তড়িৎ রসায়ন

লেকচার

HSC Hybrid Course

Zahid Sir

তড়িৎ রসায়ন

ফ্যারাডের সূত্র

* $W = ZIt$

  $W = ZQ$ $[Q = It]$

* তড়িৎ কোষ: EMF নির্ণয়

  ↳ নার্নস্ট সমীকরণ

* কোন ধাতু কোথায় যাবে? কোন ধাতু কোথায় যাবে না.

তড়িৎ রসায়ন

তড়িৎ পরিবাহী

(i) সুপরিবাহী–
(ii) অর্ধপরিবাহী–
(iii) কুপরিবাহী

তড়িৎ বিশ্লেষণ

$w = ZQ$
$= ZIt$ [$Q = It$

ইলেক্ট্রোপ্লেটিং

তড়িৎ রাসায়নিক কোষ

গ্যালভানিক কোষ

$$EMF = E_{A(ox)} + E_{C(red)}$$

তড়িৎ বিশ্লেষণ: বিগলিত বা দ্রবীভূত তড়িৎ বিশ্লেষ্যের মধ্য দিয়ে যদি তড়িৎ প্রবাহিত করা হয়, তখন যে রাসায়নিক পরিবর্তন হয় তাকে তড়িৎ বিশ্লেষণ বলে।

* Anode জারণ
* Cathode বিজারণ

* $W = ZIt$

ফ্যারাডের ১ম সূত্র: কোন তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করলে তড়িৎদ্বারে সঞ্চিত পদার্থের পরিমাণ প্রবাহিত চার্জের সমানুপাতিক।

মনে করি,

Q পরিমাণ চার্জ প্রবাহিত করা হলে ক্যাথোডে Wg পদার্থ জমা হয়।

$W \propto Q$

বা, $W = ZQ$ [Z = সমানুপাতিক ধ্রুবক/তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক]

বা, $W = ZIt$

চার্জ = I × t

$\boxed{\therefore W = ZIt}$ $\left(Z = \frac{M}{n \times 96500C} \right)$ $\left[Z = \frac{\text{পারমাণবিক ভর}}{\text{যোজনী} \times 96500C} \right]$

তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্কের একক $= Z = \frac{W}{It} = \frac{W}{Q} = \frac{g}{c} = \boxed{gC^{-1}}$

তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক: তড়িৎ বিশ্লেষণের সময় তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থে 1C বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে, যত গ্রাম তড়িৎদ্বারে সঞ্চিত হয় বা দ্রবীভূত হয়, তাকে ঐ পদার্থের তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক বলে।

Ag এর $0.001118\ gC^{-1}$ [V.V.I]

H এর $0.000010447\ gC^{-1}$

◆**$0.001118\ gC^{-1}$ Ag এর তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক বলতে কি বুঝ?** (100%)

কোন একটি তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণে 1C বিদ্যুৎ প্রবাহিত করলে ঐ তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণের ক্যাথোড তড়িৎদ্বারে 0.001118g Ag জমা হবে।

* t s সময়ে Q চার্জ প্রবাহিত হয়

∴ 1 s " $\frac{Q}{t}$ " " "

$$\therefore I = \frac{Q}{t}$$

∴ $Q = It$	I = তড়িৎ প্রবাহ	একক অ্যাম্পিয়ার

* তড়িৎ রাসায়নিক কোষ ও গ্যালভানিক কোষের পার্থক্য:

তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষ	গ্যালভানিক কোষ
১. যে কোষে বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হয় তাকে তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষ বলা হয়।	১. যে কোষে রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে বিদ্যুৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়, তাকে গ্যালভানিক কোষ বলে।
২. শক্তিগ্রাহী কোষ	২. শক্তিউৎপাদী কোষ
৩. বাহ্যিক বর্তনীতে কোন তড়িৎ চালক বলের উৎস থাকতে হয়	৩. বাহ্যিক বর্তনীতে কোন পরিবাহী তার হলেই চলে
৪. এদের অ্যানোড ধনাত্মক, ক্যাথোড ঋণাত্মক	৪. অ্যানোড ঋণাত্মক ও ক্যাথোড ধনাত্মক
৫. এক প্রকোষ্ঠ বিশিষ্ট রাসায়নিক কোষ	৫. সাধারণত দুই প্রকোষ্ঠ বিশিষ্ট

ফ্যারাডের সূত্রের মৌলিক বিষয়ঃ $1F = 96500C$

মূলত $1F$ চার্জ $= 1$ mol পরিমাণ চার্জ $= 96500C$

6.02×10^{23} টি e^-এর চার্জ $96500C$

$\therefore$ 1 টি e^-এর চার্জ $\frac{96500}{6.02 \times 10^{23}} C = 1.6 \times 10^{-19} C$

Basic:

(1) $Na^+ + e^- \rightarrow Na$
$1F \rightarrow 23g$ Na জমা হবে
$96500C \rightarrow 23g$ Na

(2) $Ca^{2+} + 2e^- \rightarrow Ca$
$2F$ 1 mol Ca জমা হবে $= 40g$
$(2 \times 96500)C \rightarrow 40g$ Ca

(3) $Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$
$3F$ 27g Al জমা হবে $= 1mol\ Al = 27g$
$3 \times 96500 = 27g$ Al

$Na^+ + 1\,mol\,e = 1\,mol\,Na = 23g\,Na$
$1F/96500C$

$Mg^{2+} + 2\,mol\,e = 1\,mol\,Mg = 24g$
$2F$
$(2 \times 96500C)$

* Al^{3+} থেকে $1F$ বিদ্যুৎ প্রবাহিত করলে কত গ্রাম Al জমা হবে?

$1\,mol\,Al = 27g$

$3F$ --- $1\,mol\,Al / 27g$

$\therefore 1F$ $\frac{27}{3} = 9g$

ZAHID'S CHEM CLINIC

◆NaCl এর দ্রবণে কত F বা কত C চার্জ প্রবাহিত করলে 3g Na ক্যাথোডে জমা হয়?

23g জমা হবে 1F বা 96500 C চার্জ প্রবাহিত করলে

1g জমা হবে $\frac{1}{23}$ F বা $\frac{96500}{23}$ C চার্জ প্রবাহিত করলে

∴ 3g জমা হবে $\frac{3}{23}$ F বা $\left(\frac{96500\times3}{23}\right)$ C চার্জ প্রবাহিত করলে

$= 0.13$ F বা 12586.96 C চার্জ প্রবাহিত করলে

Or, $W = ZQ \therefore = \frac{w}{z} = \frac{3g}{\frac{23}{1\times96500}} = 12586.96\ C$

◆ 500 C চার্জ প্রবাহিত করলে কত g Ag জমা হবে?

$\Rightarrow W = ZQ$

$= \left(\frac{108}{1\times96500}\times500\right)$ g

$= 0.5595$g

$z = \frac{\text{পা: ভর}}{\text{যোজনী} \times 96500}$

◆◆◆ $W = ZIt \quad = \frac{M}{n\times96500}\times It$

◆ H_2SO_4 এর লঘু দ্রবণে 0.5A তড়িৎ প্রবাহ 6 ঘন্টা ধরে প্রবাহিত করলে কত g পানি বিয়োজিত হবে?

$$H_2SO_4 + H_2O \longrightarrow H^+ + OH^-$$

$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2\uparrow$$

ক্যাথোডে H_2 গ্যাস জমা হয়;

$$W = ZIt = \frac{1.008}{1 \times 96500} \times 0.5 \times 6 \times 60 \times 60 = 0.1128124\ g$$

2g H_2 থেকে পানি উৎপন্ন হয় 18g

1g H_2 থেকে পানি উৎপন্ন হয় $\frac{18}{2}$ g

∴ 0.1128124 থেকে পানি উৎপন্ন হয় = 1.0153g

❒ H_2SO_4 এর লঘু জলীয় দ্রবণে Pt তারের মধ্য দিয়ে ১ঘন্টা বিদ্যুৎ প্রবাহিত করা হলে, STP তে 250 ml H_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়। বিদ্যুতের মাত্রা কত ছিল?

এখানে, t = 1 hour = 60×60 sec = 3600 sec

M = 98

H_2 = 250 mL (STP তে)

$$= \frac{250}{224\times10^3} = 0.01116\ mol$$

$$\therefore H_2\ (0.01116 \times 2.016) = 0.0225g = w$$

STP 1mol = 22.4L
= 22400mL

$$Z = \frac{\text{পা: ভ}}{\text{যোজনী} \times 96500}$$

We know,

$$W = ZIt$$

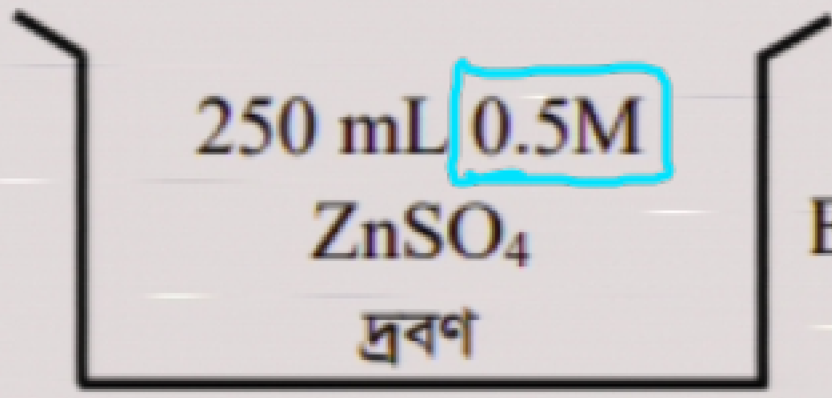
$$\text{বা, } I = \frac{w \times n \times 96500}{Mt}$$

$$= \frac{0.0225 \times 1 \times 96500}{1.008 \times 3600}$$

$$= 0.5983A\ (Ans)$$

চা: বো: ২৩

প্রশ্ন: ০৯



$E^\circ_{Zn/Zn^{2+}} = 0.76V, E^\circ_{Al/Al^{3+}} = 1.66V$

ক) তড়িৎ রাসায়নিক সারি কি?

খ) মারকনিকভ এর নীতি ব্যাখ্যা করো।

গ) উদ্দীপকের দ্রবণ Al-ধাতুর পাত্রে সংরক্ষণ করা যাবে কি না? বিশ্লেষণ করো।

ঘ) উদ্দীপকের দ্রবণে মধ্যে 2.5amp বিদ্যুৎ 1 ঘন্টা যাবৎ চালনা করা হলো। তড়িৎ বিশ্লেষণের পর দ্রবণের ঘনমাত্রা কত হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

০৯ নং প্রশ্নের উত্তর

(ঘ)

$ZnSO_4$ এর প্রাথমিক ঘনমাত্রা $= 0.5M$

$ZnSO_4$ এর মোল সংখ্যা $= (0.5 \times 250 \times 10^{-3})$ mol

$= 0.125$ mol

$\therefore Zn^{2+} = 0.125$ mol

জমার পরিমাণ. $w = ZIt$

$= \frac{65.4}{2 \times 96500} \times 2.5 \times 3600$

$= 3.05g = \frac{3.05}{65.4}$ mol $= 0.0466$ mol

∴ অবশিষ্ট Zn এর পরিমাণ = $(0.125 - 0.0466)$ mol

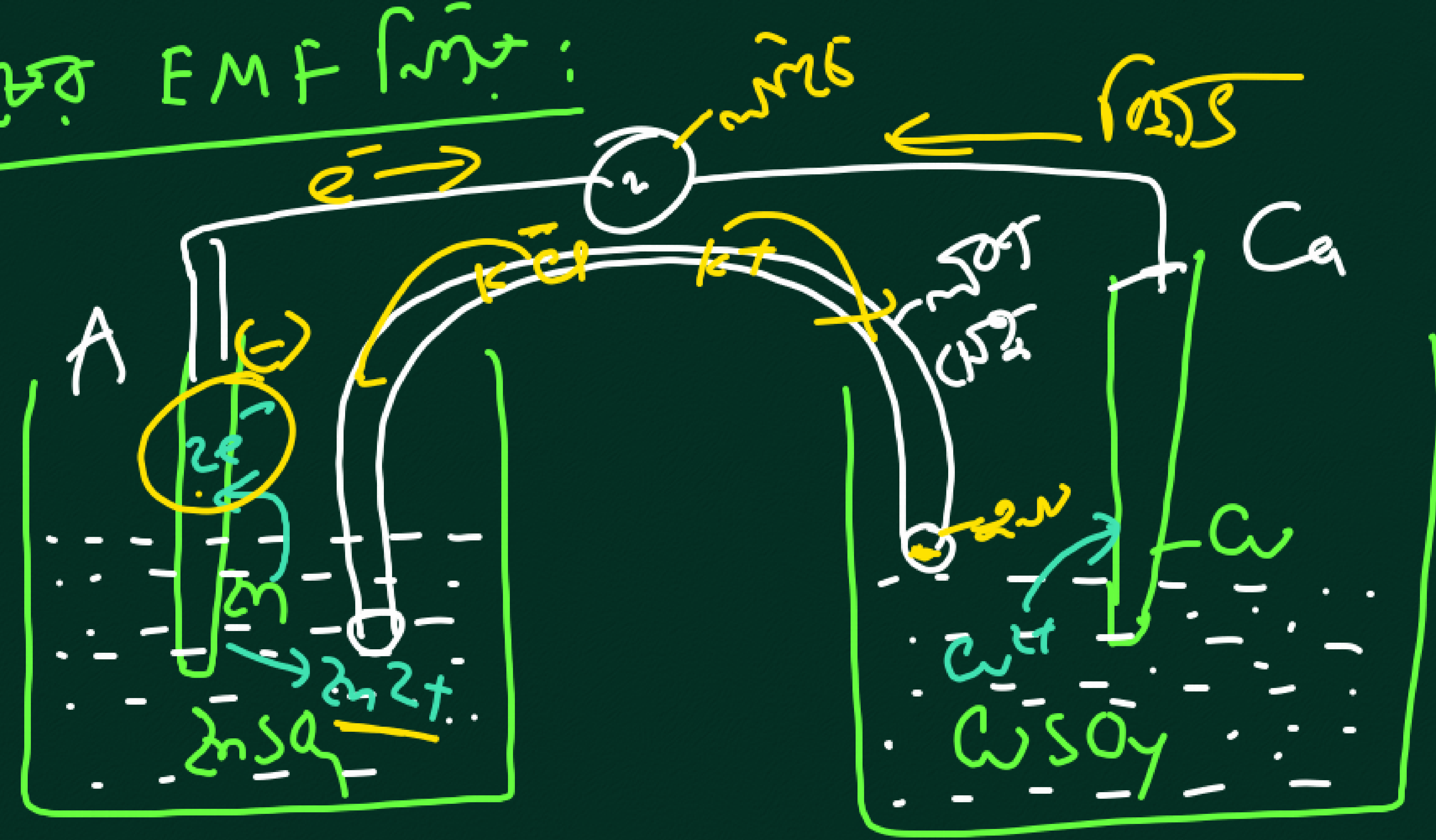
$= 0.07836$ mol

∴ ঘনমাত্রা = $\dfrac{0.07836}{250 \times 10^{-3}}$

$= 0.313M$

∴ $ZnSO_4$ ঘনমাত্রা = $0.313\underline{\underline{M}}$

* কোষের EMF নির্ণয় :



অ্যানোডে জারণ

$Zn - 2e^- \longrightarrow Zn^{2+}$ (জারণ হার) (জারণ হার > বিজারণ হার)

ক্যাথোড:

$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$ (বিজারণ হার) (বিজারণ হার > জারণ হার)

* কোষ বিক্রিয়া:

$$Zn / Zn^{2+} \, || \, Cu^{2+} / Cu$$

বা, $Zn / ZnSO_4 \, || \, CuSO_4 / Cu$

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

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

কোষ বিভব:

$$E_{cell} = E_{A(\text{জারণ})} + E_{C(\text{বিজারণ})}$$

ধাতুর সক্রিয়তার সিরিজ :

❒ যে ধাতু যত বেশি সক্রিয়, তার জারণ বিভব তত বেশি।

সক্রিয়তার সিরিজ	জারণ বিভব	
Li/Li^{+}	+ 3.04V	লিলি
K/K^{+}	+ 2.92	কে
Ca/Ca^{2+}	+ 2.87V	কে
Na/Na^{+}	+ 2.7V	না
Mg/Mg^{2+}	+ 2.36V	ম্যাকাইজার
Al/Al^{3+}	+ 1.66V	এল
Zn/Zn^{2+}	+ 0.76V	যেন
Fe/Fe^{2+}	+ 0.44V	ফিরে
Ni/Ni^{2+}	+ 0.25V	নিয়ে
Sn/Sn^{2+}	+ 0.14V	সোনা
Pb/Pb^{2+}	+ 0.13V	পাবে
H/H^{+}	0.0V	হায়
Cu/Cu^{2+}	– 0.34V	কুলাঙ্গার
Hg/Hg^{+}	– 0.79V	হাজী
Ag/Ag^{+}	– 0.80V	আজি
Pt/Pt^{3+}	–1.2V	পিটাবে
Au/Au^{3+}	–1.42V	আমায়

বিজারণ
Li^{+}/Li (–3.04V)
K^{+}/K (–2.92V)

Type-01:

যেখানে,

$E^\circ_{Zn/Zn^{2+}} = +0.76V$

$E^\circ_{Cu/Cu^{2+}} = -0.34V$

$E_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34V$

$\therefore E^\circ_{cell} = E^\circ_{Zn/Zn^{2+}} + E^\circ_{Cu^{2+}/Cu}$

$= \{0.76 - (-0.34)\}v$

$= (0.76 + 0.34)v$

$\therefore E^\circ_{cell} = +1.10\ V$ (Ans)

Type-2

Type: 02

$A/A^{2+}||B^{2+}/B;$

$A/A^{2+} = -0.34V;$ $B/B^{2+} = 0.76V;$ / $B^{2+}/B = -0.76V$

কোষ বিক্রিয়াটি কি স্বতঃস্ফূর্ত?

উত্তর: $E^\circ_{cell} = E^\circ_{A/A^{2+}} + E^\circ_{B^{2+}/B};$

$= -0.34 + (-.76)$

$= -1.1V < 0\ V$

E°_{cell} এর মান ঋণাত্মক। কোষ বিক্রিয়াটি স্বতঃস্পূর্ণ না।

Type:03

(i) ও (ii) নং এর সমন্বয়ে কোষ গঠন করে EMF নির্ণয় কর।

উত্তর: $E^\circ_{cell} = E^\circ_{Zn/Zn^{2+}} + E^\circ_{Cu^{2+}/Cu}$

$= (0.76 + 0.34)V$

$E^\circ_{cell} = 1.1V$ (Ans)

"যার জারণ বিভবের মান বেশি, তাকে Anode এ রাখব।"

Zn ⇒ +0.76V .... (i)

Cu ⇒ -0.34V .... (ii) Cu^{2+}/Cu +0.34

Ag ⇒ -0.80V .... (iii)

Fe ⇒ +0.44V .... (iv)

Al ⇒ +1.66V .... (v)

$Al/Al^{3+} \,||\, Ag^{+}/Ag$

$E_{cell} = E_{Al/Al^{3+}} + E_{Ag^{+}/Ag}$

$= 1.66 + 0.80$

$= 2.46V$ (A)

* কোন পাত্রে রাখা যাবে না জানো!

* অপেক্ষাকৃত বেশি সক্রিয় ধাতুর পাত্রে অপেক্ষাকৃত কম সক্রিয় ধাতুর দ্রবণ রাখা যাবেনা!

যেমন Zn এর পাত্রে $CuSO_4$ রাখা যাবে না।

$$Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu^{2+}$$

* অপেক্ষাকৃত কম সক্রিয় ধাতুর পাত্রে বেশি সক্রিয় ধাতুর দ্রবণ রাখা যাবে। $Cu + ZnSO_4 \longrightarrow$ No Reaction

* কোষ বিক্রিয়ার স্বতঃস্ফূর্ততা এবং সিদ্ধান্ত নেওয়া যায়ঃ

* প্রবাহকে Anode হতে
* চলাচলে হয়ে ক্যাথোড দিকে

সিদ্ধান্তঃ যদি EMF +ve হয় তখন পারবে না।
" EMF −ve " " পারবে।

◆ কপার ধাতুর পাত্রে $FeSO_4$ এর দ্রবণ রাখা যাবে কি?

$E°_{Cu/Cu^{2+}} = -0.34V$ $Cu/Cu^{2+}||Fe^{2+}/Fe$

$E°Fe/Fe^{2+} = 0.44V$

$E°cell = E_{Cu/Cu^{2+}} + E_{Fe^{2+}+Fe}$

$= \{0.34 + (-0.44)\}v$

$= -0.78v$

বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্ত নয়, তাই রাখা যাবে।

❒ জিঙ্ক বা দস্তার পাত্রে $FeSO_4$ দ্রবণ রাখা যাবে কি?

$E°_{Zn/Zn^{2+}} = +0.76V;$ $E°_{Fe/Fe^{2+}} = +0.44V$

$E°_{cell} = E°_{Zn/Zn^{2+}} + E°_{Fe^{2+}/Fe}$

$= 0.76V + (-0.44)V$

$= 0.32V$

∴ বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্ত; তাই রাখা যাবে না।

** যদি কোষের বিভবমান দেয়া থাকে তাহলে নার্নস্ট সমীকরণ ব্যবহার করতে হবে।

নার্নস্ট সমীকরণ

$$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{RT}{nF} ln \frac{[\text{উৎপাদ}]^{x}}{[\text{বিক্রিয়ক}]^{y}}$$

$$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.0592}{n} \log \frac{[\text{উৎপাদ}]^{x}}{[\text{বিক্রিয়ক}]^{y}}$$

$R = 8.314\ J\ mol^{-1} K^{-1}$

$T =$ তাপমাত্রা

$25^{\circ}C$

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

$Cu^{+} + 1e \to Cu$

25°C তাপমাত্রায়,

$$Mg(s) | Mg^{2+} (0.001M) | Cu^{2+} (0.0001M) | Cu (s)$$

$$E_{Mg^{2+}|Mg} = -2.37V, E_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34V$$

⟹ W.K,

$$E_{Cell} = E°_{Cell} - \frac{0.0592}{n} \log \frac{[A^+]^x}{[B^+]^y}$$

$$= (2.37 + 0.34) - \frac{0.0592}{2} \log \frac{0.001}{0.0001}$$

$$= +2.6804 \text{ V}$$

$Mg + Cu^{2+}$

❐ 25° তাপমাত্রায়, Sn^{2+} এর ঘনমাত্রা 0.15M এবং Al^{3+} এর ঘনমাত্রা 0.25M হলে, emf নির্ণয় কর।

$E°_{Al^{3+}/Al} = -1.66V$; $E°_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14V$

$$E_{Cell} = E°_{Cell} - \frac{RT}{nF} ln \frac{[Al^{3+}]^2}{[Sn^{2+}]^3}$$

$$= 158 - \frac{8.314 \times 298}{6 \times 96500} ln \frac{[0.15]^2}{[0.25]^3}$$

$$\therefore E_{Cell} = +1.50V \text{ (Ans)}$$

$$\left(\begin{array}{l} 2Al - 6e^- \rightarrow 2Al^{3+} \\ 3Sn^{2+} - 6e^- \rightarrow 3Sn \end{array} \right)$$

CHEM CLINIC