



ଉଡ଼ିଂ ରସାୟନ

Electro Chemistry

## তড়িৎ রসায়ন

তড়িৎ পরিবাহী এবং এর প্রকারভেদ:

- (ক) তড়িৎ পরিবহন পদ্ধতির উপর ভিত্তি করে পদার্থকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়:
- (i) ধাতব পরিবাহী বা ইলেক্ট্রনীয় পরিবাহী (সকল ধাতু)
  - (ii) ইলেক্ট্রলাইটিক পরিবাহী বা তড়িৎ বিশ্লেষণ-মধ্য পরিবাহী (এসিড, লবন, ক্ষারক)
- ❖ তড়িৎ বিশ্লেষণ-মধ্য পরিবাহী দুই প্রকার: যথা-
- (i) তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষণ-মধ্য (তীব্র এসিড, তীব্র ক্ষার, আয়নিক লবন সমূহ)
  - (ii) মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষণ-মধ্য (মৃদু এসিড, মৃদু ক্ষার, সমযোজী লবন)
- (খ) তড়িৎ পরিবহন ক্ষমতা এর ওপর ভিত্তি করে পদার্থকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়।
- (i) সুপরিবাহী (লোহা, তামা, পারদ, সোনা)
  - (ii) কুপরিবাহী (কাঠ, রাবার)
  - (iii) অর্ধ-পরিবাহী (সিলিকন)

ফ্যারাডের সূত্র:

প্রথম সূত্র: গলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় কোন তড়িৎ বিশ্লেষণ-মধ্যের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত করলে আনোডে দ্রবীভূত বা ক্যাথোডে সঞ্চিত পদার্থের পরিমাণ প্রবাহিত বিদ্যুৎ চার্জের সমানুপাতিক।

গাণিতিকভাবে,  $W \propto Q$

এখানে,

$$\Rightarrow W = ZQ$$

$W$  = সঞ্চিত বা দ্রবীভূত পদার্থের পরিমাণ

$$\Rightarrow W = ZIt$$

$Q$  = প্রবাহিত বিদ্যুৎ চার্জ =  $It$

$Z$  = তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যঙ্ক

$I$  = প্রবাহিত তড়িৎমাত্রা

মৌলের পারমানবিক

$t$  = সময়

$$= \frac{\text{মৌলের পারমানবিক}}{\text{মৌলের যোজ্যতা}} \times 96500$$

প্রত্যেক মৌলের তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যঙ্ক নির্দিষ্ট।

দ্বিতীয় সূত্র: যদি বিভিন্ন তড়িৎ বিশ্লেষণ-মধ্য পদার্থের মধ্য দিয়ে একই পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত করা হয়। তবে বিভিন্ন তড়িৎদ্বারে সঞ্চিত বা দ্রবীভূত পদার্থ গুলোর ভরের পরিমাণ, তাদের নিজ নিজ রাসায়নিক তুল্যঙ্কের সমানুপাতিক হবে।

গাণিতিকভাবে  $W \propto E$

$$E = \text{রাসায়নিক তুল্যঙ্ক} = \frac{\text{মৌলের পারমানবিক ভর}}{\text{মৌলের যোজ্যতা}}$$

❖ Formula: i)  $W = ZIt$ ,      II)  $\frac{W_1}{W_2} = \frac{E_1}{E_2}$

**EXAMPLE – 1:**  $ZnCl_2$  এর দ্রবনে 3amp তড়িৎ কতক্ষন প্রবাহিত করলে ক্যাথোডে 3.72g Zn

সঞ্চিত হবে ?

Solve:  $W = Zit$

$$\Rightarrow t = \frac{W}{ZI}$$

$$= \frac{3.72 \times 2 \times 96500}{65.4 \times 3} = 3659.33 \text{sec}$$

এখানে,

$$W = \text{সঞ্চিত পদার্থের ভর} = 3.72g$$

$$I = \text{প্রবাহিত তড়িৎমাত্রা} = 3A$$

$$Z = \text{তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যঙ্ক} = \frac{65.4}{2 \times 96500}$$

**EXAMPLE – 2:** একটি ধাতব লবনের জলীয় দ্রবনে 0.5A তড়িৎ 5 মিনিট ধরে প্রবাহিত করায় ক্যাথোডের ভর 0.168g বৃদ্ধি পেল। ধাতুটির আনবিক ভর 108 হলে উহার যোজ্যতা কত?

Solve:  $W = Zit$

$$= \frac{MIt}{eF}$$

এখানে,

$$W = \text{সঞ্চিত ধাতুর পরিমাণ} = 0.168g$$

$$F = 96500 C$$

$$M = \text{আনবিক ভর} = 108$$

$$I = \text{তড়িৎ প্রবাহমাত্রা} = 0.50A ; t = 5 \text{min}$$

$$= (5 \times 60) \text{sec}$$

$$e = \text{ধাতুটির যোজ্যতা} = ?$$

$$\therefore e = \frac{W \times F}{M \times I \times t} = \frac{0.168 \times 96500}{108 \times 0.5 \times 5 \times 60} = 1$$

**EXAMPLE – 3:** একই পরিমাণ তড়িৎ এসিড মিশ্রিত পানি ও অজানা একটি ধাতুর ক্লোরাইড লবনের জলীয় দ্রবনে পৃথক পৃথকভাবে চালনা করলে এসিড মিশ্রিত পানির ক্ষেত্রে প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে  $7.4dm^3 H_2$  এবং লবনের দ্রবনের ক্ষেত্রে 21g ধাতু সঞ্চিত হয়। ধাতব মৌলটির আনবিক ভর 63.56 হলে উহার যোজ্যতা কত?

Solve: ফ্যারাডের ২য় সূত্রানুসারে,

এখানে,

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{M_1 / Z_1}{M_2 / Z_2}$$

$$W_1 = \text{লবনের ভর} = 21g$$

$$W_2 = H_2 \text{ এর ভর} = \frac{2 \times 7.4}{22.4} = 0.6669$$

$$\Rightarrow Z_1 = \frac{M_1 \times Z_2 \times W_2}{M_2 \times W_1}$$

$$M_1 = \text{ধাতুর পারমানবিক ভর} = 63.5g$$

$$M_2 = H_2 \text{ এর পারমানবিক ভর} = 2$$

$$Z_2 = H_2 \text{ এর যোজ্যতা} = 1$$

$$Z_1 = \text{ধাতুটির যোজ্যতা} = ?$$

$$= \frac{63.5 \times 1 \times 0.666}{1 \times 21} = 2$$

### Try Yourself:

- ১। কণার সালফেটের দ্রবনে 5A বিদ্যুৎ 45 মিনিট প্রবাহিত করলে ক্যাথোডে কি পরিমাণ কপার সঞ্চিত হবে গণনা কর।  
[Ans.4.44g]
- ২।  $MgCl_2$  ও  $NaCl$  এর ভিন্ন ভিন্ন দ্রবনে 0.20 ফ্যারাডে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করলে ক্যাথোডে কত গ্রাম  $Mg$  ও  $Na$  সঞ্চিত হবে এবং ক্যানোডে কত গ্রাম  $Cl_2$  নির্গত হবে?  
[Ans.2.4gMg, 4.6gNa, 7.1gCl<sub>2</sub>]
- ৩। 0.75A তড়িৎ একটি ধাতব লবনের দ্রবনের মধ্য দিয়ে 45 min চালনা করার পর দেখা গেল ক্যাথোডের ভর 0.6662g বৃদ্ধি পেয়েছে। ধাতব লবনের ধাতুটির যোজ্যতা 2 হলে উহার আনবিক ভর কত? [Ans.63.49]
- ৪। সালফেটের দ্রবনে প- টিনাম তারের সাহায্যে 2-5A বিদ্যুৎ 30 মিনিট প্রবাহিত করলে ক্যাথোডে কতটি কপার পরমাণু সঞ্চিত হবে? [Ans.14.03×10<sup>21</sup> টি]
- ৫।  $AgNO_3$  ও  $CuNO_3$  এর দুটি পৃথক দ্রবনকে সিরিজে সংযুক্ত করে তাদের মধ্য দিয়ে 10 মিনিট বিদ্যুৎ প্রবাহিত করা হলো? এ সময় ২য় দ্রবন থেকে 0.705g কপার সঞ্চিত হলে ১ম দ্রবণ থেকে কি পরিমাণ সিলভার সঞ্চিত হবে?  
[Ans.2.398g]

Li	ধাতুর সক্রিয়তা হ্রাস
K	
Na	
Ca	
Mg	
Al	
Zn	
Fe	
Sn	
Pb	
H	
Cu	
Hg	
Ag	
Pt	
Au	

\* যে ধাতু যত সহজে, স্বতঃস্ফূর্তভাবে ইলেক্ট্রন ত্যাগ করতে পারে তার সক্রিয়তা তত বেশি।

\* অধিক সক্রিয় ধাতুর ইলেক্ট্রন ত্যাগের পরে বিজারিত হওয়ার ক্ষমতা অধিকহারে হ্রাস পায়।

### কোষ:

দুইটি তড়িৎদ্বার এবং তড়িৎ বিশ্লেষণ সমন্বয়ে একটি কোষ গঠিত হয়। কোন কোষের একটি তড়িৎদ্বার এবং উহার সংশ্লিষ্ট তড়িৎ বিশ্লেষণের যুগলকে অর্ধকোষ বলে। যে অর্ধকোষে জারণ সংঘটিত হয় তাকে জারণ অর্ধকোষ এবং যে অর্ধকোষে বিজারণ সংঘটিত হয় তাকে বিজারণ অর্ধকোষ বলে।

\* প্রতিটি অর্ধকোষের সংঘটিত বিক্রিয়াকে অর্ধকোষ বিক্রিয়া বলে।

\* দুটি অর্ধকোষ বিক্রিয়ার সমষ্টিকে কোষ বিক্রিয়া বলে।

### কোষ বিভব:

- অ্যানোডে জারণ বিভব এবং ক্যাথোডে বিজারণ বিভব এর সমষ্টি কিংবা
- অ্যানোডে জারণ বিভব এবং ক্যাথোডে বিজারণ বিভব এর পার্থক্য অথবা
- ক্যাথোডে বিজারণ বিভব এবং অ্যানোডের বিজারণ বিভব এর পার্থক্যকে কোষ বিভব বলে।

অর্থাৎ, কোষ বিভব,

$$E_{\text{cell}} = E_{\text{ox(anode)}} + E_{\text{red(cathode)}} = E_{\text{ox(anode)}} - E_{\text{red(cathode)}} = E_{\text{red(cathode)}} - E_{\text{red(anode)}}$$

তড়িৎদ্বার এবং কোষের বিভব সংক্রান্ত নার্নস্ট (Nernst)

$$\text{সমীকরণ: } E_{\text{cell}} = E^{\circ}_{\text{cell}} - \frac{RT}{nF} \ln \frac{[A^{n+} \text{aq}]}{[B^{n+} \text{(aq)}]}$$

এখানে,  $E^{\circ}_{\text{cell}}$  = কোষের প্রমাণ তড়িৎদ্বার বিভব

$T$  = পরম তাপমাত্রা

$n$  = বিক্রিয়ায় স্থানান্তরিত ইলেক্ট্রন সংখ্যা

$F = 96500C$

$R = \text{মোলার গ্যাস ধ্রুবক} = 8.316 J K mol^{-1}$

$[A^{n+} \text{(aq)}] = \text{উৎপাদের ঘনমাত্রা}$

$[B^{n+} \text{(ae)}] = \text{বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা}$

**EXAMPLE- 4:**  $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$

এবং  $Cu(s) \rightarrow Cu^{2+} + 2e^{-}$

বিক্রিয়া দুটির প্রমাণ জারণ তড়িৎদ্বার বিভব যথাক্রমে  $+0.76V$  এবং  $-0.337V$ . ব্যাখ্যা উল্লেখ কর

$Zn(s) + Cu^{2+} = 2n^{2+} + 2e^{-}$  বিক্রিয়াটি সম্ভব কিনা?

*Solve:* প্রদত্ত সমীকরণ অনুযায়ী  $2n$  তড়িৎদ্বারে জারণ বিক্রিয়া এবং  $Cu$  তড়িৎদ্বারে বিজারণ বিক্রিয়া সংঘটিত হয়েছে।

$$\therefore E^{\circ}_t = E^{\circ}_{Zn} (ox) + E^{\circ}_{Cu} (red) = 0.76 + 0.337 = 1.097V$$

$E_t$  এর মান ধনাত্মক তাই এ বিক্রিয়া সম্ভব।

**EXAMPLE-5 :**  $25^{\circ}C$  তাপমাত্রার নিচে কোষের তড়িৎচালক বল (EMF) গণনা কর। কোষবিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটে কিনা ব্যাখ্যা কর।  $Fe(s)/FeSO_4(0.1M)||CuSO_4(0.01M)/Fe$  এবং  $Cu$  তড়িৎদ্বারের প্রমাণ জারণ বিভব যথাক্রমে

$$E_{ox}^0 = 0.44 \text{ এবং } -0.337V$$

*Solve:* জারণ অর্ধকোষ:  $Fe(s)/FeSO_4(0.1M)$

বা  $Fe(s)/Fe^{2+}(0.1M)$

বিজারণ অর্ধকোষ:  $CuSO_4(0.01M)/Cu(s)$  বা,  $Cu^{2+}(0.01M)/Cu(s)$

$\therefore$  অ্যানোডে জারণ অর্ধকোষ বিক্রিয়া:  $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+} + 2e^{-}$

ক্যাথোডে বিজারণ অর্ধকোষ বিক্রিয়া:  $Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu(s)$

$\therefore$  সামগ্রিক কোষ বিক্রিয়া:  $Fe(s) + Cu^{2+}_{(aq)} \rightleftharpoons Fe^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$

দেওয়া আছে,  $E^0_{Fe/Fe^{2+}} = 0.44V$

$$E^0_{Cu/Cu^{2+}} = -0.337V$$

$$[FeSO_4] = 0.1M$$

$$[CuSO_4] = 0.01M$$

তাপমাত্রা,  $T = 25^{\circ}C = 298K$

বিক্রিয়ায় স্থানান্তরিত  $e^{-}$  সংখ্যা = 2

কোষের তড়িৎচালক বল, (EMF)  $E_{cell} = ?$

নার্নস্টের সমীকরণ অনুসারে

$$E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{RT}{nF} \ln \frac{[FeSO_4][Cu_{(s)}]}{[Fe(s)][CuSO_4]} = (E^0_{Fe/Fe^{2+}} - E^0_{Cu/Cu^{2+}}) - \frac{RT}{nF} \ln \frac{[Fe^{2+}(aq)]}{[Cu^{2+}(aq)]}$$

$$= 0.44 - (-0.337) - \frac{8.316 \times 298}{2 \times 96500} \ln \frac{0.1}{0.01}$$

$= 0.74745V \therefore$  কোষের তড়িৎচালক বলের মান ধনাত্মক, তাই বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটবে।

**EXAMPLE-6:** জিংকের পাতে  $Fe^{2+}$  আয়নের দ্রবন রাখা যাবে কিনা ব্যাখ্যা সহ উল্লেখ কর।

$Zn(s)/Zn^{2+}(aq)$  এর  $E^0_{ox} = +0.76V$

$Fe(s)/Fe^{2+}(aq)$  এর  $E^0_{ox} = +0.44V$

*Solve:* জিংকের প্রমাণ জারণ বিভব আয়রনের চেয়ে বেশি তাই প্রদত্ত কোষটি নিম্নরূপ-

$Zn_{(s)}/Zn^{2+}(aq)||Fe^{2+}(aq)-Fe_{(s)}$

$$\therefore E^0_{cell} = E^0_{ox(anode)} - E^0_{ox(cathode)} = E^0_{Zn/Zn^{2+}} - E^0_{Fe/Fe^{2+}} = 0.76 - 0.44 = 0.32V$$

আমরা জানি, কোন কোষের তড়িৎচালক বলের মান ধনাত্মক হলে কোষ বিক্রিয়া স্বতঃস্ফূর্ত হয়।

আর বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্ত হওয়ার কারনে অ্যানোডে অর্ধবিক্রিয়া :  $Zn(s) - 2e^- \rightarrow Zn^{2+}(aq)$  (জারণ)

ক্যাথোডে অর্ধবিক্রিয়া:  $Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Fe(s)$  (বিজারণ)

∴ বিক্রিয়া থেকে দেখা যাচ্ছে  $Fe^{2+}$  আয়ন দ্বারা  $Zn$  জারিত হয়ে  $2n^{2+}$  আয়নে পরিণিত হয়, কাজেই জিংকের পাতে  $Fe^{2+}$  আয়নের দ্রবন রাখলে,  $2n$  দ্রবীভূত হয়ে  $2n^{2+}$  আয়নে পরিণিত হবে। ফলে  $Zn$  এর পাত ফুটো হয়ে যাবে।

∴ জিংকের পাত্রে  $Fe^{2+}$  এর দ্রবন রাখা যাবে না।

### Try Yourself:

১।  $Cu + ZnSO_4 = CuSO_4 + Zn$  বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্ত ভাবে ঘটে কি? [ $Cu^{2+}/Cu$  এবং  $Zn^{2+}/Zn$

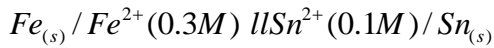
তড়িৎদ্বার দ্বয়ের প্রমাণ বিজারন বিভব যথাক্রমে  $+0.34V$ ,  $-0.76V$ ] Ans: ঘটে না।

২।  $Zn + 2Ag^+ = 2n^{2+} + 2Ag$

$$Zn/Zn^{2+} = +0.76V, Ag/Ag^+ = -0.799V$$

তড়িৎ কোষটির মোট বিভব গণনা কর। [Ans. 1.559V]

৩।  $25^\circ C$  তাপমাত্রায় নিচের কোষটির তড়িৎ চালক বল (EMF) গণনা কর।



$Fe$  এর  $Sn$  তড়িৎদ্বয়ের জারন বিভব যথাক্রমে  $0.44$  এবং  $0.14$  [Ans. 0.2859V]

৪।  $0.5cm^3$   $2M$   $Ni(NO_3)_2$  এর দ্রবনে নিকেল তড়িৎদ্বার ব্যবহার করে  $3.7$  amp বিদ্যুৎ

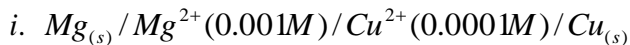
$6$  hour চালনা করা হলে তড়িৎ বিশে- ষণ শেষে দ্রবণের মোলরিটির কি পরিবর্তন হবে?

[Ans. হবে না]

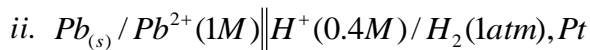
৫।  $1M$   $MnSO_4$  এর দ্রবন টিনের পাত্রে জমা রাখা যাবে কিনা? ব্যাখ্যাসহ উল্- খ কর

[ $Mn/Mn^{2+}$  এর  $E^\circ = +1.18v$  এবং  $Sn/Sn^{2+}$  এর  $E^\circ = +0.137v$ ] [Ans. যাবে]

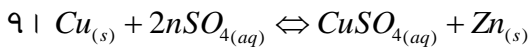
৬।  $25^\circ C$  তাপমাত্রায় নিম্নোক্ত রাসায়নিক কোষের তড়িৎচালক বল (EMF) নির্ণয় কর।



$$E^\circ_{Mg^{2+}/Mg} = -2.37V, E^\circ_{Cu^{2+}/Cu} = 0.34V \quad Ans. 2.6804V$$



$$E^\circ_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14V \quad [Ans. 0.0793v]$$



বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটে কিনা যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর।

$$E_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34V, E_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76V \quad [Ans. ঘটেবে]$$

## সঞ্চয়ক কোষ (Rechargeable Cell)

### i. Lead Storage Cell

অ্যানোডে বিক্রিয়া:  $Pb_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow PbSO_{4(s)} + 2H^+ + 2e^-$  (জারন)

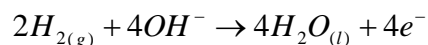
ক্যাথোডে বিক্রিয়া:  $PbO_{2(s)} + 2H^+ + H_2SO_{4(aq)} + 2e^- \rightarrow PbSO_{4(s)} + 2H_2O(l)$

---

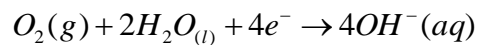
সার্বিক বিক্রিয়া:  $Pb_{(s)} + PbO_{2(s)} + 2H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow[\text{চার্জকলে}]{\text{ডিসচার্জকালে}} 2PbSO_{4(s)} + 2H_2O(l)$

### Hydrogen Fuel Cell:

অ্যানোডে জারন বিক্রিয়া:



ক্যাথোডে বিজারন বিক্রিয়া:



---

কোষ বিক্রিয়া:  $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow_{(g)} 2H_2O(l)$

গঠিত কোষ:  $C(s), H_{2(g)}(50atm) | KOH_{(aq)}$  বা  $NaOH_{(aq)} | O_{2(g)}, C(s)$