



## তড়িৎ রাসায়নিক কোষ Electrochemical cell

### ভূমিকা

বিদ্যুতের ব্যবহার আমাদের দৈনন্দিন জীবনে অপরিহার্য। প্রতিদিনের ব্যবহৃত দ্রব্যাদি যেমন টর্চ, রেডিও, ঘড়ি ইত্যাদিতে যে বিদ্যুৎ ব্যবহৃত হয় তার উৎস হলো আমাদের অতি পরিচিত ব্যাটারী। এই ব্যাটারী আসলে একটি ক্ষুদ্রাকার তড়িৎ রাসায়নিক কোষ যেখানে রাসায়নিক বিক্রিয়ার দরুন বিদ্যুৎ তৈরী হয়। এ ধরনের ব্যাটারী সর্বপ্রথম তৈরী করেন বৈজ্ঞানিক ভোল্টা (Alessandro Volta)

## পাঠ ১ তড়িৎ রাসায়নিক কোষ (Electrochemical cell)

### উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে

- তড়িৎ রাসায়নিক কোষ কি তা জানা যাবে।
- অর্ধকোষ বিক্রিয়া লেখা সম্ভব হবে।

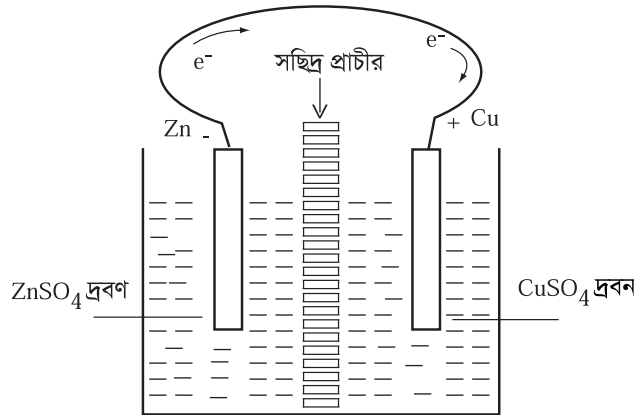
### ১২.১ তড়িৎ রাসায়নিক কোষের গঠন

তড়িৎ রাসায়নিক কোষ এমন একটি ব্যবস্থা যেখানে দু'টি ইলেকট্রোড আয়নে নিমজ্জিত থাকে এবং রাসায়নিক বিক্রিয়ার দরুন ইলেকট্রনের উৎপাদন বা শোষণ ঘটে।

যে তড়িৎ রাসায়নিক কোষে স্বতঃস্ফূর্ত রাসায়নিক বিক্রিয়ার দরুন বিদ্যুৎ বা ইলেকট্রনের প্রবাহ ঘটে তাকে ভোল্টাইক (Voltaic) বা গ্যালভানিক (Galvanic) কোষ বলে।

যে সব কোষে বাইরের কোন উৎস থেকে বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যবহার করে কোষের অভ্যন্তরে রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটানো হয় তাদেরকে ইলেকট্রোলাইটিক কোষ বা তড়িৎ বিশ্লেষণ কোষ বলে।

বৈজ্ঞানিক ভোল্টা (১৮০০ খৃ:) সর্বপ্রথম দেখান যে দু'টি ভিন্ন ধাতুর পাতকে একটি তরল পরিবাহীতে আংশিক নিমজ্জিত করে পাত দুটির উপরের দিকে তার দিয়ে সংযুক্ত করলে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। এই তথ্যের উপর ভিত্তি করে ড্যানিয়েল (১৮৩৬ খৃ:) একটি ব্যাটারী বা কোষ তৈরী করেন। একটি জিঙ্কের পাতকে জিঙ্কের লবণের দ্রবণে ( $Zn^{++}$ ) ও একটি কপার বা তামার পাতকে কপারের লবণের দ্রবণে ( $Cu^{++}$ ) আংশিক নিমজ্জিত রেখে উপর দিক দিয়ে একটি তার সংযোগ করলে একটি রাসায়নিক কোষ তৈরী হয় এবং তারের ভিতর দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতে দেখা যায় (চিত্র ১২.১)।

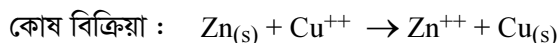
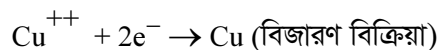
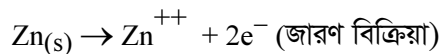


চিত্র ১২.১: তড়িৎ রাসায়নিক কোষ

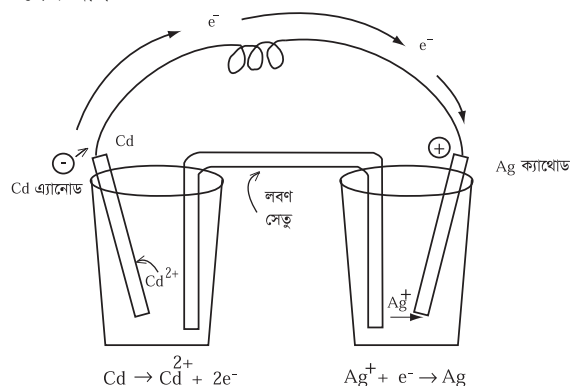
দ্রবণ দুটিকে একটি ছিদ্রযুক্ত সিরামিকের প্রাচীর দিয়ে আলাদা রাখা হয়। এভাবে আলাদা করায় দ্রবণ দুটির সরাসরি মিশ্রণ ঘটে না তবে এদের মধ্যে সংযোগ থাকে। তড়িৎ রাসায়নিক কোষে ব্যবহৃত ধাতু দুটির মধ্যে যেটির ইলেকট্রন ছেড়ে দেবার প্রবণতা বেশি সেটি জারিত হয়ে দ্রবণে চলে যায় এবং ধাতু পাতটিতে ঋণাত্মক চার্জ বা ইলেকট্রন জমা হতে থাকে। জিঙ্কের এ ক্ষেত্রে কপারের চেয়ে তুলনামূলকভাবে ইলেকট্রন ছেড়ে দেবার প্রবণতা বেশী হওয়ায় সে  $Zn^{++}$  আয়ন হিসেবে দ্রবণে চলে যায় এবং জিঙ্কের পাতটি ঋণাত্মক চার্জযুক্ত হয়। তারের ভিতর দিয়ে ইলেকট্রন জিঙ্কের পাত থেকে কপার পাতের দিকে যায় এবং দ্রবণের  $Cu^{++}$  আয়নের সাথে

যুক্ত হয়ে কপার ধাতু তৈরী করে। ধাতব কপার পাতে জমা হতে থাকে। তড়িৎ কোষে জারণ-বিজারণের মাধ্যমে একটি পাত থেকে ইলেকট্রন মুক্ত হয়ে তারের ভিতর দিয়ে প্রবাহিত হয়ে অন্য পাতে শোষিত হয়। এই ইলেকট্রন প্রবাহই বিদ্যুত প্রবাহ। তারের যে কোন অংশে একটি বাহ্য সংযোগ করলে বাহ্যিক জ্বলে উঠবে এবং বিদ্যুৎ প্রবাহের প্রমাণ দেবে। তড়িৎ কোষের মধ্যে একটি ধাতু পাত ও সেই ধাতু আয়নের গঠনকে একটি অর্ধকোষ বা half cell বলা হয়। যেমন এখানে  $Zn|Zn^{++}$  ও  $Cu|Cu^{++}$  এ দুটির প্রত্যেকে একটি অর্ধকোষ। তড়িৎদ্বারে সংঘটিত বিক্রিয়াকে অর্ধকোষ বিক্রিয়া বলা হয়।

এক্ষেত্রে অর্ধকোষ বিক্রিয়াগুলি হলো-



সংজ্ঞানুসারে যে ধাতব পাতে ধাতু বা কোন আয়ন ইলেকট্রন ছেড়ে দেয় তাকে ঋণাত্মক তড়িৎদ্বার বা এ্যানোড বলে অন্যদিকে যে তড়িৎদ্বারে রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে ইলেকট্রন শোষিত হয় তাকে ধনাত্মক তড়িৎদ্বার বা ক্যাথোড বলে। দুটি অর্ধকোষকে একত্রিত করে একটি রাসায়নিক কোষ তৈরী করা যায়। অর্ধকোষগুলির দ্রবণ দুটির মধ্যে এমনভাবে সংযোগ সৃষ্টি করা হয় যাতে তাদের মধ্যে আয়ন চলাচল করতে পারে কিন্তু সরাসরি মিশ্রণ ঘটে না। সিলিকন সিরামিক প্রাচীর দিয়ে অর্ধকোষগুলির দ্রবণগুলির মধ্যে সংযোগ সৃষ্টি করার কথা আমরা আগেই জেনেছি। সিরামিক প্রাচীরের পরিবর্তে একটি লবণ সেতু বা Salt bridgeও ব্যবহার করা যায়। Salt bridge বা লবণ সেতু একটি জেল (gel) এর মধ্যে অবস্থিত ইলেকট্রোলাইট যা ভোল্টাইক কোষকে সংযুক্ত করে কিন্তু দ্রবণের সরাসরি মিশ্রণ ঘটতে দেয় না।

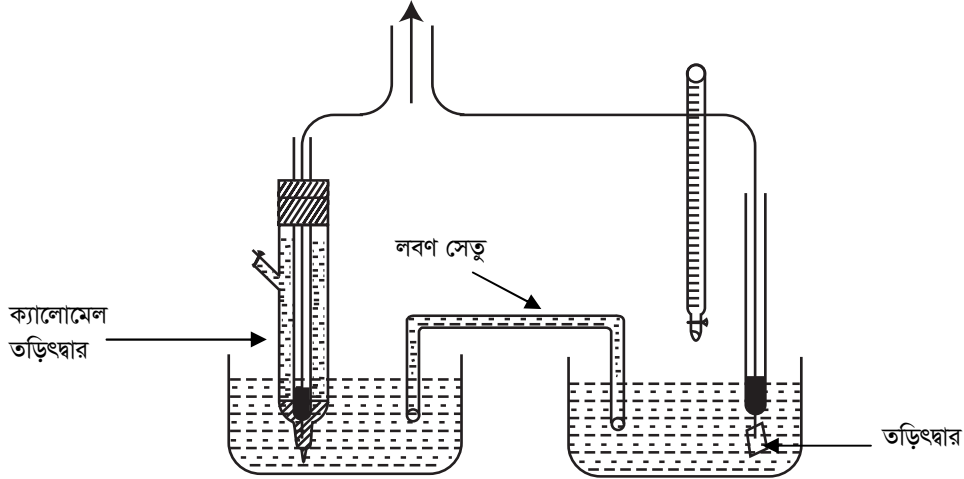


চিত্র ১২.২: ক্যাডমিয়াম ও সিলভার তড়িৎদ্বার দিয়ে তৈরী ভোল্টাইক কোষ

একটি তড়িৎ রাসায়নিক কোষে দুটি অর্ধকোষ থাকে; একটি অর্ধকোষে জারণ বিক্রিয়া ও অপরটিতে বিজারণ বিক্রিয়া ঘটে।

### লবণ সেতু (Salt bridge)

একটি তড়িৎ কোষে দুটি তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণ যদি পরস্পরের সংস্পর্শে থাকে তখন তরলদ্বয়ের সংযোগ স্থলে এক প্রকার বিভব সৃষ্টি হয়। একে তরল সংযোগ বিভব বলে। এর ফলে কোষের তড়িৎ চালক বল হ্রাস পায়। সুতরাং কোষের বিভব নির্ভুলভাবে পরিমাপের জন্য তরল সংযোগ বিভব দূর করা প্রয়োজন। সাধারণত: কোষের দুটি তড়িৎদ্বার ও তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণকে দুটি ভিন্ন পাত্রে নিয়ে পাত্র দুটির দ্রবণকে লবণ সেতু দ্বারা পরোক্ষভাবে সংযোগ করলে তরল সংযোগ বিভব হ্রাস পায়।



চিত্র-১২.৩: তড়িৎ কোষে ব্যবহৃত লবণ সেতু

সাধারণ  $KCl$  বা  $KNO_3$  বা  $NH_4NO_3$  লবণের সম্পৃক্ত দ্রবণে সামান্য পরিমাণ অ্যাগার মিশ্রিত করে গরম অবস্থায় একটি U আকৃতির কাচনলে ভর্তি করা হয়। অতঃপর শীতল হলে নলটির মধ্যে দ্রবণ জেলির মত জমে যায়। অ্যাগার ম্যাগার মিশ্রিত এরূপ সম্পৃক্ত দ্রবণ ভর্তি U আকৃতির টিউবকে লবণ সেতু বলে। লবণ সেতুর উভয় মুখ তুলা দিয়ে বন্ধ করে দুই প্রান্ত পৃথক দুটি পাত্রে রাখা দ্রবণে ডুবিয়ে রাখা হয়। এর ফলে তরলদ্বয়ের মধ্যে সরাসরি সংযোগ এড়ানো যায় এবং সম্পূর্ণ কোষে বৈদ্যুতিক সংযোগ স্থাপিত হয়।

**লবণ সেতুর ভূমিকা:** লবণ সেতুর লবণের আয়নগুলো তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষের উভয় অর্ধকোষের দ্রবণে ব্যাপন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে চলাচল করে। আয়নগুলো দ্রবণের সাথে কোন প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া করেনা। জারণ অর্ধকোষে উৎপন্ন ধনাত্মক আয়ন বৃদ্ধি পেলে লবণ সেতু হতে ঋনাত্মক আয়ন ব্যাপন প্রক্রিয়ায় দ্রবণে প্রবেশ করে চার্জের ভারসাম্য রক্ষা করে। একইভাবে বিজারণ অর্ধকোষে ঋনাত্মক আয়ন বৃদ্ধি পেলে লবণ সেতু হতে ধনাত্মক আয়ন ব্যাপন প্রক্রিয়ায় দ্রবণে প্রবেশ করে চার্জের ভারসাম্য রক্ষা করে। ফলে উভয় অর্ধকোষের দ্রবণে তড়িৎ নিরপেক্ষতা বজায় থাকে। লবণ সেতু না থাকলে জারণ অর্ধকোষ ও বিজারণ অর্ধকোষে ধনাত্মক ও ঋনাত্মক চার্জের সংখ্যা বৃদ্ধি পেয়ে জারণ-বিজারণ ক্রিয়া বাধাগ্রস্ত হয় এবং বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ হয়ে যায়।

## পার্টোত্তর মূল্যায়ন

সঠিক উত্তরে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

১। তড়িৎ রাসায়নিক কোষের যে তড়িৎদ্বারে জারণ বিক্রিয়া ঘটে তাকে

(i) এ্যানোড

(ii) ক্যাথোড বলে।

২। যে তড়িৎদ্বার থেকে ইলেকট্রন গ্রহণ করে ধাতু চার্জমুক্ত হয় সেটি

ক) ঋনাত্মক তড়িৎদ্বার

খ) ধনাত্মক তড়িৎদ্বার

৩। লবণ সেতু-

ক) একটি সিরামিকের প্রাচীর

খ) জেলে অবস্থিত ইলেকট্রোলাইট

## পাঠ ২ জারণ-বিজারণ প্রক্রিয়া ও তড়িৎদ্বার বিভব

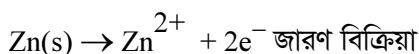
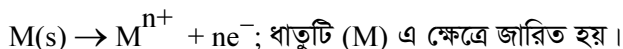
### উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে

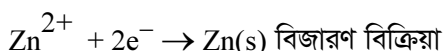
- তড়িৎ রাসায়নিক কোষের জারণ-বিজারণ বিক্রিয়াগুলি লেখা এবং তড়িৎদ্বার বিভব কি তা জানা যাবে।
- তড়িৎ কোষ উপস্থাপনের পদ্ধতিসমূহ জানা যাবে।
- কোষের বিভব গণনা করা যাবে।
- রাসায়নিক শক্তি ও বৈদ্যুতিক শক্তির মধ্যে সম্পর্ক জানা যাবে।

### ১২.২.১ : তড়িৎদ্বার বিভব (Electrode potential)

কোন ধাতু ফলক বা পাতকে সেই ধাতুর আয়নের কোন দ্রবণে অর্ধনিমজ্জিত রাখলে ফলক থেকে কিছু পরিমাণ ধাতু পরমাণু আয়নিত হয়ে ইলেকট্রন ত্যাগ করে দ্রবণে চলে যায়। পরিত্যক্ত ইলেকট্রন ধাতু ফলকে ইলেকট্রনের আধিক্য সৃষ্টি করে ধাতু ফলকটিকে ঋণাত্মক চার্জযুক্ত করে।



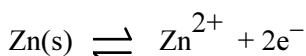
আবার দ্রবণের ধাতু আয়ন ধাতু ফলক থেকে ইলেকট্রন গ্রহণ করে পরমাণু তৈরী করে। এতে ফলকটিতে ইলেকট্রনের ঘাটতি ঘটে ও এটি ধনাত্মক চার্জযুক্ত হয় এবং ধাতু আয়নটি বিজারিত হয়।



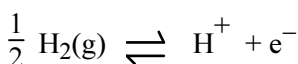
ধাতু ও ধাতু আয়নের এই বিপরীতমুখী দুই বিক্রিয়ার দরুন একটি সাম্যাবস্থার সৃষ্টি হয়



বা ধাতুটি যদি জিঙ্ক বা দস্তা হয় তবে

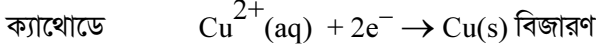
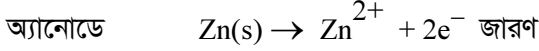


একইভাবে অন্যান্য ধাতু ও হাইড্রোজেন গ্যাস এ ধরণের বিক্রিয়া ঘটায়। হাইড্রোজেনের ক্ষেত্রে



ধাতু ফলক ঋণাত্মক বা ধনাত্মক কি ধরনের চার্জপ্রাপ্ত হবে তা নির্ভর করে ধাতুটির ইলেকট্রন গ্রহণ ও ত্যাগের মধ্যে কোন প্রক্রিয়াটি বেশি সক্রিয় বা দ্রুত তার উপর। ধাতু ও দ্রবণের মধ্যের সাম্যাবস্থা নির্ভর করে ধাতুটির আয়নিত হওয়ার প্রবণতার উপর, দ্রবণে ধাতু আয়নের ঘনত্বের উপর ও তাপমাত্রার উপর।

উপরে উল্লিখিত জারণ-বিজারণ উভয় প্রক্রিয়ার জন্যই ধাতু ও ধাতু আয়নের মধ্যে একটি শক্তির উদ্ভব ঘটে। একে বলা হয় তড়িৎদ্বার বিভব বা Electrode potential. ভিন্ন তড়িৎদ্বার বিভবের দুটি ধাতুকে তাদের নিজ নিজ আয়নের দ্রবণে আংশিক নিমজ্জিত রেখে যদি উপরিভাগে একটি তার দিয়ে যুক্ত করা হয় এবং দ্রবণ দুটির মধ্যে সংযোগ সৃষ্টি করা হয় তবে একটি তড়িৎ রাসায়নিক কোষ তৈরী হয়। কোষটির এ্যানোড তড়িৎদ্বারে জারণ ও ক্যাথোডে বিজারণ বিক্রিয়া ঘটে। উদাহরণ স্বরূপ ধাতু দুটি যদি জিঙ্ক ও কপার হয় তবে-



অ্যানোড ও দ্রবণের সংযোগস্থলে ইলেকট্রন ত্যাগের প্রবণতার ফলে এক প্রকার শক্তির উদ্ভব ঘটে। একে অ্যানোড বিভব [জারণ বিভব] বলে। একইভাবে দ্রবণ থেকে ক্যাথোডে ইলেকট্রন গ্রহণের প্রবণতার ফলে ক্যাথোড ও দ্রবণের সংযোগস্থলে যে শক্তির উদ্ভব ঘটে তাকে ক্যাথোড বিভব [বিজারণ বিভব] বলে। এ উভয় বিভবকে সাধারণভাবে তড়িৎদ্বার বিভব বলে।

তড়িৎ কোষে অ্যানোডের জারণ বিভব  $E_{ox}$  ও ক্যাথোডের বিজারণ বিভব  $E_{red}$  এর সমষ্টির কারণেই কোষে তড়িৎশক্তির প্রবাহ ঘটে অর্থাৎ তড়িৎ শক্তি চালিত হয়। তাই এ বিভবকে কোষের তড়িৎচালক বল বা Electromotive Force (EMF) বলে। একে সংক্ষেপে  $E_{cell}$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$\text{অর্থাৎ} \quad E_{cell} = E_{Ox} + E_{red}$$

(অ্যানোড)                      (ক্যাথোড)

অন্যভাবে, একটি তড়িৎ কোষে দুটি ইলেকট্রোডের জারণ বিভব পার্থক্যকে তার তড়িৎচালক বল বা EMF বা  $E_{cell}$  বলা হয়।

আবার কোন অর্ধকোষের জারণ বিভব = - অর্ধকোষের বিজারণ বিভব

$$\therefore E_{cell} = E_{Ox} - E_{Ox}$$

(অ্যানোড)                      (ক্যাথোড)

সাম্প্রতিক কালে ডান ইলেকট্রোডের বিজারণ বিভব এবং বাম ইলেকট্রোডের বিজারণ বিভবের পার্থক্যকেই কোষের তড়িৎ চালক বল বলা হয়।

$$\text{একইভাবে} \quad E_{cell} = E_{red} - E_{red}$$

(ক্যাথোড)                      (অ্যানোড)

উল্লেখ্য যে একটি ইলেকট্রোডের জারণ বিভব ও বিজারণ বিভবের মান সমান, তবে তাদের চিহ্ন হবে বিপরীত।

তড়িৎ কোষের বিভব = জারণ বিভব (এ্যানোড) + বিজারণ বিভব (ক্যাথোড)  
 বা, তড়িৎ কোষের বিভব = এ্যানোডের জারণ বিভব - ক্যাথোডের জারণ বিভব  
 বা, তড়িৎ কোষের বিভব = ক্যাথোডের বিজারণ বিভব - এ্যানোডের বিজারণ বিভব

### ১২.২.২ কোষের তড়িৎচালক বল (EMF) নির্ণয়

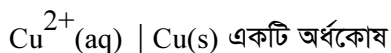
কোন তড়িৎ রাসায়নিক কোষের তড়িৎচালক বল বিভিন্নভাবে মাপা যায়। তবে সবচেয়ে সহজ পদ্ধতি হচ্ছে উচ্চ প্রতিরোধ সম্পন্ন ভোল্টমিটার ব্যবহার করে তড়িৎচালক বল মাপা। তড়িৎ রাসায়নিক কোষে এক ইলেকট্রোড হতে অপর ইলেকট্রোডে তখনই তড়িৎপ্রবাহিত হয় যখন উক্ত ইলেকট্রোডদ্বয়ের বিভব পার্থক্য থাকে। এই বিভব পার্থক্য যত বেশি হবে তড়িৎ কোষের তড়িৎচালক বলও তত অধিক হবে। কোষের ইলেকট্রোডদ্বয়ের সংযোগ তারের সাথে একটি উচ্চ প্রতিরোধ সম্পন্ন ভোল্টমিটার যোগ করে ঐ তড়িৎকোষের মোট তড়িৎচালক বল বা EMF নির্ণয় করা যায়।

### ১২.২.৩ তড়িৎকোষ উপস্থাপনের পদ্ধতি সমূহ

তড়িৎ রাসায়নিক কোষকে সঙ্ক্ষেপের সাহায্যে সংক্ষেপে বর্ণনা করার জন্য কতকগুলি নিয়ম ও চিহ্নের ব্যবহার প্রচলিত আছে। আমরা সেগুলি নিয়ে এখানে আলোচনা করব। আমরা আগেই দেখেছি কিভাবে জিঙ্ক ও কপার এর পাত দিয়ে একটি তড়িৎ রাসায়নিক কোষ তৈরী হয়। এই কোষটিকে নিচের চিহ্ন দিয়ে লেখা যায়-



১। এখানে  $\text{Zn(s)} | \text{Zn}^{2+}$  একটি অর্ধকোষ ও



২। ইলেকট্রোড ও ইলেকট্রোলাইটের মধ্যে একটি খাড়া চিহ্ন দিয়ে ধাতু ও ধাতু আয়নের মধ্যে সাম্যাবস্থা নির্দেশিত হয়। যেমন  $\text{Zn(s)} | \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$  বা  $\text{H}_2(\text{g}) | \text{H}^+(\text{aq})$

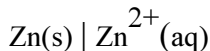
এ্যানোড বা জারণ অর্ধকোষকে সব সময় বাদিকে লেখা হয়। ক্যাথোড বা বিজারণ অর্ধকোষকে ডানদিকে লেখা হয়।

৩। দুটি অর্ধকোষকে একটি লবণ সেতু দিয়ে সংযুক্ত করা হয় যা দুটি খাড়া লাইন (| |) দিয়ে বোঝানো হয়।

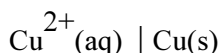


এ্যানোড            লবণ সেতু            ক্যাথোডে

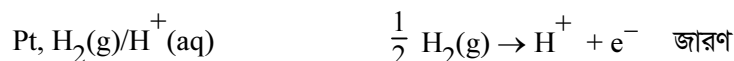
অর্ধকোষে জারণ বিক্রিয়া সংঘটিত হলে প্রথমে ইলেকট্রোড ও পরে ইলেকট্রোলাইট দেখানো হয় যেমন



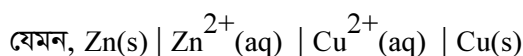
বিজারণ বিক্রিয়া সংঘটিত হলেও প্রথমে ইলেকট্রোলাইট ও পরে ইলেকট্রোড দেখানো হয় যেমন-



৪। যদি অর্ধকোষে গ্যাস ইলেকট্রোড বা জারণ-বিজারণ ইলেকট্রোডে নিষ্ক্রিয় ইলেকট্রোড ব্যবহৃত হয় তবে তাকে উপরের একই নিয়মে উপস্থাপন করা হয় যেমন

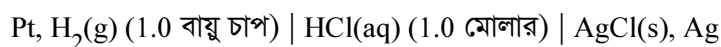


৫। যদি দুটি অর্ধকোষের মধ্যে একটি খাড়া চিহ্ন দেয়া হয় তবে তা অর্ধকোষ দুটির মধ্যে সরাসরি সংযোগ প্রকাশ করে।

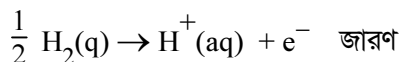


৬। যদি কোষের বহিঃবর্তনী (external circuit) দিয়ে ইলেকট্রন বাম থেকে ডানে যায় তবে কোষের তড়িৎ বলকে ধনাত্মক ধরা হয়। ইলেকট্রন বিপরীত দিকে প্রবাহিত হলে তড়িৎচালক বল ঋনাত্মক ধরা হয়।

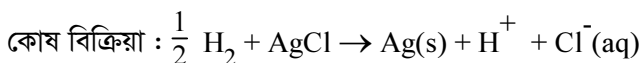
৭। কোষের তড়িৎচালক বলের মান যখন ধনাত্মক হয় তখন কোষের বিক্রিয়া স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটে। যেমন,



বামদিকের তড়িৎদ্বার:



ডান দিকের তড়িৎদ্বারঃ  $\text{AgCl} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}(\text{s}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$  বিজারণ



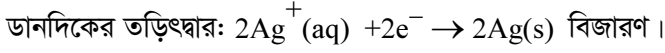
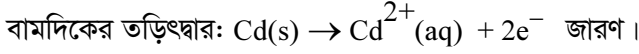
কোষটির তড়িৎ চালক বল + 0.2 ভোল্ট

কাজেই বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটে।

অথবা



কোষটির তড়িৎচালক বল = 1.2 ভোল্ট



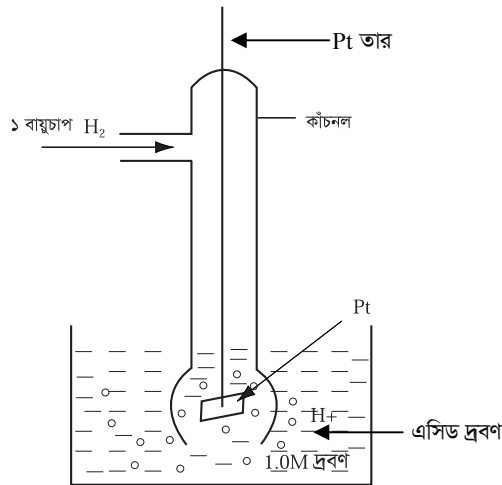
বামদিকের তড়িৎদ্বারে উৎপন্ন ইলেকট্রনের সংখ্যা ও ডানদিকের তড়িৎদ্বারে ইলেকট্রন গ্রহণের সংখ্যা সব সময় সমান হবে। কোষটির তড়িৎচালক বল ধনাত্মক কাজেই বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্ত হবে।

তড়িৎচালক বল ধনাত্মক হলে বিক্রিয়া স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটে।

### ১২.২.৪ প্রমাণ তড়িৎদ্বার বিভব

ধাতু বা ধাতু পাতের ইলেকট্রন পরিত্যাগের প্রবণতা নির্ভর করে ধাতু আয়নের ঘনমাত্রা ও দ্রবণের তাপমাত্রার উপর। সকল ধাতুর ইলেকট্রন ত্যাগের প্রবণতা এক নয় কাজেই তড়িৎদ্বার বিভবও এক নয়। বিভিন্ন ধাতুর তড়িৎদ্বার বিভবের তুলনামূলক মান প্রকাশের জন্য একটি নির্দিষ্ট প্রমাণ অবস্থা স্থির করা হয়েছে। প্রমাণ অবস্থায় তড়িৎদ্বার বিভবকে প্রমাণ তড়িৎদ্বার বিভব বলে। আমরা একে  $E^\circ$  দ্বারা সূচিত করব।

প্রমাণ অবস্থায় দ্রবণের মাত্রা 1.0 M, গ্যাসের চাপ 1 বায়ুচাপ এবং তাপমাত্রা 25 সে। প্রমাণ হাইড্রোজেন গ্যাস তড়িৎদ্বারের  $\text{H}^+$  আয়নের ঘনমাত্রা 1.0 M, তাপমাত্রা 25° সে ও হাইড্রোজেন গ্যাসের চাপ 1.0 বায়ুচাপ। প্রমাণ হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বারকে শূন্য ধরা হয়েছে। আমরা যদি সকল তড়িৎদ্বারের বিভব বা Electrode Potential এর মান জানি তবে একটি সারণি বা Table তৈরী করা সম্ভব। যে কোন দুটি তড়িৎদ্বারকে সংযুক্ত করে একটি রাসায়নিক কোষ তৈরী করা যায় এবং তড়িৎদ্বারের বিভব থেকে কোষের বিভব নির্ণয় করা সম্ভব। কোন তড়িৎদ্বারের বিভব এককভাবে সরাসরি নির্ণয় করা যায় না; কোষের বিভব (E.M.F) বের করা সম্ভব। এ অসুবিধা দূরীকরণের জন্য প্রমাণ হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বারের বিভবকে শূন্য ধরে তার তুলনায় অন্য তড়িৎদ্বারের বিভবের মান বের করা হয়। প্রমাণ হাইড্রোজেন ইলেকট্রোড ও অন্য একটি ইলেকট্রোডের সমন্বয়ে গঠিত কোষের E.M.F থেকে তড়িৎদ্বার বিভবের মান বের করা যায়। ১২.৩নং চিত্রে একটি প্রমাণ হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বার এর গঠন দেখানো হ



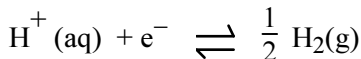
চিত্র: ১২.৩ প্রমাণ তড়িৎদ্বার

প্রমাণ হাইড্রোজেন ইলেকট্রোডের বিভবের মান শূন্য ধরা হয়েছে।

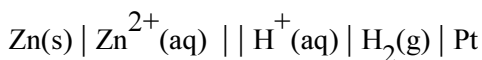


প্রদত্ত চিত্র অনুযায়ী হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বারে 1 মোলার এসিডের দ্রবণে ( $H^+$ ) 1 বায়ু চাপে বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন গ্যাস দ্রবণের ভিতর দিয়ে অনবরত চালনা করা হয়। নিষ্ক্রিয় Pt ইলেকট্রোডের চারপাশে  $25^\circ\text{C}$  এ হাইড্রোজেন গ্যাস বুদ বুদ আকারে তরলের ভিতর দিয়ে বাইরে বেড়িয়ে যায়।

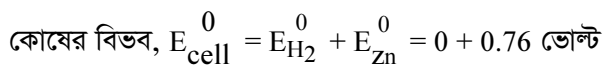
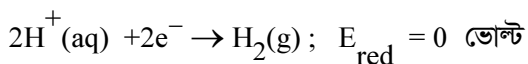
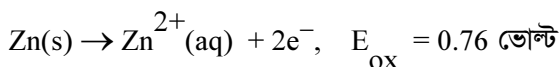
তড়িৎদ্বার বিক্রিয়া:



হাইড্রোজেন ইলেকট্রোডটিকে এখন অন্য একটি তড়িৎদ্বারের সাথে সংযুক্ত করে যে কোষ তৈরী হবে তার বিভব আমরা মাপতে পারি। হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বারে বিক্রিয়াটি কোনদিকে যাবে সেটা নির্ভর করবে অন্য তড়িৎদ্বারের বিভবের উপর। মনে করি আমাদের তৈরী কোষটি হলো-



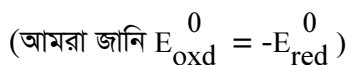
কোষের বিক্রিয়া



কাজেই জিঙ্ক তড়িৎদ্বারের  $E_{Zn}^0 = E_{cell}^0 = 0.76 \text{ ভোল্ট}$ । জিঙ্ক এখানে জারিত হয়েছে কাজেই  $E_{Zn}^0_{ox} = 0.76V$ । এভাবে প্রমাণ অবস্থায় বিভিন্ন তড়িৎদ্বারের বিভব বের করে একটি সারণি তৈরী করা হয়েছে। এই সারণিকে তড়িৎ রাসায়নিক সারি (electro chemical series) বলা হয়।

### ১২.২.৫ তড়িৎ রাসায়নিক সারি (Electrochemical series)

বিভিন্ন তড়িৎদ্বারের তুলনামূলক প্রমাণ বিভবের মান তড়িৎ রাসায়নিক সারিতে প্রকাশ করা হয়। নিচের সারণিতে বিভিন্ন তড়িৎদ্বার, তাদের বিক্রিয়া ও বিভবের মান ক্রমানুসারে লিপিবদ্ধ করা হয়েছে। প্রমাণ তড়িৎদ্বার বিভব বা Standard electrode potential এর মান দু'ভাবে লেখা যায়। প্রমাণ তড়িৎদ্বার জারণ বিভব  $E_{oxd}^0$  বা প্রমাণ তড়িৎদ্বার বিজারণ বিভব  $E_{red}^0$  হিসেবে। নিচে সংক্ষিপ্ত আকারে তড়িৎ রাসায়নিক সারি দেয়া হলো।

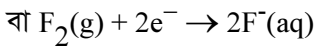
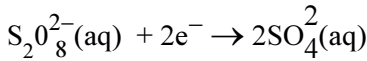


সারণি ১২.১ : তড়িৎ রাসায়নিক সারি:

তড়িৎদ্বার	তড়িৎদ্বারের রাসায়নিক বিক্রিয়া	$25^\circ\text{C}$ এ প্রমাণ বিজারণ বিভব $E^0$ (ভোল্ট)
$Li^+   Li(s)$	$Li^+(aq) + e^- \rightarrow Li(s)$	- 3.04
$Na^+   Na(s)$	$Na^+(aq) + e^- \rightarrow Na(s)$	- 2.71
$Mg^{2+}   Mg(s)$	$Mg^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Mg(s)$	- 2.38
$Al^{3+}   Al(s)$	$Al^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Al(s)$	- 1.66
$Zn^{2+}   Zn(s)$	$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Zn(s)$	-0.76

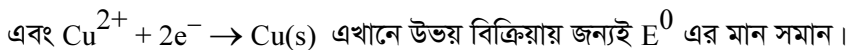
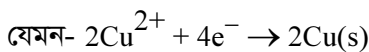
$\text{Cr}^{3+}   \text{Cr}(s)$	$\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Cr}(s)$	- 0.74
$\text{F}_c^{2+}   \text{Fe}(s)$	$\text{F}_c^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{F}(s)$	- 0.41
$\text{Cd}^{2+}   \text{Cd}(s)$	$\text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cd}(s)$	- 0.40
$\text{Ni}^{2+}   \text{Ni}(s)$	$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}(s)$	- 0.23
$\text{Sn}^{2+}   \text{Sn}(s)$	$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}(s)$	- 0.14
$\text{Pb}^{2+}   \text{Pb}(s)$	$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}(s)$	- 0.13
$\text{Fe}^{3+}   \text{Fe}(s)$	$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}(s)$	- 0.04
$\text{H}^+   \text{H}_2(\text{g}) \text{ Pt}$	$\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) \text{ P}$	- 0.00
$\text{Cu}^{2+}   \text{Cu}(s)$	$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(s)$	+ 0.34
$\text{I}_2(\text{S})   \text{I}_2(\text{s})$	$\text{I}_2(\text{s}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{I}(\text{aq})$	0.54
$\text{Ag}^+   \text{Ag}(s)$	$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}(s)$	+ 0.80
$\text{Br}_2(\text{l})   \text{Br}^-(\text{aq})$	$\text{Br}_2(\text{l}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Br}^-(\text{aq})$	+ 1.07
$\text{Cl}_2(\text{g})   \text{Cl}^-$	$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$	+ 1.36
$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}   \text{SO}_4^{2-}$	$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$	2.10
$\text{F}_2(\text{g})   \text{F}^-(\text{aq})$	$\text{F}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{F}^-(\text{aq})$	2.87

প্রমাণ তড়িৎদ্বার জারণ বা বিজারণ বিভবের মান থেকে বস্তুর জারণ ও বিজারণের ক্ষমতা বুঝা যায়। যেমন উপরের সারণিতে  $E^0$  এর মান যত বেশি ঋণাত্মক হবে তার নিজের বিজারিত হওয়ার প্রবণতা তত বেশি। কাজেই সে সহজে অন্যকে জারিত করবে অর্থাৎ সে একটি শক্তিশালী জারক যেমন-



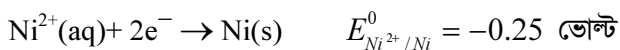
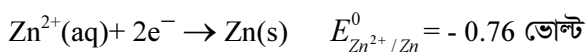
অন্যদিকে  $E^0$  এর মান সারণিতে যত উপরের দিকে যায় (যেমন  $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})/\text{Zn}(s)$  এর  $E^0 = -0.76$  ভোল্ট)।

সে তত বেশি শক্তিশালী বিজারক হিসেবে কাজ করবে। কাজেই তার নিজের জারিত হওয়ার প্রবণতা তত বেশি। অর্থাৎ তড়িৎ রাসায়নিক কোষে দুটি তড়িৎদ্বারের মধ্যে যার প্রমাণ বিজারণ বিভব অন্যটির তুলনায় কম হবে (এ ক্ষেত্রে মনে করি Zn ও Fe ধাতু) সে নিজে জারিত হয়ে অন্যটিকে বিজারিত করবে। Zn ধাতু সহজে  $\text{Fe}^{2+}$  আয়নকে বিজারিত করে লোহায় রূপান্তরিত করবে ও নিজে আয়নিত হবে। তড়িৎ বিজারণ বিভব  $E^0$  একটি পদার্থের জারিত অবস্থা থেকে বিজারিত অবস্থায় যাওয়ার প্রবণতাকে বোঝায় কিন্তু এর মান পদার্থের পরিমাণের উপর নির্ভরশীল নয়।



বস্তুর প্রমাণ বিজারণ বিভবের মান যত বেশি ঋণাত্মক হবে বস্তু তত বেশি শক্তিশালী বিজারক হবে।

উদাহরণ:

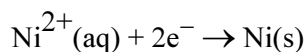


উপরে প্রদত্ত তথ্য থেকে জিঙ্ক ও নিকেল তড়িৎদ্বারের তৈরী কোষের (১) বিভব কি হবে? (২) কোষের বিক্রিয়া কি হবে? (৩) কোষটিকে সাংকেতিক চিহ্নের সাহায্যে কিভাবে বর্ণনা করা হবে?

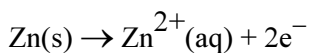
সমাধান: (১)  $\text{Ni}^{2+} | \text{Ni}$  ইলেকট্রোডটি বেশি ধনাত্মক। কাজেই এটি ক্যাথোড

$$\begin{aligned} \therefore E^0 &= E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^0 - E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 \\ &= (E_{\text{red}}^0 \text{ ক্যাথোড}) - (E_{\text{red}}^0 \text{ এ্যানোড}) \\ &= [(-0.25) - (-0.76)] \text{ ভোল্ট} \\ &= 0.51 \text{ ভোল্ট} \end{aligned}$$

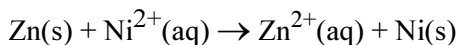
(২) কোষের ডানদিকে বিজারণ ঘটে



বামদিকে জারণ ঘটে



$\therefore$  কোষের বিক্রিয়া এ দুটি বিক্রিয়ার যোগফল



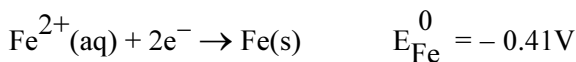
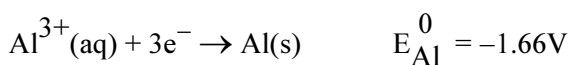
কোষের সংকেত



উদাহরণ: নিচের কোষটির বিভব ও কোষ বিক্রিয়া কি হবে?

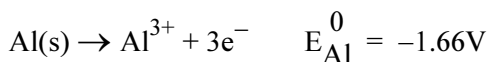


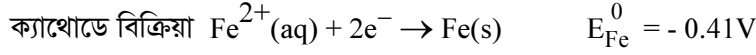
সমাধান:



এখানে Al এ্যানোড হিসেবে কাজ করে। অর্ধকোষটি বামদিকে লেখা হয়েছে।

$\therefore$  এ্যানোডে বিক্রিয়া

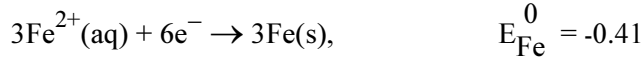
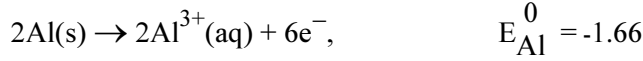




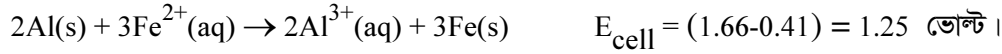
$$\text{কোষের বিভব} = E_{\text{red}}^{\circ} (\text{ক্যাথোড}) - E_{\text{red}}^{\circ} (\text{এ্যানোড})$$

$$= (-0.41 - (-1.66)) \text{ ভোল্ট} = 1.25 \text{ ভোল্ট}$$

এ্যানোড ও ক্যাথোড বিক্রিয়ায় সমান সংখ্যক ইলেকট্রন দেখানোর জন্য প্রথম বিক্রিয়াটিকে ২ ও দ্বিতীয় বিক্রিয়াটিকে ৩ দ্বারা গুণ করা হলো। কোষের বিক্রিয়া এ দুটির যোগফলের সমান।



কোষ বিক্রিয়া



উল্লেখ্য যে  $E^{\circ}$  এর মানকে গুণ করতে হবে না কারণ এর মান বস্তুর পরিমাণের উপর নির্ভর করে না।

### ১২.২.৬ : তড়িৎ কোষ বিক্রিয়ার স্বতৎস্কৃর্ততা

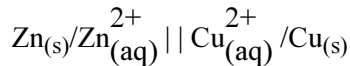
আমরা জানি যে তড়িৎ কোষের বাম দিকের তড়িৎদ্বার বা ইলেকট্রোডে যে অর্ধকোষ বিক্রিয়া সংগঠিত হয় তাকে জারণ বিক্রিয়া হিসেবে এবং ডান দিকের তড়িৎদ্বারে বা ইলেকট্রোডে সংগঠিত অর্ধকোষ বিক্রিয়াকে বিজারণ বিক্রিয়া হিসেবে লেখা হয়।

যদি এভাবে লিখিত কোন সামগ্রিক কোষের বিভব বা EMF  $E^{\circ}$  এর গণনাকৃত মান ধনাত্মক হয় তবে কোষের বিক্রিয়াটি স্বতৎস্কৃর্তভাবে ঘটবে। আর যদি সামগ্রিক কোষের বিভব ঋনাত্মক হয়, তবে কোষ বিক্রিয়া আদৌ হবে না এবং তা হতে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবে না।

উদাহরণ :  $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$  এবং

$\text{Cu} + \text{ZnSO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{Zn}$  এ বিক্রিয়া দুটির মধ্যে কোনটি স্বতৎস্কৃর্তভাবে ঘটবে? [ $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$  এবং  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$  বিজারণ বিভব যথাক্রমে 0.34V এবং -0.76V]

প্রথম বিক্রিয়ার জন্য কোষ সংকেত নিম্নরূপ

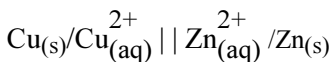


অতএব কোষ বিক্রিয়া  $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$

$$\begin{aligned} E_{\text{cell}}^{\circ} &= E_{\text{anode(ox)}} + E_{\text{cathode(red)}} \\ &= -E_{\text{anode(red)}} + E_{\text{cathode(red)}} \\ &= -(-0.76) + 0.34 = +1.1\text{volt} \end{aligned}$$

যেহেতু কোষ বিক্রিয়ায়  $E^{\circ}$  কোষের মান ধনাত্মক, তাই উপরোক্ত কোষ বিক্রিয়াটি স্বতৎস্কৃর্তভাবে ঘটবে।

আবার দ্বিতীয় বিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে কোষ সংকেত নিম্নরূপ



অতএব কোষ বিক্রিয়া  $\text{Cu} + \text{Zn}^{2+} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{Zn}$

$$\begin{aligned} E_{\text{cell}}^0 &= E_{\text{anode(ox)}} + E_{\text{cathode(red)}} \\ &= -E_{\text{anode(red)}} + E_{\text{cathode(red)}} \\ &= -0.34 + (-0.76) = -1.1 \text{ volt} \end{aligned}$$

যেহেতু কোষ বিক্রিয়াটির  $E^0$  এর মান ঋনাত্মক তাই ২য় বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটবে না।

### ১২.২.৭ : রাসায়নিক শক্তি ও বৈদ্যুতিক শক্তির মধ্যে সম্পর্ক

একটি তড়িৎদ্বারে জারণ ও অপরিষ্কারে বিজারণ বিক্রিয়া ঘটে। কোষের এই জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া ঘটায় ফলে বিক্রিয়াটির মুক্তশক্তি,  $\Delta G$  (Free energy) হ্রাস পায়।

$\Delta G$  এর মান ঋনাত্মক হলে বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্তভাবে হয় বলে ধরা হয়। তড়িৎকোষের বিক্রিয়ার ফলে যে বিদ্যুৎ শক্তি উৎপাদিত হয় তা এই মুক্ত শক্তির সমান।

$$\text{অর্থাৎ } \Delta G = nF E_{\text{cell}}^0$$

এখানে  $E_{\text{cell}}^0$  = প্রমাণ তড়িৎকোষ বিভব

$$F = \text{ফ্যারাড} = 96500 \text{ কুলম্ব}$$

$n$  = জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী ইলেকট্রনের সংখ্যা।

তড়িৎকোষে সংঘটিত বিক্রিয়ার  $\Delta G$  এর মান ঋনাত্মক হলে বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্তভাবে সংঘটিত হবে। কাজেই উপরের সমীকরণ থেকে বলা যায় তড়িৎ কোষের বিভব  $E_{\text{cell}}^0$  যদি ধনাত্মক হয় (+Ve) তবে তড়িৎকোষে বিক্রিয়া ত্বরিতভাবে স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটে। অন্যদিকে তড়িৎ কোষের বিভব ঋনাত্মক হলে সাধারণতঃ বিক্রিয়া ঘটে না।

### পাঠোত্তর মূল্যায়ন

সঠিক উত্তরে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

- ১। তড়িৎ রাসায়নিক কোষের যে তড়িৎদ্বারে জারণ বিক্রিয়া ঘটে তাকে বলে  
(ক) এ্যানোড (খ) ক্যাথোড
- ২। প্রমাণ হাইড্রোজেন ইলেকট্রোডে  $\text{H}^+$  আয়নের মাত্রা  
(ক) 1 মোলার (খ) 0.1 মোলার (গ) 2 মোলার
- ৩। অর্ধকোষ বিক্রিয়াটি  
 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$  হলে  
i) সাংকেতিক চিহ্ন ইলেকট্রোডটি  
(ক)  $\text{H}^+(\text{aq}) | \text{H}_2(\text{g}) | \text{Pt}$  (খ)  $\text{Pt} | \text{H}_2(\text{g}) | \text{H}^+(\text{aq})$   
ii) ইলেকট্রোড টি  
(ক) ক্যাথোড (খ) এ্যানোড

## পাঠ ৩

## তড়িৎ রাসায়নিক কোষের ব্যবহার

## উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে

- শুষ্ক কোষ কি জানা যাবে
- বিভিন্ন শুষ্ক কোষের গঠন বর্ণনা করা যাবে।
- সঞ্চয়ক কোষ সম্বন্ধে জানা যাবে
- কোষের বিক্রিয়াগুলি লেখা যাবে।
- কোষের ব্যবহার জানা যাবে।

## ১২.৩.১: শুষ্ক কোষ ও সঞ্চয়ক কোষঃ

আমাদের নিত্য প্রয়োজনীয় ব্যবহার্য দ্রব্যাদি যেমন রেডিও, টেলিভিশন, ক্যালকুলেটর, বাচ্চাদের খেলনা, টর্চলাইট, গাড়ীর ইঞ্জিন ইত্যাদির জন্য নানা ধরনের ব্যাটারী ব্যবহৃত হয়। ব্যাটারী একটি ক্ষুদ্রাকার তড়িৎ রাসায়নিক কোষ এবং বৈদ্যুতিক উৎস হিসেবে কাজ করে।

তড়িৎ রাসায়নিক কোষগুলোকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যেমন- প্রাইমারী ও সেকেন্ডারী কোষ।

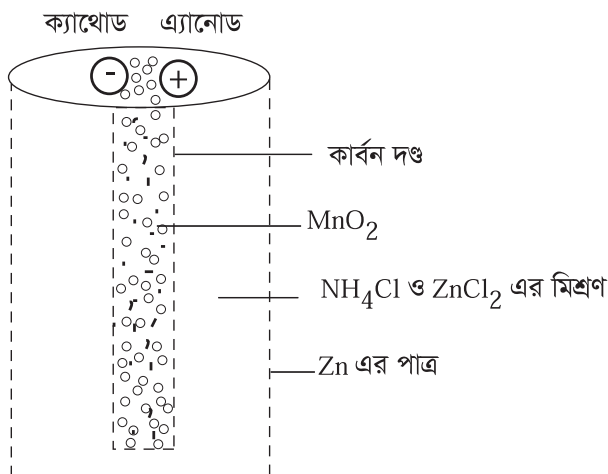
**প্রাইমারী কোষ (Primary Cells) বা প্রাথমিক কোষ:** যে বিদ্যুৎ কোষ নিজেই নিজের রাসায়নিক শক্তি থেকে সরাসরি বিদ্যুৎ শক্তি উৎপন্ন করে বিদ্যুৎ প্রবাহ বজায় রাখে তাকে প্রাইমারী বা প্রাথমিক কোষ বলে। এ ধরনের কোষে রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটনের মাধ্যমে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয় এবং একবার ব্যবহারে এ কোষগুলো ডিসচার্জ হয়ে পড়ে, সে কারণে একে পুনরায় চার্জিত করে ব্যবহার করা যায় না।

**সেকেন্ডারী কোষ (Secondary Cells) বা গৌণ কোষ :** যে বিদ্যুৎ কোষে বাইরে থেকে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করে বিদ্যুৎ শক্তিকে রাসায়নিক শক্তি হিসেবে সঞ্চিত রেখে পরে ঐ রাসায়নিক শক্তিকে পুনরায় বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত করা হয়, তাকে সেকেন্ডারী কোষ বা গৌণ কোষ বা সঞ্চয়ী কোষ বলে। এ ধরনের কোষগুলো বিদ্যুৎ প্রবাহ চালিয়ে বার বার চার্জিত করা যায় এবং ব্যবহার করা যায়। উদাহরণ: লেড এসিড সঞ্চয়ী কোষ, নিকেল অক্সাইড সঞ্চয়ী কোষ।

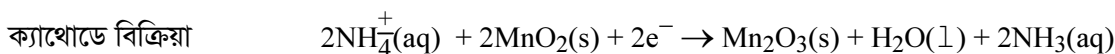
## শুষ্ক কোষ

## (ক) লেকল্যান্স কোষ

ঘড়ি, টর্চলাইট বা রেডিওতে যেসব ব্যাটারী ব্যবহৃত হয় সেগুলি সাধারণত শুষ্ক কোষ। শুষ্ক কোষের বৈশিষ্ট্য হলো এগুলিতে তরল ইলেকট্রোলাইটের পরিবর্তে পেস্ট ব্যবহৃত হয়। এতে ব্যাটারীর ভেতর থেকে তরল পদার্থ বেরিয়ে পরার সম্ভাবনা কম থাকে। কাজেই এ ধরনের কোষকে বিভিন্ন ক্ষেত্রে ব্যবহার করা যায়। লেকল্যান্স কোষ একটি পরিচিত শুষ্ককোষ। নীচে লেকল্যান্স কোষের একটি চিত্র দেয়া হলো। লেকল্যান্স শুষ্ককোষে অ্যানোড হিসেবে একটি দস্তার পাত্র ব্যবহার করা হয়। কোষের পাত্রের মাঝখানে একটি কার্বন দণ্ড রাখা হয়। কার্বন দণ্ডটি কোষের ক্যাথোড হিসেবে কাজ করে। কার্বন দণ্ডের চারদিকে  $MnO_2$ , গ্রাফাইট চূর্ণ, সামান্য  $ZnCl_2$  এবং অতিরিক্ত  $NH_4Cl$  এর একটি পেস্ট দিয়ে জিংক পাত্রটি পূর্ণ করা হয়।

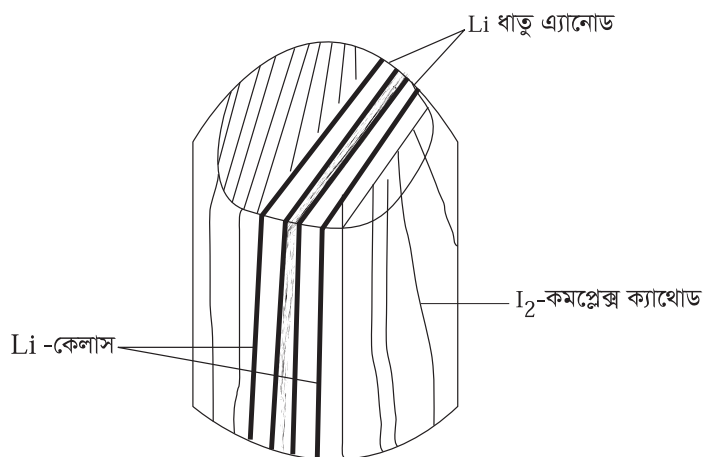


চিত্র ১২.৪ শুষ্ক কোষ



কোষটির বিভব (cell voltage) 1.5 ভোল্ট। কিন্তু ব্যাটারী ব্যবহারের সাথে বিভব কমতে থাকে। ব্যাটারীর ব্যবহারে জিঙ্কের পাত্রটি এ্যানোড হিসেবে জারণ বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে ক্ষয় হতে থাকে এবং এক সময় পাত্রটি ছিদ্র হয়ে যায়। এ অবস্থায় ব্যাটারীটিকে আর ব্যবহার করা যায় না।

খ) আজকাল কঠিন পদার্থের কোষ বা solid state ব্যাটারীও ব্যবহৃত হয়। লিথিয়াম- আয়োডিন ব্যাটারী (Lithium-Iodin battery) একটি কঠিন পদার্থের ব্যাটারী। এখানে লিথিয়াম ধাতু এ্যানোড হিসেবে এবং একটি  $I_2$ -কমপে-ক্স ক্যাথোড হিসেবে কাজ করে। এ্যানোড ও ক্যাথোডকে একটি সরু লিথিয়াম আয়োডাইড ( $LiI_2$ ) এর কেলাস (crystal) দিয়ে আলাদা রাখা হয়। লিথিয়াম কেলাসের ভিতর দিয়ে  $Li^{+}$  আয়নের চলাচলের দরুন বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। এ ধরনের ব্যাটারী আজকাল Heart pace maker এ ব্যবহৃত হয়। এ ধরনের ব্যাটারীর কার্যক্ষমতা সাধারণত ১০ বছর।

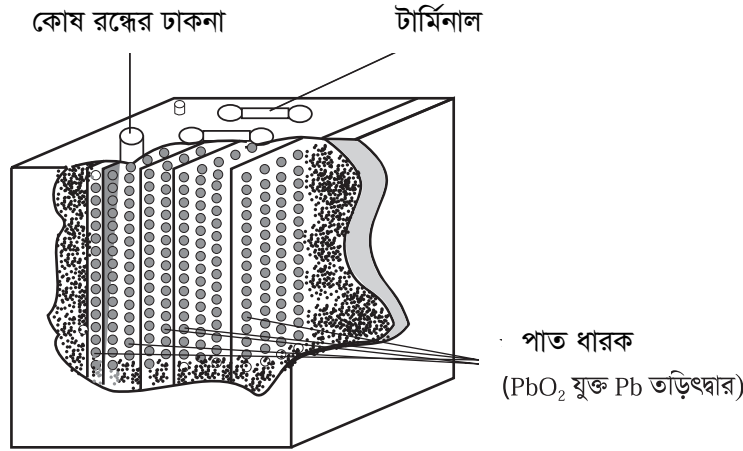


চিত্র ১২.৫ঃ Li-I<sub>2</sub> ব্যাটারী

শুষ্ক কোষ একবার ডিসচার্জড হয়ে গেলে (সামান্যস্থায় পৌঁছায়) একে আর চার্জড করা যায় না।

### ১২.৩.২: তড়িৎ রাসায়নিক: সঞ্চয়ক কোষ

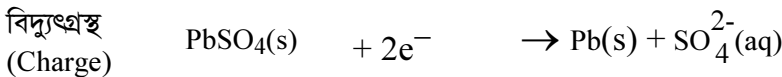
কিছু কিছু কোষ আছে যেগুলির বিভব কমে গেলে তাকে আবার বিদ্যুৎ গ্রন্থ (Charged) করে পুনরায় ব্যবহারের উপযোগী করা যায়। এ ধরনের কোষকে সঞ্চয়ক কোষ (storage battery) বলে। সঞ্চয়ক কোষে ঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়া সাম্যাবস্থায় পৌঁছালে কোষ থেকে আর বিদ্যুৎ টানা যায় না। এ অবস্থাকে সাধারণত বলা হয় discharged হয়ে যাওয়া বা কোষ ডাউন (down) হয়ে যাওয়া। কোষের তড়িৎদ্বারে বাইরে থেকে পর্যাপ্ত পরিমাণ তড়িৎ বিভব প্রয়োগ করে তড়িৎ শক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত করা যায়। অর্থাৎ কোষটিকে বিদ্যুৎ গ্রন্থ (Charged) করা যায়। যে বিক্রিয়ার সাহায্যে সঞ্চয়ক কোষে রাসায়নিক শক্তি তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয় তা উভমুখী। কাজেই বিক্রিয়াকে তড়িৎ শক্তির সাহায্যে আবার বিপরীত দিকে চালিত করে কোষটিকে Charged বা বিদ্যুৎগ্রন্থ করা হয় এবং কোষটি পূর্বের অবস্থায় ফিরে যায়। বাজারে বিভিন্ন ধরনের সঞ্চয়ক কোষের মধ্যে সীসা বা লেড কোষ অতি পরিচিত। নীচে সঞ্চয়ক কোষের একটি চিত্র দেয়া হলোঃ



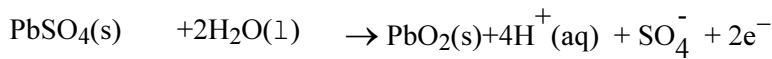
চিত্র ১২.৬ঃ সঞ্চয়ক কোষ

এখানে সঞ্চয়ক কোষের দুটি তড়িৎদ্বারই সীসার তৈরী। একটি সীসার গ্রিডে সচ্ছিদ্র সীসা (spongy) ভর্তি করে এ্যানোড ও অপর সীসার গ্রিডে  $PbO_2$  ভর্তি করে ক্যাথোড তৈরী করা হয়। উভয় তড়িৎদ্বারই সালফিউরিক এসিডের জ্বলীয় দ্রবণে ডুবানো থাকে। সালফিউরিক এসিডের সাথে বিক্রিয়ার ফলে উভয় ইলেকট্রোডই অদ্রবনীয়  $PbSO_4$  এর আস্তরণ দিয়ে ঢাকা পড়ে যায়। কোষটিকে প্রথমে বিদ্যুৎগ্রন্থ (Charged) করা হয়। চার্জ করার সময় যে বিক্রিয়া ঘটে তা নীচে দেয়া হলো।

+ পে-ট

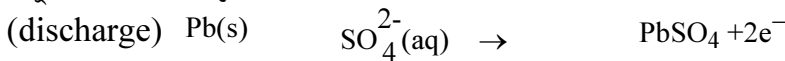


- পে-ট

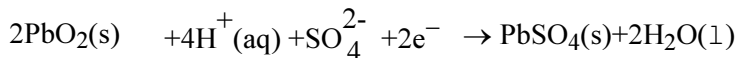


বিদ্যুৎগ্রন্থ হওয়ার ফলে সীসার পাতগুলি এখন ভিন্ন কাজেই তাদের বিভবও ভিন্ন। এখন এদের তার দিয়ে সংযুক্ত করলে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবে। বিদ্যুৎ প্রবাহের সময় অর্থাৎ কোষটি discharge হওয়ার সময় নীচের বিক্রিয়া ঘটে-

বিদ্যুৎক্ষরণ - প্লেট



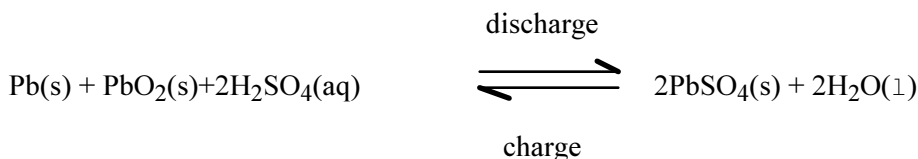
+ পে-ট





যখন সকল  $PbO_2$  ও  $Pb$ ,  $PbSO_4$  এ রূপান্তরিত হয় তখন সীসার পাতদ্বয়ের মধ্যে বিভবের কোন পার্থক্য থাকে না। ফলে এ অবস্থায় আর বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় না। কাজেই কোষটিকে আবার বিদ্যুৎস্বল্প করে ব্যবহার করতে হয়। এখানে লক্ষণীয় যে বিদ্যুৎস্বল্প করার সময় সীসার পাতটি ধনাত্মক এবং বিদ্যুৎস্বল্পের সময় ঋনাত্মক।  $PbO_2$  এর পাতটিরও একইভাবে মেরুকৃত্ব বা Polarity পরিবর্তন হয়।

কোষ বিক্রিয়াটিকে নীচে দেয়া হলো-



এই কোষের তড়িৎ চালক বল (e.m.f) 2.0 ভোল্ট। এ ধরনের ৬টি ব্যাটারীকে সারিবদ্ধভাবে সংযোজন করে 12V এর ব্যাটারী তৈরী করা যায়। এ ধরনের ব্যাটারী সাধারণত মোটর গাড়ীতে ব্যবহৃত হয়। গাড়ী চলার সময় একটি জেনারেটরের সাহায্যে ব্যাটারী বিদ্যুৎস্বল্প করা হয়। গাড়ীর ইঞ্জিনকে ঘন ঘন থামালে বা স্টার্ট দিলে ব্যাটারীর ক্ষমতা নিঃশেষিত হয়ে যায়। তখন একে বিদ্যুৎ প্রয়োগ করে চার্জ করে নিতে হয়। বিদ্যুৎস্বল্পের সময় সালফিউরিক এসিড বিক্রিয়া করে কাজেই কোষের মধ্যে তরল দ্রবনের ঘনত্ব কমে যায়। একটি হাইড্রোমিটার দিয়ে ব্যাটারীর ঘনত্ব মেপে ব্যাটারীর অবস্থা যাচাই করা হয়। ব্যাটারী বিদ্যুৎস্বল্প করার সময় সালফিউরিক এসিড মিশ্রিত পানি বিশ্লেষিত হয় এবং  $H_2(g)$  ও  $O_2(g)$  বেরিয়ে যায়।

$H_2O \rightarrow H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g)$ । সে জন্য মাঝে মাঝে ব্যাটারীতে পানি মিশিয়ে  $H_2SO_4$  এর ঘনত্ব ঠিক রাখা হয়।

## পাঠোত্তর মূল্যায়ন

সঠিক উত্তরে টিক চিহ্ন (✓) দিন

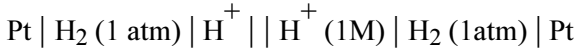
- ১। সঞ্চয়ক কোষ একটি
  - ক) উভমুখী কোষ
  - খ) ডিসচার্জড হলে আর ব্যবহার করা যায় না।
  - গ) ব্যাটারীকে বিদ্যুৎস্বল্প করা যায়।
- ২। লেড বা সীসা সঞ্চয়ক কোষের দুটি তড়িৎদ্বারই লেড পাতের তৈরী
  - ক) সত্য
  - খ) মিথ্যা
- ৩। বিদ্যুৎস্বল্প হওয়ার ফলে ধনাত্মক পাতে তৈরী হয়
  - ক)  $Pb(s)$
  - খ)  $PbO_2(s)$
- ৪। লেকল্যান্স শুষ্ক কোষে অ্যানোড
  - (ক) Zn
  - (খ) কার্বন
  - (গ)  $NH_4Cl$  ও  $ZnCl_2$  এর মিশ্রণ
- ৫। ক্ষারীয় শুষ্ক কোষ লেকল্যান্স শুষ্ক কোষের মত কিন্তু  $NH_4Cl$  এর জায়গায় ব্যবহৃত হয়
  - ক) KOH
  - খ) NaOH
- ৬। শুষ্ক কোষ একবার ডিসচার্জড হয়ে গেলে তাকে আবার
  - ক) চার্জড করা হয়
  - খ) ফেলে দেয়া হয়

## পাঠ ৪ ইলেকট্রোড ব্যবহার করে অম্লের pH নির্ণয়

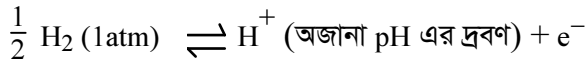
### ১২.৪.১ অম্লের pH নির্ণয়

একটি দ্রবণের pH সেই দ্রবণে হাইড্রোজেন আয়নের ঘনমাত্রার ( $[H^+]$ ) পরিমাপক

কোষের তড়িৎ চালক বল থেকে দ্রবণের pH মাপা যায়। কোন একটি দ্রবণের pH নির্ণয়ের জন্য দ্রবণটিতে হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বার নিমজ্জিত করে তাকে একটি প্রমাণ হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বারের সাথে সংযুক্ত করলে নিম্নোক্ত কোষটি তৈরী হয়।



এই কোষের তড়িৎচালক বল (emf) অজানা দ্রবণটি দিয়ে তৈরী অর্ধকোষটির সমান



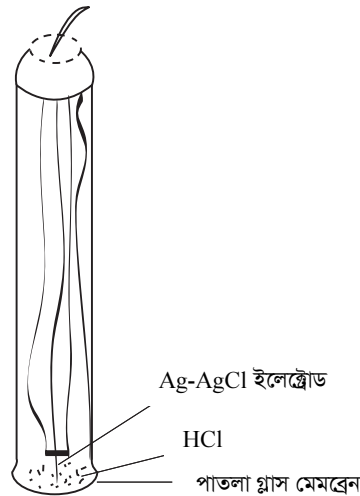
নার্নস্টের (Nernst) সমীকরণ অনুযায়ী  $25^\circ C$  এ

$$E_{\text{কোষ}}^0 = -0.0592 \log [H^+]$$

$$\text{অথবা } E_{\text{কোষ}}^0 = 0.0592 \text{ pH}$$

$$\therefore \text{pH} = E_{\text{কোষ}}^0 / 0.0592$$

এভাবে দুটি হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বারের ব্যবহারে emf এর মান থেকে অজানা pH দ্রবণের ঘনমাত্রা বের করা যায়। কিন্তু বাস্তবে হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বার ব্যবহার করা অসুবিধাজনক। কারণ হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বারে গ্যাসের ব্যবহারের জন্য গ্যাস সিলিন্ডার লাগে এবং গ্যাসের চাপকে একটি নির্দিষ্ট চাপে রাখা হয় যা নিয়ন্ত্রণ করা অসুবিধাজনক। এছাড়া তড়িৎদ্বারে ব্যবহৃত প্লাটিনাম পাত দ্রবণে অবস্থিত অপদ্রব্য দ্বারা দূষ্ট হতে পারে। এ সব অসুবিধার জন্য হাইড্রোজেন ইলেকট্রোডের জায়গায় গ্লাস ইলেকট্রোড ব্যবহার করা হয়। নীচে গ্লাস ইলেকট্রোডের চিত্র দেয়া হলো।



চিত্র ১২.৭৪ গ-১স ইলেকট্রোড

একটি সিলভারের তারকে AgCl দিয়ে আবৃত করে তাকে তরল হাইড্রোক্লোরিক এসিডের দ্রবণে রাখা হয়। এই দ্রবণটিকে একটি পাতলা কাচের পর্দা দিয়ে অজানা দ্রবণ থেকে আলাদা করা হয়। কাচের পর্দার দুপাশের H<sup>+</sup> আয়নের ঘনমাত্রার পার্থক্যের দরুন বিভবের সৃষ্টি হয়। কাচের পর্দা দিয়ে শুধুমাত্র H<sup>+</sup> আয়ন অনুপ্রবেশ করতে পারে। গ্লাস ইলেকট্রোডটিকে আর একটি ইলেকট্রোডের সাথে সংযুক্ত করে একটি কোষ তৈরী করা যায়। সাধারণত এজন্য একটি প্রমাণ ক্যালোমেল তড়িৎদ্বার ব্যবহৃত হয়। ক্যালোমেল ইলেকট্রোডটি Hg(l)|Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>(s), Cl<sup>-</sup> উৎপন্ন কোষের বিভব থেকে অজানা দ্রবণের pH মাপা যায়।

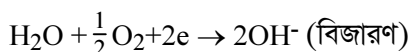
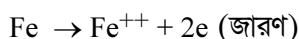
তড়িৎ কোষ = Ag(s) | AgCl(s), HCl(I.OM) glass অজানা pH দ্রবণ | KCl, Hg<sub>2</sub> Cl<sub>2</sub> | Hg.

গ্লাস তড়ি

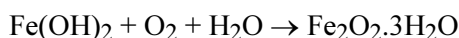
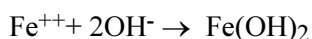
ক্যালোমেল তড়িৎদ্বার

$$E_{\text{কোষ}}^0 = E_{(\text{ক্যাথোড})}^0 - E_{(\text{আনোড})}^0$$

**ধাতুর ক্ষয় বা করোসান (Corrosion):** রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে ধাতব পদার্থ ক্ষয় হয়ে যাওয়াকে ধাতুক্ষয় বা করোসান বলে। যান্ত্রিক পদ্ধতিতে ধাতুর যে ক্ষয় হয় তাকে এরোসান বলে। ধাতু ক্ষয়ের খুব সাধারণ উদাহরণ হল লোহার মরিচা পড়া, কপার বা ব্রাসের উপর সবুজ আস্তরণ পড়া, রূপার তৈরী দ্রব্যাদির উজ্জলতা-হ্রাস পাওয়া। সাধারণত জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার মাধ্যমে ধাতুর ক্ষয় বা করোসান ঘটে থাকে। লোহার উপর মরিচা কিভাবে পড়ে? অক্সিজেন লোহার অপদ্রব্য অক্সিজেন মিশ্রিত পানির উপস্থিতিতে অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ভোল্টার কোষ গঠন করে। লোহা তখন অ্যানোড হিসেবে কাজ করে এবং ইলেকট্রন ত্যাগ করে (জারিত হয়ে) Fe<sup>++</sup> আয়নে পরিণত হয়। বাতাসের অক্সিজেন আদ্র আবহাওয়ার পানির অণুর সাথে মিলে এ ইলেকট্রন দুটি গ্রহণ করে বিজারিত হয়।



যুগপৎ সংঘটিত এ জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার সমন্বয়ে Fe(OH)<sub>2</sub> গঠিত হয়। এই Fe(OH)<sub>2</sub> বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা পুনরায় জারিত হয়ে সোদক ফেরিক অক্সাইড বা মরিচা গঠন করে



মরিচা

অতএব বলা যায় ধাতুর ক্ষয় একটি তড়িৎ রাসায়নিক প্রক্রিয়া। এই প্রক্রিয়ায় সব সময় অ্যানোড ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। অতএব ধাতুকে ক্ষয় থেকে রক্ষা করতে হলে লক্ষ্য রাখতে হবে, ধাতুটি যেন কোনভাবে অ্যানোড হিসেবে কাজ করতে না পারে অথবা অ্যানোড হিসেবে এমন ধাতু নির্বাচন করা প্রয়োজ যেন ধাতুর প্রমাণ জারণ বিভব অনেক কম থাকে অর্থাৎ যে ধাতু সহজে জারিত হবে না। খুব বেশি জারণ বিভবের পার্থক্য বিশিষ্ট ধাতু নির্বাচন করা উচিত নয়। কারণ জারণ বিভবের পার্থক্য বেশি থাকলে সহজেই তড়িৎ রাসায়নিক কোষ গঠিত হবে এবং বেশি জারণ বিভবযুক্ত ধাতুটি ক্ষয়প্রাপ্ত হবে।

## পাঠোত্তর মূল্যায়ন

সঠিক উত্তরে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

- ১। গ্লাস ইলেকট্রোডে একটি সিলভারের তার আবৃত থাকে  
ক) AgCl দিয়ে                      খ) HCl দিয়ে                      গ) KCl দিয়ে
- ২। ক্যালোমেল ইলেকট্রোডটি  
ক) Hg | Hg<sub>2</sub> Cl<sub>2</sub>, KCl                      খ) Ag | AgCl
- ৩। অল্প দ্রবণের pH e.m.f থেকে মেপে দেখা গেল 5 তাহলে E<sup>0</sup> কোষ সমান  
ক) 0.296 ভোল্ট                      খ) 0.25 ভোল্ট                      গ) 0.592 ভোল্ট

## চূড়ান্ত মূল্যায়ন

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। একটি তড়িৎ রাসায়নিক কোষের বর্ণনা চিত্রের সাহায্যে বুঝিয়ে লিখুন।
- ২। কোষের এ্যানোড ও ক্যাথোড নির্ধারণে তড়িৎ রাসায়নিক সারির ভূমিকা কি?
- ৩। নীচের বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটে  
$$\text{Cd(s)} + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$$
অর্ধকোষ বিক্রিয়াগুলি কি? ভোল্টাইক কোষটি লিখুন।
- ৪। Cu<sup>+</sup>(aq), Zn(s) ও Fe(s) বিজারকগুলির মধ্যে কোনটি সবচেয়ে শক্তিশালী? কোনটি সবচেয়ে কম শক্তিশালী?
- ৫। প্রমাণ অবস্থায় নীচের কোষগুলির বিভব কত?  
ক) Cr(s) | Cr<sup>3+</sup>(aq) || Hg<sub>2</sub><sup>2+</sup> | Hg(l)  
খ) Sn(s) | Sn<sup>2+</sup>(aq) || Cu<sup>2+</sup>(aq) | Cu(s)
- ৬। নীচের তড়িৎকোষগুলির অর্ধকোষ বিক্রিয়া ও তড়িৎকোষ বিক্রিয়াগুলি কি?  
ক) Fe(s) | Fe<sup>2+</sup>(aq) || Ag<sup>+</sup>(aq) | Ag(s)  
খ) Cd(s) | Cd<sup>2+</sup>(aq) || Ni<sup>2+</sup>(aq) | Ni(s)
- ৭। 25°C তাপমাত্রায় নীচের বিক্রিয়াটির মুক্তশক্তি ΔG<sup>0</sup> কত?  
$$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Hg}^{+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Sn}^{4+}(\text{aq}) + \text{Hg}_2^{2+}(\text{aq})$$
- ৮। একটি কোষের বিক্রিয়া  
$$\text{Zn(s)} + \text{Cl}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^{-}(\text{aq})$$
এবং ΔG<sup>0</sup> = -409KJ হলে E<sub>কোষ</sub><sup>0</sup> কত?

### সংক্ষিপ্ত উত্তরের প্রশ্ন

- ১। তড়িৎ রাসায়নিক কোষ কি?
- ২। প্রাথমিক কোষ ও গৌণ কোষ কাকে বলে?
- ৩। অর্ধ কোষ কি? অর্ধ কোষ কত প্রকার ও কি কি?
- ৪। অর্ধ কোষ বিক্রিয়া ও কোষ বিক্রিয়া কাকে বলে?
- ৫।  $Zn | ZnSO_4 || CuSO_4 | Cu$  এ কোষটির কোষ বিক্রিয়া লিখুন।
- ৬।  $Zn/Zn^{2+}$  এবং  $Ag/Ag^+$  ইলেকট্রোড সমন্বয়ে গঠিত কোষ এবং কোষ বিক্রিয়া লিখুন।
- ৭। নিম্নলিখিত তড়িৎকোষের জন্য অর্ধকোষ বিক্রিয়াদ্বয় এবং সম্পূর্ণ কোষ বিক্রিয়া লিখুন।  
 $Zn(s) | Zn^{2+}_{(aq)} || H^+_{(aq)} | H_2(g)$
- ৮। জারণ বিভব ও বিজারণ বিভব বলতে কি বুঝায়?
- ৯। তড়িৎদ্বার কাকে বলে? একটি তড়িৎ রাসায়নিক কোষে কয়টি তড়িৎদ্বার থাকে? তড়িৎদ্বারগুলোর নাম কি?
- ১০। তড়িৎদ্বার বিভব ও প্রমাণ তড়িৎদ্বার বিভব কাকে বলে?
- ১১। তড়িৎদ্বার বিভব ও প্রমাণ তড়িৎদ্বার বিভব এর মধ্যে পার্থক্য লিখুন।
- ১২। প্রমাণ বা আদর্শ হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বার বা ইলেকট্রোড কাকে বলে?
- ১৩। নির্দেশক তড়িৎদ্বার কি?
- ১৪। তড়িৎ কোষে জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার স্বতস্ফূর্ততা কিভাবে নির্ণয় করা হয়, উদাহরণসহ লিখুন।
- ১৫। ধাতুর ক্ষয় বা করোসান কি? ধাতুর ক্ষয় একটি রাসায়নিক প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা করুন।

### রচনামূলক উত্তরের প্রশ্ন

- ১। তড়িৎ রাসায়নিক কোষ কি? চিত্রের সাহায্যে একটি ড্যানিয়েল কোষ এর গঠন বর্ণনা করুন।
- ২। প্রমাণ হাইড্রোজেন গ্যাস তড়িৎদ্বারের গঠন ও কার্য প্রণালী বর্ণনা করুন।
- ৩। শুষ্ক কোষ কাকে বলে? চিত্রের সাহায্যে একটি শুষ্ক কোষ বর্ণনা করুন।
- ৪। সঞ্চয়ক কোষ কি? এর গঠন বর্ণনা করুন। সঞ্চয়ক কোষে কিভাবে বিদ্যুৎ সঞ্চয় করা হয় – রাসায়নিক সমীকরণসহ বর্ণনা করুন।
- ৫। লবণ সেতু বা সল্ট ব্রিজ কাকে বলে? সল্ট ব্রিজের কাজ কি?