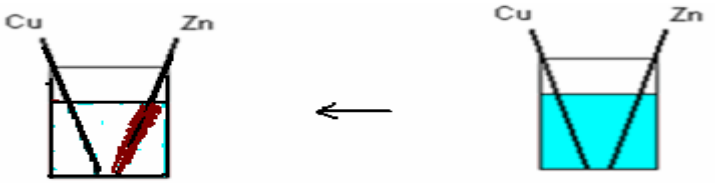
WWW.NETLYCEE.COM

التحولات التلقائية في الأعمدة وتحصيل الطاقة

I الانتقال التلقائي للإلكترونات بين فلز وأيون فلزي:

نصب في كأس حجما $v_1 = 40ml$ من كبريتات النحاس II تركيزه $c_1 = 0,2mol/l$ وحجما $v_1 = 40ml$ من كبريتات الزنك تركيزه $c_2 = 0,2mol/l$. ثم نغمر في المحلول المحصل عليه صفيحة من الزنك وصفيحة من النحاس .



نلاحظ تدريجيا توضع طبقة من النحاس على صفيحة الزنك واختفاء اللون الأزرق للمحلول.

معادلة التفاعل الحاصل تكتب كما يلي :

$$Cu^{2+}_{(aq)} + Zn_{(s)} \rightarrow Cu_{(s)} + Zn^{2+}_{(aq)} \quad (1)$$

ثابتة التوازن المقرونة بهذا التفاعل: $K = 1,9\times10^{37}$

لنحدد خارج هذ التفاعل . لدينا: $[Cu^{2+}]_i = \frac{c_1 v_1}{V_S} = \frac{0,2\times0,40}{0,80} = 0,1mol/l$ و: $[Zn^{2+}]_i = \frac{c_2 v_2}{V_S} = \frac{0,2\times0,40}{0,80} = 0,1mol/l$

$Q_{r\,initial} = \frac{[Zn^{2+}]_i}{[Cu^{2+}]_i} = \frac{0,1}{0,1} = 1 \Leftarrow Q_{r_i} < K \Leftarrow$ يتطور التفاعل في منحى زيادة قيمة Q_r أي في المنحى المباشر.

خلال هذا التفاعل تأكسدت ذرات الزنك إلى أيونات الزنك وفق نصف المعادلة: $Zn_{(s)} ----> Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$

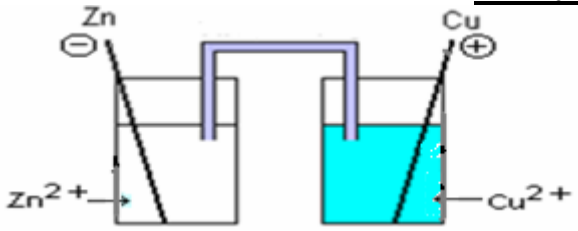
بينما اختزلت أيونات النحاس وفق نصف المعادلة : $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- ----> Cu_{(s)}$

رغم أن الإلكترونات لا تتواجد في المحاليل المائية فقد تم هذا الانتقال الإلكتروني مباشرة بالتماس بين ذرات صفيحة الزنك وأيونات النحاس Cu^{2+}.

◄ سنرى ، في الفقرة الموالية ، أن هذا الانتقال الإلكتروني بين ذرات الزنك وأيونات النحاس يمكن أن يتم بواسطة دارة خارجية. وبذلك سنحصل على عمود تتحول خلال اشتغاله الطاقة الكيميائية المقرونة بالتفاعل (1) إلى طاقة كهربائية.

II الانتقال التلقائي للإلكترونات في عمود كهربائي:

1) وصف عمود دانيال Pile Daniell



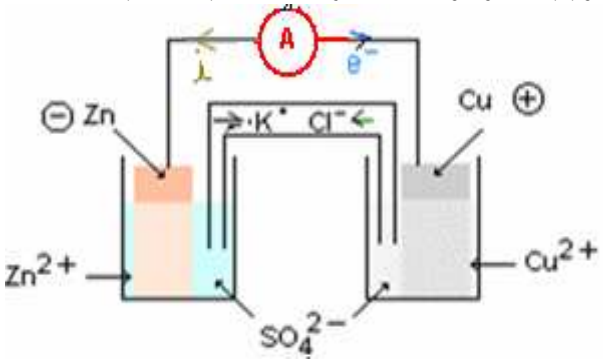
يتكون عمود دانيال من :

- صفيحة من النحاس مغمورة في محلول مائي لكبريتات النحاس $(Cu^{2+}_{(aq)} + (SO_4)^{2-}_{(aq)})$ وهو نصف العمود ويسمى : إلكترود.
- صفيحة من الزنك مغمورة في محلول مائي لكبريتات الزنك. $(Zn^{2+}_{(aq)} + (SO_4)^{2-}_{(aq)})$ وهو النصف الثاني للعمود ويسمى كذلك : إلكترود.
- قنطرة أيونية مكونة من محلول مختر $(K^+ + Cl^-)$ ، تربط بين المحلولين دون أن يختلطا ، وتلعب دور التوصيل الكهربائي بينهما.

2) اشتغال عمود دانيال:

نركب جهاز الأمبيرمتر (أو الفولطميتر) بين مربطي العمود.

يتبين أن صفيحة النحاس تمثل القطب الموجب للعمود و صفيحة الزنك تمثل قطبه السالب.



إذن يمر التيار الكهربائي عبر الدارة الخارجية من صفيحة النحاس نحو صفيحة الزنك ، وبما أن الإلكترونات لها عكس منحى التيار الكهربائي ، فهي تمر من صفيحة الزنك نحو صفيحة النحاس (انظر الشكل).

تحرر الإلكترونات بسبب أكسدة فلز الزنك ، حسب نصف المعادلة التالية: $Zn_{(s)} ----> Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$

تستهلك الإلكترونات التي تصل إلى صفيحة النحاس على مستوى فلز -محلول بسبب اختزال ايون النحاس II ، حسب نصف المعادلة:

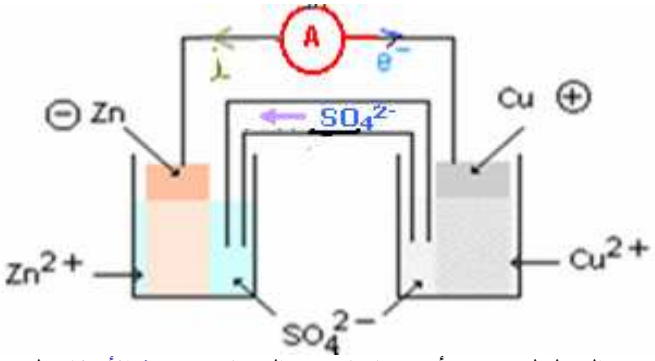
$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- ----> Cu_{(s)}$

خلال اشتغال العمود أكسدة فلز الزنك واختزال أيونات النحاس II حدثان متزامنان، يعبر عنهما بالمعادلة :

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

قد حدث فعلا ، انتقال الإلكترونات من فلز $Zn_{(s)}$ إلى أيونات النحاس II $Cu^{2+}_{(aq)}$ وهما في غير تماس مباشر. فالسلك الرابط بين الإلكترودين هو الذي سمح بمرور الإلكترونات.

يوضح الشكل التالي انتقال الإلكترونات والايونات خلال اشتغال العمود.



يتجلى دور القنطرة الأيونية في الربط بين المحلولين دون أن يتماسا ، مع السماح بهجرة الأيونات لضمان الحياد الإلكتروني للمحلول و مرور التيار الكهربائي .

أثناء اشتغال العمود يتزايد تركيز الأيونات Zn^{2+} في محلول كبريتات النحاس بينما يتناقص تركيز الأيونات Cu^{2+} في محلول كبريتات الزنك ، وللحفاظ على الحياد الكهربائي تهاجر الأيونات SO_4^{2-} من محلول كبريتات النحاس نحو محلول كبريتات الزنك.

يمثل عمد دانيال بالتبيانة الاصطلاحية التالية:

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

الإلكترود السالب: تحدث على مستواه الأكسدة و يسمى بالآنود.

والإلكترود الموجب: يحدث على مستواه الاختزال و يسمى بالكاتود.

3) تعميم :

بصفة عامة يتكون العمود من:

- صفيحة فلزية M مغمورة في محلول مائي يحتوي على كاتيونات هذا الفلز M^{m+} ، وهي تمثل الإلكترود الأولى للعمود.
- وصفيحة فلزية N على كاتيونات مغمورة في محلول يحتوي هذا الفلز N^{n+} ، وهي تمثل الإلكترود الثانية للعمود.
- قنطرة أيونية تربط بين المحلولين .

التمثيل الاصطلاحي للعمود:

$$\ominus \; N_{(s)} / N^{n+}_{(aq)} \vdots\vdots M^{m+}_{(aq)} / M_{(s)} \; \oplus$$

يسمى الإلكترود الذي يحدث على مستواه الاختزال : الكاتود. (وهو الإلكترود الموجب للعمود).

يسمى الإلكترود الذي تحدث على مستواه الأكسدة : الآنود.(وهو الإلكترود السالب للعمود).

بجوار الآنود: $N ----> N^{n+} + ne^-$ الأكسدة الآنودية.

بجوار الكاتود: $M^{m+} + me^- ----> M$ الاختزال الكاتودي.

تمنح الأكسدة الآنودية الإلكترونات عبر الدارة الخارجية وتستهلك بالاختزال الكاتودي. إذن اثناء اشتغال العمود يحدث تفاعل الأكسدة والاختزال التالي:

$$m\,N_{(s)} + n\,M^{m+}_{(aq)} ----> m\,N^{n+}_{(aq)} + n\,M_{(s)}$$

4) تفسير اشتغال العمود :

- يكون العمود ، أثناء اشتغاله (في غير حالة توازن) .
- يمكن معيار التقدم (بالمقارنة بين k و $Q_{r,i}$) من تحديد منحى انتقال حملة الشحنة الكهربائية في العمود.
- العمود عند التوازن ، عمود مستهلك (غير صالح للاستعمال)لا يمكنه أن يولد تيارا كهربائيا.

$Q_{r,i}=k$ و $I=0$.

5) مميزات العمود :

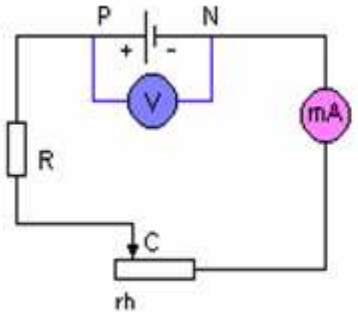
يتميز العمود مثل كل مولد ب:

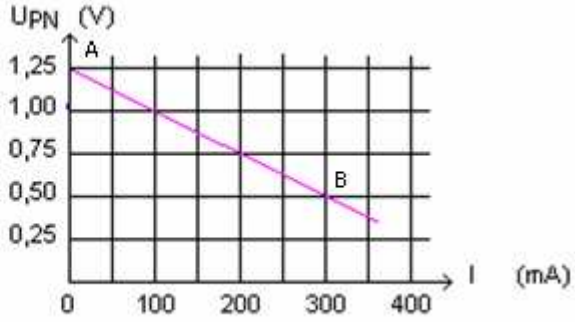
– قطبيه ، فهو يتوفر على قطبين:قطب موجب وقطب سالب.

- قوة كهرمحركة ، يرمز إليها ب:E ويعبر عنها بالفولط (V).

- مقاومة داخلية يرمز إليها ب:r ويعبر عنها بالأوم Ω.

يكتب قانون أوم بالنسبة لعمود : $U_{PN}=E-rI$





مميزة العمود $U_{PN}=E-rI$ **بحيث** E **هي القوة الكهرمحركة للعمود وهي تساوي التوتر المطبق بين مربطيه عندما يكون** $I=0$

المقاومة الداخلية للعمود ، r **:**

$$r=\left|\frac{\Delta U_{PN}}{\Delta r}\right|=\left|\frac{0,5-1,25}{0,3-0}\right|=|-2,5|=2,5\Omega$$

ملحوظة:العوامل المؤثرة على القوة الكهرمحركة للعمود هي: درجة الحرارة تراكيز الأيونات الفلزية.

III الدراسة الكمية لعمود:

1) كمية الكهرباء القصوية الممكن تمريرها من طرف عمود:

كمية الكهرباء التي تعبر مقطع السلك الموصل الرابط بين مربطي العمود خلال مدة زمنية Δt **هي :** $q=I\Delta t$

وبما حملة الشحنة هي الإلكترونات فهي تساوي $q=ne$ **:** n **هوعدد الإلكترونات الذي يعبر مقطع الموصل خلال المدة الزمنية** Δt

وكمية مادة الإلكترونات الموجودة في العدد n **من الإلكترونات هي:** $n(e)=\frac{n}{N_A}$ $\Leftarrow$ $n=n(e).N_A$

وبالتالي: $q=n(e).N_A.e$ **نضع** $F=eN_A$ **وهذا المقدار يسمى الفراداي(وهي شحنة مول من الإلكترونات).**

وبذلك يعبر عن كمية الكهرباء الممررة ب: $q=I\Delta t=n(e).F$

لدينا عدد أفوكادرو : $N_A=6,02\times10^{23}mol^{-1}$ **والشحنة الابتدائية:** $e=1,6\times10^{-19}C$

إذن: $F=6,02\times10^{23}\times1,6\times10^{-19}=96500C/mol$

ملحوظة:سعة العمود:هي كمية الكهرباء القصوية التي يمررها عمود يولد تيارا كهربائيا شدته ثابتة خلال مدة Δt_{max} **:** $q_{max}=I\Delta t_{max}$

2) تطبيق:

نصل بواسطة قنطرة أيونية نصفي العمود التاليين:

بحيث ، $Cu^{2+}_{(aq)}/Cu_{(s)}$ $\quad[Cu^{2+}]=0,05mol/l$

بحيث ، $Ag^{+}_{(aq)}/Ag_{(s)}$ $\quad[Ag^{+}]=0,01mol/l$

1)تكتب معادلة تفاعل الأكسدة –اختزال الممكن حدوثه كالتالي:

$$2\,Ag_{(s)}+Cu^{2+}_{(aq)}\longrightarrow 2\,Ag^{+}_{(aq)}+Cu_{(s)}$$

علما أن ثابتة التوازن هذا عند درجة الحرارة $25°C$ **تساوي :** $K=2,6\times10^{-16}$ **، ما منحى تطور هذه المجموعة؟**

2)استنتج التفاعلين الذين يحدثان على مستوى الإلكترودين ، وعين منحى انتقال حملة الشحنة الكهربائية في العمود.

3اعط التبيانة الإصطلاحية للعمود.

4)علما أن العمود يولد خلال المدة الزمنية $\Delta t=1,5mn$ **، تيارا شدته :** $I=86mA$ **.**

أ) ما كمية الكهرباء المتدخلة خلال هذه المدة؟

ب) احسب تغير كمية مادة أيونات النحاس II وتغير كمية مادة أيونات الفضة خلال هذه المدة.

//

1) لنحدد القيمة البدئية لخارج التفاعل:

$$Q_{r,i} = \frac{[Ag^+]_i^2}{[Cu^{2+}]} = \frac{(0,02)^2}{0,05} = 2\times10^{-3}$$

نلاحظ أن: $Q_{r,i} > K$ ، إذن المجموعة ستتطور في المنحى المؤدي إلى تناقص قيمة خارج التفاعل أي في المنحى غير المباشر (2).

$$2\,Ag^+_{(aq)} + Cu_{(s)} \longrightarrow 2\,Ag_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)}$$

2) بجوار الأنود : الأكسدة: $Cu ----> Cu^{2+} + 2e^-$ **القطب السالب للعمود.**

بجوار الكاتود : الاختزال : $Ag^+ + e^- ----> Ag$ **القطب الموجب للعمود.**

تنتقل الالكترونات عبر الدارة الخارجية من الكترود النحاس نحو الكترود الفضة ويمر التيار الكهربائي في المنحى المعاكس.

(الكاتيونات لها نفس منحى التيار الكهربائي والانيونات نفس منحى الالكترونات).

3) التبيانة الاصطلاحية للعمود:

$$\ominus\ Cu_{(s)}/Cu^{2+}_{(aq)} \;\; Ag^+_{(aq)}/Ag_{(s)}\ \oplus$$

4)أ) كمية الكهرباء المتدخلة خلال المدة الزمنية Δt .

$$q = I.\Delta t = 86\times10^{-3}\,A\times1,5\times60s = 7,74C$$

ب)

معادلة التفاعل		$2\,Ag^+_{(aq)} + Cu_{(s)} \longrightarrow 2\,Ag_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)}$				
الحالة	التقدم	كميات المادة				
البدئية	0	$n_o(Cu^{2+})$	$n_o(Ag)$		$n_o(Cu)$	$n_o(Ag^+)$
أثناء التطور	x	$n_o(Cu^{2+})+x$	$n_o(Ag)+2x$		$n_o(Cu)-x$	$n_o(Ag^+)-2x$

من خلال الأكسدة الانودية : $Cu ----> Cu^{2+} + 2e^-$ **يتضح أن كمية مادة** Cu^{2+} **تتزايد** $\Leftarrow \Delta Cu^{2+} > 0$

من خلال الاختزال الكاتودي : $Ag^+ + e^- ----> Ag$ **يتضح أن كمية مادة** Ag^+ **تتناقص** $\Leftarrow \Delta Ag^+ < 0$

من خلال نصف المعادلة الأولى لدينا(كمية مادة النحاس المكون): $n(Cu^{2+}) = \frac{n(e^-)}{2}$

ومن خلال جدول التقدم كمية مادة النحاس المكون: $n(Cu^{2+}) = x \Rightarrow n(e^-) = 2x$

وحسب التعريف لدينا : $n(e^-) = \frac{q}{F} = \frac{I\Delta t}{F}$ **إذن:** $\frac{I\Delta t}{F} = 2x$ **ومنه :** $x = \frac{I\Delta t}{2F}$

وبالتالي حسب جدول التقدم :

$$\Delta n(Cu^{2+}) = x = \frac{I.\Delta t}{2F} = \frac{7,47}{2\times96500} = 4\times10^{-5}\,mol$$

$$\Delta n(Ag^+) = -2x = -8\times10^{-5}\,mol$$

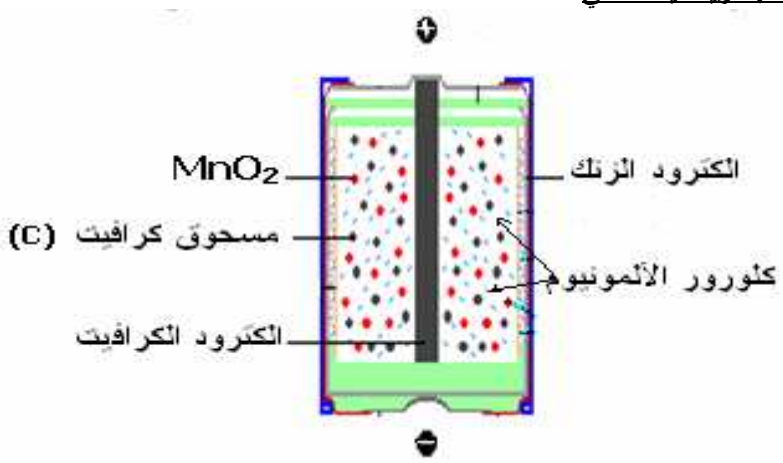
VI الأعمدة الاعتيادية:

1) تعريف:

الأعمدة الاعتيادية هي الأعمدة التي تستعمل في الحياة اليومية وهي متنوعة منها ما هو ملحي وقلائي وأعمدة بالليثيوم ، أهمها .

وأكثرها استعمالا بطارية ليكلانشي $(pile - Leclanché)$.

2) مثال للأعمدة الاعتيادية : بطارية ليكلا نشي.



معادلة التفاعل الحاصل خلال اشتغال العمود:

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

$$MnO_2 + H^+ + e^- \longrightarrow MnO(OH) \quad \times 2$$

$$Zn + 2MnO_2 + 2H^+ \longrightarrow Zn^{2+} + 2MnO(OH)$$

ويمثل اصطلاحا بما يلي:

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

SBIRO ABDELKRIM Lycée a gricole Oulad-Taima Agadir Maroc
Pour toute observation contactez mon e-mail
sbiabdou@yahoo.fr

WWW.NETLYCEE.COM