Name of the Teacher-Sutapa Chakrabarty

Subject: Chemistry

Class: Semester-4

Paper: GE4T: Chemical Analysis

Topic: Gravimetric and Volumetric Analysis

PART 2

Comments: Go through the marked portions carefully and complete the given assignment.

Reference: Dr. AHINDRA KUMAR MANDAL, Dr.SAMIR KUMAR MANDAL, Degree Applied Chemistry

1.3.2. সালফেটের পরিমাণ নির্ণয় (Estimation of Sulfate) :—

নীতি — কোনো সালফেট লবনের উত্তপ্ত দ্রবনের সঙ্গে $BaCl_2$ দ্রবণ যোগ করার ফলে $BaSO_4$ অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয়।

$$Ba^{+2} + SO_4^{=} \rightarrow BaSO_4 \downarrow.$$

$BaSO_4$ অধঃক্ষেপকে ফিলটার , ধৌত করে উচ্চ উষ্ণতায় উত্তপ্ত করে অধঃক্ষেপের সূক্ষ নিত্য ওজন নেওয়া হয়।

পদ্ধতি — সঠিকভাবে প্রায় 0.25 gm এর কাছাকাছি সালফেট লবণ ওজন করে 500 c.c. বিকারে নেওয়া হয়, যার মধ্যে কাচ দন্ড ও ঢাকনা থাকে। 25 c.c. জল দিয়ে দ্রবীভূত করার পর 0.4 c.c. ঘন HCl ও 200 c.c জল দেওয়া হয়। দ্রবন উত্তপ্ত করার পর ফোঁটা ফোঁটা করে 10–12 c.c. উত্তপ্ত 5% $BaCl_2$ দ্রবন (5 gm $BaCl_2$, $2H_2O$ + 100 c.c. জল) যোগ করা হয়, দ্রবণ সর্বক্ষণ আলোড়িত করা হয়, যেন অধঃক্ষেপ সম্পূর্ণ হয়। 30 মিনিট স্থিরভাবে রাখার পর Whatmann 40 বা 540 নং ফিলটার কাগজ দ্বারা বা Gooch crucible (G–4) দ্বারা ফিলটার করা হয়। অল্প গরম জল দিয়ে অধঃক্ষেপ ধৌত করা হয়। অধঃক্ষেপ সমেত ফিলটার কাগজ ওজন করা porcelain crucible এ রেখে 900^0C উষ্ণতায় 1 ঘন্টা ধরে উত্তপ্ত করা হয়। ঠান্ডা করে ওজন নেওয়া হয়, যেন স্থির ওজনে আসে।

Scanned with CamScanner

উপস্থিতিতে, জারনের ফলে ক্রোমেট আয়ন উৎপন্ন করা হয়, যা লেড লবণকে ক্রোমেট হিসাবে অধঃক্ষেপ করে।

$$2Cr^{+++} + BrO_3^- + 5H_2O = 2CrO_4^{=} + Br^- + 10H^+$$

$$Pb^{+2} + CrO_4^{=} = PbCrO_4 \downarrow.$$

পদ্ধতি — সঠিকভাবে 0.1 – 0.2 gm. লেড লবণ ওজন করে 250 c.c. বিকারে নেওয়া হয়। NaOH দ্রবন দ্বারা প্রশমিত করার ফলে অধঃক্ষেপ আসে। 10 c.c. এ্যাসিটেট বাফার দ্রবন (0.6M এ্যাসেটিক এ্যাসিড ও 0.6 M সোডিয়াম এ্যাসিটেট দ্রবন মিশ্রনের ফলে উৎপন্ন হয়), 10 c.c. 2.4% ক্রোমিয়াম নাইট্রেট দ্রবন ও 10 c.c. 2% $KBrO_3$ দ্রবণ একসঙ্গে মিশ্রিত করা হয় এবং অধঃক্ষেপ ফিলটার করে $PbCrO_4$ হিসাবে ওজন নেওয়া হয়।

(b) লেড সালফেট হিসাবে — (Pb নিরূপন)

বিকারের মধ্যে লেড লবণের দ্রবণ নেওয়ার পর বিশুদ্ধ ঘন H_2SO_4 যোগ করা হয়, যখন সম্পূর্ণরুপে $PbSO_4$ হিসাবে অধঃক্ষেপ পড়ে। কিছুক্ষন থিতানোর পর crucible এ ফিলটার করা হয়। জল দিয়ে ধোওয়া হয় এবং সবশেষে এ্যালকোহল দিয়ে ধোওয়ার পর ওভেনে 110^0C উষ্ণতায় 1 ঘন্টা ধরে উত্তপ্ত করা হয়, ঠাণ্ডা করার পর স্থির ওজন পর্যন্ত উত্তপ্ত ও ঠাণ্ডা করা হয়।

গণনা : (207.2 + 32 + 4 × 16) = 303.2 gm. $PbSO_4$ এর মধ্যে Pb = 207.2 gm.

1 gm $PbSO_4$ এর মধ্যে Pb $= \frac{207.2}{303.2} = 0.6832$ gm.

$PbSO_4$ এর ওজন W gm হলে, নমুনার মধ্যে Pb এর পরিমাণ = (W × 0.6832) gm।

(c) লেড মলিবডেট হিসাবে —

লেডের জলীয় দ্রবনকে (কয়েক ফোঁটা ঘন HNO_3 সহ) 2.5% এ্যামোনিয়াম মলিবডেট দ্রবনের সঙ্গে মিশ্রিত করা হয়, যখন অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয়। ফিলটার, ধোওয়ার পর 600^0C উষ্ণতায় স্থির ওজন নেওয়া হয়, Pb Mo O_4 হিসাবে।

Scanned with CamScanner

$$Pb(NO_3)_2 + (NH_4)_2MoO_4 \rightarrow PbMoO_4 + 2NH_4NO_3.$$

গণনা —

(137.36 + 32 + 64) = 233.36 gm. $BaSO_4$ এর মধ্যে 98 ভাগ SO_4 আছে।

$\therefore$ 1gm $BaSO_4$ এর মধ্যে $\frac{98}{233.36} = 0.4116$ gm SO_4 থাকে।

এইভাবে 233.36 gm $BaSO_4$-এর মধ্যে 137.36 gm. Ba থাকে।

$\therefore$ 1 gm $BaSO_4$ এর মধ্যে 0.5884 gm. Ba থাকে।

মনে কর, খালি Crucible এর ওজন = W_1 gm.

crucible + অধঃক্ষেপের ($BaSO_4$) ওজন = W_2 gm.

$\therefore$ $BaSO_4$ অধঃক্ষেপের ওজন = $(W_2 - W_1)$ gm.

$\therefore$ সালফেটের ওজন = $(W_2 - W_1) \times 0.4116$ gm

[আবার এই পদ্ধতিতে বেরিয়ামের পরিমান নির্ণয় করা যায়, সেক্ষেত্রে Ba এর ওজন = $(W_2 - W_1) \times 0.5884$ gm.]

1.3.3. এ্যালুমিনিয়ামের পরিমান নির্ণয় (Estimation of Al) :—

নীতি — এ্যালুমিনিয়াম লবনের দ্রবণকে NH_4Cl, NH_4OH দ্রবন দ্বারা হাইড্রেটেড অক্সাইড হিসাবে, $Al(OH)_3$, অধঃক্ষেপ ফেলা হয়, ও অধঃক্ষেপ Silica crucible এ 200^0C উষ্ণতায় 20 মিঃ উত্তপ্ত করে Al_2O_3 হিসাবে ওজন নেওয়া হয়। ($Al(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফল 3.7×10^{-33})

$$Al^{+++} + 3OH^- \rightarrow Al(OH_3 \downarrow$$

$$2Al(OH)_3 \rightarrow Al_2O_3 + 3H_2O.$$

পদ্ধতি — সঠিক পরিমানে প্রায় 1.9 gm A.R. মানের এ্যালুমিনিয়াম এ্যামোনিয়াম সালফেট [$(NH_4)_2SO_4, Al_2(SO_4)_3, 24H_2O.$] বা 0.1 gm Al -লবণ 500 c.c. বিকারে নেওয়া হয়, 200 c.c. জল, 5 gm NH_4Cl, কয়েক ফোঁটা 0.2% এ্যালকোহলীয় মিথাইল রেড সূচক দ্রবণ যোগ করার পর উত্তপ্ত করা হয়। এর পর বুরেট থেকে 1.1 NH_4OH দ্রবন ফোঁটা ফোঁটা করে যোগ করা হয়, যেন দ্রবণের রঙ হলুদ হয়। (দ্রবণের pH 6.5 — 7.5 এর মধ্যে রাখা হয়, এই অবস্থায় $Al(OH)_3$ এর অধঃক্ষেপ পড়ে। 3মি. ফোটানোর পর ফিলটার করা হয়। 2% NH_4Cl দ্রবন দিয়ে অধঃক্ষেপ ধোওয়া হয়। অধঃক্ষেপ সমেত ফিলটার কাগজকে পূর্বে ওজন করা Silica crucible এর মধ্যে রেখে 1200^0C উষ্ণতায় 15 মি. উত্তপ্ত করে স্থির ওজনে আনা হয়। অনেক সময় Al-কে Al-সাক্সিনেট হিসাবে অধঃক্ষেপ ফেলা হয়। Al লবনের জলীয় দ্রবনে, (pH 3 – 3.5 রেখে, HCl দ্বারা) NH_4OH দ্রবন, 100 c.c. 5% A.R. মানের সাক্সিনিক এ্যাসিড, 10gm. NH_4Cl, 4 gm. ইউরিয়া এবং 200 c.c. জল মিশ্রিত করা হলে ও পরে দ্রবন উত্তপ্ত করলে অধঃক্ষেপ পড়ে। অধঃক্ষেপ ধৌত করার পর উত্তপ্ত করা হলে Al_2O_3 উৎপন্ন হয়, পরে এর ওজন নেওয়া হয়।

গণনা : শুষ্ক মুচির নিত্য ওজন = W_1 গ্রাম, মুচি + Al_2O_3 -এর ওজন = W_2 গ্রাম।

Scanned with CamScanner

1. রাসায়নিক বিশ্লেষণ (Chemical Analysis) ঃ—

পরীক্ষাগারে কোন রাসায়নিক পদার্থকে সাধারণতঃ দুভাবে বিশ্লেষণ করা যায়—

(i) প্রকৃতিগতভাবে (Qualitative) ও

(ii) পরিমাণগতভাবে (Quantitative analysis)।

পদার্থের মধ্যে আয়ন বা মূলক (radical) বা জটিল আয়নকে (complex ion) বিভিন্ন ভৌত ও রাসায়নিক পরীক্ষা দ্বারা সনাক্ত করা হয়। এরপর ঐ সমস্ত মূলক বা আয়ন সঠিক কত পরিমাণে বর্তমান তা নির্ণয় করার জন্য ওজন-বিশ্লেষণ (gravimetric) এবং টাইট্রেশন-বিশ্লেষণ (volumetric analysis) করা হয়। গ্র্যাভিমেট্রিক পদ্ধতিতে নির্দিষ্ট পদার্থের দ্রবণের সঙ্গে বিশেষ অবস্থায় কোন বিকারক যোগ করায় বিশুদ্ধ অধঃক্ষেপন উৎপন্ন হয়, যা ফিল্টার, ধৌত করার পর উচ্চ উষ্ণতায় উত্তপ্ত করা হয় ও সবশেষে ওজন নেওয়া হয়। ওজন থেকে উক্ত পদার্থের পরিমাণ নির্ণয় করা হয়।

টাইট্রেশন পদ্ধতিতে, ব্যুরেট, পিপেট, সূচক ইত্যাদি দ্বারা কোন পদার্থের মাত্রা বা পরিমাণ নির্ণয় করা হয়।

2. দ্রবণের মাত্রা ঃ—

দ্রবণের মাত্রা বিভিন্নভাবে প্রকাশ করা হয়, যথা—নরম্যালিটি, মোলালিটি, শতকরা, মোল ভগ্নাংশ ইত্যাদি। টাইট্রেশন বিশ্লেষণে সাধারণতঃ মাত্রা নরম্যালিটি বা মোলারিটি এককে প্রকাশ করা হয়। এক গ্রাম তুল্যাঙ্ক দ্রাব এক লিটার দ্রাবকে দ্রবীভূত করা হলে 1(N), 1 গ্রাম মোল 1 লিটার দ্রাবকে দ্রবীভূত করা হলে 1(M) [মোলার], 1 গ্রাম মোল 1000 গ্রাম দ্রাবকে দ্রবীভূত করা হলে 1(m) [মোলাল] দ্রবণ বলে।

যে দ্রবণের মাত্রা জ্ঞাত থাকে **প্রমাণ দ্রবণ (standard solution)** বলে। প্রমাণ দ্রবণ দু'রকমের হয়—

i) মুখ্য প্রমাণ দ্রবণ (Primary Standard Solution) ঃ—

কোন পদার্থের নির্দিষ্ট ওজন, সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ অবস্থায় রাসায়নিক ব্যালেন্সে ওজন করে, নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রাবকে (জলে) দ্রবীভূত করার ফলে যে দ্রবণ উৎপন্ন হয়, তাকে মুখ্য প্রমাণ দ্রবণ বলে। যেমন—অনার্দ্র Na_2CO_3, $Na_2B_4O_7$, $10H_2O$, অক্সালিক এ্যাসিড, সাক্সিনিক এ্যাসিড, পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট, পটাসিয়াম ব্রোমেট ইত্যাদি।

মুখ্য প্রমাণ দ্রবণের বৈশিষ্ট্য ঃ পদার্থটি বিশুদ্ধ ও সুস্থির হতে হবে, সহজে 110-120°C-এ শুষ্ক করা যাবে, অপরিবর্তনীয় রাসায়নিক সংযুতি থাকতে হবে, জলে সহজে দ্রবীভূত হবে।

ii) গৌণ প্রমাণ দ্রবণ (Secondary Standard Solution) :—

যে পদার্থের ওজন রযাসায়নিক ব্যালান্সে সঠিকভাবে নেওয়া সম্ভব নয়, ফলে সঠিক মাত্রার দ্রবণ প্রস্তুত করা যায় না, কিন্তু যে দ্রবণের মাত্রা মুখ্য প্রমাণ দ্রবণের সাহায্যে নির্ণয় করা যায় তাকে গৌণ প্রমাণ দ্রবণ বলে। যেমন—NaOH, KOH, HCl, H_2SO_4, $KMnO_4$, $Na_2S_2O_3$ এর দ্রবণ।

Scanned with CamScanner

(b) যে দ্রবণের মাত্রা জানা থাকে তাকে **প্রমাণ দ্রবণ** (standard solution) বলে। এর সাহায্যে অন্য দ্রবণের মাত্রা নির্ণয় করা হয়। প্রমাণ দ্রবণ ও অজ্ঞাত মাত্রার দ্রবণ যখন সমতুল্য হয়, তখন **তুল্যাঙ্কক্ষণ** (equivalent point বা end point) বলে। তুল্যাঙ্ক - বিন্দুর অবস্থান নির্ণয় করার জন্য অনেক সময় **সূচকের** (indicator) প্রয়োজন হয়, যারা নিজেদের রঙের পরিবর্তন দ্বারা **প্রশম-ক্ষন** নির্দেশ করে।

(c) **দ্রবণের মাত্রা, মুখ্য প্রমাণ দ্রবণ, গৌন প্রমাণ দ্রবণ :** (পরিচ্ছেদ — ব্যবহারিক রসায়ন দেখ)

1.5. এ্যাসিড - ক্ষার টাইট্রেশন : একটি এ্যাসিড ও ক্ষার দ্রবন টাইট্রেশন করার সময় H^+ ও OH^- আয়নের বিক্রিয়ায় জল উৎপন্ন হয়, এবং এই বিক্রিয়াকে **প্রশমন - বিক্রিয়া** (neutralization reaction) বলে। $HCl + NaOH \rightarrow NaOH + H_2O$.

প্রশমন ক্ষণের অবস্থান সূচক দ্রবণ দ্বারা নির্ণয় করা যায়। সূচক দ্রবণের নীতি, মতবাদ, pH বিস্তার নিম্নে আলোচনা করা হল।

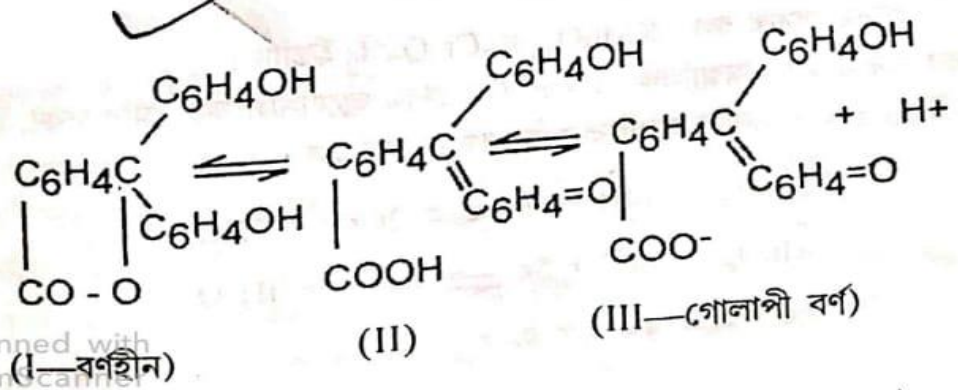
অ্যাসিড ক্ষার বা প্রশম সূচক (Neutralization Indicator) :

সংজ্ঞা : যে সমস্ত সূচক হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) বা OH^- আয়নের গাঢ়ত্ব বা OH -এর পরিবর্তনের জন্য নিজেদের রঙের পরিবর্তন দেখায়, তাদের **প্রশম সূচক** বলে। দ্রবণে অ্যাসিডিক, ক্ষারীয় বা প্রশম-এর উপর নির্ভর করে রঙ পরিবর্তন হয়, ফলে অ্যাসিড ক্ষারের টাইট্রেশনের প্রশম-ক্ষণ (end point) নির্ণয় করা হয়।

উদাহরণ : ফিনল্পথ্যালিন, মিথাই অরেঞ্জ, মিথাইল রেড ইত্যাদি এই শ্রেণীর সূচক।

সূচকের কার্যক্ষম মতবাদ (Mechanism of action) :

অসওয়াল্ডের মতবাদ অনুসারে সূচক হল মৃদু জৈব অ্যাসিড বা ক্ষার — যা দ্রবণে H^+ বা OH^- আয়ন দেয়। আয়নীয় ও অ-আয়নীয় দুটি tautomer আকার (একটি বর্ণহীন, অন্যটি বর্ণযুক্ত) দ্রবণে থাকে এবং দ্রবণের pH-এর উপর নির্ভর করে যে আকার বর্তমান থাকে, তার বর্ণ দেয়। দুটি tautomeric আকারের মধ্যে একটিকে বলা হয় **বেনজিনয়েড আকার** (যেটি অ-আয়নিত এবং বর্ণহীন) ও অন্যটি **কুইনোনয়েড** আকার (যেটি আয়নিত ও বর্ণযুক্ত)। সুতরাং সূচকের বর্ণ তার আকারের উপর নির্ভর করে। উদাহরণ হিসাবে বলা যায়, ফিনল্পথ্যালিন সূচকটি, দ্রবণে এইভাবে থাকে —



Scanned with CamScanner

অ্যাসিড দ্রবণে (H^+), সাম্যবস্থা II থেকে I-এর দিকে যায়, যেটি অ-আয়নিত, বর্ণহীন ও ক্ষারীয় দ্রবণে (OH^-) III নং আকারের (আয়নিত ও গোলাপি বর্ণযুক্ত) দিকে যায়। সূচকের রঙ দ্রবণের pH-এর উপর নির্ভর করে।

Table-এ কয়েকটি সূচকের ধর্ম দেওয়া হল :

Table

সূচক	pH-সীমা	প্রশম pH (pKln)	বর্ণ	
			অ্যাসিড	ক্ষার
মিথাইল অরেঞ্জ	3.1–4.8	3.7	অরেঞ্জ	হলুদ
ফিনপথ্যলিন	8.3–10	9.4	বর্ণহীন	লাল
থাইমল ব্লু	8.0–9.6	8.5	হলুদ	নীল

(ii) **রেডক্স টাইট্রেশন** (Redox Titration) :

জারণ প্রক্রিয়ায় এক বা একাধিক ইলেকট্রনের অপসরন হয় এবং **বিজারন প্রক্রিয়ায়** ইলেকট্রনে সংযোজন হয়। **জারক পদার্থ** (Oxidising agent) ইলেকট্রন গ্রহন করে নিজে বিজারিত হয়। **বিজারক পদার্থ** (reducing agent) ইলেকট্রন ত্যাগ করে নিজে জারিত হয়। জারণ-বিজারণ ক্রি যুগপৎ ঘটে।

জারন : $Sn^{+2} \rightarrow Sn^{+4} + 2e$; বিজারন : $Fe^{+3} + e \rightarrow Fe^{+2}$

সুতরাং মোট বিক্রিয়া হল : $2Fe^{+3} + Sn^{+2} \rightarrow 2Fe^{+2} + Sn^{+4}$

ড্যানিয়েল কোষে $Zn/ZnSO_4$ দ্রবণ ও $Cu/CuSO_4$ দ্রবণ দুটিকে সছিদ্র পর্দা দ্বারা পৃথক কর হয়। এখানে বিক্রিয়া হল—

অ্যানোড— $Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e$, ক্যাথোড— $Cu^{2+} + 2e \rightarrow Cu$.

মোট বিক্রিয়া— $Zn + Cu^{2+} \rightleftharpoons Zn^{2+} + Cu$.

কয়েকটি জারক পদার্থ হল : $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$, I_2 ইত্যাদি।

বিজারক পদার্থ হল : অক্সালিক এ্যাসিড, সোডিয়াম থায়োসালফেট, মোর লবণ, ইত্যাদি।

কয়েকটি Redox বিক্রিয়ার আংশিক সমীকরণ দেওয়া হল :

$$Cr_2O_7^{=} + 14H^+ + 6e \rightleftharpoons 2Cr^{+3} + 7H_2O.$$

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightleftharpoons Mn^{+2} + 4H_2O.$$

$$Fe^{+2} \rightleftharpoons Fe^{+3} + e.$$

Scanned with CamScanner

$$C_2O_4^{=} \rightleftharpoons 2CO_2 + 2e$$
$$SO_3^{=} + H_2O \rightleftharpoons SO_4^{=} + 2H^+ + 2e.$$

রেডক্স টাইট্রেশনের ব্যবহার :

(i) আয়রন নিরুপণ, (ii) কপার নিরুপণ, (iii) ক্রোমিয়াম নিরুপণ, (iv) ম্যাঙ্গানিজ নিরুপণ — (পরিচ্ছেদ — 1.8 ও ব্যবহারিক রসায়ণ দেখ।)

(g) জারন সংখ্যা (oxidation number) :

জারন - বিজারন বিক্রিয়ায় আয়ন বা পরমানুর যোজ্যতার পরিবর্তন ঘটে। কোন পরমানুর মুক্ত অবস্থা থেকে যৌগে তার পরিবর্তনের জন্য যে পরিমাণ জারন বা বিজারনের প্রয়োজন হয়, তা যে সংখ্যা দ্বারা প্রকাশ করা হয়, তাকে **জারন-সংখ্যা** বলে। মুক্ত মৌলের জারন সংখ্যা শূন্য, হাইড্রোজেনের + 1, অক্সিজেনের –2, (এগুলি সাধারন ক্ষেত্রে), ইত্যাদি। $KMnO_4$ এর মধ্যে Mn এর + 6।

$+1 + 7 - 8 \quad + 2 + 6 - 8$

(i) $KMn\ O_4 \quad \rightarrow \quad Mn\ SO_4$

সুতরাং জারন সংখ্যার পরিবর্তন + 7 থেকে + 2 তে অর্থাৎ 5 একক পরিবর্তিত হয়।

$+2 + 12 - 14 \qquad + 6 \quad - 6$

(ii) $K_2\ Cr_2\ O_7 \qquad \rightarrow \qquad Cr_2\ (SO_4)_3$

Cr এর জারন সংখ্যার + 12 থেকে + 6 এ অর্থাৎ 6 একক পরিবর্তিত হয়।

(iii) প্রমাণ তড়িৎদ্বার বিভব (E°) :

জারণ ও বিজারণ বিক্রিয়া ঘটনার জন্য **প্রমাণ বিভবেব** (Standard potential) সৃষ্টি হয়। ড্যানিয়েল কোষের জিঙ্ক তড়িৎদ্বার বিভবকে **প্রমাণ জারণ বিভব** ও কপার বিভবকে **প্রমাণ বিজারণ বিভব** বলে। এবং এই দুটি বিভবের সমষ্টিগত ফলকে **তড়িৎচালক বল** (E.M.F.) বলে। Potentiometer এর সাহায্যে কোন কোষের e.m.f. মাপা হয়।

সাধারণ ভাবে, জারক + ne $\rightleftharpoons$ বিজারক।

তড়িৎবিভব, $E = E°_{redox} - \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{বিজারক}]}{[\text{জারক}]}$

25°C উষ্ণতায়, $E = E°_{redox} - \frac{0.059}{n} \log \frac{[\text{বিজারক}]}{[\text{জারক}]}$

(iv) রেডক্স সূচক :

সংজ্ঞা : কিছু কিছু সূচক আছে যাদের, জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার তুল্যাঙ্ক ক্ষণের সময়, নির্দিষ্ট বিভব পার্থক্যে, বর্ণের পরিবর্তন হয়, তাদের **রেডক্স সূচক** বলে। যেমন, জৈব পদার্থ ডাই ফিনাইল এ্যামিন, PH_2NH -এ পদার্থের জারিত ও বিজারিত আকারে বিভিন্ন বর্ণ দেখা যায়। বিজারিত আকারে এটি বর্ণহীন, আর জারি আকারে (ডাইফিনাইল বেনজিডিন) এর বর্ণ বেগুনি :

Scanned with CamScanner

$$2C_6H_5-NH-C_6H_5 \rightleftharpoons C_6H_5-N=C_6H_4=C_6H_4=N-C_6H_5$$

বিজারিত অবস্থা (বর্ণহীন) জারিত অবস্থা (বেগুনী)

$K_2Cr_2O_7$ দ্রবণের সাহায্যে Fe^{++}(ous) লবণের দ্রবণকে টাইট্রেশনের সময়, ঘন H_2SO_4 মাধ্যমে প্রস্তুত 1% ডাইফিনাইল এ্যামিন সূচক রেডক্স সূচক হিসাবে ব্যবহৃত হয়। এই টাইট্রেশনে, তুল্যাঙ্ক বিন্দুতে, বিভবের পরিবর্তন হয় 0.944 থেকে 1.302 ভোল্টের মধ্যে (মাধ্যমে H_3PO_4 থাকে)। E.m.f. 0.76 ভোল্ট মানে সূচকটি বর্ণহীন থেকে বেগুনি বর্ণের দিকে পরিবর্তিত হয়।

এছাড়াও ডাইফিনাইল এ্যামিন সাল্‌ফোনিক অ্যাসিড, ডাইফিনাইল বেনজিডিন, ফেরোইন ইত্যাদি আরও কয়েকটি রেডক্স সূচক আছে।

ডাইফিনাইল অ্যামিন সালফোনেট সূচক Fe^{3+} ও $K_2Cr_2O_7$ এর মধ্যে রেডক্স সূচক হিসাবে কাজ করে।

$$2C_6H_5-NH-C_6H_5-SO_3^- \rightleftharpoons$$

$$\bar{O}_3S-C_6H_5-N=C_6H_4=C_6H_4=N-C_6H_5SO_3^-$$

বিজারিত অবস্থা (বর্ণহীন) জারিত অবস্থা (বেগুনী)

প্রমাণ তড়িৎদ্বারবিভব (E°) : কোন ধাতব তড়িৎদ্বার যখন তার আয়নের সংস্পর্শে থাকে, তখন ইলেকট্রন ত্যাগ বা গ্রহণ করার ক্ষমতাকে তড়িৎদ্বার বিভব বলে। জারন বিভব হল বিজারিত হবার প্রবণতা আর বিজারন বিভব হল ইলেকট্রন গ্রহণ বা বিজারিত হবার প্রবণতা। একক বায়ুমণ্ডল চাপে ও একক অ্যাক্টিভিটি যুক্ত হাইড্রোজেন আয়নের তড়িৎদ্বারের বিভবের মান সকল উষ্ণতায় শূন্য ধরা হয় একে প্রমাণ তড়িৎদ্বার বিভব বলে। এবং এর সাহায্যে অন্য তড়িৎদ্বারের বিভবের মান বের করা হয়। প্রমাণ হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বারকে $Pt/H_2(P=1$ বায়ুমণ্ডল চাপ) $/H^+(a=1)$ হিসাবে লেখা হয়, যার বিক্রিয়া $H^+(a=1)+e \rightleftharpoons \frac{1}{2}H_2$ $(P=1)$

Nernst -এর সমীকরণ অনুসারে $E = E^\circ - \frac{RT}{F}\log\frac{P_{H_2}^{\frac{1}{2}}}{a_{H^+}}$

যখন $P_{H_2}=1$, $a_{H^+}=1$, তখন $E=E^\circ$ অর্থাৎ প্রমাণ তড়িৎদ্বার বিভব।

Scanned with CamScanner

নিচের Table-এ বিভিন্ন তড়িৎদ্বারের প্রমাণ তড়িৎদ্বার বিভবের (বিজারন) মান দেওয়া হল।

Table

তড়িৎ রাসায়নিক শ্রেণী,
25° উষ্ণতায় প্রমাণ তড়িৎদ্বার বিভব (বিজারণ)-এর মান

তড়িৎ দ্বার	তড়িৎদ্বার (বিজারন)	E° (ভোল্ট)
Li^+ / Li	$Li^+ + e \rightleftharpoons Li(s)$	− 3.04
K^+ / K	$K^+ + e \rightleftharpoons K\ (s)$	− 2.92
Na^+ / Na	$Na^+ + e \rightleftharpoons Na\ (s)$	− 2.71
Zn^{++} / Zn	$Zn^{++} + Ze \rightleftharpoons Zn\ (s)$	− 0.76
Fe^{++} / Fe	$Fe^{++} + 2e \rightleftharpoons Fe\ (s)$	- 0.44
Ni^{++} / Ni	$Ni^{++} 2e \rightleftharpoons Ni\ (s)$	− 0.25
pb^{++} / Pb	$Pb^{++} + 2e \rightleftharpoons Pb\ (s)$	− 0.12
$H^+ / \frac{1}{2}H_2, pt \leftrightarrow$	$H^+ + e \rightleftharpoons \frac{1}{2}H_2(g) \leftrightarrow$	0.000
$Cl^-, AgCl / Ag$	$AgCl + e \rightleftharpoons Ag + Cl^-$	+ 0.222
Cu^{+2} / Cu	$Cu^{++} + 2e \rightleftharpoons Cu$	+ 0.337
$I^- / I_2, pt$	$I_2 + 2e \rightleftharpoons 21^-$	+ .535
Ag^+ / Ag	$Ag^+ + e \rightleftharpoons Ag$	+ 0.709
$Cl^- / Cl_2, Pt$	$Cl_2 + 2e \rightleftharpoons 2Cl^-$	+ 1.359

জারণ ক্ষমতা বৃদ্ধি ↓

বিজারণ ক্ষমতা বৃদ্ধি ↑

উক্ত বিক্রিয়াগুলি বিপরীত দিকে অর্থাৎ ডান দিক থেকে বাঁ দিকে ঘটলে তখন তাকে জারণ বিভব বলে এবং E° এর মান বিপরীত চিহ্ন বিশিষ্ট হবে।

তড়িৎ রাসায়নিক শ্রেণী ও ব্যবহাব (Electrochemicai series and its applications) :

Table-এ, মৌলগুলিকে তাদের ক্রমবর্ধমান বিজার বিভব হিসাবে সাজাবার ফলে যে শ্রেণীর উদ্ভব হয়েছে, তাকে **তড়িৎ রাসায়নিক** শ্রেণী বলে। তড়িৎ রাসায়নিক শ্রেণীর কয়েকটি বৈশিষ্ট বা ব্যবহার লক্ষ্য করা যায়। যেমন —

Scanned with CamScanner

(i) দ্রবণে মৌলগুলির আপেক্ষিক সক্রিয়তার পরিমাপ এই Table সূচিত করে। ধাতুগুলিকে তাদের ক্রমহ্রাসমান তড়িৎ ধনাত্মকতা হিসাবে এবং হ্যালোজেনকে ক্রমবর্দ্ধমান তড়িৎ ধনাত্মকতা হিসাবে সাজানো হয়েছে।

(ii) নিম্নে অবস্থিত জারন-বিজারন জোড়ের জারক পদার্থ, তার উপরে অবস্থিত জোড়ের বিজারকের সঙ্গে বিক্রিয়া করবে। যেমন Cu^{+2} আয়নটি আয়রনের সঙ্গে বিক্রিয়া করে,

$$Cu^{+2} + Fe = Cu + Fe^{+2}$$

(iii) উচ্চ তড়িৎ ঋণাত্মক বিভবযুক্ত ধাতু, তার নীচে অবস্থিত ধাতুকে দ্রবণ থেকে প্রতিস্থাপিত করে। যেমন,

$$Ni + Cu^{+2} = Ni^{+2} + Cu.$$

(iv) ধাতুর বিভবের মান যত বেশি ঋণাত্মক হবে, বিজারক হিসাবে তার তত বেশি ক্ষমতা হবে। সুতরাং এই শ্রেণী থেকে বিজারক হিসাবে আপেক্ষিক শক্তির মান জানা যায়। আবার যত বেশি প্রমাণ বিজারণ বিভবের ধনাত্মক মান হবে, তার জারণ ক্ষমতা তত বেশি হবে। সুতরাং কোন জোড়টি কাকে জারিত করবে, তা জানা যায়।

(v) ঋণাত্মক চিহ্ন নির্দেশ করে যে অর্দ্ধকোষ বিক্রিয়াটি বিপরীত দিকে ঘটবে, অর্থাৎ ইলেকট্রন ত্যাগ করবে।

(vi) ফ্লোরিনের মান সর্বোচ্চ, এর দ্বারা আমরা বুঝতে পারি যে ফ্লোরিনের ইলেকট্রন গ্রহণের ক্ষমতা সর্বোচ্চ ও ফ্লুরাইড আয়নে বিজারিত হয়।

(vii) যেহেতু অর্দ্ধকোষ বিক্রিয়াগুলি পরপর যোগ করা হয়, সুতরাং দুটি অর্দ্ধকোষ বিক্রিয়া যুক্ত করলে মোট বিক্রিয়ার নীট e.m.f. পাওয়া যাবে। যেমন —

$$Ag^+ + e \rightleftharpoons Ag, \qquad E^\circ = +0.799$$

$$Al \rightleftharpoons Al^{++} + 3e, \qquad E^\circ = +1.66 \text{ ভোল্ট}$$

যোগ করা হলে,

$$Al + Ag^+ \rightleftharpoons Al^{++} + 3Ag, \qquad E^\circ = 2.459 \text{ ভোল্ট।}$$

এখানে Al, Ag^+-কে বিজারিত করে। সুতরাং এই শ্রেণী থেকে বিক্রিয়ার গতি দিক ভবিষ্যৎবাণী করে। (17.7 দেখ)

(viii) মৌলের বিভিন্ন জারন স্তরের আপেক্ষিক স্থায়িত্ব সম্পর্কে প্রমাণ বিভব মান নির্দেশ করে।

$$Cu^{+2} \xrightarrow{+0.153v} Cu^+ \xrightarrow{0.521v} Cu$$

বাঁ দিক থেকে ডান দিকে মান বৃদ্ধি পায়, সুতরাং মাঝখানের পদার্থটি (Cu^+) অস্থায়ী, যার ফলে disproportionation বিক্রিয়া ঘটে। সাধারণতঃ মধ্যবর্তী জারন-স্তরের আয়নগুলি অস্থায়ী ও disproportionation ঘটে।

(ix) তড়িৎ বিভব মান থেকে কোনো redox বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবকের মান, k নির্ণয় করা যায়। k-এর মান যত বেশি হবে, বিক্রিয়াটি সম্পূর্ণতার দিকে যাওয়ার প্রবণতা তত বেশি হবে।

Scanned with CamScanner

: Assignment :

1.) দ্রাব্যতা গুনফল বলতে কী বোঝায়?

2.) তৌলমিতি কী?

3.) তৌলিক পদ্ধতি দ্বারা নিকেল এর পরিমান নির্নয়ের ক্ষেত্রে যে ছাঁকনি লবনটি অধঃক্ষিপ্ত হয় সেটির নাম ও গঠনাকৃতি লেখ।

4. মুখ্য প্রমান দ্রবন ও গৌন প্রমান দ্রবন বলতে কী বোঝায়?

5. দুটি কারক ও দুটি বিকারক পদার্থের নাম উদাহরন দাও।

6. প্রমান তড়িদ্বার বিভব বলতে কী বোঝায়?

7. তৌলিক বিশ্লেষন পদ্ধতি দ্বারা ক্লোরাইডের পরিমান কী রূপ নির্নয় করা হয়।

Scanned with CamScanner