



## আয়তনিক বিশ্লেষণ

### ভূমিকা

অজ্ঞাত ঘনমাত্রার কোন দ্রবণের নির্দিষ্ট আয়তনের সাথে জ্ঞাত ঘনমাত্রার একটি দ্রবণের বিক্রিয়া করে বিক্রিয়া সমাপ্তির জন্য উভয় দ্রবণের ব্যবহৃত আয়তন থেকে অজ্ঞাত ঘনমাত্রার দ্রবণটিতে দ্রবীভূত পদার্থের পরিমাণ নির্ণয় করা যায়। এ পদ্ধতিকে আয়তনিক বিশ্লেষণ বলা হয়। দ্রবণের ঘনমাত্রা সাধারণত মোলারিটিতে হিসাব করা হয়। এক লিটার দ্রবণে এক মোল দ্রব দ্রবীভূত থাকলে ঐ দ্রবণের মোলারিটি এক (1 M) ধরা হয়।

রাসায়নিক বিক্রিয়ার প্রকৃতির উপর নির্ভর করে বিভিন্ন ধরনের আয়তনিক বিশ্লেষণ হতে পারে। বর্তমান অধ্যায়ে কেবল এসিড ও ক্ষারের মধ্যে সংঘটিত প্রশমন বিক্রিয়া এবং জারক ও বিজারক পদার্থের মধ্যে সংঘটিত জারণ-বিজারণ বিক্রিয়াকে আয়তনিক বিশ্লেষণের অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে।

### পাঠ-১ প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুতি

## ভূমিকা

অজ্ঞাত ঘনমাত্রার কোন দ্রবণের ঘনমাত্রা সঠিকভাবে নির্ণয়ের জন্য একটি প্রমাণ দ্রবণের প্রয়োজন হয়। প্রমাণ দ্রবণ কিভাবে প্রস্তুত করতে হয়, তা এই পাঠে আলোচনা করা হবে।

## উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে

- প্রমাণ দ্রবণ ও দ্রবণের শক্তি বা ঘনমাত্রা সম্পর্কে জানা যাবে।
- প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড (Primary standard) ও সেকেন্ডারী স্ট্যান্ডার্ড (Secondary standard) পদার্থের বর্ণনা দেওয়া যাবে।
- সোডিয়াম কার্বনেটের প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুত করা সম্ভব হবে।
- অক্সালিক এসিডের প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুত করা সম্ভব হবে।
- গাঢ় HCl দ্রবণ ব্যবহার করে লঘু HCl এর আনুমানিক প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুত করা যাবে।

## ২২.১.১ প্রমাণ দ্রবণ ও প্রমাণ দ্রবণের শক্তি

**প্রমাণ দ্রবণ:** যে দ্রবণের ঘনমাত্রা বা শক্তি নির্ভুলভাবে জানা থাকে তাকেই প্রমাণ দ্রবণ বলা হয়।

প্রমাণ দ্রবণে নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রব নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রাবকে দ্রবীভূত থাকে। তাই 0.25M Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> দ্রবণ যেমন প্রমাণ দ্রবণ ঠিক তেমনি 100 সেমি<sup>3</sup> পানিতে 2.5 গ্রাম Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> দ্রবীভূত আছে এ তথ্য জানা থাকলে এটিও প্রমাণ দ্রবণ হবে।

## দ্রবণের শক্তি বা ঘনমাত্রা

দ্রবণের ঘনমাত্রা নিম্নলিখিত স্কেলে বা এককে প্রকাশ করা হয়। যেমন—

- ১। শতকরা মাত্রা
- ২। নরমালিটি
- ৩। মোলারিটি
- ৪। মোলারিটি
- ৫। মোল-ভগ্নাংশ ইত্যাদি।

এখানে নরমালিটি ও মোলারিটি সম্পর্কে আলোচনা করা হবে।

## নরমালিটি (Normality)

1 ডেমি<sup>3</sup> দ্রবণে দ্রবের 1 গ্রাম তুল্য ভর পরিমাণ দ্রবীভূত থাকলে এই দ্রবণকে নরমাল দ্রবণ বলা হয়। N এর সাহায্যে নরমাল দ্রবণ প্রকাশ করা হয়।

$$\text{নরমালিটি} = \frac{\text{দ্রবের পরিমাণ গ্রাম তুল্যভর-এ}}{\text{দ্রবণের পরিমাণ ডেমি}^3 \text{ এ}}$$

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  এর তুল্য ভর 53। অতএব 53 গ্রাম  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  এক ডেমি<sup>3</sup> দ্রবণে দ্রবীভূত থাকলে 1N  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণ উৎপন্ন হবে। যেহেতু এই এককে দ্রবণের পরিমাণ ডেমি<sup>3</sup> বা আয়তনে প্রকাশ করা হচ্ছে এবং আয়তন তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল, তাই নরমালিটি স্কেলটি তাপমাত্রা নির্ভরশীল।

### মোলারিটি (Molarity)

1 ডেমি<sup>3</sup> দ্রবণে দ্রবের 1 গ্রাম মোল দ্রবীভূত থাকলে দ্রবণের ঘনমাত্রা 1 মোলার হবে। একে M দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$\text{মোলারিটি} = \frac{\text{দ্রবের পরিমাণ গ্রাম মোল-এ}}{\text{দ্রবণের পরিমাণ ডেমি}^3\text{-এ}} \quad [\text{উল্লেখ্য গ্রাম আণবিক ভরকে গ্রাম মোল বলা হয়}]$$

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  এর গ্রাম আণবিক ভর 106 গ্রাম; তাই 106 গ্রাম  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1ডেমি<sup>3</sup> জলীয় দ্রবণে দ্রবীভূত থাকলে এই দ্রবণের ঘনমাত্রা 1M হবে। নরমালিটি স্কেলের মত মোলারিটিও তাপমাত্রা নির্ভরশীল।

### ২২.১.২ প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড ও সেকেন্ডারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ

যে সব পদার্থের ভর নির্জির সাহায্যে সঠিক ভাবে পরিমাপ করে সরাসরি প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুত করা যায়, সে সব পদার্থকে প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ বলা হয়। এগুলোর নিম্নবর্ণিত বৈশিষ্ট্যসমূহ থাকা দরকার—

- ১। এ পদার্থগুলোকে শুষ্ক ও বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া যায়।
- ২। এই পদার্থগুলো বাতাসে উন্মুক্ত রাখলে বাতাসের অক্সিজেন, কার্বনডাইঅক্সাইড অথবা অন্য কোন উপাদানের সংস্পর্শে কোন পরিবর্তন হয়না। এ জন্যই তুলাযন্ত্রে বা নির্জিতে ওজন করার সময় বাতাসের সংস্পর্শে আসলেও এদের ওজনের কোন পরিবর্তন হয়না।
- ৩। এই পদার্থগুলি পানি গ্রাহী বা পানি গ্রাসী নয়।
- ৪। এই পদার্থগুলো খুব সহজেই পানিতে দ্রবীভূত হয়। তা ছাড়া অন্যান্য পদার্থের সাথে এ ধরনের পদার্থের রাসায়নিক বিক্রিয়া বেশ দ্রুত এবং তৃত-মিতিক (stoichiometric) ভাবে ঘটে।
- ৫। এই পদার্থগুলি সাধারণত উচ্চ আণবিক ভর যুক্ত হয়।

সোডিয়াম কার্বনেট ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), অক্সালিক এসিড ( $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ); পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  এগুলো প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ।

যে সব পদার্থের উপরিলিখিত বৈশিষ্ট্যগুলো থাকেনা অর্থাৎ যাদের ভর পরিমাপ করে দ্রবণ প্রস্তুত করলেও প্রমাণ দ্রবণ পাওয়া যায়না তাদেরকে সেকেন্ডারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ বলা হয়। সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড, (NaOH),  $(\text{KMnO}_4)$  ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইড (HCl) সেকেন্ডারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ। কোন প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থের দ্রবণের সাথে টাইট্রেশন করে এদের ঘনমাত্রা বা শক্তি নির্ণয় করতে হয়।

### ২২.১.৩ সোডিয়াম কার্বনেটের প্রমাণ দ্রবণ (0.1M) প্রস্তুতি

সোডিয়াম কার্বনেট একটি প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ। সুতরাং তুলাযন্ত্রে বা নির্জিতে  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  এর ওজন সঠিকভাবে নেওয়া যায়।

তত্ত্ব : সোডিয়াম কার্বনেটের গ্রাম আণবিক ভর = 106.0 গ্রাম

ধরা যাক 100 সেমি<sup>3</sup> 0.1M Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> দ্রবণ প্রস্তুত করতে হবে। সুতরাং প্রয়োজনীয় Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> এর পরিমাণ

$$\frac{100 \times 106 \text{ গ্রাম} \times 0.1}{1000} = 1.06 \text{ গ্রাম}$$

উপকরণ: 1টি 100 সেমি<sup>3</sup> আয়তনের আয়তনিক ফ্লাস্ক, 1টি ফানেল, ঢাকনাসহ ওজন বোতল, রাসায়নিক তুলাযন্ত্র, বিশুদ্ধ Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> এবং পাতিত পানি।



চিত্র: প্রমাণ দ্রবণ তৈরীতে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি

#### কার্যপদ্ধতি:

- 1। একটি 100 সেমি<sup>3</sup> আয়তনের আয়তনিক ফ্লাস্ক ভালভাবে ধুয়ে নিয়ে এর মুখে একটি পরিষ্কার ফানেল বসান।
- 2। একটি পরিষ্কার শুষ্ক ওজন বোতলে কিছু পরিমাণ শুষ্ক ও বিশুদ্ধ Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> নিয়ে তুলাযন্ত্রে এর ওজন নিন। এটি প্রথম ওজন। এবার তুলাযন্ত্র থেকে 1.06 গ্রাম ওজন তুলে নিন। পরে ওজন-বোতল থেকে খুব সতর্কতার সাথে অল্প অল্প করে Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ফানেলের উপর ফেলুন এবং কিছুক্ষণ পরপর ওজন নিন। যখন ওজনে সমতা আসে তখনই নির্দিষ্ট পরিমাণ (1.06 গ্রাম) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> নেয়া হয়েছে বলে ধরে নিন।
- 3। একটি ওয়াশ বোতল থেকে অল্প পরিমাণ পাতিত পানি নিয়ে ফানেল থেকে Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ধুয়ে আয়তনিক ফ্লাস্কে নিন। এরপর অল্প অল্প পানির সাহায্যে ফানেলটি আরও ২/৩ বার ধৌত করে নিন।
- 4। এবার ওয়াশ বোতল থেকে অত্যন্ত সতর্কতার সাথে পানি নিয়ে আয়তনিক ফ্লাস্কের দাগকাটা অংশ পর্যন্ত পানি দ্বারা পূর্ণ করুন। ফ্লাস্কের মুখ আটকিয়ে দ্রবণটি উত্তমরূপে ঝাকানো হলেই 0.1M Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> দ্রবণ প্রস্তুত হবে।

**গুণক (Factor):** তুল যন্ত্রে অনেক সময়ই দ্রবের একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ সঠিক ওজন নেয়া যায়না এবং এতে প্রচুর সময় ব্যয় হয়। তাই নির্দিষ্ট পরিমাণের কাছাকাছি পরিমাণের দ্রব নিলে (যার পরিমাণ অবশ্যই নির্ভুলভাবে জানতে হবে), তা থেকে দ্রবণের সঠিক ঘনমাত্রা নিচের সমীকরণ অনুযায়ী বের করা যায়।

$$\text{দ্রবণের সঠিক ঘনমাত্রা} = \frac{\text{দ্রবের ভর (প্রকৃতভাবে যা নেয়া হয়েছে)}}{\text{দ্রবের ভর যা নেয়া প্রয়োজন ছিলো}} \times \text{নির্দিষ্ট ঘনমাত্রা}$$

উদাহরণ: ধরুন আপনি 100 সেমি<sup>3</sup> 0.1M Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> দ্রবণ প্রস্তুত করার জন্য 1.06 গ্রামের পরিবর্তে 1.073 গ্রাম Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> নিয়েছেন। এ ক্ষেত্রে 100 সেমি<sup>3</sup> দ্রবণে দ্রবীভূত করার পর আপনার প্রস্তুত করা দ্রবণের সঠিক ঘনমাত্রা হবে-

$$\begin{aligned} \text{দ্রবণের সঠিক ঘনমাত্রা} &= \frac{1.073}{1.06} \times 0.1M \\ &= 0.105 M \end{aligned}$$

### ২২.১.৪ অক্সালিক এসিডের 0.05M প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুতি

তত্ত্ব : অক্সালিক এসিডের আণবিক ভর 126। অর্থাৎ 1 গ্রাম মোল অক্সালিক এসিড = 126 গ্রাম।

ধরা যাক, 250 সেমি<sup>3</sup> 0.05M অক্সালিক এসিড দ্রবণ প্রস্তুত করতে হবে। সুতরাং এ জন্য প্রয়োজন হবে-

$$\frac{126 \times 250 \times 0.05}{1000} = 1.575 \text{ গ্রাম অক্সালিক এসিড।}$$

উপকরণ: ১টি 250 সেমি<sup>3</sup> আয়তনিক ফ্লাস্ক, ১টি ফানেল, ঢাকনাসহ ওজন বোতল, রাসায়নিক তুলাযন্ত্র, বিশুদ্ধ অক্সালিক এসিড, ওয়াশ বোতল ও পাতিত পানি।

#### কার্যপদ্ধতি:

- ১। আয়তনিক ফ্লাস্কটি ভালভাবে ধুয়ে নিয়ে এর মুখে একটি পরিষ্কার ফানেল বসান।
- ২। রাসায়নিক তুলাযন্ত্রের সাহায্যে ওজন বোতল থেকে ২১.১.৩ অনুচ্ছেদে বর্ণিত কার্যপদ্ধতির অনুরূপ প্রক্রিয়া অবলম্বন করে 1.575 গ্রাম অক্সালিক এসিড ওজন করে ফানেলের উপর সতর্কতার সাথে রাখুন।
- ৩। ওয়াশ বোতলের পাতিত পানির সাহায্যে ফানেল থেকে অক্সালিক এসিড ধৌত করে আয়তনিক ফ্লাস্কে নিন এবং পানি দিয়ে আয়তনিক ফ্লাস্কের দাগকাটা অংশ পর্যন্ত পূর্ণ করুন। ফ্লাস্কের মুখ আটকিয়ে বেশ কয়েকবার ঝাঁকানো হলেই অক্সালিক এসিডের 0.05M প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুত হবে।

গণনা: ধরা যাক আপনি 1.575 গ্রামের পরিবর্তে 1.535 গ্রাম অক্সালিক এসিড নিয়েছেন। তখন আপনার প্রস্তুতকৃত প্রমাণ দ্রবণের প্রকৃত মাত্রা হবে

$$\begin{aligned} &\frac{\text{দ্রবের গৃহীত ওজন}}{\text{দ্রবের যে পরিমাণ নেয়া প্রয়োজন ছিল}} \times \text{নির্দিষ্ট মাত্রা} \\ &= \frac{1.535}{1.575} \times 0.05M \\ &= 0.04873M \cong 0.049M \end{aligned}$$

## ২২.১.৫ গাঢ় HCl এর নমুনা দ্রবণ থেকে আনুমানিক 0.1M HCl দ্রবণ প্রস্তুতি

**তত্ত্ব :** গাঢ় HCl প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ নয়। এজন্য এর প্রমাণ দ্রবণ সরাসরি প্রস্তুত করা যায়না। তবে আনুমানিক প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুত করা যায়।

গাঢ় HCl এর ঘনমাত্রা 9M থেকে 13M পর্যন্ত হয়। তবে সাধারণত: বাণিজ্যিক গাঢ় HCl এর ঘনমাত্রা 11.3M থাকে। ঘনমাত্রা যাই থাকুকনা কেন তা বোতলের গায়ে স্পষ্টভাবে লিখা থাকে। সাধারণত: লঘুকরণ (dilution) পদ্ধতির মাধ্যমে গাঢ় HCl থেকে লঘুতর আনুমানিক প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়।

ধরা যাক 250 সেমি<sup>3</sup> 0.1M দ্রবণ প্রস্তুত করতে হবে। এ জন্য নিচের সমীকরণ ব্যবহার করে প্রয়োজনীয় গাঢ় HCl এর পরিমাণ বের করা যায়:

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

এখানে  $V_1$  = গাঢ় HCl এর আয়তন

$$M_1 = \text{গাঢ় HCl এর ঘনমাত্রা} = 11.3 \text{ M}$$

$$V_2 = \text{লঘু HCl এর আয়তন} = 250 \text{ সেমি}^3$$

$$M_2 = \text{লঘু HCl এর ঘনমাত্রা} = 0.1 \text{ M}$$

অতএব

$$V_1 \times 11.3 \text{ M} = 250 \text{ সেমি}^3 \times 0.1 \text{ M}$$

$$\begin{aligned} \therefore V_1 &= \frac{250 \text{ সেমি}^3 \times 0.1 \text{ M}}{11.3 \text{ M}} \\ &= 2.2 \text{ সেমি}^3 \end{aligned}$$

অতএব 2.2 সেমি<sup>3</sup> 11.3 M গাঢ় HCl দ্রবণকে 250 সেমি<sup>3</sup> আয়তনিক ফ্লাস্কে নিয়ে পাতিত পানি দ্বারা লঘু করলে 0.1M (আনুমানিক) HCl দ্রবণ প্রস্তুত হবে।

**উপকরণ:** একটি 250 সেমি<sup>3</sup> আয়তনিক ফ্লাস্ক, একটি ফানেল, গাঢ় HCl এবং একটি দাগকাটা মাপন সিলিন্ডার বা পিপেট।

**কার্য পদ্ধতি:**

- ১। একটি 250 সেমি<sup>3</sup> আয়তনের আয়তনিক ফ্লাস্ক ভালভাবে ধুয়ে এর মুখে একটি ফানেল বসান।
- ২। 0.1M HCl দ্রবণ প্রস্তুত করার জন্য 11.3M HCl দ্রবণের 2.2 সেমি<sup>3</sup> কে 250 সেমি<sup>3</sup> দ্রবণে লঘু করতে হবে। দাগকাটা মাপন সিলিন্ডারের সাহায্যে নমুনা HCl এর 2.2. সে.মি<sup>3</sup> নিয়ে ফানেলের সাহায্যে আয়তনিক ফ্লাস্কে ঢালুন। পাতিত পানির সাহায্যে ফানেলটিকে বেশ কয়েকবার ধুয়ে নিন।
- ৩। এরপর সতর্কতার সাথে পাতিত পানি দিয়ে আয়তনিক ফ্লাস্কটিকে দাগ পর্যন্ত ভরে নিন। ফ্লাস্কের মুখ ছিপির সাহায্যে বন্ধ করে উত্তমরূপে ঝাঁকালেই HCl এর আনুমানিক 0.1M দ্রবণ প্রস্তুত হবে।

## আনুমানিক ঘনমাত্রার HCl দ্রবণকে প্রমাণ দ্রবণে পরিণত করা

আনুমানিক ঘনমাত্রার HCl দ্রবণকে  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  এর প্রমাণ দ্রবণের সাহায্যে টাইট্রেশন করে (মিথাইল অরেঞ্জ নির্দেশক ব্যবহার করে) প্রমাণ HCl দ্রবণে পরিণত করা হয়। যে কোন দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ভুলভাবে জানা হলেই তা প্রমাণ দ্রবণে পরিণত করা হয়েছে বলা যায়। (পাঠ-২ দেখুন)

একটি প্রমাণ নমুনা HCl এর লঘু দ্রবণ থেকে অপেক্ষাকৃত লঘুতর প্রমাণ HCl দ্রবণ প্রস্তুতি

ধরা যাক সরবরাহকৃত প্রমাণ দ্রবণের ঘনমাত্রা 0.092M,

এই দ্রবণ থেকে 0.05M ঘনমাত্রার 100 সেমি<sup>3</sup> HCl দ্রবণ প্রস্তুত করতে হবে। এ ক্ষেত্রেও

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

এখানে  $V_1$  বের করতে হবে

$$M_1 = 0.092M$$

$$V_2 = 100 \text{ সেমি}^3$$

$$M_2 = 0.05 M$$

সুতরাং  $V_1 \times 0.092 M = 100 \text{ সেমি}^3 \times 0.05 M$

$$\begin{aligned} \therefore V_1 &= \frac{100 \text{ সেমি}^3 \times 0.05M}{0.092 M} \\ &= 54.35 \text{ সেমি}^3 \end{aligned}$$

অতএব উপরের গণনা অনুযায়ী সরবরাহকৃত দ্রবণের 54.35 সেমি<sup>3</sup> দ্রবণ একটি 100 সেমি<sup>3</sup> আয়তনিক ফ্লাস্কে নিয়ে তা পানি দ্বারা পূর্ণ করে লঘু করলে 0.05M HCl দ্রবণ প্রস্তুত হবে।

## সারসংক্ষেপ

- যে দ্রবণের ঘনমাত্রা বা শক্তি নির্ভুলভাবে জানা থাকে তাকেই প্রমাণ দ্রবণ বলা হয়।  
1dm<sup>3</sup> দ্রবণে 1 গ্রাম মোল দ্রব দ্রবীভূত থাকলে দ্রবণের ঘনমাত্রা 1 M হয়।
- যে সব পদার্থের ওজন নিয়ে সরাসরি প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুত করা যায় সেগুলোকে প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ বলা হয়। যেমন  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , অক্সালিক এসিড ও পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট।
- দ্রবণের সঠিক ঘনমাত্রা নিচের সমীকরণের সাহায্যে বের করা যায়:
- দ্রবণের সঠিক ঘনমাত্রা =  $\frac{\text{দ্রবের যে পরিমাণ নেয়া হয়েছে}}{\text{দ্রবের ভর যা নেয়া প্রয়োজন ছিলো}} \times \text{নির্দিষ্ট ঘনমাত্রা}$

## পাঠোত্তর মূল্যায়ন

### বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন

১। 1 ডেমি<sup>3</sup> দ্রবণে 1 গ্রাম মোল দ্রব দ্রবীভূত থাকলে দ্রবণের ঘনমাত্রা

- ক) 1 N
- খ) 1 M
- গ) 2 N
- ঘ) 2 M হবে।

২। নিচের কোন পদার্থটি প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড?

- ক)  $K_2Cr_2O_7$
- খ) NaOH
- গ) গাঢ় HCl
- ঘ) গাঢ়  $H_2SO_4$

৩। সোডিয়াম কার্বনেটের আণবিক ভর 106। 100 সেমি<sup>3</sup> 5 M দ্রবণ প্রস্তুতির জন্য  $Na_2CO_3$  প্রয়োজন হবে

- ক) 10.6 গ্রাম
- খ) 21.2 গ্রাম
- গ) 53 গ্রাম
- ঘ) 5.3 গ্রাম

৪। 11.3 M HCl এর নমুনা দ্রবণ থেকে 100 সেমি<sup>3</sup> 1M দ্রবণ প্রস্তুতির জন্য

- ক) 11.3 সেমি<sup>3</sup>
- খ) 8.5 সেমি<sup>3</sup>
- গ) 17.0 সেমি<sup>3</sup>
- ঘ) 0.85 সেমি<sup>3</sup> HCl প্রয়োজন।



## পাঠ-২ দ্রবণের মাত্রা প্রমিতকরণ-১ (এসিড-ক্ষার বিক্রিয়া)

### ভূমিকা

বাণিজ্যিক ভাবে যে সকল এসিড বাজারে বিক্রি হয় তাদের ঘনমাত্রা সঠিক থাকেনা। এ ছাড়া সেকেভারী এসিড ও ক্ষারীয় বস্তুর দ্রবণের ঘনমাত্রা সঠিক থাকে না। সেজন্য এ সকল এসিড ও ক্ষারের দ্রবণ ব্যবহারের পূর্বে অনেক সময় তাদের ঘনমাত্রা সঠিকভাবে জানা প্রয়োজন হয়। এই পাঠে এসিড এবং ক্ষার দ্রবণের প্রমিতকরণ (ঘনমাত্রা সঠিকভাবে জানা) আলোচনা করা হবে।

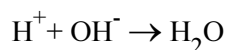
### উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে

- প্রশমণ বিক্রিয়া কি তা জানা যাবে।
- অজ্ঞাত ঘনমাত্রার এসিড দ্রবণের মাত্রা কিভাবে নির্ণয় করা যায় তা জানা সম্ভব হবে।
- অজ্ঞাত ঘনমাত্রার ক্ষার দ্রবণের মাত্রা কিভাবে নির্ণয় করা যায় তা জানা সম্ভব হবে।

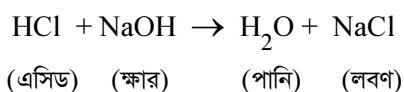
### ২২.২.১ প্রশমণ বিক্রিয়া

একটি এসিড একটি ক্ষারের সাথে বিক্রিয়া করলে এসিড থেকে প্রাপ্ত  $H^+$  আয়ন এবং ক্ষার থেকে প্রাপ্ত  $OH^-$  আয়ন মিলিত হয়ে পানি উৎপন্ন করে।



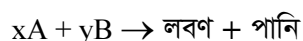
এটিই প্রশমণ বিক্রিয়া। প্রশমণ বিক্রিয়ায় এসিড এবং ক্ষার বিক্রিয়া করে পানি ছাড়া আর যে বস্তুটি উৎপাদন করে তা হলো লবণ।

উদাহরণ :



একটি অজ্ঞাত ঘনমাত্রার এসিড দ্রবণের সাথে একটি জ্ঞাত ঘনমাত্রার ক্ষার দ্রবণের প্রশমণ বিক্রিয়া ঘটিয়ে এসিড দ্রবণটির ঘনমাত্রা নির্ণয় করা যায়। একইভাবে একটি অজ্ঞাত ঘনমাত্রার ক্ষার দ্রবণের সাথে একটি জ্ঞাত ঘনমাত্রার এসিড দ্রবণের প্রশমণ বিক্রিয়া ঘটিয়ে ক্ষার দ্রবণটির ঘনমাত্রার নির্ণয় করা যায়। এ পদ্ধতিকে টাইট্রেশন বলা হয়। টাইট্রেশনের জন্য পিপেটের সাহায্যে এসিড বা ক্ষার কোন একটি দ্রবণের একটি নির্দিষ্ট আয়তন (যেমন, 10 মি.লি) একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে নেয়া হয় এবং একটি বুকেট থেকে ধীরে ধীরে অন্য দ্রবণটিতে যোগ করা হয়। বিক্রিয়ার শেষবিন্দু নির্ণয়ের জন্য কনিক্যাল ফ্লাস্কের দ্রবণে প্রথমেই দু'তিন ফোঁটা নির্দেশক দ্রবণ যোগ করা হয়। শেষ বিন্দুতে নির্দেশক তার রং পরিবর্তন করে প্রশমণ বিক্রিয়ার সমাপ্তি নির্দেশ করে।

এসিড A এবং ক্ষার B এর মধ্যে সংঘটিত প্রশমণ বিক্রিয়াটির সমীকরণ



অজ্ঞাত ঘনমাত্রা হিসাব করার জন্য নিচের সম্পর্কটি ব্যবহার করা হয়:

$$y \times V_A \times M_A = x \times V_B \times M_B$$

এখানে  $V_A$  = এসিড দ্রবণের আয়তন

$M_A$  = এসিড দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রা

$x$  = সমতাকৃত রাসায়নিক সমীকরণে এসিডের সহগ

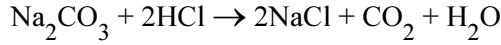
$V_B$  = ক্ষার দ্রবণের আয়তন

$M_B$  = ক্ষার দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রা

$y$  = সমতাকৃত রাসায়নিক সমীকরণে ক্ষারের সহগ

### ২২.২.২ অজ্ঞাত ঘনমাত্রার হাইড্রোক্লোরিক এসিডের ঘনমাত্রা প্রমিতকরণ

সোডিয়াম কার্বোনেটের প্রমাণ দ্রবণের সাথে অজ্ঞাত ঘনমাত্রার হাইড্রোক্লোরিক এসিড দ্রবণের প্রশমন বিক্রিয়া ঘটিয়ে টাইট্রেশন পদ্ধতি অনুসরণ করে হাইড্রোক্লোরিক এসিড দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয় করা যায়। এক্ষেত্রে প্রশমন বিক্রিয়াটির সমীকরণ নিম্নরূপ:



যদি HCl দ্রবণের আয়তন ও ঘনমাত্রা যথাক্রমে  $V_A$  এবং  $M_A$  হয় এবং  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণের আয়তন ও ঘনমাত্রা যথাক্রমে  $V_B$  ও  $M_B$  হয় তাহলে নিচের সমীকরণটি কার্যকর হবে:

$$V_A \times M_A = 2 \times V_B \times M_B$$

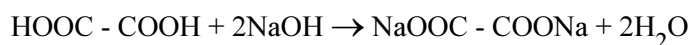
( ঘনমাত্রা মোলারিটিতে প্রকাশ করতে হবে )।

একটি কোনিক্যাল ফ্লাস্কে পিপেটের সাহায্যে পরিমাপ করে 10 মি.লি. সোডিয়াম কার্বোনেটের প্রমাণ দ্রবণ (আনুমানিক 0.1 M ঘনমাত্রার) রাখুন। পাতিত পানি যোগ করে এর আয়তন আনুমানিক 50 মি.লি. করুন এবং এ দ্রবণে ২-৩ ফোঁটা ফেনলফথ্যালিন নির্দেশক যোগ করুন। দ্রবণটি লাল রং গ্রহণ করবে।

একটি পরিষ্কার বুরেট প্রথমে অল্প পরিমাণ (আনুমানিক 5 মি.লি) সরবরাহকৃত হাইড্রোক্লোরিক এসিড দ্রবণ (যার ঘনমাত্রা নির্ণয় করতে হবে) দিয়ে ধুয়ে নিন এবং তারপর বুরেটটি ঐ এসিড দ্রবণ দ্বারা শূন্য চিহ্নিত দাগ পর্যন্ত সাবধানে পূর্ণ করুন। খেয়াল রাখুন যেন বুরেটের ভিতর কোন বাতাসের বুদবুদ না থাকে। এবার বুরেটটি একটি স্ট্যান্ডের সাথে আটকিয়ে রাখুন। কোনিক্যাল ফ্লাস্কে নেওয়া সোডিয়াম কার্বোনেট দ্রবণটি বুরেটের নিচে রেখে অল্প অল্প করে তার মধ্যে বুরেট থেকে এসিড দ্রবণ যোগ করুন এবং ফ্লাস্কটি বাঁকাতে থাকুন। টাইট্রেশন প্রক্রিয়া শেষ বিন্দুতে পৌঁছলে এক ফোঁটা এসিড দ্রবণ যোগ করলেই দ্রবণের লাল বর্ণ বিনষ্ট হবে এবং একটি বর্ণহীন দ্রবণ পাওয়া যাবে। এ অবস্থায় বুরেটের পাঠ খাতায় লিখুন এবং এ পাঠ থেকে টাইট্রেশন শুরু পূর্বের পাঠ বিয়োগ করে প্রশমন বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত এসিড দ্রবণের আয়তন হিসাব করুন। সম্পূর্ণ টাইট্রেশন প্রক্রিয়াটি তিন বার পুনরাবৃত্তি করুন। যদি পৃথক টাইট্রেশনগুলিতে ব্যবহৃত এসিড দ্রবণগুলির আয়তন  $\pm 0.1$  মি.লি. এর মধ্যে মিলে যায় তাহলে টাইট্রেশন সঠিক হয়েছে বলে ধরা যাবে। তিনটি টাইট্রেশনে ব্যবহৃত এসিড দ্রবণের আয়তনের গড় মান বের করে উপরে উল্লিখিত সমীকরণ ব্যবহার পূর্বক এসিড দ্রবণের ঘনমাত্রা হিসাব করুন।

## ২২.২.৩ অজ্ঞাত ঘনমাত্রার সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণের মাত্রা প্রমিতকরণ।

অক্সালিক এসিডের প্রমাণ দ্রবণের সাথে অজ্ঞাত ঘনমাত্রার সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণের প্রশমন বিক্রিয়া টাইট্রেশন পদ্ধতি অনুসরণ করে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয় করা যায়। এক্ষেত্রে প্রশমন বিক্রিয়াটির সমতাকৃত সমীকরণ নিম্নরূপ:



যদি অক্সালিক এসিড দ্রবণের আয়তন এবং ঘনমাত্রা যথাক্রমে  $V_A$  এবং  $M_A$  হয় এবং সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণের আয়তন এবং ঘনমাত্রা যথাক্রমে  $V_B$  এবং  $M_B$  হয় তাহলে নিচের সম্পর্কটি কার্যকর হবে:

$$2 \times V_A \times M_A = V_B \times M_B$$

(ঘনমাত্রা অবশ্যই মোলারিটিতে প্রকাশ করতে হবে।)

একটি পিপেটের সাহায্যে পরিমাপ করে 10 মি.লি অক্সালিক এসিডের প্রমাণ দ্রবণ (0.1M) একটি কোনিক্যাল ফ্লাস্কে রাখুন এবং এর সাথে পাতিত পানি মিশিয়ে দ্রবণটির আয়তন আনুমানিক 50 মি.লি. করুন। অতঃপর এ দ্রবণে 2-3 ফোঁটা ফেনলফথ্যালিন নির্দেশক যোগ করুন। দ্রবণটি বর্ণহীন থাকবে।

একটি পরিষ্কার বুৱেট প্রথমে অল্প পরিমাণ (আনুমানিক 5 মি.লি.) সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ (যার ঘনমাত্রা নির্ণয় করতে হবে) দ্বারা ধুয়ে নিন এবং তারপর ঐ বুৱেটটি সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ দ্বারা এমনভাবে পূর্ণ করুন যেন দ্রবণের উপরিভাগ শূন্য চিহ্নিত দাগ পর্যন্ত পৌঁছায়। লক্ষ্য রাখতে হবে যেন বুৱেটের মধ্যে কোথাও কোন বাতাসের বুদবুদ আটকা না পড়ে। এবার এসিড দ্রবণসহ কোনিক্যাল ফ্লাস্কটি বুৱেটের নিচে আনুন এবং বুৱেট থেকে ফোঁটায় ফোঁটায় সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ ফ্লাস্কের এসিড দ্রবণে যোগ করুন এবং ফ্লাস্কটি অনবরত ঝাঁকাতে থাকুন। দেখা যাবে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ এসিড দ্রবণে যেখানে পড়ে সেখানে একটি অস্থায়ী লাল বর্ণ সৃষ্টি হয় যা ঝাঁকানি দেওয়া মাত্র চলে যায়। টাইট্রেশন প্রক্রিয়াটি যখন শেষবিন্দুতে পৌঁছবে তখন মাত্র এক ফোঁটা সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ যোগ করলেই সম্পূর্ণ দ্রবণটি স্থায়ী গোলাপী রং ধারণ করবে। এটিই প্রশমন বিন্দু। এ অবস্থায় বুৱেট পাঠ খাতায় লিখুন এবং এ পাঠ থেকে টাইট্রেশন শুরু আগের বুৱেট পাঠ বিয়োগ করে টাইট্রেশনে ব্যবহৃত সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণের আয়তন বের করুন। সম্পূর্ণ টাইট্রেশন প্রক্রিয়াটি তিনবার পুনরাবৃত্তি করুন। যদি পৃথক টাইট্রেশনগুলিতে ব্যবহৃত সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণগুলির আয়তন  $\pm 0.1$  মি.লি. এর মধ্যে মিলে যায় তাহলে টাইট্রেশন সঠিক হয়েছে বলে ধরা যাবে। পৃথক টাইট্রেশনগুলিতে ব্যবহৃত সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণগুলির আয়তনের গড় মান বের করুন এবং এ মান ব্যবহার করে উপরে উল্লিখিত সমীকরণ থেকে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণের ঘনমাত্রা হিসাব করুন। উল্লেখ্য বুৱেটে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ নেয়া হলে, ব্যবহারের পরপরই বুৱেটটি পানি দ্বারা পরিষ্কার করে রাখতে হবে। অন্যথায় বুৱেটটির স্টপ কক আটকে যেতে পারে। NaOH এবং কাঁচের সাথে বিক্রিয়ার ফলে এ ঘটনা ঘটে।

### সারসংক্ষেপ

- যে দ্রবণের ঘনমাত্রা সঠিকভাবে জানা থাকে তাকে প্রমাণ দ্রবণ বলে। আয়তনিক বিশ্লেষণের সাহায্যে একটি দ্রবণকে প্রমিতকরণ করা যায় না। যে বস্তুর ১-২ ফোঁটা ব্যবহার করে আয়তনিক বিশ্লেষণের বিক্রিয়ার শেষ বিন্দু নির্ণয় করা হয় তাকে নির্দেশক বলে। যে সকল বস্তু বাতাসের কোন কিছু দ্বারা প্রভাবিত হয় না অর্থাৎ যে বস্তুর ওজন নিজের সাহায্যে সঠিকভাবে পরিমাপ করা যায়, তাকে প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ট বস্তু বলে। যে সকল বস্তু বাতাসের অক্সিজেন, জলীয় বাষ্প ইত্যাদি দ্বারা প্রভাবিত হয়, তাদেরকে সেকেন্ডারী স্ট্যান্ডার্ট বস্তু বলে। আয়তনিক বিশ্লেষণের সাহায্যে সেকেন্ডারী স্ট্যান্ডার্ট বস্তুর প্রমাণ দ্রবণ তৈরী করা হয়।

## পাঠ-৩ দ্রবণের মাত্রা প্রমিতকরণ-২ (জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া)

### ভূমিকা

অল্প-ক্ষারক প্রশমন বিক্রিয়ার মত জারণ-বিজারণও একটি পরিচিত বিক্রিয়া। সেকেন্ডারী-জারক এবং বিজারক দ্রবণের ঘনমাত্রা সঠিকভাবে জানার জন্য জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার মাধ্যমে প্রমিতকরণ করা প্রয়োজন হয়। এই পাঠে জারক ও বিজারক দ্রবণের প্রমিতকরণ আলোচনা করা হবে।

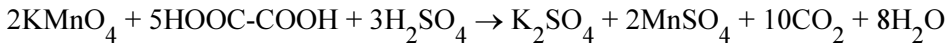
### উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে

- জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া কি তা জানা
- অজ্ঞাত ঘনমাত্রার পটাশিয়াম পারম্যাংগানেট দ্রবণের ঘনমাত্রা কিভাবে নির্ণয় করা হয় তা জানা যাবে

### ২২.৩.১ জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া

জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ায় দুটি বিকারকের মধ্যে একটিতে কোন একটি মৌলের জারণ সংখ্যা বৃদ্ধি পায় এবং অপরটিতে কোন একটি মৌলের জারণ সংখ্যা হ্রাস পায়। জারণ সংখ্যা বৃদ্ধি পেলে জারণ এবং হ্রাস পেলে বিজারণ ঘটে। সালফিউরিক এসিড দ্রবণে পটাশিয়াম পারম্যাংগানেট এবং অক্সালিক এসিডের মধ্যে সংঘটিত বিক্রিয়াটি বিবেচনা করা যাক।



এ বিক্রিয়ায় অক্সালিক এসিড কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়েছে এবং পটাশিয়াম পারম্যাংগানেট ম্যাংগানিজ সালফেটে পরিণত হয়েছে। অক্সালিক এসিডে কার্বন পরমাণুর জারণ সংখ্যা +3 এবং কার্বন ডাই-অক্সাইডে কার্বন পরমাণুর জারণ সংখ্যা +4; অতএব এ বিক্রিয়ায় অক্সালিক এসিডের জারণ ঘটে। আবার পটাশিয়াম পারম্যাংগানেটে ম্যাংগানিজ পরমাণুর জারণ সংখ্যা +7 এবং ম্যাংগানিজ সালফেটে ম্যাংগানিজ পরমাণুর জারণ সংখ্যা +2; অতএব এ বিক্রিয়ায় পটাশিয়াম পারম্যাংগানেটের বিজারণ ঘটে। এটি একটি জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া। এখানে পটাশিয়াম পারম্যাংগানেট জারক পদার্থ এবং অক্সালিক এসিড বিজারক পদার্থ। যেহেতু একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ জারক পদার্থ একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ বিজারক পদার্থের সাথে বিক্রিয়া করে, জারক অথবা বিজারক পদার্থের দ্রবণ দুটির যে কোন একটির ঘনমাত্রা জানা থাকলে টাইট্রেশন পদ্ধতিতে অপর দ্রবণটির ঘনমাত্রা নির্ণয় করা যায়।

### ২২.৩.২ অজ্ঞাত ঘনমাত্রার পটাশিয়াম পারম্যাংগানেট দ্রবণের মাত্রা প্রমিতকরণ

ল্যাবরেটরিতে পটাশিয়াম পারম্যাংগানেটকে বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া যায় না। তাছাড়া এর একটি দ্রবণ তৈরী করে কয়েক দিন রেখে দিলে এর ঘনমাত্রা ধীরে ধীরে হ্রাস পায়। এজন্য ব্যবহারের দিনই এর ঘনমাত্রা প্রমিতকরণ অবশ্য করণীয়। জ্ঞাত ঘনমাত্রার অক্সালিক এসিড দ্রবণের সাথে টাইট্রেশন করে এর ঘনমাত্রা নির্ণয় করা যায়।

পিপেটের সাহায্যে পরিমাপ করে 10 মি.লি. অক্সালিক এসিডের প্রমাণ দ্রবণ (0.2 M ঘনমাত্রার) একটি কোনিক্যাল ফ্লাস্কে রাখুন। এর সাথে 10 মি.লি. 3M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> দ্রবণ এবং 30 মি.লি. পাতিত পানি মিশ্রিত করুন।

এবার মিশ্রিত দ্রবণটি আনুমানিক 70° -80° সে তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করুন।

একটি পরিষ্কার বুৱেটকে প্রথমে অল্প পরিমাণ (আনুমানিক 5 মি.লি.) পটাশিয়াম পারম্যাংগানেট দ্রবণ (যার ঘনমাত্রা নির্ণয় করতে হবে) দ্বারা ধৌত করুন। তারপর বুৱেটটি পটাশিয়াম পারম্যাংগানেট দ্রবণ দ্বারা পূর্ণ করুন যেন দ্রবণের উপরিতল বুৱেটের শূন্য চিহ্নিত দাগ পর্যন্ত পৌঁছায়। লক্ষ্য রাখতে হবে বুৱেটের মধ্যে যেন কোন বাতাসের বুদবুদ না থাকে। এবার বুৱেট থেকে ফোঁটায় ফোঁটায় পারম্যাংগানেট দ্রবণ ফ্লাস্কে অবস্থিত অক্সালিক এসিড দ্রবণে যোগ করুন এবং ফ্লাস্কটি ঝাঁকাতে থাকুন। এক ফোঁটা পারম্যাংগানেট দ্রবণ ফ্লাস্কে পড়লেই সম্পূর্ণ



## পাঠ-৪ আয়রণের পরিমাণ নির্ণয়

### ভূমিকা

নির্মাণ কাজে লোহা সবচেয়ে বেশী পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। বিশুদ্ধ লোহা নির্মাণ কাজে ব্যবহারের উপযোগী নয়। তাই লোহার সাথে অন্য ধাতু এবং কার্বন মিশিয়ে সংকর ধাতু বা ইস্পাত তৈরী করা হয়। ইস্পাতের গুণগত মান অনেকাংশে তাতে লোহার পরিমাণের উপর নির্ভর করে। লোহার যৌগ (ফেরাস লবণ) কে  $\text{KMnO}_4$  বা  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  এবং প্রমাণ দ্রবণ দ্বারা জারিত করে একটি ইস্পাত বা ফেরাস যৌগে লোহার পরিমাণ নির্ণয় করা যায়। এ পাঠে টাইট্রেশন পদ্ধতিতে ফেরাস যৌগে আয়রণের পরিমাণ নির্ণয় প্রক্রিয়া আলোচনা করা হবে।

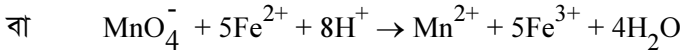
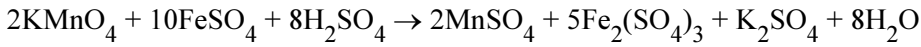
### উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে

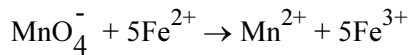
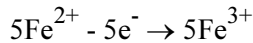
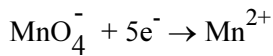
- পটাসিয়াম পারম্যাংগানেটের প্রমাণ দ্রবণের সাহায্যে কিভাবে কোন দ্রবণে উপস্থিত ফেরাস আয়রণের পরিমাণ নির্ণয় করা যায় তা জানা যাবে
- পটাসিয়াম ডাইক্রোমেটের প্রমাণ দ্রবণের সাহায্যে কিভাবে কোন দ্রবণে উপস্থিত ফেরাস আয়রণের পরিমাণ নির্ণয় করা যায় তা জানা যাবে

### ২২.৪.১ পটাসিয়াম পারম্যাংগানেটের প্রমাণ দ্রবণের সাহায্যে দ্রবণে ফেরাস আয়রণের পরিমাণ নির্ণয়

সালফিউরিক এসিডের উপস্থিতিতে পটাসিয়াম পারম্যাংগানেট ফেরাস আয়রণের সাথে নিচের সমীকরণ অনুসারে একটি জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া ঘটায়।



এখানে  $\text{KMnO}_4$  জারক পদার্থ এবং  $\text{FeSO}_4$  বিজারক পদার্থ হিসেবে কাজ করে।



এক মোল  $\text{KMnO}_4$  পাঁচ মোল ফেরাস আয়রণ ( $\text{Fe}^{2+}$ )-কে জারিত করে। অতএব নির্দিষ্ট আয়তনের ফেরাস আয়রণের দ্রবণকে জারিত করতে জ্ঞাত ঘনমাত্রার কত আয়তন  $\text{KMnO}_4$  প্রয়োজন তা টাইট্রেশন এর মাধ্যমে নির্ণয় করে নিচের সম্পর্ক হতে আয়রণের পরিমাণ হিসাব করা যায়ঃ

$$1000 \text{ মি.লি. } 1\text{M } \text{KMnO}_4 \text{ দ্রবণ} \equiv 5 \text{ মোল } \text{Fe}^{2+} \equiv 5 \times 55.85 \text{ গ্রাম } \text{Fe}^{2+} \equiv 279.25 \text{ গ্রাম } \text{Fe}^{2+}$$

$$\text{বা, } 1 \text{ মি.লি. } 1\text{M } \text{KMnO}_4 \text{ দ্রবণ} \equiv 0.2792 \text{ গ্রাম } \text{Fe}^{2+}$$

### পরীক্ষা প্রণালী

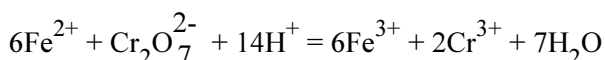
ক্ল্যাম্পের সাহায্যে একটি পরিস্কার বুরেট স্ট্যান্ডে আটকান এবং ফানেল ব্যবহার করে বুরেটটি সাবধানে  $\text{KMnO}_4$  এর প্রমাণ দ্রবণ দ্বারা পূর্ণ করুন। লক্ষ্য রাখতে হবে যেন বুরেটের মধ্যে কোথাও বুদবুদ হিসেবে বাতাস আটকা না

পড়ে। বুৱেটের প্রাথমিক পাঠ খাতায় লিখে রাখুন। এবার পিপেটের সাহায্যে 10 মি.লি  $\text{FeSO}_4$  এর নমুনা দ্রবণ একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে নিন এবং এর সাথে 30 মি.লি. পাতিত পানি এবং 10 মি.লি. 3M  $\text{H}_2\text{SO}_4$  দ্রবণ যোগ করুন। ফ্লাস্কটি বুৱেটের নিচে একখন্ড সাদা কাগজের উপর রাখুন। বুৱেট থেকে ফোঁটায় ফোঁটায়  $\text{KMnO}_4$  দ্রবণ ফেরাস লবণের দ্রবণে যোগ করুন এবং ফ্লাস্কটি ঝাঁকাতে থাকুন। দেখতে পাবেন পটাশিয়াম পারম্যাংগানেটের গোলাপি বর্ণ ফেরাস দ্রবণের বিক্রিয়ার ফলে অদৃশ্য হচ্ছে। পটাশিয়াম পারম্যাংগানেট দ্রবণ যোগ করতে থাকুন এবং যে মুহূর্তে এক ফোঁটা পারম্যাংগানেট দ্রবণ মিশ্রিত হলে গোলাপি বর্ণ স্থায়ী হয় তখনি পারম্যাংগানেট দ্রবণ যোগ করা বন্ধ করুন। এটিই বিক্রিয়ার শেষ বিন্দু। বুৱেট পাঠ খাতায় লিখুন এবং এ পাঠ থেকে প্রাথমিক পাঠ বিয়োগ করে বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত  $\text{KMnO}_4$  দ্রবণের আয়তন হিসাব করুন। টাইট্রেশনটি তিনবার পুনরাবৃত্তি করুন। সবগুলি টাইট্রেশনে যদি একই পরিমাণ ( $\pm 0.1$  মি.লি সীমার মধ্যে)  $\text{KMnO}_4$  দ্রবণ ব্যবহৃত হয়ে থাকে তাহলে টাইট্রেশন সঠিক হয়েছে বলে ধরা হবে। টাইট্রেশনের ফলাফল খাতায় লিখুন এবং তিনটি টাইট্রেশনে ব্যবহৃত  $\text{KMnO}_4$  দ্রবণের আয়তন থেকে গড় মান হিসাব করুন। এবার নিচের সম্পর্ক থেকে 10 মি.লি. ফেরাস আয়রণের দ্রবণে উপস্থিত আয়রণের পরিমাণ হিসাব করুন এবং এ মান থেকে প্রতি লিটার দ্রবণে কতটুকু ফেরাস আয়রণ উপস্থিত থাকে তা বের করুন।

$$1 \text{ মি.লি. } 1\text{M } \text{KMnO}_4 \text{ দ্রবণ} \equiv 0.2792 \text{ গ্রাম } \text{Fe}^{2+} \text{ দ্রবণ}$$

## ২২.৪.২ পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটের প্রমাণ দ্রবণের সাহায্যে কোন দ্রবণে উপস্থিত ফেরাস আয়রণের পরিমাণ নির্ণয়

ফেরাস লবণের সাথে পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট নিচের সমীকরণ অনুসারে বিক্রিয়া করে:



সমীকরণ থেকে দেখা যায় 6 মোল ফেরাস আয়ন এক মোল ডাইক্রোমেট আয়নের সাথে বিক্রিয়া করে।

$$\therefore 1 \text{ মোল } \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \equiv 1 \text{ মোল } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \equiv 6 \text{ মোল } \text{Fe}^{2+}$$

$$\therefore 1 \text{ লিটার } 1\text{M } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ দ্রবণ} \equiv 6 \text{ মোল } \text{Fe}^{2+} \equiv 6 \times 55.85 \text{ গ্রাম } \text{Fe}^{2+}$$

$$\therefore 1 \text{ মি.লি. } 1\text{M } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ দ্রবণ} \equiv \frac{6 \times 55.85}{1000} \text{ গ্রাম } \text{Fe}^{2+} \equiv 0.3351 \text{ গ্রাম } \text{Fe}^{2+}$$

### পরীক্ষা প্রণালী

একটি পরিষ্কার বুৱেট পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটের 0.01M প্রমাণ দ্রবণ দ্বারা পূর্ণ করুন। পিপেটের সাহায্যে সরবরাহকৃত ফেরাস লবণের দ্রবণ থেকে 10 মি.লি. দ্রবণ একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে স্থানান্তর করুন এবং তাতে 100 মি.লি. 2.5%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 3 মি.লি. 85% ফসফোরিক এসিড এবং 4-5 ফোঁটা ডাইফিনাইল অ্যামিন নির্দেশক দ্রবণ যোগ করুন। এই পদ্ধতিতে শেষবিন্দু নির্ণয়ের জন্য ডাই ফিনাইল অ্যামিন নির্দেশক ব্যবহার করা হয়। বুৱেট পাঠ খাতায় লিখুন এবং তারপর বুৱেট থেকে পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটের প্রমাণ দ্রবণ ফোঁটায় ফোঁটায় কনিক্যাল ফ্লাস্কের দ্রবণে যোগ করুন। ফ্লাস্কটি ঝাঁকাতে থাকুন। টাইট্রেশন প্রক্রিয়া শেষ বিন্দুর নিকটবর্তী হলে দ্রবণ একটি নীলাভ সবুজ বা ধূসর নীল বর্ণ ধারণ করে। এ সময় ডাইক্রোমেট দ্রবণ খুব ধীরে ধীরে ফোঁটায় ফোঁটায় যোগ করতে হবে যেন দুটি ফোঁটার মাঝখানে অন্তত: কয়েক সেকেন্ড সময়ের ব্যবধান থাকে। শেষ বিন্দুতে দ্রবণের বর্ণ স্থায়ী বেগুণী নীল হবে। বুৱেট পাঠ লিখুন এবং দুটি পাঠের পার্থক্য থেকে টাইট্রেশনে ব্যবহৃত পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণের আয়তন বের করুন। টাইট্রেশন প্রক্রিয়াটি তিনবার পুনরাবৃত্তি করুন। সবগুলি

টাইট্রেশনে ব্যবহৃত পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণের আয়তন যদি  $\pm 0.1$  মি.লি. সীমার মধ্যে মিলে যায় তাহলে টাইট্রেশন করা সঠিক হয়েছে ধরা হবে। তিনটি টাইট্রেশনে ব্যবহৃত পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণের আয়তনের গড় মান হিসাব করুন এবং এ আয়তন থেকে নিচের সম্পর্ক ব্যবহার করে 10 মি.লি. ফেরাস লবণের দ্রবণে আয়রণের পরিমাণ হিসাব করুন। অতঃপর 1 লিটার দ্রবণে কতটুকু ফেরাস আয়রণ উপস্থিত থাকে তা হিসাব করুন।

$$1 \text{ মি.লি. } 1\text{M K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ দ্রবণ} \equiv 0.3357 \text{ গ্রাম Fe}^{2+}$$

উল্লেখ্য সরাসরি লোহা অথবা লোহার সংকর ধাতুতে লোহার পরিমাণ নির্ণয় উপরে বর্ণিত দুটি প্রক্রিয়ার যে কোন একটির সাহায্যে করা যাবে। তবে শুরুতে লোহা অথবা লোহার সংকর ধাতুটির একটি টুকরা HCl এসিডে দ্রবীভূত করে প্রাপ্ত দ্রবণ নিয়ে টাইট্রেশন করতে হবে।

### সারসংক্ষেপ

- যে কোন দ্রবণে ফেরাস আয়নের পরিমাণ  $\text{KMnO}_4$  অথবা  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  এর প্রমাণ দ্রবণের সাথে টাইট্রেশন করে নির্ণয় করা যায়। এক্ষেত্রে  $\text{Fe}^{2+}$  বিজারক হিসেবে কাজ করে। প্রতি 1.0 মোল  $\text{KMnO}_4$  এর 5.0 মোল  $\text{Fe}^{2+}$  বিক্রিয়া করে এবং প্রতি 1.0 মোল  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  এর 6.0 মোল  $\text{Fe}^{2+}$  বিক্রিয়া করে। 1.0 মি.লি. 1.0 M  $\text{KMnO}_4$  + 0.2792 গ্রাম  $\text{Fe}^{2+}$  এবং 1.0 মি.লি. 1.0 M  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  দ্রবণ  $\equiv$  0.3357 গ্রাম  $\text{Fe}^{2+}$ ।  $\text{KMnO}_4$  এর ক্ষেত্রে কোন নির্দেশক ব্যবহার করা না হলেও  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  এর ক্ষেত্রে ডাইফেনাইল অ্যামাইন ব্যবহার করা হয়।

### পাঠোত্তর মূল্যায়ন

#### বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন

১। ফেরাস লবণে লৌহের জারণ সংখ্যা কত?

- ক) 1.0                      খ) 2.0                      গ) 3.0                      ঘ) 4.0

২।  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  যৌগে ক্রোমিয়ামের জারণ সংখ্যা কত?

- ক) 3                              খ) 5                              গ) 6                              ঘ) 7

৩। অম্লীয় মাধ্যমে  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ও  $\text{FeSO}_4$  এর জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ায় Cr এর জারণ সংখ্যা হ্রাস পায়-

- ক) 2.0                              খ) 3.0                              গ) 4.0                              ঘ) 5.0

৪।  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ও  $\text{FeSO}_4$  এর জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ায় নির্দেশক হিসেবে ব্যবহার করা হয়-

- ক) স্টার্চ                              খ) ডাই ফিনাইল অ্যামিন                              গ) ফেনলথ্যালিন                              ঘ) মিথাইল অরেঞ্জ