

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-মূলক পরিবাহী (এসিড, লবন, ক্ষারক)
- ❖ তড়িৎ বিশ্লেষণ-মূলক পরিবাহী দুই প্রকার: যথা-
- (i) তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষণ-মূলক (তীব্র এসিড, তীব্র ক্ষার, আয়নিক লবন সমূহ)
 - (ii) মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষণ-মূলক (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-মূলক 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 তুল্যতা

I = প্রবাহিত তড়িৎমাত্রা

মৌলের পারমানবিক

t = সময়

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

প্রত্যেক মৌলের তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যতা নির্দিষ্ট।

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

গাণিতিকভাবে $W \propto E$

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

❖ 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,

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

$$W_1 = \text{লবনের ভর} = 21g$$

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

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

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

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

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

$$Z_2 = H_2 \text{ এর যোজ্যতা} = 1$$

$$Z_1 = \text{ধাতুটির যোজ্যতা} = ?$$

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, 7.1gCl₂]
- 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 পরমানু সঞ্চিত হবে? [Ans.14.03×10²¹ 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 বিশে- স্য সমন্বয়ে একটি কোষ গঠিত হয়। কোন কোষের একটি তড়িৎদ্বার এবং উহার সংশ্লিষ্ট তড়িৎ বিশে- স্যের 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 সংক্রান্ড 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°_{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 উলে- খ 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

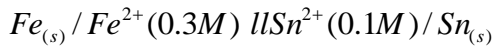
তড়িৎদ্বার দ্বয়ের প্রমাণ বিজারণ বিভব যথাক্রমে $+0.34V$, $-0.76V$] Ans: ঘটে না।

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 জারণ 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

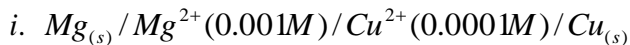
$6 hour$ চালনা করা হলে তড়িৎ বিশ্লেষণ শেষে দ্রবণের মোলরিটির কি পরিবর্তন হবে?

[Ans. হবে না]

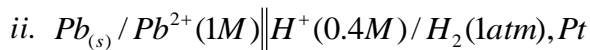
৫। $1M$ $MnSO_4$ এর দ্রবন টিনের পাত্রে জমা রাখা যাবে কিনা? ব্যাখ্যাসহ উল্লেখ কর

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

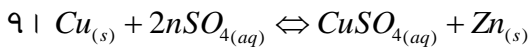
৬। $25^\circ C$ তাপমাত্রায় নিম্নোক্ত রাসায়নিক কোষের তড়িৎচালক বল (EMF) নির্ণয় কর।



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



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



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

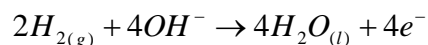
অ্যানোডে বিক্রিয়া: $Pb_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow PbSO_{4(s)} + 2H^+ + 2e^-$ (জারন)

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

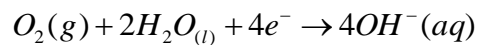
সার্বিক বিক্রিয়া: $Pb_{(s)} + PbO_{2(s)} + 2H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow[\text{চার্জকলে}]{\text{ডিসচার্জকালে}} 2PbSO_{4(s)} + 2H_2O(l)$

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 $NaOH_{(aq)} | O_{2(g)}, C(s)$