختزال / المهبط:

$$2Pb^{2+}_{(l)} + 2e^{-} \rightarrow Pb_{(s)}$$

تتجه أيونات اليوديد السالبة نحو المصعد (+) وتتأكسد بفقد إلكترونات تعود إلى البطارية، وتتحول أيونات اليوديد إلى جزيئات يود.

نصف تفاعل التأكسد / المصعد:

$$2I^-_{(l)} \rightarrow I_{2(s)} + 2e^-$$

التفاعل الكلي في خلية التحليل:

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

نواتج التحليل الكهربائي للمصهور:

- Pbيتكون على المهبط.
- I_2يتكون على المصعد.

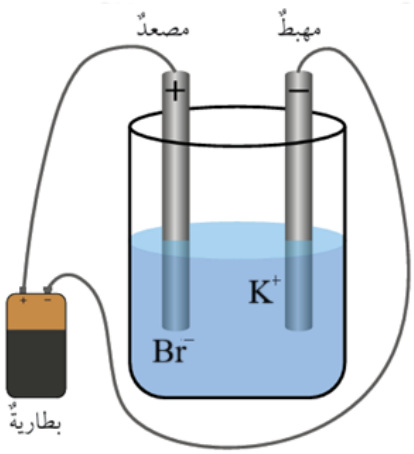
مثال (2):

التحليل الكهربائي لمصهور بروميد البوتاسيومKBr

خطوات التحليل:

تعمل الحرارة على تفكيك بروميد البوتاسيوم إلى أيونات بوتاسيوم موجبة، وأيونات بروميد سالبة.

$$KBr_{(s)} \rightarrow^{\Delta} K^+_{(l)} + Br^-_{(l}$$



تتجه أيونات البوتاسيوم الموجبة نحو المهبط (-) وتتعرض للاختزال بفعل الكهرباء القادمة من البطارية، وتتحول إلى ذرات بوتاسيوم.

نصف تفاعل الاختزال / المهبط:

$$K^+_{(l)} + e^- \rightarrow K_{(s)}$$

تتجه أيونات البروميد السالبة نحو المصعد (+) وتتأكسد بفقد إلكترونات تعود إلى البطارية، وتتحول أيونات البروميد إلى جزيئات بروم.

نصف تفاعل التأكسد / المصعد:

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

ولكتابة التفاعل الكلي في خلية التحليل، نضرب نصف تفاعل الاختزال في (2):

$$2K^+_{(l)} + 2e^- \rightarrow 2K_{(s)}$$

التفاعل الكلي في خلية التحليل:

$$2K^+_{(l)} + 2Br^-_{(l)} \rightarrow 2K_{(s)} + Br_{2(l)}$$

نواتج التحليل الكهربائي للمصهور:

- Kيتكون على المهبط.
- Br_2يتكون على المصعد.

خطوات التحليل الكهربائي لمحاليل المواد الكهرلية

1- تتفكك المادة الكهرلية في الماء إلى أيونات موجبة وأخرى سالبة.

2- يتجه كل أيون إلى القطب المعاكس له في الشحنة.

3- يحدث اختزال للأيون الموجب أو الماء عند المهبط (القطب السالب).

تبعاً لسلسلة النشاط تختزل أيونات الفلزات قليلة النشاط وتترسب عند المهبط ولا تختزل جزيئات الماء.

$$H_2O < Zn, Fe, Sn, Pb, Cu, Ag, Au$$

تبعاً لسلسلة النشاط تختزل جزيئات الماء ولا تختزل أيونات الفلزات عالية النشاط، وينتج عن اختزال الماء غاز الهيدروجين.

$$K, Na, Li, Ca, Mg, Al < H_2O$$

4- يحدث تأكسد للأيون السالب أو الماء عند المصعد (القطب الموجب).

تتأكسد أيونات الهالوجينات السالبة وتتحول إلى جزيئات عند المصعد ولا تتأكسد جزيئات الماء.

$$H_2O < Cl^-, Br^-, I^-$$

تتأكسد جزيئات الماء، وينتج عن تأكسد الماء غاز الأكسجين، ولا أيونات المجموعات الأيونية.

$$NO_3^-, SO_4^{2-} < H_2O$$

مثال (1):

التحليل الكهربائي لمحلول بروميد النحاس $CuBr_2$

خطوات التحليل:

يعمل الماء على تفكيك بروميد النحاس إلى أيونات نحاس موجبة، وأيونات بروميد سالبة.

$$(CuCl_2(s) \rightarrow H2O\ Cu^{2+}(aq) + 2Br^-(aq$$

تتجه أيونات النحاس الموجبة والماء نحو المهبط (-)، فتتعرض أيونات النحاس الموجبة للاختزال بفعل الكهرباء القادمة من البطارية، وتتحول إلى ذرات نحاس، ولا تختزل جزيئات الماء؛ لأن أيونات النحاس أسهل اختزالاً من الماء.

نصف تفاعل الاختزال / المهبط:

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

تتجه أيونات البروميد السالبة والماء نحو المصعد (+)، فتتأكسد بفقد إلكترونات تعود إلى البطارية، وتتحول أيونات البروميد إلى جزيئات بروم، ولا تتأكسد جزيئات الماء؛ لأن أيونات البروميد أسهل تأكسداً من الماء.

نصف تفاعل التأكسد / المصعد:

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

نواتج التحليل الكهربائي للمحلول:

- Cu يتكون على المهبط.
- Br_2 يتكون على المصعد.

مثال (2):

التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد البوتاسيوم KCl

خطوات التحليل:

يعمل الماء على تفكيك كلوريد البوتاسيوم إلى أيونات بوتاسيوم موجبة، وأيونات كلوريد سالبة.

$$KCl_{(s)} \xrightarrow{H2O} K^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq}$$

تتجه أيونات البوتاسيوم الموجبة والماء نحو المهبط (-)، فيختزل الماء بفعل الكهرباء القادمة من البطارية، ولا تختزل أيونات البوتاسيوم؛ لأن الماء أسهل اختزالاً من أيونات النحاس البوتاسيوم، ويتصاعد غاز الهيدروجين عند المهبط.

تتجه أيونات الكلوريد السالبة والماء نحو المصعد (+)، فتتأكسد بفقد إلكترونات تعود إلى البطارية، وتتحول أيونات الكلوريد إلى غاز الكلور، ولا تتأكسد جزيئات الماء؛ لأن أيونات الكلوريد أسهل تأكسداً من الماء.

نصف تفاعل التأكسد / المصعد:

$$2Cl^{-} \rightarrow Cl_2 + 2e^{-}$$

نواتج التحليل الكهربائي للمحلول:

- H_2 يتكون على المهبط.
- Cl_2 يتكون على المصعد.