كلية العلوم

القسم : الكيمياء

السنة : الرابعة

المادة : تحليل الي١

المحاضرة : الخامسة/نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2026

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

٤

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

* التحليل الكهربائي الوزني (التّرسيب الكهربائي):

هو طريقة من طرق التحليل الآلي يتم فيها ترسيب المعدن المدروس على سطح المسرى المعلوم الوزن ومن ثم حساب الزيادة في وزن المسرى المستخدم فتكون الزيادة على سطح المسرى هي وزن المعدن المترسب.

يستخدم في هذا النوع من التحليل مسارى البلاتين ويتم الهبط على الكاثود.

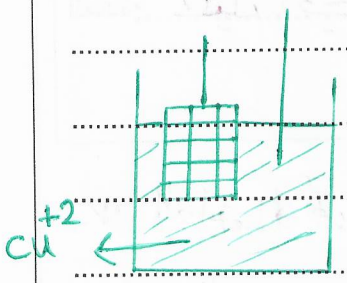
* ما هو سبب استخدام البلاتين (مسارى البلاتين):

لأن مسارى البلاتين سهلة التحضير والتنظيف وخاملة كيميائياً.

* عملية الترسيب هنا: هي عملية إرجاع المواد على سطح المسرى (الهبط) ويجب أن يكون الراسب المتشكل أملس وصبياته ناعمة ويلتصق بقوة على سطح الهبط.

مثال: من أكثر تطبيقات التحليل الكهربائي الوزني هو عملية ترسيب مواد الخاسر Cu^{+2} (ترسيب الخاسر).

* ملاحظة: تتم عملية ترسيب النحاس في وسط حمضي لذلك نضيف القليل من حمض الكبريت H_2SO_4 المحلول.



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

* التفاعلات التي تتم على المهبط:

$$2e^- + Cu^{+2} \longrightarrow Cu \quad : E^\circ_{Cu^{+2}/Cu} = 0,337\ V$$

$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2 \quad : E^\circ_{H^+/H} = 0,00\ V$$

هذه القيمة أكبر من الصفر لذلك ستتم في وسط حمضي.

* التفاعلات التي تتم على المصعد:

أكسدة الماء:

$$H_2O \longrightarrow \frac{1}{2}O_2 + 2H^+ + 2e^- \quad \Rightarrow \quad 2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^- \qquad E^\circ_{H_2O/O_2} = 1,229\ V$$

$$2SO_4^{-2} \longrightarrow S_2O_8^{-2} + 2e^- \quad : E^\circ = 2,10\ V$$

* التفاعل الكلي:

$$Cu^{+2} + H_2O \longrightarrow Cu + \frac{1}{2}O_2 + 2H^+$$

* معادلة نيرنست:

المهبط:

$$E = E^\circ_{Cu^{+2}/Cu} - \frac{0,059}{2}\log\frac{1}{[Cu^{+2}]}$$ (لأن Cu ليست شاردة)

المصعد:

كلاهما صحيح

$$E = E^\circ_{H_2O/O_2} - \frac{0,059}{2}\log\frac{1}{[H^+]^2}$$

$$E = E^\circ_{H_2O/O_2} - \frac{0,059}{4}\log\frac{1}{[H^+]^4}$$

* الكمون الكلي للخلية:

$$E_{cell} = E_a - E_c$$

E_{cell}: للخلية، E_a: للمصعد، E_c: للمهبط

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

* في حال كان السؤال لـ Fe^{+3} بدلاً من الـ Cu^{+2} بجزء التغيرات اللازمة :

$$3e^- + Fe^{+3} \longrightarrow Fe \longrightarrow E = ___ \log \frac{1}{[Fe^{+3}]}$$

وفي حال طلب الـ Fe^{+2} بدلاً من Cu^{+2} بجزء التغيرات اللازمة :

$$2e^- + Fe^{+2} \longrightarrow Fe \longrightarrow E = ___ \log \frac{1}{[Fe^{+2}]}$$

* مثال : إذا كان لدينا تركيز حمض الكبريت 0,05 M وتركيز شاردة الخارصين 0,1 M أحب الكمون (الجهد) لكل نصف خلية ثم احسب الكمون اللازم تطبيقه ليتم عملية التوسيب :

ضبط $Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu \quad : E^\circ = 0,337\ V$

صعد $H_2O \longrightarrow \frac{1}{2} O_2 + 2H^+ + 2e^- \quad : E^\circ = 1,229\ V$

ضبط $E_c = E^\circ_{Cu^{+2}/Cu} - \frac{0,059}{2} \log \frac{1}{[Cu^{+2}]} = 0,337 - \frac{0,059}{2} \log \frac{1}{0,1} = 0,278\ V$

صعد $E_a = E^\circ_{H_2O/O_2} - \frac{0,059}{2} \log \frac{1}{[H^+]^2} = 1,229 - \frac{0,059}{2} \log \frac{1}{(0,1)^2} = 1,170\ V$

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

0,05 M — 2X0,05 — 0,05 M

(0,1 M)

كمون الخلية $E_{cell} = E_a - E_c = 1,170 - 0,278 = 0,892\ V$

(صعد − ضبط)

- أي أن الكمون 0,892 V هو أصغري لبدء التوسيب .
- من هذا الكمون يكون التفكك وهو الكمون الذي تبدأ عنده شوارد المعدن بالترسيب .

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

* ملاحظة: إذا كان الكمون القياسي للمعدن المراد ترسيبه أكبر من الكمون القياسي للهيدروجين يتم عملية الترسيب في وسط حمضي أما المعادن التي يكون الكمون القياسي لها أصغر من الكمون القياسي للهيدروجين يتم الترسيب في وسط قلوي.

* ملاحظات عن التحليل الكهربائي الوزني للنحاس (الترسيب الوزني): تأتي تحاليل للامتحان

1. نفصل الكمون بعد إزالة المصعد من المحلول لأنه إذا فصلنا الكمون والمصعد موجود ضمن المحلول ستتم عملية إنحلال وإذابة الراسب من جديد بالتالي ضياع في وزن الراسب.
2. الترسيب الوزني يتخدم لترسيب كميات كبيرة جداً من الشوارد المعدنية بالتالي إمكانية حساب تراكيز كبيرة.
3. حمض الكبريت يعتبر مركب خامل في هذه التفاعلات (تفاعل ترسيب النحاس) لأن أكسدة حمض الكبريت تتطلب كمون قياسي أكبر من الكمون القياسي لأكسدة الماء بالتالي يتأكسد الماء قبل الكبريتات:

$$H_2O \longrightarrow \frac{1}{2}O_2 + 2H^+ + 2e^- : E^\circ_{H_2O/O_2} = 1,229\ V$$

$$2SO_4^{-2} \longrightarrow S_2O_8^{-2} + 2e^- : E^\circ = 2,10\ V$$

4. يجب أن يكون الراسب المترسب على المصعد ناعم وأملس وملتصق بقوة على سطح المعدن (المصعد) وذلك للحفاظ على وزن الراسب كاملاً والحفاظ عليه من الضياع عند فصل الكمون.
5. إن إنطلاق الغازات أثناء التفاعل يعيق عملية الترسيب لشوارد المعدن المدروس لأنها تؤدي إلى تشكيل رواسب إسفنجية من عجينة جداً في حالة الترسيب لذلك نضيف للمحلول المدروس شوارد النترات NO_3^- وفق التفاعل:

$$2e^- + 2H^+ + NO_3^- \xrightarrow{\text{ترتيب}} NO_2^- + H_2O$$

مع العلم أن تشكل شوارد النتريت في المحلول يعيق عملية الترسيب لهذا السبب نضيف محلول اليوريا للمحلول المدروس:

$H_2N-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH_2$

$$(NH_2)_2CO + 2H^+ + 2NO_2^- \longrightarrow 2N_2 + CO_2 + 3H_2O$$

حيث أن CO_2 و N_2 غازات طيارة لا تؤثر على المحلول (خاملة).

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

6 تأثير درجة الحرارة : قبل عملية التحليل تكون شوارد المعدن موزعة بشكل متساوي بجميع أنحاء الوعاء الذي يحوي على المحلول الممزوج وعند البدء بعملية الترسيب ترجع الشوارد إلى سطح المرشح (المصعد) فينتج لذلك بحيث عدم انتظام في تركيز الشوارد في المحلول حيث يصبح تركيز هذه الشوارد أقل كلما اقتربنا من المصعد وتزداد كلما ابتعدنا عنه بالتالي يحصل خرق في تركيز شوارد المعدن عند سطح المرشح وفي قلب المحلول تنتبه هذا الفرق في التركيز يحصل ظاهرة غير مرغوب بها بالترسيب الكهربائي وهي (الاستقطاب التركيزي) .

ولكي نتخلص من هذا التأثير غير المرغوب به نرفع درجة الحرارة للمحلول الممزوج وبالتالي تزداد حركية الشوارد ضمن المحلول وبالتالي يصبح هناك تجانس في تركيز الشوارد في المحلول .

7 تركيز الـ pH : جميع المعادن التي يكون كمونها القياسي أكبر من الكمون القياسي للهيدروجين يتم ترسيبها بوسط حمضي وجميع المعادن التي يكون كمونها القياسي أقل من الكمون القياسي للهيدروجين يتم ترسيبها في وسط قلوي .

8 تأثير المعقدات :

إن ترسيب المعادن في محاليل لها على شكل معقدات تكون أفضل لأنه يؤدي للحصول على رواسب أفضل وتكون ملتصقة بإحكام على سطح المرشح .

تطبيق : تم تحليل 25 ml من عينة خام من الخارصين بجهاز التحليل الكهربائي الوزني فإذا كان وزن المصعد قبل الترسيب و 16,45 g وبعد تمام الترسيب كان وزنه 16,50 g احسب تركيز الخارصين بالعينة بـ g/l و الـ ppm :

الحل : ←

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

وزن الهيدروجيك البوتاسيوم = 16,45 g

وزن البوتاسيوم : 16,50 g

⇒ وزن الراسب = 16,50 − 16,45 = 0,05 g

أي وزن الراسب 0,05 g موجود في 25 ml

كل 25 ml منها 0,05 g

كل 1000 ml (لتر) منها x g

$$\Rightarrow x = \frac{0,05 \times 1000}{25} = 2 \text{ g/l}$$

واحدة الـ ppm هي : أي mg/l :

$$ppM = 2 \times 10^{+3} ppM$$

$x = 2 g/l$ ← $g \xrightarrow{1000} Mg$

انتهت المحاضرة

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

مكتبة A to Z