

## জারণ ও বিজারণ Oxidation and Reduction

### ভূমিকা

রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলোকে পাঠের সুবিধার্থে বিভিন্ন শ্রেণীতে ভাগ করা হয়েছে। এই শ্রেণী বিভাগ বিভিন্ন বিষয়ের ভিত্তিতে করা হয়। পর্যায় সারণীতে মৌল সমূহের শ্রেণী বিন্যাস যেমন করে রসায়ন পাঠ অনেক সহজ করেছে, ঠিক তেমনি ভাবে রাসায়নিক বিক্রিয়ার শ্রেণী বিভাগ বিপুল সংখ্যক রাসায়নিক প্রক্রিয়া ও সংঘটিত বিক্রিয়ার পাঠ সহজ করে তুলেছে। বিভিন্ন ধরনের রাসায়নিক বিক্রিয়ার মধ্যে জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া সবিশেষ উল্লেখযোগ্য। বিভিন্ন মতবাদের সাহায্যে জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার ব্যাখ্যা দেয়া যায়। এই ইউনিটে জারণ-বিজারণ সম্পর্কিত আলোচনায় পুরাতন ধারণা থেকে শুরু করে ইলেকট্রনের আদান-প্রদান ভিত্তিক আধুনিক মতবাদ আলোচনা করা হবে।

## পাঠ ১ জারণের সাধারণ পরিচিতি

### ভূমিকা

জারণ ও বিজারণ একে অপরের বিপরীত বিক্রিয়া। জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ায় যে দুটি পদার্থ অংশ গ্রহণ করে তাদের একটিকে জারক এবং অপরটি বিজারক বলে। এ পাঠে জারণ বিক্রিয়া এবং জারক পদার্থের সাধারণ পরিচিতি নিয়ে আলোচনা করা হবে।

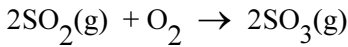
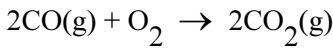
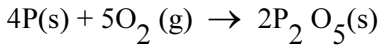
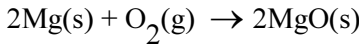
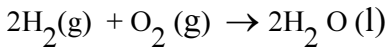
### উদ্দেশ্য

এই পাঠের শেষে

- জারক পদার্থের পুরাতন ও আধুনিক ধারণা সম্পর্কে জানা যাবে।
- ইলেকট্রন আদান-প্রদানের আলোকে জারণ বিক্রিয়া এবং জারক পদার্থের সংজ্ঞা দেয়া যাবে।

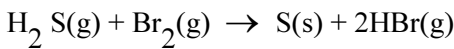
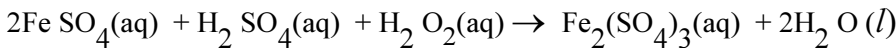
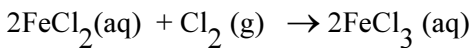
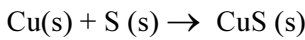
### ৫.১.১ জারণ

পুরাতন ধারণা অনুসারে : কোন মৌল বা যৌগের সাথে অক্সিজেনের সরাসরি সংযোগ বিক্রিয়াকে জারণ বলে। যেমন,

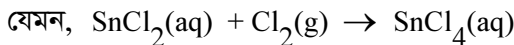


অর্থাৎ  $\text{H}_2$ , Mg, P, CO ও  $\text{SO}_2$  জারিত হয়ে যথাক্রমে  $\text{H}_2\text{O}$ , MgO,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{CO}_2$  ও  $\text{SO}_3$  উৎপন্ন করেছে।

পরবর্তী সময়ে এই সংজ্ঞাকে আরও ব্যাপকতর করার জন্য কোন মৌল বা যৌগে অক্সিজেন বা অক্সিজেনের ন্যায় কোন তড়িৎ ঋণাত্মক মৌল বা মূলকের সংযোগ কিংবা কোন যৌগ থেকে হাইড্রোজেন বা হাইড্রোজেনের ন্যায় কোন তড়িৎ ধনাত্মক মৌল বা মূলকের অপসারণকে জারণ হিসেবে সংজ্ঞায়িত করা হয়। যেমন



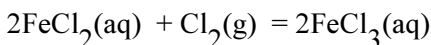
যে পদার্থের সাহায্যে জারণ ক্রিয়া সংঘটিত হয় তাকে জারক পদার্থ এবং যার জারণ ঘটে তাকে জারিত পদার্থ বা বিজারক বলা হয়।



এই বিক্রিয়ায় জারক পদার্থ ক্লোরিন এবং এর সাহায্যে  $\text{SnCl}_2$  জারিত হয়েছে। অতএব  $\text{SnCl}_2$  বিজারক।

### ৫.১.২: জারণের ইলেকট্রনীয় মতবাদ

ফেরাস ক্লোরাইড ক্লোরিনের সাহায্যে জারিত হয়ে ফেরিক ক্লোরাইড উৎপন্ন করে।



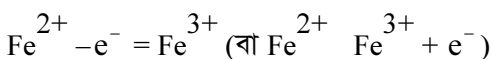
দ্রবণে  $\text{FeCl}_2$  বিয়োজিত অবস্থায়  $\text{Fe}^{++}$  ক্যাটায়ন ও  $\text{Cl}^-$  অ্যানায়ন হিসেবে থাকে।



ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণে  $\text{Fe}^{3+}$  ক্যাটায়ন ও  $2\text{Cl}^-$  অ্যানায়ন হিসেবে থাকে। এক্ষেত্রে জারণের ফলে  $\text{Fe}^{2+}$  এর ধনাত্মক আধান বৃদ্ধি পেয়ে  $\text{Fe}^{3+}$  হয়।

তাই যে প্রক্রিয়ায় কোন মৌল, আয়ন বা পরমাণুপুঞ্জের (রেডিক্যাল) তড়িৎ ধনাত্মক আধান বৃদ্ধি পায় তাকেই জারণ বলা হয়। ইলেকট্রন আদান-প্রদান মতবাদের সাহায্যে এই তড়িৎ মাত্রার পরিবর্তন ব্যাখ্যা দেয়া যায়। আমরা জানি যে প্রতিটি ইলেকট্রন ঋণাত্মক আধান বহন করে। তাই ইলেকট্রন অপসারণ বা বিতাড়নের ফলে তড়িৎ ধনাত্মক আধান বৃদ্ধি বা তড়িৎ ধনাত্মক আধান হ্রাস পায়। অতএব কোন পরমাণু, আয়ন বা পরমাণুপুঞ্জ (রেডিক্যাল) থেকে এক বা একাধিক ইলেকট্রন অপসারণের মাধ্যমে তড়িৎ ধনাত্মক আধান বৃদ্ধি বা তড়িৎ-ঋণাত্মক আধান হ্রাসের প্রক্রিয়াকে জারণ বলা হয়। যেমন, ক্লোরিন দ্বারা  $\text{FeCl}_2$  এর  $\text{FeCl}_3$  এ রূপান্তর বিক্রিয়াটি একটি জারণ বিক্রিয়া। এ ক্ষেত্রে ফেরাস আয়নের তড়িৎ ধনাত্মক আধান বৃদ্ধি পেয়ে ফেরিক আয়নে পরিণত হয়েছে।

এবার ফেরাস ক্লোরাইডের ফেরাস আয়নের ফেরিক আয়নে জারিত হওয়ার বিক্রিয়াটি দেখা যাক-



সোডিয়াম ধাতু ক্লোরিনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় জারিত হয়। এই বিক্রিয়ায় ( $\text{Na} - e^- = \text{Na}^+$ ) সোডিয়াম ধাতু (তড়িৎ-চার্জ বিহীন) থেকে একটি ইলেকট্রন অপসারণের ফলে  $\text{Na}^+$  আয়ন উৎপন্ন হয় এটি একটি জারণ প্রক্রিয়া আর ক্লোরিন সেই ইলেকট্রনটি গ্রহণ করে  $\text{Cl}^-$  আয়নে পরিণত হয় অর্থাৎ বিজারিত হয়।

কোন পদার্থকে জারিত করতে হলে তা থেকে ইলেকট্রন অপসারণ করতে হবে এবং এই অপসারিত ইলেকট্রন অন্য কোন পদার্থকে গ্রহণ করতে হবে। সুতরাং যে পদার্থ ইলেকট্রন গ্রহণ করতে পারে তাকে জারক পদার্থ বলা হয়।

উপরের উদাহরণে সোডিয়াম ধাতু ক্লোরিন কর্তৃক জারিত হয়। ক্লোরিন এই বিক্রিয়ায় জারক হিসেবে কাজ করে এবং নিজে বিজারিত হয়।

বিভিন্ন অধাতু যথা-অক্সিজেন, হ্যালোজেন ইত্যাদি জারক পদার্থ। ওজোন একটি উত্তম জারক। হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড, নাইট্রিক এসিড, পটাসিয়াম পারম্যাংগানেট, পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট ইত্যাদি সাধারণত জারক হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

### সারসংক্ষেপ

- কোন পরমাণু, আয়ন বা পরমাণুপুঞ্জ (রেডিক্যাল) থেকে এক বা একাধিক ইলেকট্রন অপসারণের মাধ্যমে তড়িৎ-ধনাত্মক আধান বৃদ্ধি বা তড়িৎ-ঋণাত্মক আধান হ্রাসের প্রক্রিয়াকে জারণ বলা হয়। যে সকল পদার্থ ইলেকট্রন গ্রহণ করতে পারে, তাদেরকে জারক পদার্থ বলা হয়। আর যে সকল পদার্থ বিক্রিয়ায় ইলেকট্রন প্রদান করে তাকে বিজারক পদার্থ বলে।

## পাঠোত্তর মূল্যায়ন

### বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

- ১। পূর্বে মৌল বা যৌগের সাথে নিচের কোন পরমাণুর সংযোগকে জারণ বলা হত?  
(ক) হাইড্রোজেন (খ) কার্বন  
(গ) অক্সিজেন (ঘ) সালফেট
- ২। যে পদার্থের জারণ ঘটে তাকে বলে  
(ক) জারণ পদার্থ (খ) জারক পদার্থ  
(গ) বিজারিত পদার্থ (ঘ) জারিত পদার্থ
- ৩। জারণ হল একটি প্রক্রিয়া যে প্রক্রিয়ায় কোন পরমাণু, আয়ন বা পরমাণুপুঞ্জ থেকে ইলেকট্রন  
(ক) গৃহীত হয় (খ) অপসারিত হয়  
(গ) আকর্ষিত হয় (ঘ) বিকর্ষিত হয়।
- ৪। একটি উত্তম জারক পদার্থ হচ্ছে-  
(ক) ওজোন (খ) সোডিয়াম  
(গ) হাইড্রোজেন (ঘ) পানি
- ৫।  $\text{Sn}^{2+} - 2\text{e}^- = \text{Sn}^{4+}$ , এই প্রক্রিয়াটি  
(ক) জারণ-বিজারণ (খ) বিজারণ  
(গ) বিজারণ-জারণ (ঘ) জারণ

### রচনামূলক ও সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। জারণ কাকে বলে? উদাহরণসহ লিখুন।
- ২। উদাহরণসহ জারণ বিক্রিয়ার পুরাতন ধারণা দিন।
- ৩। জারক পদার্থের সংজ্ঞা লিখুন।
- ৪। জারণ বিক্রিয়ায় ইলেকট্রনীয় মতবাদ লিখুন।
- ৫। সাধারণভাবে ব্যবহৃত এ ধরনের কিছু জারক পদার্থের উদাহরণ দিন।
- ৬। ফেরাস আয়নের ফেরিক আয়নে পরিবর্তন একটি জারণ বিক্রিয়া। ব্যাখ্যা করুন।

## পাঠ ২ : বিজারণের সাধারণ পরিচিতি

### ভূমিকা

বিজারণ, জারণ বিক্রিয়ার একটি বিপরীত প্রক্রিয়া। এ পাঠে বিজারণ বিক্রিয়া এবং বিজারক পদার্থের সাধারণ পরিচিতিমূলক আলোচনা করা হবে।

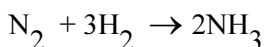
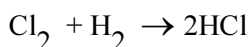
### উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে

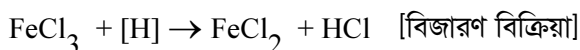
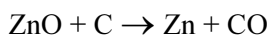
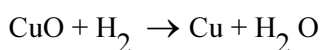
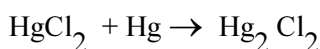
- বিজারণ প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা করা যাবে।
- ইলেকট্রন আদান-প্রদানের আলোকে বিজারণ এবং বিজারক পদার্থের বর্ণনা দেয়া যাবে।
- জারণ ও বিজারণ এর যুগপৎ সংঘটন বর্ণনা করা যাবে।

### ৫.২.১: বিজারণ

**পুরাতন ধারণা:** কোন মৌল বা যৌগের সাথে হাইড্রোজেনের সরাসরি সংযোগকেই প্রথম দিকে বিজারণ বলে অভিহিত করা হতো। যেমন-

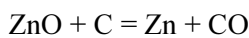


পরে এই সংজ্ঞাকে আরও ব্যাপকতর করা হয়। কোন মৌল বা যৌগে হাইড্রোজেন বা হাইড্রোজেনের ন্যায় কোন তড়িৎ ধনাত্মক মৌল বা মূলকের সংযোগ কিংবা কোন যৌগ থেকে অক্সিজেন বা অক্সিজেনের ন্যায় কোন তড়িৎ-ঋণাত্মক মৌল বা মূলকের অপসারণকে বিজারণ হিসেবে সংজ্ঞায়িত করা হয়।



শেষের বিক্রিয়ায় জায়মান হাইড্রোজেনের সাহায্যে ফেরিক ক্লোরাইড থেকে তড়িৎ ঋণাত্মক ক্লোরিনের অপসারণের ফলে বিজারণ সংঘটিত হয়ে ফেরাস ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।

যে পদার্থের সাহায্যে বিজারণ ক্রিয়া সংঘটিত হয় তাকে বিজারক পদার্থ এবং যার বিজারণ ঘটে তাকে বিজারিত পদার্থ বলা হয়। যেমন

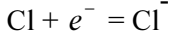


এই বিক্রিয়ায় বিজারক পদার্থ C এর সাহায্যে ZnO বিজারিত হয়ে Zn ধাতুতে পরিণত হয়েছে।

### ৫.২.২ ইলেকট্রনীয় মতবাদ

ফেরাস ক্লোরাইড দ্রবণ ও ক্লোরিনের বিক্রিয়াটিকে আবার উদাহরণ হিসেবে উল্লেখ করা যায়। দ্রবণে ফেরাস ক্লোরাইড যেহেতু  $Fe^{2+}$  ও  $Cl^-$  আয়ন হিসেবে থাকে। তাই ক্লোরিনের উপস্থিতিতে একটি ইলেকট্রন অপসারণের মাধ্যমে ফেরাস আয়ন ফেরিক আয়নে ( $Fe^{3+}$ ) পরিণত হয় এবং জারিত হয়।

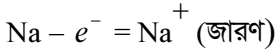
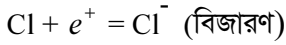
এই বিক্রিয়ায় অপসারিত ইলেকট্রনটি ক্লোরিন গ্রহণ করে এবং ক্লোরাইড আয়নে ( $Cl^-$ ) পরিণত হয়।



এই প্রক্রিয়ায় ক্লোরিনের তড়িৎ-ঋণাত্মক আধান বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ এর বিজারণ ঘটে।

অতএব কোন পরমাণু, আয়ন বা পরমাণুপুঞ্জের এক বা একাধিক ইলেকট্রন গ্রহণের মাধ্যমে তড়িৎ-ঋণাত্মক আধান বৃদ্ধি বা তড়িৎ-ধনাত্মক আধান হ্রাসের প্রক্রিয়াকে বিজারণ বলা হয়।

উদাহরণ: সোডিয়াম ধাতু/ ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় ক্লোরিন ইলেকট্রন গ্রহণ করে, ফলে এর ঋণাত্মক আধান বৃদ্ধি পায়। সুতরাং এটি বিজারণ প্রক্রিয়া। অপরপক্ষে Na-ধাতু থেকে একটি ইলেকট্রন অপসারিত হয় এবং এর ধনাত্মক আধান বৃদ্ধি পায়। অতএব Na-ধাতু থেকে ইলেকট্রন অপসারণটি জারণ প্রক্রিয়া।



অর্থাৎ এই বিক্রিয়ায় সোডিয়াম ধাতু একটি ইলেকট্রন অপসারণের মাধ্যমে জারিত হয় এবং ক্লোরিন সেই ইলেকট্রনটি গ্রহণ করে ক্লোরাইড আয়নে পরিণত হয়ে বিজারিত হয়।

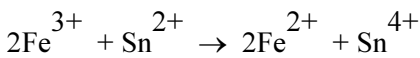
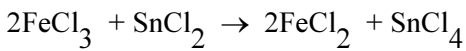
দেখা যাচ্ছে যে, কোন পদার্থকে বিজারিত হতে হলে তাকে অবশ্যই ইলেকট্রন গ্রহণ করতে হবে এবং এই গৃহীত ইলেকট্রন অবশ্যই কোন পদার্থ থেকে আসতে হবে। যে সকল পদার্থ ইলেকট্রন প্রদান করতে পারে তাদেরকে বিজারক পদার্থ বলা হয়। সোডিয়াম কর্তৃক ক্লোরিন বিজারিত হয়, এই বিক্রিয়ায় সোডিয়াম ইলেকট্রন প্রদান করে এবং সোডিয়াম বিজারক পদার্থ।

বিভিন্ন ধাতু, হাইড্রোজেন, জায়মান হাইড্রোজেন ইত্যাদি জারক পদার্থ। স্টেনাস ক্লোরাইড, ফেরাস সালফেট, লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড ( $LiAlH_4$ ), সোডিয়াম বোরন হাইড্রাইড ( $NaBH_4$ ), সোডিয়াম থায়োসালফেট প্রভৃতি যৌগগুলো বিজারক হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

### ৫.২.৩ : জারণ-বিজারণ ক্রিয়া যুগপৎ সংঘটিত হয়

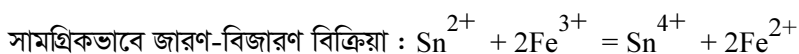
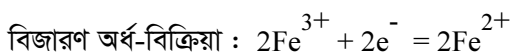
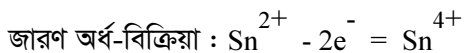
ইলেকট্রনীয় মতবাদ অনুসারে কোন পদার্থকে জারিত হতে হলে তা থেকে ইলেকট্রন অপসারিত করতে হবে এবং এই অপসারিত ইলেকট্রন অবশ্যই অন্য কোন পদার্থকে গ্রহণ করতে হবে। ইলেকট্রনের অপসারণের মাধ্যমে জারণ ঘটে এবং ইলেকট্রন গ্রহণের মাধ্যমে বিজারণ ঘটে। তাই দেখা যাচ্ছে যে, জারণ-বিজারণ পরস্পরের পরিপূরক এবং একই সাথে বা যুগপৎ সংঘটিত হয়।

উদাহরণ হিসাবে স্টেনাস ক্লোরাইডের সাহায্যে ফেরিক ক্লোরাইডের বিজারণের উল্লেখ করা যায়,



এই বিক্রিয়ায় প্রতিটি ফেরিক আয়ন একটি করে ইলেকট্রন গ্রহণ করে এবং স্টেনাস আয়ন দু'টি ইলেকট্রন দান করে স্টেনিক ( $Sn^{4+}$ ) আয়নে পরিণত হয়। তাই এই বিক্রিয়ায়  $Fe^{3+}$  এর বিজারণ ও একই সাথে  $Sn^{2+}$  আয়নের জারণ ঘটে। এখানে  $Fe^{3+}$  জারক ও  $Sn^{2+}$  বিজারক।

নিচে জারণ ও বিজারণ অর্ধ বিক্রিয়া দু'টি এবং সামগ্রিকভাবে জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া দেখানো হলো:



### সারসংক্ষেপ

- কোন পরমাণু, আয়ন বা পরমাণুপুঞ্জের এক বা একাধিক ইলেকট্রন গ্রহণের মাধ্যমে তড়িৎ-ঋনাত্মক আধান বৃদ্ধি বা তড়িৎ-ধনাত্মক আধান হ্রাসের প্রক্রিয়াকে বিজারণ বলা হয়। যে সকল পদার্থ ইলেকট্রন প্রদান করতে পারে, তাদেরকে বিজারক পদার্থ বলা হয়।
- জারণ ও বিজারণ বিক্রিয়া একই সাথে অর্থাৎ যুগপৎ সংঘটিত হয়।

### পাঠোত্তর মূল্যায়ন

#### বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন ( $\checkmark$ ) দিন।

- ১। প্রথম দিকে বিজারণ বলে অভিহিত করা হতো কোন মৌল বা যৌগ থেকে
 

(ক) অক্সিজেনের অপসারণকে	(খ) হাইড্রোজেনের অপসারণকে
(গ) কার্বনের অপসারণকে	(ঘ) ক্লোরিনের অপসারণকে
- ২। একটি উত্তম বিজারক পদার্থ হচ্ছে -
 

(ক) স্টেনাস ক্লোরাইড	(খ) অক্সিজেন
(গ) ওজোন	(ঘ) পানি
- ৩।  $\text{Sn}^{4+} + 2e^{-} = \text{Sn}^{2+}$ , এই বিক্রিয়াটি-
 

(ক) জারণ-বিজারণ	(খ) বিজারণ
(গ) বিজারণ-জারণ	(ঘ) জারণ
- ৪। জারণ ও বিজারণ
 

(ক) যুগপৎভাবে ঘটে	(খ) পরস্পরকে প্রতিরোধ করে
(গ) পৃথক ভাবে ঘটে	(ঘ) বিভিন্ন পরিবেশে ঘটে
- ৫।  $\text{Sn}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} = \text{Sn}^{4+} + 2\text{Fe}^{2+}$  এই বিক্রিয়ায় বিজারক পদার্থ হল-
 

(ক) $\text{Sn}^{2+}$	(খ) $\text{Fe}^{3+}$
(গ) $\text{Sn}^{4+}$	(ঘ) $\text{Fe}^{2+}$

#### রচনামূলক ও সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। উদাহরণসহ বিজারণ বিক্রিয়ার সংজ্ঞা লিখুন।
- ২। উদাহরণসহ বিজারণ বিক্রিয়ার পুরাতন ধারণা দিন।
- ৩। বিজারক কাকে বলে? সাধারণত ব্যবহৃত হয়, এ ধরনের কিছু বিজারক পদার্থের উদাহরণ দিন।
- ৪। জারণ-বিজারণ একটি যুগপত বিক্রিয়া। ব্যাখ্যা করুন।

## পাঠ ৩: জারণ ও বিজারণ বিক্রিয়ার সমতাকৃত সমীকরণ

### ভূমিকা

রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহকে সাধারণত: সমতাকৃত সমীকরণের সাহায্যে উপস্থাপন করা হয়। জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার সমতাকৃত সমীকরণ লিখার জন্য জারণ সংখ্যা সম্পর্কে ধারণা থাকা অবশ্যই প্রয়োজন। এই পাঠে জারণ সংখ্যা এবং এর সাহায্যে রাসায়নিক সমীকরণের সমতাকরণ আলোচনা করা হবে।

### উদ্দেশ্য

#### এ পাঠ শেষে

- জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ায় জারণ সংখ্যার তাৎপর্য ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার সমীকরণ উপস্থাপন করতে পারবেন।

#### ৫.৩.১.১: জারণ-বিজারণ অবস্থা ও জারণ সংখ্যা

রাসায়নিক বিক্রিয়ায় যখন পরমাণু থেকে যোজনী ইলেকট্রন অপসারিত হয়, তখন পরিমাণটি ধনাত্মক আধান বিশিষ্ট হয় ও ক্যাটায়নে পরিণত হয়। অন্য দিকে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় যখন কোন পরমাণু ইলেকট্রন গ্রহণ করে, তখন ঋণাত্মক আয়নের (অ্যানায়নের) উৎপত্তি হয় ও পরমাণুটি ঋণাত্মক আধান প্রাপ্ত হয়। ইলেকট্রন অপসারণ বা গ্রহণের মাধ্যমে পরমাণু বা পরমাণুপুঞ্জ সৃষ্ট ধনাত্মক বা ঋণাত্মক চার্জের বা আধানের সংখ্যাকে ঐ মৌল বা পরমাণুপুঞ্জের জারণ সংখ্যা বলা হয়। অতএব আয়নের চার্জ বা আধানের সংখ্যাই জারণ সংখ্যা নির্দেশ করে।

নিরপেক্ষ পরমাণুর জারণ সংখ্যা শূন্য (০)। আর কোন আয়নের জারণ সংখ্যা আয়নটির চার্জের সমান।

#### ৫.৩.১.২: জারণ সংখ্যা গণনা

কোন যৌগে অবস্থিত মৌলের জারণ সংখ্যা গণনার জন্য নিম্ন বর্ণিত নিয়মগুলো অনুসরণ করা হয়:

- ১। নিরপেক্ষ পরমাণুর জারণ সংখ্যা শূন্য।
- ২। অণুর বিভিন্ন পরমাণুর ক্ষেত্রে অধিক তড়িৎ-ঋণাত্মক পরমাণুর জারণ সংখ্যা ঋণাত্মক এবং কম ঋণাত্মক পরমাণুর জারণ সংখ্যা ধনাত্মক হয়। যেমন

NaCl এ Na এর জারণ সংখ্যা + 1 ও Cl এর -1

HCl এ H এর জারণ সংখ্যা + 1 ও Cl এর -1

ICI এ I এর জারণ সংখ্যা + 1 ও Cl এর -1

সাধারণত: কোন যৌগে ধাতব পরমাণুর জারণ সংখ্যা ধনাত্মক ও অধাতব পরমাণুর জারণ সংখ্যা ঋণাত্মক হয়।

- ৩। অধাতুর সাথে যৌগ গঠন করলে হাইড্রোজেনের জারণ সংখ্যা +1 হয় অন্যদিকে ধাতব হাইড্রাইডে হাইড্রোজেনের জারণ সংখ্যা -1 হয়।
- ৪। পার অক্সাইড ছাড়া প্রায় সকল যৌগেই অক্সিজেনের জারণ সংখ্যা -2, বিভিন্ন পারঅক্সাইডে অক্সিজেনের জারণ সংখ্যা -1।
- ৫। কোন যৌগের সবকটি পরমাণুর জারণ সংখ্যার যোগফল সব সময়ই 'শূন্য' হয়। যেমন, NaCl-এ Na-এর জারণ সংখ্যা +1 এবং Cl-এর জারণ সংখ্যা -1, অতএব Na এবং Cl এর জারণ সংখ্যার যোগফল শূন্য।



উদাহরণ (১) :  $H_2 SO_4$  এ S এর জারণ সংখ্যা কত?

সমাধান : আমরা জানি H এর জারণ সংখ্যা +1 এবং অক্সিজেনের জারণ সংখ্যা -2, ধরা যাক S এর জারণ সংখ্যা x।  $H_2 SO_4$  অণুটি চার্জ নিরপেক্ষ।

তাহলে,  $(+1) \times 2 + x + (-2) \times 4 = 0$

বা  $x - 6 = 0$

$\therefore x = +6$

অতএব  $H_2 SO_4$  এ সালফারের জারণ সংখ্যা +6

উদাহরণ (২) :  $HClO_4$  -এ Cl এর জারণ সংখ্যা কত?

সমাধান : যদি Cl এর জারণ সংখ্যা x হয়

তবে,  $(+1) + x + (-2) \times 4 = 0$

বা  $x - 7 = 0$

$\therefore x = +7$

অতএব  $HClO_4$  এ Cl এর জারণ সংখ্যা +7

কিছু কিছু মৌলের একাধিক জারণ অবস্থা থাকে।  $Cu_2 Cl_2$  এ Cu এর জারণ অবস্থা +1 এবং  $CuCl_2$  যৌগে Cu এর জারণ সংখ্যা +2।

বিভিন্ন যৌগে ক্লোরিনের জারণ সংখ্যা বিভিন্ন হয়। যেমন- +7, +5, +3, +1, 0 এবং -1।

### ৫.৩.২: জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার সমীকরণ :

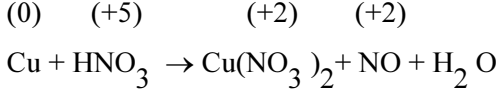
পূর্বেই উল্লেখ করা হয়েছে যে, জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া যুগপৎ সংঘটিত হয়। শুধু জারণ বা শুধু বিজারণ বিক্রিয়া বলতে কেবলমাত্র সম্পূর্ণ বিক্রিয়ার অর্ধেক বুঝা যায়। আমরা জানি জারণ বিক্রিয়ায় ইলেকট্রনের অপসারণ ঘটে আর বিজারণ বিক্রিয়ায় ইলেকট্রন গৃহীত হয়। তাই জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার সমীকরণের সমতাকরণের জন্য ইলেকট্রন ত্যাগ ও গ্রহণের সমতা বিধান করতে হয়। এজন্য নিম্ন লিখিত নিয়মগুলো অনুসরণ করতে হয়।

- (১) সমীকরণের প্রতিটি যৌগের প্রত্যেকটি মৌলের প্রকৃত জারণ অবস্থা নির্দেশ করতে হবে।
- (২) বিক্রিয়ায় যে সব মৌলের জারণ অবস্থার পরিবর্তন হয় তা চিহ্নিত করতে হবে। এই প্রক্রিয়ায় অপসারিত ও গৃহীত ইলেকট্রনের সংখ্যা নির্ণয় করতে হবে।
- (৩) বিজারক কর্তৃক প্রদত্ত এবং জারক কর্তৃক গৃহীত ইলেকট্রনের সমতা করতে হবে।
- (৪) বিক্রিয়ার উভয় দিকের পদার্থসমূহ অর্থাৎ বিক্রিয়ক ও উৎপাদের মধ্যে সমতা বিধান করতে হবে।
- (৫) সব শেষে সমীকরণের উভয় পাশের যৌগের পরমাণুসমূহের সংখ্যার সমতা বিধানের মাধ্যমে সমীকরণটি সম্পূর্ণ করতে হবে।

উদাহরণ (১) :  $Cu(s) + HNO_3(l) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + NO(g) + H_2O(l)$

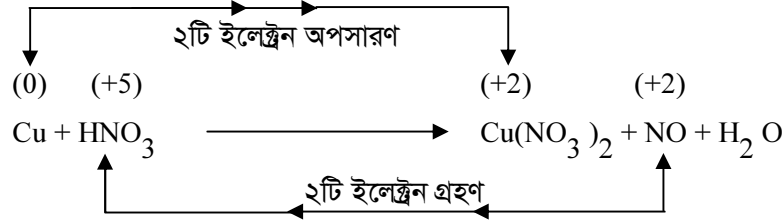
এই বিক্রিয়ার সমতা আনয়ন করতে হবে।

সমাধান: (ক) প্রথমেই মৌলসমূহের প্রকৃত জারণ অবস্থা নির্দেশ করা হয় যা, প্রথম বন্ধনীর ভিতর দেখানো হলো:



(জারণ সংখ্যা নির্দেশের জন্য যে মৌলগুলোর জারণ অবস্থার পরিবর্তন হয় শুধু সেগুলোই দেখানো হয়েছে।)

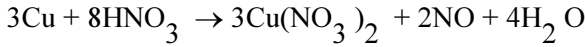
(খ)



(গ) Cu ও HNO<sub>3</sub> কর্তৃক ইলেক্ট্রন অপসারণ ও গ্রহণের সমতা বিধানের জন্য Cu কে 3 দ্বারা গুণ (2 × 3 = 6) এবং HNO<sub>3</sub> কে 2 দ্বারা গুণ (3 × 2 = 6) করতে হবে।

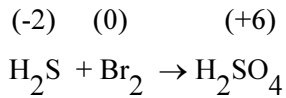
(ঘ) জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার বিক্রিয়ক ও উৎপাদের ভেতর সমতা আনয়নের জন্য 3Cu + 2HNO<sub>3</sub> → 3Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> + 2NO + H<sub>2</sub>O এভাবে লেখা যায়।

(ঙ) সব শেষে দেখা যায় যে, ডান পাশে ৬টি অবিজারিত নাইট্রেট মূলক কিন্তু বাম পাশে ২টি নাইট্রেট মূলক যা বিজারিত হয়েছে। তাই সামগ্রিক বিক্রিয়ার সমতা আনয়নের জন্য বামপাশে নাইট্রিক এসিডের আরও ৬টি অণু যোগ করতে হবে এবং সমীকরণের সামগ্রিক সমতা আনয়নের জন্য পানির অণুর সংখ্যা ৪এ উন্নীত করতে হবে। তাই সমীকরণটি সম্পূর্ণ ও সমতা প্রাপ্ত অবস্থায় নিচে দেখানো হলো:

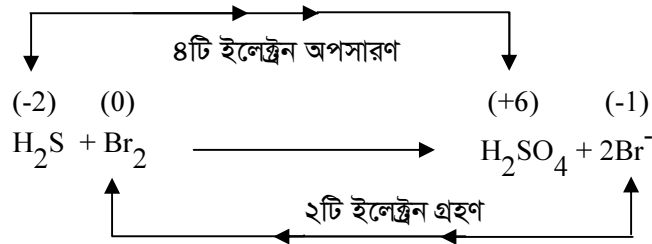


**উদাহরণ (২) :** গাঢ় ব্রোমিন দ্রবণের সাহায্যে H<sub>2</sub>S জারিত হয়ে H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> এ পরিণত হয়। এই বিক্রিয়ার সমতা প্রাপ্ত সমীকরণ লিখুন।

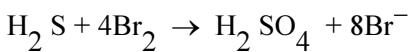
**সমাধান:**



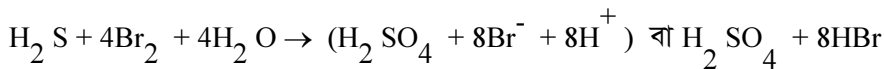
যেহেতু ব্রোমিন এখানে জারক পদার্থ তাই ব্রোমিনকে বিজারিত হয়ে Br<sup>-</sup> এ পরিণত হতে হবে।



ইলেক্ট্রন অপসারণ ও গ্রহণের সমতা বিধানের জন্য Br<sub>2</sub> কে ৪ দিয়ে গুণ করে পাওয়া যায়



এখানে  $H_2SO_4$  এর 4টি অক্সিজেন পরমাণুর জন্য 4টি  $H_2O$  অণুর প্রয়োজন। তাই সামগ্রিক ভাবে সমতাপ্রাপ্ত সমীকরণটি নিম্নরূপ:



### সারসংক্ষেপ

- ইলেকট্রন অপসারণ বা গ্রহণের মাধ্যমে পরমাণু বা পরমাণুপুঞ্জ সৃষ্ট ধনাত্মক বা ঋণাত্মক চার্জের সংখ্যাকে ঐ মৌল বা পরমাণুপুঞ্জের জারণ সংখ্যা বলা হয়। আয়নে সৃষ্ট চার্জ বা আধানের সংখ্যাই জারণ সংখ্যা নির্দেশ করে।

### পাঠোত্তর মূল্যায়ন

#### বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন ( $\checkmark$ ) দিন।

- (১)  $HNO_2$  তে N এর জারণ সংখ্যা
- |        |        |
|--------|--------|
| (ক) 0  | (খ) +3 |
| (গ) +5 | (গ) -3 |
- (২)  $HNO_3$  তে N এর জারণ সংখ্যা
- |        |        |
|--------|--------|
| (ক) +3 | (খ) +4 |
| (গ) +5 | (ঘ) +7 |
- (৩)  $Na_2S_2O_3$  তে S এর জারণ সংখ্যা
- |        |        |
|--------|--------|
| (ক) 0  | (খ) -2 |
| (গ) +6 | (ঘ) +2 |
- (৪) নিরপেক্ষ অণু/পরমাণুর জারণ সংখ্যা সব সময়ই
- |        |        |
|--------|--------|
| (ক) +1 | (খ) +2 |
| (গ) 0  | (ঘ) -1 |
- ৫। বিভিন্ন পারঅক্সাইডে অক্সিজেনের জারণ সংখ্যা
- |        |        |
|--------|--------|
| (ক) +1 | (খ) +2 |
| (গ) 0  | (ঘ) -1 |

#### রচনামূলক ও সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। জারণ সংখ্যা কাকে বলে?
- ২। জারণ সংখ্যা গণনার নিয়মগুলি উল্লেখ করুন।
- ৩। জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার সমীকরণ সমতাকরণের জন্য যে সকল নিয়মাবলী অনুসরণ করতে হয় তা উল্লেখ করুন।
- ৪।  $Na_2S_2O_3$  এবং  $I_2$  এর বিক্রিয়ার সমীকরণ সমতাকরণ করুন।

## পাঠ ৪ জারণ ও বিজারণ ভিত্তিক রাসায়নিক গণনা

### উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে

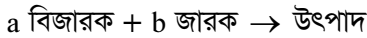
- জারণ-বিজারণ সম্পর্কিত টাইট্রেশনের মূলনীতি ও কার্যপদ্ধতির বিবরণ দেয়া যাবে।
- জারণ-বিজারণ ভিত্তিক রাসায়নিক গণনা করা যাবে।

### ৫.৪.১ : জারণ-বিজারণ টাইট্রেশন

যে কোন টাইট্রেশন ভিত্তিক বিশ্লেষণে পরস্পর বিপরীত ধর্মী (যেমন এসিড, ক্ষার) বস্তুর মধ্যে বিক্রিয়া ঘটে এবং তা সংখ্যানুপাতিক ভাবে ঘটে। বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণকারী একটি বস্তুর দ্রবণের ঘনমাত্রা জানা থাকলে অন্য বস্তুর দ্রবণটির ঘনমাত্রা নির্ণয় করা যায়। যে দ্রবণটির ঘনমাত্রা জানা থাকে তাকে প্রমাণ দ্রবণ বলা হয়।

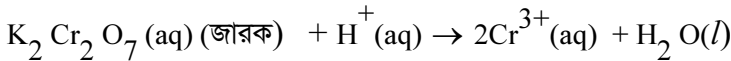
কোন জারক পদার্থের সাহায্যে সংঘটিত বিক্রিয়ায় জারক পদার্থ ইলেকট্রন গ্রহণ করে বিজারিত হয় এবং বিজারক পদার্থ জারিত হওয়ার সময় একই সংখ্যক ইলেকট্রন ত্যাগ করে। ধরা যাক একটি জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ায় a মোল বিজারক n সংখ্যক ইলেকট্রন ত্যাগ করে। তাই এই n সংখ্যক ইলেকট্রন গ্রহণের জন্য b মোল জারকের অবশ্যই প্রয়োজন হবে।

তাই রাসায়নিক বিক্রিয়ার সংখ্যানুপাতিক নিয়ম অনুযায়ী-

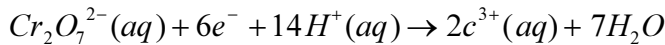


### ৫.৪.১.১ : পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটের বিক্রিয়া

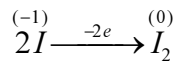
পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটের অম্লীয় দ্রবণ পটাশিয়াম আয়োডাইড দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে।



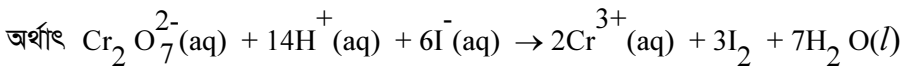
প্রকৃতপক্ষে



এই বিক্রিয়ায় প্রতিটি পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট ৬টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে। এজন্য বিজারক পটাশিয়াম আয়োডাইড কে এই ৬টি ইলেকট্রন ত্যাগ করতে হয়।



যেহেতু প্রতিটি  $\text{I}^-$  একটি করে ইলেকট্রন ত্যাগ করে, তাই ৬টি ইলেকট্রন ত্যাগের জন্য ৬টি  $\text{I}^-$  এর প্রয়োজন।



সুতরাং, 1.0 মোল  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  + 6.0 মোল KI

ধরা যাক, বিক্রিয়ার জন্য  $1.0\text{dm}^3$  1.0M  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  দ্রবণ ব্যবহার করা হল। তা হলে এর সাথে বিক্রিয়ার জন্য  $1.0\text{dm}^3$  6M KI দ্রবণের প্রয়োজন হবে।

$$1.0 \text{ dm}^3 \times 1.0 \text{ M } K_2 Cr_2 O_7 \equiv 1.0 \text{ dm}^3 \times 6.0 \text{ M KI}$$

$$\text{বা, } 1.0 \text{ dm}^3 \times 1.0 \text{ M } K_2 Cr_2 O_7 \equiv 6.0 \text{ dm}^3 \times 1.0 \text{ M KI}$$

আমরা জানি একটি টাইট্রেশন বিক্রিয়ায় দু'টি দ্রবণ ব্যবহার করা হয়। যদি একটি দ্রবণের আয়তন  $V_1$  ও ঘনমাত্রা  $M_1$  হয় এবং একে প্রশমিত করার জন্য অন্য দ্রবণের  $M_2$  ঘনমাত্রার  $V_2$  আয়তনের প্রয়োজন হয়-

$$\text{তাহলে, } V_1 M_1 = V_2 M_2$$

এই সমীকরণটি  $K_2 Cr_2 O_7$  ও KI এর বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে নিম্নলিখিতভাবে দেখানো যায়:

$$V_1 \times 6M_1 = V_2 M_2$$

[ যেখানে  $V_1 = K_2 Cr_2 O_7$  দ্রবণের আয়তন

$V_2 = KI$  দ্রবণের আয়তন

$M_1 = K_2 Cr_2 O_7$  দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রা

$M_2 = KI$  দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রা ]

সাধারণভাবে জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার টাইট্রেশনের জন্য সমীকরণ হবে-

$V_A \times xM_A = V_B \times yM_B$  [  $x$  ও  $y$  যথাক্রমে A ও B বস্তুর (জারক/বিজারক) ইলেকট্রন গ্রহণ/ত্যাগের সংখ্যা নির্দেশ করে।

#### ৫.৪.১.২: পটাসিয়াম পারম্যাংগানেট দ্রবণের সাথে ফেরাস লবণের দ্রবণের বিক্রিয়া

পটাসিয়াম পারম্যাংগানেটের অম্লীয় দ্রবণ ফেরাস দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে। পানির দ্রবণে  $KMnO_4$ ,  $K^+(aq)$

ও  $MnO_4^-(aq)$  হিসেবে থাকে এবং  $MnO_4^-(aq)$  জারক হিসাবে কাজ করে। বিক্রিয়া শেষে  $MnO_4^-$  বিজারিত

হয়ে  $Mn^{2+}(aq)$  এ পরিণত হয়। অথবা  $MnO_4^-(aq) + 5e^-(aq) + 8H^+(aq) \rightarrow Mn^{2+}(aq) + 4H_2O(aq)$ .

এই বিক্রিয়ায় পারম্যাংগানেট আয়ন ৫টি করে ইলেকট্রন গ্রহণ করে এবং প্রতিটি ফেরাস আয়ন একটি করে ইলেকট্রন ত্যাগ [ $Fe^{2+}(aq) \rightarrow Fe^{3+}(aq) + e^-$ ] করে তাই ৫টি ইলেকট্রন ত্যাগের জন্য ৫টি  $Fe^{2+}(aq)$  এর প্রয়োজন হয়। এ জন্য এই বিক্রিয়ার আয়তনমাত্রিক গণনার উপযোগী সমীকরণটি হবে-

$$V_1 \times 5M_1 = V_2 \times M_2$$

[এখানে  $V_2 = KMnO_4$  দ্রবণের আয়তন ও  $M_1 = KMnO_4$  দ্রবণের ঘনমাত্রা এবং

$V_1 =$  ফেরাস যৌগের দ্রবণের আয়তন ও  $M_1 =$  ফেরাস যৌগের দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রা।]

#### ৫.৪.১.৩: সোডিয়াম থায়োসালফেট ও আয়োডিনের বিক্রিয়া

এই বিক্রিয়ায় প্রতিটি আয়োডিন অণু দু'টি করে ইলেকট্রন গ্রহণ করে এবং প্রতিটি থায়োসালফেট আয়ন থেকে একটি করে ইলেকট্রন অপসারিত হয়। তাই এই বিক্রিয়াটির জন্য আয়তনমিতিক গণনার উপযোগী সমীকরণ হবে

$$V_1 \times 2M_1 = V_2 \times M_2$$

[এখানে  $V_1 =$  থায়োসালফেট দ্রবণের আয়তন,  $M_1 =$  থায়োসালফেট ( $S_2 O_3^{2-}$ ) দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রা

$V_2 =$  আয়োডিন দ্রবণের আয়তন,  $M_2 =$  আয়োডিন দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রা]

### ৫.৪.২: জারণ-বিজারণ ভিত্তিক রাসায়নিক হিসেব

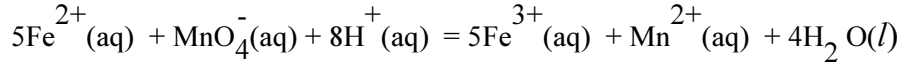
জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার জন্য ৫.৪.১.১ এ উল্লিখিত সাধারণ সমীকরণ ব্যবহার করা যায়। সমীকরণটি হলো-

$$V_1 \times xM_1 = V_2 \times yM_2$$

এই সমীকরণে জারক যে কয়টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে এবং বিজারক যে কয়টি ইলেকট্রন ত্যাগ করে তা জানা থাকলে অর্থাৎ জারণ-বিজারণ বিক্রিয়াটি সঠিক ভাবে জানা থাকলে এবং বাকী চারটি প্যারামিটার অর্থাৎ  $V_1$ ,  $M_1$ ,  $V_2$  ও  $M_2$  এর যে কোন ৩টি জানা থাকলে ৪র্থ টি সমীকরণের সাহায্যে সহজেই নির্ণয় করা যাবে।

**৫.৪.২.১:** 25 cm<sup>3</sup> ফেরাস লবণের দ্রবণ 10 cm<sup>3</sup> 0.1M KMnO<sub>4</sub> এর অম্লীয় দ্রবণের সাহায্যে সম্পূর্ণভাবে জারিত হয়। ফেরাস লবণের দ্রবণের ঘনমাত্রা কত?

সমাধান : KMnO<sub>4</sub> এর অম্লীয় দ্রবণের সাথে ফেরাস লবণের দ্রবণের বিক্রিয়া নিম্নরূপ :



এই বিক্রিয়ায় প্রতিটি পারম্যাংগানেট আয়ন 5টি করে ইলেকট্রন গ্রহণ করে, অন্য দিকে প্রতিটি ফেরাস আয়ন একটি করে ইলেকট্রন ত্যাগ করে। তাই

$$V_1 \times 5M_1 = V_2 \times M_2$$

[  $V_2 = \text{KMnO}_4$  দ্রবণের আয়তন,  $M_2 = \text{KMnO}_4$  দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রা,

$V_1 =$  ফেরাস লবণের দ্রবণের আয়তন,  $M_1 =$  ফেরাস লবণের দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রা ]

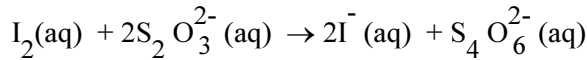
$$25 \text{ cm}^3 \times M_1 = 10 \text{ cm}^3 \times 0.1 \text{ M}$$

$$\therefore M_1 = \frac{10 \times 0.1}{25} = 0.04 \text{ M}$$

অতএব ফেরাস লবণের দ্রবণটির ঘনমাত্রা = 0.04 M

**৫.৪.২.২:** একটি দ্রবণে 1.269 গ্রাম আয়োডিন রয়েছে। এই আয়োডিনকে বিজারিত করতে 500 mL থায়োসালফেট দ্রবণের প্রয়োজন হয়। থায়োসালফেট দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রা নির্ণয় করুন।

সমাধান: যে বিক্রিয়াটি আয়োডিনকে বিজারিত করতে ঘটে তা হচ্ছে-



দ্রবণে আয়োডিনের মোল সংখ্যা  $\frac{1.269}{253.8}$  [∵ 1 মোল আয়োডিন = 253.8 গ্রাম]

বিক্রিয়া অনুযায়ী 50 mL থায়োসালফেট দ্রবণে  $2 \times \left(\frac{1.269}{253.8}\right)$  মোল থায়োসালফেট রয়েছে।

$$\text{থায়োসালফেট দ্রবণের ঘনমাত্রা} = \frac{1.269 \times 2 \times 1000}{50 \times 253.8} = 0.2 \text{ M}$$

অতএব সোডিয়াম থায়োসালফেট দ্রবণের নির্ণয় ঘনমাত্রা 0.2 M।

### সারসংক্ষেপ

- জারণ - বিজারণ বিক্রিয়ার টাইট্রেশনের গণনার উপযোগী সাধারণ সমীকরণ  $V_1 \times xM_1 = V_2 \times yM_2$   
 $V_1$  = জারকের আয়তন,  $M_1$  = জারকের মাত্রা,  $x$  = জারক কর্তৃক গৃহীত ইলেকট্রনের সংখ্যা।  
 $V_2$  = বিজারকের আয়তন,  $M_2$  = বিজারকের মাত্রা ও  $y$  = বিজারক কর্তৃক ত্যাগ করা ইলেকট্রনের সংখ্যা।

### পাঠোত্তর মূল্যায়ন

#### বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

- ১।  $V_1 \times 6M_1 = V_2 \times M_2$  ; এই সমীকরণে  $M_1$  এবং  $V_1$  যথাক্রমে জারক দ্রবণের ঘনমাত্রা ও আয়তন হলে, বিজারক কর্তৃক ত্যাগ করা ইলেকট্রন সংখ্যা  
 (ক) ৬টি (খ) ০টি  
 (গ) ১টি (ঘ) ২টি
- ২। কোন বিক্রিয়ায় জারক ২টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে এবং বিজারক ৩টি ইলেকট্রন ত্যাগ করে। এই ক্ষেত্রে আয়তন মাত্রিক বিশ্লেষণে গণনার উপযোগী সমীকরণ হবে-  
 (ক)  $V_1 \times 2M_1 = V_2 \times 3M_2$  (খ)  $V_1 \times 3M_1 = V_2 \times 2M_2$   
 (গ)  $V_1 \times M_1 = V_2 \times 3M_2$  (ঘ)  $V_1 \times M_1 = V_2 \times 2M_2$
- ৩। পটাশিয়াম পারম্যাংগানেটের অম্লীয় দ্রবণ ফেরাস দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে। এই বিক্রিয়ায় ফেরাস দ্রবণ  
 (ক) জারক (খ) বিজারক  
 (গ) এসিড হিসেবে ক্রিয়া করে। (ঘ) কোনটিই নয়
- ৪। 10 ml 1M  $KMnO_4 \equiv$   
 (ক) 10 ml 1M  $FeSO_4$  (খ) 20 ml 1M  $FeSO_4$   
 (গ) 40 ml 1M  $FeSO_4$  (ঘ) 50 ml 1M  $FeSO_4$

#### রচনামূলক/সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। জারণের পুরাতন ধারণা উদাহরণসহ বর্ণনা করুন।
- ২। ইলেকট্রনীয় মতবাদ অনুসারে জারণের সংজ্ঞা দিন।
- ৩। পুরাতন ধারণার ভিত্তিতে বিজারণের উদাহরণসহ সংজ্ঞা দিন।
- ৪। ইলেকট্রনীয় মতবাদ অনুসারে বিজারণের সংজ্ঞা দিন।
- ৫। উদাহরণসহ জারক ও বিজারকের সংজ্ঞা দিন।
- ৬। 'জারণ-বিজারণ ক্রিয়া যুগপৎ সংঘটিত হয়'- উদাহরণসহ ব্যাখ্যা করুন।
- ৭। জারণ-এর সংজ্ঞা কি? যৌগের কোন পরমাণুর জারণ সংখ্যা কিভাবে গণনা করা যায়? উদাহরণসহ বর্ণনা করুন।
- ৮। জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার সমীকরণের সমতা আনয়নের জন্য যে সকল নিয়ম অনুসরণ করতে হয় সেগুলোর বর্ণনা দিন।
- ৯। জারণ-বিজারণ সম্পর্কিত টাইট্রেশনের মূলনীতি বর্ণনা করুন।
- ১০। পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটের অম্লীয় দ্রবণ পটাশিয়াম আয়োডাইড দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে। এই জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার সমীকরণ টাইট্রেশনের পর্যায়ক্রমে দেখান।
- ১১।  $25cm^3$  0.1 মোলার  $K_2Cr_2O_7$  দ্রবণকে সম্পূর্ণরূপে টাইট্রেশন করার জন্য 0.05 মোলার KI দ্রবণ কি পরিমাণ প্রয়োজন হবে?

- ১২। একটি অশোধিত আয়োডিনের 3.5 গ্রামকে সম্পূর্ণরূপে বিজারিত করার জন্য 0.1 মোলার 50 cm<sup>3</sup> সোডিয়াম থায়োসালফেট দ্রবণের প্রয়োজন হয়। আয়োডিনের বিশুদ্ধতা কত শতাংশ?
- ১৩। 1.25 গ্রাম FeCl<sub>2</sub> এর জলীয় দ্রবণকে জারিত করার জন্য 0.25 মোলার KMnO<sub>4</sub> এর অম্লীয় দ্রবণের কত আয়তন প্রয়োজন হবে?
- ১৪। 1.0 গ্রাম KMnO<sub>4</sub> এর অম্লীয় দ্রবণকে বিজারিত করতে কি পরিমাণ FeSO<sub>4</sub> এর প্রয়োজন হবে?