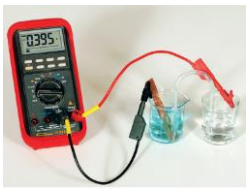
الأعمدة الكهربائية

نغمر معدن $M_1(s)$ كتلته m_1 في البيشر الاول يحتوي على محلول به شوارد هذا المعدن $M_1^{n_1+}(aq)$ حجمه V_1 و تركيزه المولي C_1
و نغمر معدن $M_2(s)$ كتلته m_2 في البيشر الثاني يحتوي على محلول به شوارد هذا المعدن $M_2^{n_2+}(aq)$ حجمه V_2 و تركيزه المولي C_2
ثم نوصل بين البيشرين بغمر اطراف جسر ملحي على شكل حرف U في المحلولين .

1. تعريف العمود

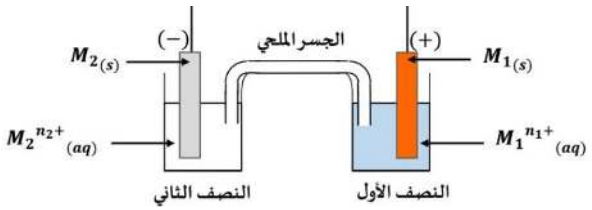
هو مولد يحول الطاقة الكيميائية المنتجة من تفاعل أكسدة إرجاعيه تلقائي إلى طاقة كهربائية .

2. تركيب العمود



يتركب العمود من نصفي عمود يصل بينهما جسر ملحي .
1.النصف الاول : يتكون من صفيحة معدنية لمعدن M_1 مغمورة في محلول يحتوي على شوارد نفس المعدن $M_1^{n_1+}$
2.النصف الثاني : يتكون من صفيحة معدنية لمعدن M_2 مغمورة في محلول يحتوي على شوارد نفس المعدن $M_2^{n_2+}$
3.الجسر الملحي :انبوب على شكل حرف U يحتوي على محلول شاردي أو ورق ترشيح مبلل بمحلول شاردي

3. شكل تخطيطي للعمود الكهربائي



شكل تخطيطي للعمود الكهربائي

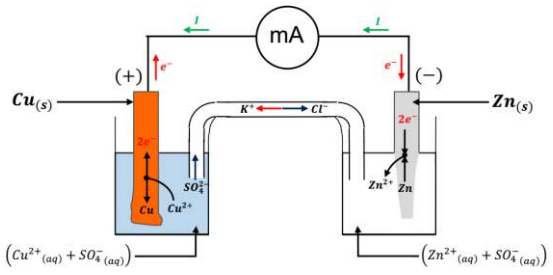
- التمثيل الاصطلاحي للعمود الكهربائي :
$(-)\ M_2/M_2^{n_2+}\ //\ M_1^{n_1+}/M_1\ (+)$
- دور الجسر الملحي :
  - ✓ الوصل بين نصفي العمود .
  - ✓ ضمان النقل الكهربائي بين المحلولين .

الشوارد السالبة للجسر الملحي تنزل في النصف السالب لتعديل الزيادة في الشوارد .
الشوارد الموجبة للجسر الملحي تنزل في النصف الموجب لتعديل النقص في الشوارد.

4. المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الارجاع و معادلة التفاعل المنمذج للتحول الحادث

- القطب السالب (المصعد) : تحدث فيه معادلة الاكسدة $n_2\ .\ (M_1\ (s)\ = M_1^{n_1+}\ (aq) + n_1\ e^-)$
- القطب الموجب (المهبط) : تحدث فيه معادلة الارجاع $n_1\ .\ (M_2^{n_2+}(aq)\ +\ n_2\ e^-\ = M_2\ (s))$
- المعادلة المنمذجة للتفاعل الحادث : $n_2.M_1(s) + n_1.M_2^{n_2+}(aq) = n_2.M_1^{n_1+}(aq) + n_1.M_2(s)$

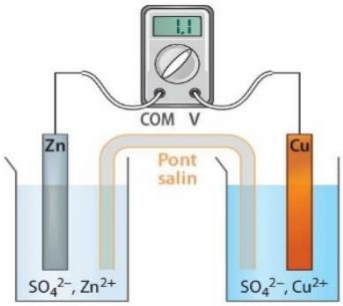
5.كيفية تحديد اقطاب العمود



الحالة1 :
- جهة انتقال الالكترونات : من القطب السالب نحو القطب الموجب .
- جهة انتقال الكهرباء : اصطلاحا من القطب الموجب نحو القطب السالب .

الحالة 2 :
- في النصف الموجب : يحدث فيه ارجاع .
- في النصف السالب : يحدث فيه اكسدة .

الحالة 3 :
- في النصف الموجب : تزداد كتلة المعدن بسب حدوث الترسب عليه
- في النصف السالب : تنقص كتلة المعدن لأنه يتآكل



الحالة 4 :
- إذا انحرف مؤشر الفولط متر في الاتجاه الموجب يعني أن :
  - ✓ القطب الموجب (+) للعمود موصول مع قطب قياس V للفولط متر .
  - ✓ القطب السالب (-) للعمود موصول مع قطب قياس COM الفولط متر .
- إذا انحرف مؤشر الفولط متر في الاتجاه السالب يعني أن :
  - ✓ القطب الموجب (+) للعمود موصول مع قطب قياس COM للفولط متر .
  - ✓ القطب السالب (-) للعمود موصول مع قطب قياس V الفولط متر

الحالة 5 :
- ✓ توتر القطب الموجب اكبر من توتر القطب السالب $U_{M_1} > U_{M_2}$.

6. جدول التقدم للتفاعل الحادث

الحالة	التقدم	$n_2\ .\ M_1(s)$ +	$n_1.M_2^{n_2+}(aq)$ =	$n_2.M_1^{n_1+}(aq)$ +	$n_1.M_2(s)$
ح.إ	0	$n(M_1)$	$n(M_2^{n_2+})$	$n(M_1^{n_1+})$	$n(M_2)$
ح.إ	x	$n(M_1) - n_2.x$	$n(M_2^{n_2+}) - n_1.x$	$n(M_1^{n_1+}) + n_2.x$	$n(M_2) + n_1.x$
ح.ن	x_f	$n(M_1) - n_2.x_f$	$n(M_2^{n_2+}) - n_1.x_f$	$n(M_1^{n_1+}) + n_2.x_f$	$n(M_2) + n_1.x_f$

الأعمدة الكهربائية

1. تطور الجملة الكيميائية

أ. كسر التفاعل في الحالة الابتدائية Q_{r_i}	ب. ثابت التوازن K	ج. تطور الجملة الكيميائية
$Q_{r_i} = \dfrac{[M_1^{n_1+}(aq)]_i^{n_2}}{[M_2^{n_2+}(aq)]_i^{n_1}}$	$K = \dfrac{[M_1^{n_1+}(aq)]_f^{n_2}}{[M_2^{n_2+}(aq)]_f^{n_1}}$	❖ أثناء الاشتغال : $Q_{ri} < K$ العمود الكهربائي ينتج تيار كهربائي . ❖ عند التوازن : $Q_{ri} = K$ العمود الكهربائي لا يولد تيار كهربائي و بالتالي العمود يتوقف عن الاشتغال.

2. كمية الكهرباء المنتجة من طرف العمود Q

أ. كمية الكهرباء المنتجة من طرف العمود Q بدلالة شدة التيار الكهربائي I

$Q = I.\Delta t$	Q : كمية الكهرباء المنتجة من طرف العمود (C) I : شدة التيار الكهربائي الذي ينتجه العمود (A) Δt : المدة الزمنية لاشتغال العمود (s)

ب. كمية الكهرباء المنتجة من طرف العمود Q بدلالة تقدم التفاعل x

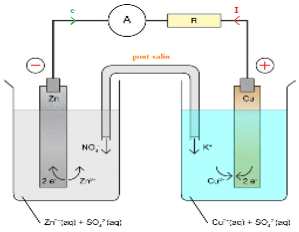
$Q = z.x.F$ يعطى : $F = 96500\ C/mol$	❖ في الحالة النهائية $Q_{max} = z.x_{max}.F$	Q : كمية الكهرباء المنتجة (C) Z : عدد الالكترونات المتبادلة x : تقدم التفاعل (mol) F : الفاراداي (C/mol)

3. الفاراداي F

✓ هو كمية الكهرباء التي ينتجها 1mol من الالكترونات خلال حركتها

$1F = N_A.|e^-|$
$\Rightarrow 1F = 6{,}02.10^{23}.1{,}6.10^{-19}$
$\Rightarrow 1F = 96500\ C/mol$

4. القوة المحركة للعمود E بدلالة المقاومة R و شدة التيار I



$E = R.I$

E : القوة المحركة للعمود (V)
R : المقاومة (Ω)
I : شدة التيار المار في المقاومة (A)

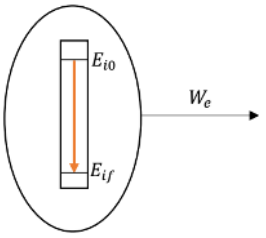
5. القوة المحركة للعمود E

القوة المحركة الكهربائية تتعلق بـ:
- ♦ طبيعة الثنائية المتدخلة في تركيب العمود .
- ♦ التراكيز المولية للمحالية الشاردية

$E = E^+ - E^-$

E^+ : القوة المحركة للقطب الموجب (V)
E^- : القوة المحركة للقطب السالب (V)
E : القوة المحركة للعمود (V)

6. التفسير الطاقوي



العمود
مخطط الحصيلة الطاقوية

عندما يشتغل العمود تتناقص طاقته الداخلية من E_{i0} الى E_{if} معطيا طاقة كهربائية W_e

❖ مبدأ انحفاظ الطاقة للجملة (عمود) :

$E_{i0} = E_{if} + W_e$

E_{i0} : الطاقة الداخلية في الحالة الابتدائية (j)
E_{if} : الطاقة الداخلية في الحالة النهائية (j)
W_e : الطاقة الكهربائية (j)

الأعمدة الكهربائية

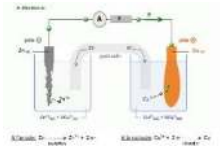
عمود دانيال

نغمر معدن $Cu(s)$ كتلته m_1 في البيشر الاول يحتوي على محلول به شوارد هذا المعدن $Cu^{2+}(aq)$ حجمه V_1 و تركيزه C_1 .
نغمر معدن $Zn(s)$ كتلته m_2 في البيشر الثاني يحتوي على محلول به شوارد هذا المعدن $Zn^{2+}(aq)$ حجمه V_2 وتركيزه C_2
ثم نوصل بين البيشرين بغمر اطراف جسر ملحي على شكل حرف U يحتوي على محلول شاردي (K^+, Cl^-) في المحلولين .

1. تركيب عمود دانيال

يتركب عمود دانيال من نصفي عمود يصل بينهما جسر ملحي .
1.النصف الاول : يتكون من صفيحة لمعدن Cu مغمورة في محلول يحتوي على شوارد نفس المعدن Cu^{2+}
2.النصف الثاني : يتكون من صفيحة لمعدن Zn مغمورة في محلول يحتوي على شوارد نفس المعدن Zn^{2+}
3.الجسر الملحي :انبوب على شكل حرف U يحتوي على محلول شاردي (K^+, Cl^-)

2. المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الارجاع و معادلة التفاعل المنمذج للتحول الحادث



- القطب السالب (المصعد) : تحدث فيه معادلة الاكسدة يتآكل الزنك $Zn(s) = Zn^{2+}(aq) + 2e^-$
- القطب الموجب (المهبط) : تحدث فيه معادلة الارجاع يترسب النحاس $Cu^{2+}(aq) + 2e^- = Cu(s)$
- المعادلة المنمذجة للتفاعل الحادث : $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) = Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$

3. التمثيل الاصطلاحي للعمود الكهربائي

$(-)\ Zn/Zn^{2+}//Cu^{2+}/Cu\ (+)$

4. جدول التقدم للتفاعل الحادث

	$Zn(s)$	+ $Cu^{2+}(aq)$	= $Zn^{2+}(aq)$	+ $Cu(s)$
الحالة الابتدائية	$n(Zn)$	$n(Cu^{2+})$	$n(Zn^{2+})$	$n(Cu)$
الحالة الانتقالية	$n(Zn) - x$	$n(Cu^{2+}) - x$	$n(Zn^{2+}) + x$	$n(Cu) + x$
الحالة النهائية	$n(Zn) - x_f$	$n(Cu^{2+}) - x_f$	$n(Zn^{2+}) + x_f$	$n(Cu) + x_f$

5.كسر التفاعل

أ. كسر التفاعل في الحالة الابتدائية Q_{r_i}	ب. ثابت التوازن K	ج. تطور الجملة الكيميائية
$Q_{r_i} = \frac{[Zn^{2+}(aq)]_i}{[Cu^{2+}(aq)]_i}$	$K = \frac{[Zn^{2+}(aq)]_f}{[Cu^{2+}(aq)]_f}$	❖ أثناء الاشتغال : $Q_{ri} < K$ العمود الكهربائي ينتج تيار كهربائي . ❖ عند التوازن : $Q_{ri} = K$ العمود الكهربائي لا يولد تيار كهربائي .

6. إيجاد التقدم الاعظمي x_{max}

$$Q_{max} = z\,.\,x_{max}\,.\,F \Rightarrow x_{max} = \frac{Q_{max}}{z.F} = \frac{I\,.\,\Delta t}{z\,.\,F} = \frac{I\,.\,\Delta t}{2\,.\,96500}$$

✓ عدد الالكترونات المتبادلة $z = 2$

7. إيجاد النقص الكتلي للزنك و الزيادة الكتلية للنحاس Δm

النقص الكتلي للزنك Δm

$\Delta m = m_0 - m_f$
$\Rightarrow \Delta m = n_0.M - n_f.M$
$\Rightarrow \Delta m = n_0.M - (n_0 - x_f).M$
$\Rightarrow \Delta m = x_f.M$

الزيادة الكتلية للنحاس Δm

$\Delta m = m_f - m_0$
$\Rightarrow \Delta m = n_f.M - n_0.M$
$\Rightarrow \Delta m = (n_0 + x_f).M - n_0.M$
$\Rightarrow \Delta m = x_f.M$

8.القوة المحركة الكهربائية E

المعادلة	$Cu^{2+}(aq) + 2e^- = Cu(s)$	$Zn(s) = Zn^{2+}(aq) + 2e^-$	$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) = Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$
القوة المحركة	$E^+ = 0{,}342\ V$	$E^- = -0{,}762\ V$	$E = 0{,}342 - (-0{,}762) = 1.14\ V$