التحولات التلقائية في الأعمدة وتحصيل الطاقة

1-الانتقال التلقائي للإلكترونات في عمود كهربائي :

1.1-وصف عمود دانييل Pile Daniell

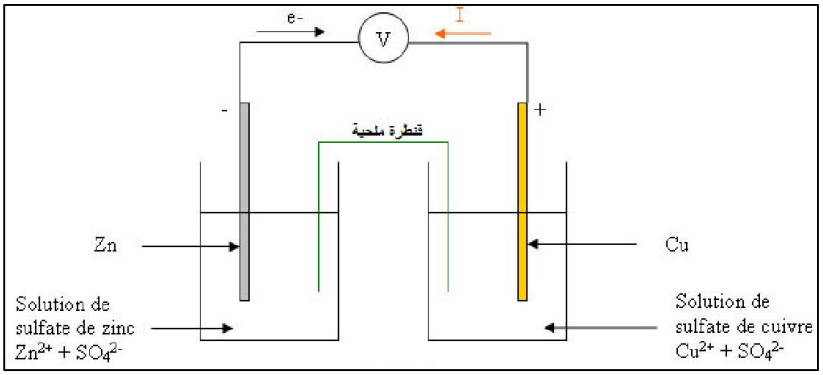
تجربة :

يتكون عمود دانييل من :

-صفيحة من النحاس مغمورة في محلول مائي لكبريتات النحاس II $\left(Cu^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}\right)$.

-صفيحة من الزنك مغمورة في محلول مائي لكبريتات الزنك $\left(Zn^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{(aq)}\right)$.

-قنطرة ملحية مكونة من محلول مختر $\left(K^{+}_{(aq)} + C\ell^{-}_{(aq)}\right)$ تربط المحلولين دون أن يختلطا ، وتلعب دور التوصيل الكهربائي بينهما .

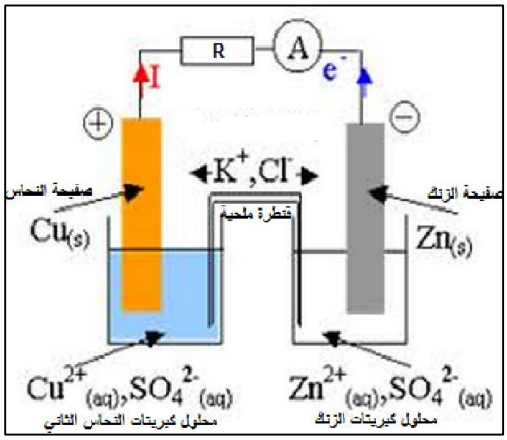


1.2-اشتغال عمود دانييل :

إشارة الأمبيرمتر الى مرور تيار كهربائي من صفيحة النحاس (القطب (+) الكاثود)الى صفيحة الزنك (القطب (-)الأنود).

وبالتالي تنتقل الالكترونات تلقائيا في الدارة الخارجية من فلز الزنك الى فلز النحاس .

خلال اشتغال العمود :



- **تحرر الالكترونات بسبب أكسدة فلز الزنك** حسب نصف المعادلة التالية :

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

- **تستهلك الالكترونات التي تصل الى صفيحة النحاس** ،بسبب اختزال أيون النحاس II حسب نصف المعادلة التالية :

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

- **المعادلة الحصيلة لاشتغال العمود** :

$$Zn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightleftarrows Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(aq)}$$

ثابتة التوازن المقرونة بهذا التفاعل : $K = 1{,}9.10^{37}$

خارج التفاعل البدئي : $Q_{ri} = \frac{[Zn^{2+}]_i}{[Cu^{2+}]_i} = \frac{C}{C} = 1 \quad \Leftarrow \quad Q_{ri} < K$

باعتبار معيار التطور التلقائي ، فإن المجموعة تتطور في المنحى المباشر للمعادلة الكيميائية.
يوضح الشكل جانبه انتقال الإلكترونات والأيونات خلال اشتغال العمود.

التبيانة الاصطلاحية لعمود دانييل:

$$\ominus\ Zn_{(s)} \,/\, Zn^{2+}_{(aq)} \,\|\, Cu^{2+}_{(aq)} \,/\, Cu_{aq}\ \oplus$$

الإلكترود الذي يحدث على مستواه تفاعل الأكسدة هو القطب السالب ويسمى أنودا.
الإلكترود الذي يحدث على مستواه تفاعل الإختزال هو القطب الموجب ويسمى كاثودا.

القوة الكهرمحركة لعمود :

القوة الكهرمحركة لعمود تساوي التوتر بين قطبه الموجب وقطبه السالب عندما لا يمر فيه التيار وتقاس بواسطة فولطمتر وتمكن من تحديد قطبية العمود .

مثال القوة الكهرمحركة لعمود دانييل:

$$E = V_{Cu} - V_{Zn} = 1{,}1V$$

التطور التلقائي للمجموعة المكونة للعمود :

خلال اشتغال العمود يكون هذا الأخير في حالة غير حالة التوازن حيث تتطور المجموعة تلقائيا الى هذه الحالة وعند توقف اشتغال العمود يصبح مستهلكا .

$$I = 0 \Leftarrow Q_r = K \longleftarrow I \neq 0 \Leftarrow Q_r < K$$

1.3-تعميم :

بصفة عامة يتكون عمود من :

- صفيحة فلزية M مغمورة في محلول مائي يحتوي على كاثيون هذا الفلز M^{m+} ، وهي تمثل الالكترود الاول للعمود.
- صفيحة فلزية N مغمورة في محلول مائي يحتوي على كاثيون هذا الفلز N^{n+} ، وهي تمثل الالكترود الثاني للعمود.
- قنطرة أيونية تصل نصفي العمود وتسمح بمرور التيار الكهربائي بواسطة انتقال الأيونات بين المحلولين.

التبيانة الاصطلاحية للعمود : $\ominus\ N_{(s)} \,/\, N^{n+}_{(aq)} \,\|\, M^{m+}_{(aq)} \,/\, M_{(s)} \oplus$

الفلز N الذي يكون القطب السالب يتأكسد الى N^{n+} حسب نصف المعادلة :

$$N_{(s)} \rightleftarrows N^{n+}_{(aq)} + 2e^-$$

الكاثيون M^{m+} يختزل الى M (الذي يكون القطب الموجب) حسب نصف المعادلة :

$$M^{m+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftarrows M_{(s)}$$

المعادلة الحصيلة لاشتغال العمود :

$$mN_{(s)} + nM^{m+}_{(aq)} \quad \rightarrow \quad mN^{n+}_{(aq)} + nM_{(s)}$$

2-الدراسة الكمية لعمود :

2.1-كمية الكهرباء التي يمنحها عمود:

كمية الكهرباء التي يمنحها عمود يجتازه تيار كهربائي خلال المدة Δt هي : $Q = I.\Delta t$

2.2-كمية مادة الالكترونات المنتقلة :

$$Q = n(e^-).N_A.e$$
$$Q = n(e^-).\mathcal{F}$$

الفارادي هي القيمة المطلقة لشحنة مول واحد من الالكترونات ويرمز له ب $\mathcal{F}$.

حيث $\mathcal{F} = N_A.e = 96500\ C.mol^{-1}$

كمية مادة الالكترونات المنتقلة :

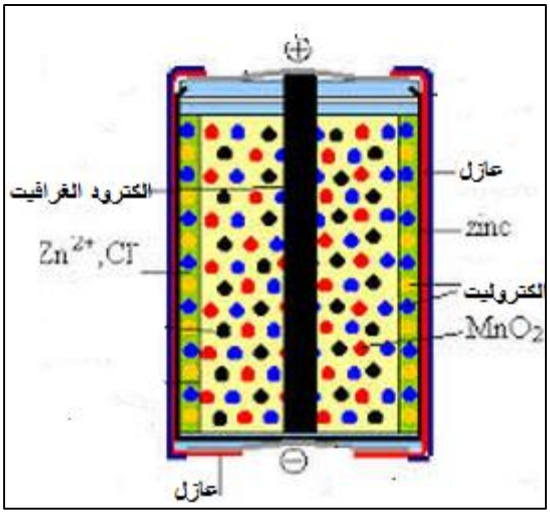
$$(mol) \leftarrow n(e^-) = \frac{Q}{\mathcal{F}} = \frac{I.\Delta t}{\mathcal{F}}$$

3-الاعمدة الاعتيادية :

3.1-تعريف:

الاعمدة الاعتيادية هي الاعمدة التي تستعمل في الحياة اليومية وهي متنوعة منها ما هو ملحي (و هو الاكثر استعمالا) وقلائي .

3.2-مثال للاعمدة الاعتيادية : بطارية لوكلانشي



معادلة التفاعل خلال اشتغال العمود :

$$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$$
$$MnO_2 + H^+ + e^- \rightarrow MnO(OH) \quad \times 2$$
$$Zn + \text{----------}$$
$$2MnO_2 + 2H^+ \rightarrow Zn^{2+} + 2MnO(HO)$$

التمثيل الاصطلاحي للعمود :

$$\ominus\ Zn\ /\ Zn^{2+}\ \|\ MnO(OH)/MnO_2\ /C\ \oplus$$