


## ব্যবহারিক রসায়ন



## ভূমিকা (Introduction)

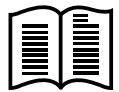
বিজ্ঞানে ব্যবহারিক জ্ঞান তত্ত্বীয় জ্ঞানের পরিপূর্ণতা দান করে। রসায়নে ব্যবহারিক জ্ঞান অর্জন তাই অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। রসায়নের একটি ব্যবহারিক অংশ হল বিশ্লেষণমূলক রসায়ন। এই শাখার উদ্দেশ্য হল, বিভিন্ন রাসায়নিক পদার্থের শনাক্তকরণ ও পরিমাণ নির্ণয়।

	ইউনিট সমাপ্তির সময়	ইউনিট সমাপ্তির সর্বোচ্চ সময় ৪ সপ্তাহ
---	---------------------	---------------------------------------

## এই ইউনিটের পাঠসমূহ

- পাঠ-৯.১ : কার্যকরীমূলকের শনাক্তকারী পরীক্ষা  
 পাঠ-৯.২ : জৈব নমুনায় হ্যালোজেন, সালফার ও নাইট্রোজেন শনাক্তকরণ  
 পাঠ-৯.৩ : জৈব যৌগের গলনাংক ও স্ফুটনাংক নির্ণয়  
 পাঠ-৯.৪ : টাইট্রেশন  
 পাঠ-৯.৫ : প্রাকৃতিক নির্দেশক প্রস্তুতি  
 পাঠ-৯.৬ : প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুতি  
 পাঠ-৯.৭ : প্রমাণ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণ দ্বারা  $\text{HCl}$  এবং  $\text{H}_2\text{SO}_4$  দ্রবণের প্রমিতকরণ  
 পাঠ-৯.৮ : প্রমাণ অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণ দ্বারা পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের দ্রবণ প্রমিতকরণ  
 পাঠ-৯.৯ : প্রমাণ  $\text{KMnO}_4$  দ্রবণ ব্যবহার করে অজানা ঘনমাত্রার দ্রবণে  $\text{FeSO}_4$  এর পরিমাণ নির্ণয়

## পাঠ-৯.১ কার্যকরীমূলকের শনাক্তকারী পরীক্ষা



### কার্যকরী মূলক (Functional groups)

জৈব যৌগের সংখ্যা এখন প্রায় আশি লক্ষেরও অধিক। এই অসংখ্য জৈব যৌগসমূহকে কতকগুলো সমধর্মী শ্রেণী বা সমগোত্রীয় শ্রেণীতে (Homologous series) ভাগ করা হয়। একই সমধর্মী শ্রেণীর যৌগ সমূহের মধ্যে যথেষ্ট সাদৃশ্য আছে। প্রত্যেক জৈব যৌগের শ্রেণীর ধর্ম উহাদের অণুতে একটি বিশেষ মূলকের উপস্থিতি দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়। এই মূলকটিকে ঐ শ্রেণীর কার্যকরী মূলক বা ক্রিয়াশীল মূলক বলে। অর্থাৎ “কোন জৈব যৌগের অণুতে উপস্থিত যে পরমাণু বা পরমাণুগোষ্ঠী যৌগের সব রাসায়নিক ধর্মকে কার্যকর ভাবে নিয়ন্ত্রণ করে তাকে কার্যকরী মূলক বা ক্রিয়াশীল মূলক বলে।” যেমন অ্যালকোহলের কার্যকরী মূলক হ'ল হাইড্রোক্সিল মূলক  $-OH$ । অনুরূপভাবে অ্যামিনের কার্যকরী মূলক  $-NH_2$ , কিটোনের  $>C=O$ , এসিডের  $-COOH$  ইত্যাদি।

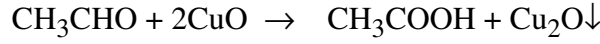
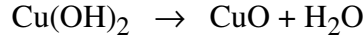
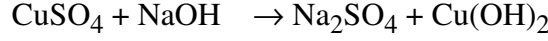
**কার্যকরী মূলকের গুরুত্ব (Importance of Functional group) :** কার্যকরী মূলকের গুরুত্ব অপরিসীম। আশি লক্ষ জৈব যৌগকে কার্যকরী মূলকের গুণাগুণের উপর ভিত্তি করে মাত্র ২০ টির কাছাকাছি শ্রেণীতে বিভক্ত করা হয়েছে। তাদের নামকরণ, ধর্ম ও শনাক্তকরণ প্রক্রিয়াগুলোও এই কার্যকরী মূলকের উপরই নির্ভরশীল অর্থাৎ (১) কার্যকরী মূলকের জ্ঞান রসায়ন শিক্ষাকে সুশৃঙ্খল করেছে। (২) জৈব যৌগের নামকরণ কার্যকরী মূলকের উপর ভিত্তি করে করা হয়, (৩) জৈব যৌগের ধর্ম ও শনাক্তকরণ কার্যকরী মূলক ভিত্তিক হয়ে থাকে, (৪) জৈব যৌগের বিশোধন ও পার্থক্যকরণ পদ্ধতি কার্যকরীমূলক ভিত্তিক, (৫) রাসায়নিক বিক্রিয়ার সংঘটন ও বিক্রিয়া-কৌশল ব্যাখ্যা কার্যকরী মূলক সংশ্লিষ্ট।

**তালিকা-৯.১ :** কতিপয় যৌগশ্রেণী ও তাদের কার্যকরীমূলক

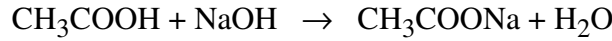
যৌগ শ্রেণি		কার্যকরী মূলক	
নাম	সাধারণ সংকেত	নাম	সাধারণ সংকেত
১। অ্যালকোহল	$R - OH$	অ্যালকোহল মূলক	$- OH$
প্রাইমারী ( $1^\circ$ )	$R - CH_2OH$	$1^\circ$ অ্যালকোহল মূলক	$- CH_2OH$
সেকেন্ডারী ( $2^\circ$ )	$\begin{array}{c} R \\ \diagdown \\ C \\ \diagup \\ R \end{array} CHO H$	$2^\circ$ অ্যালকোহল মূলক	$\begin{array}{c} \diagdown \\ C \\ \diagup \end{array} CHO H$
টারসিয়ারী ( $3^\circ$ )	$\begin{array}{c} R \\ \diagdown \\ R - C - OH \\ \diagup \\ R \end{array}$	$3^\circ$ অ্যালকোহল মূলক	$\begin{array}{c} \diagdown \\ C - OH \\ \diagup \end{array}$
২। অ্যালডিহাইড	$\begin{array}{c} O \\    \\ R - C - H \end{array}$	অ্যালডিহাইড মূলক	$\begin{array}{c} O \\    \\ - C - H \end{array}$
৩। কিটোন	$\begin{array}{c} O \\    \\ R' - C - R'' \end{array}$	কিটোন মূলক	$\begin{array}{c} O \\    \\ - C - \end{array}$
৪। কার্বক্সিলিক অ্যাসিড	$\begin{array}{c} O \\    \\ R - C - OH \end{array}$	কার্বক্সিলিক অ্যাসিড মূলক	$\begin{array}{c} O \\    \\ - C - OH \end{array}$



(খ) ফেহলিং দ্রবণ (Fehling's solution) দ্বারা : সম আয়তনের কপার সালফেট ও পটাসিয়াম সোডিয়াম টারটারেট বা রোচেলে লবণের (Rochelle salt) দ্রবণে অধিক পরিমাণ কষ্টিক সোডা (NaOH) যোগ করে ফেহলিং দ্রবণ তৈরী করা হয়। অ্যালডিহাইডকে ফেহলিং দ্রবণের সহিত মিশ্রিত করে উত্তপ্ত করলে ফেহলিং দ্রবণ বিজারিত হয়ে লাল বর্ণের কিউপ্রাস অক্সাইডের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে। অ্যালডিহাইড এ বিক্রিয়া প্রদর্শন করলেও কিটোন এ বিক্রিয়া প্রদর্শন করে না। এ বিক্রিয়াটিও তাই অ্যালডিহাইড শনাক্তকরণের বিক্রিয়া।



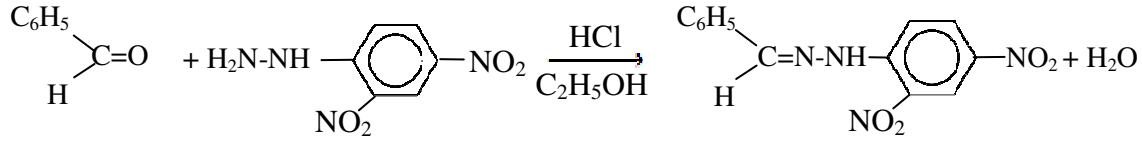
লালচে অধঃক্ষেপ



কিটোনের শনাক্তকরণ

2, 4-ডাইনাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজিনের সাথে বিক্রিয়া : কার্বনিল যৌগ (অ্যালডিহাইড ও কিটোন মূলকের সাধারণ পরীক্ষা)

2, 4-ডাইনাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজিনের সাথে বিক্রিয়া করে হলুদ বর্ণের হাইড্রাজোন উৎপন্ন করে। যেমন-



অ্যালডিহাইড ও কিটোনের মধ্যে পার্থক্য

পরীক্ষাসমূহ	অ্যালডিহাইড	কিটোন
১) টলেন বিকারকসহ তাপ	অ্যামোনিয়া যুক্ত দ্রবণকে বিজারিত করে সিলভার দর্পণ উৎপন্ন করে।	কিটোন এ বিক্রিয়া প্রদর্শন করে না।
২) ফেহলিং দ্রবণসহ তাপ	দ্রবণকে বিজারিত করে কিউপ্রাস অক্সাইডের লাল বর্ণের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে। $\text{RCHO} + \text{Cu(OH)}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ লালচে অধঃক্ষেপ	কিটোন এ বিক্রিয়া প্রদর্শন করে না।
৩) 2,4-ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিন দ্রবণ যোগে	2, 4-ডাইনাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজোন এর হলুদ বর্ণের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে।	2, 4-ডাইনাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজোন এর হলুদ বর্ণের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে।

অ্যাসিড মূলক (-COOH) শনাক্তকরণ

জৈব যৌগে অ্যাসিড মূলকের (-COOH) শনাক্তকরণ নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা করা হয়।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
১। সোডিয়াম বাই-কার্বনেট পরীক্ষা একটি পরীক্ষানলে ১-২ মি.লি. সোডিয়াম বাই-কার্বনেটের সম্পৃক্ত দ্রবণ নিয়ে এতে ১-২ মি.লি বা অল্প একটি জৈব নমুনা যোগ করুন।	১। বুদবুদ আকারে CO <sub>2</sub> গ্যাস নির্গমন। ২। লাল রং বা বাফ রং (Buff) এর সৃষ্টি।	১। জৈব নমুনায় কার্বক্সিলিক মূলক উপস্থিত। বিক্রিয়া: $\text{RCO}_2\text{H} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{RCO}_2\text{Na} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
২। ফেরিক ক্লোরাইড পরীক্ষা একটি পরীক্ষানলে ১-২ মি.লি. জৈব নমুনার দ্রবণ নিয়ে উহাতে ১-২ ফোটা ১% ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণ যোগ করুন।		২। জৈব নমুনায় কার্বক্সিলিক মূলক উপস্থিত। অ্যালিফাটিক অ্যাসিড লাল রং ও বেনজোয়িক অ্যাসিড বাফ রং দেয়।

## পাঠ-৯.২ জৈব নমুনায় হ্যালোজেন, সালফার ও নাইট্রোজেন শনাক্তকরণ



### নাইট্রোজেন, সালফার ও হ্যালোজেন শনাক্তকরণ (Nitrogen, Sulphur and halogen identification)

জৈব যৌগে কার্বন এবং হাইড্রোজেন ছাড়াও নাইট্রোজেন, সালফার ও হ্যালোজেন থাকতে পারে। কোন জৈব নমুনায় হ্যালোজেন (X = Cl, Br, I), সালফার (S), ও নাইট্রোজেন (N) এর শনাক্তকরণ সহজ আঙ্গিক বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে করা যায়।

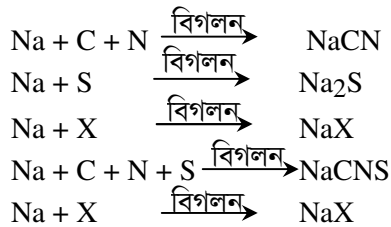
#### লেসাইন পরীক্ষা (Lassaigne Test)

জৈব যৌগের নাইট্রোজেন, সালফার ও হ্যালোজেনসমূহকে লেসাইন পরীক্ষার দ্বারা অতি সহজে শনাক্তকরণ করা যায়। ১৮৪৩ সালে রসায়নবিদ লেসাইন (Lassaigne) প্রথম জৈব যৌগকে সক্রিয় সোডিয়াম ধাতুর সহিত উত্তপ্ত করে জৈব যৌগের N ও X কে পানিতে দ্রবণীয় সোডিয়াম লবণে পরিণত করে নাইট্রোজেন, সালফার ও হ্যালোজেন শনাক্তকরণের একটি সহজ ও নির্ভরযোগ্য পদ্ধতি উদ্ভাবন করেন। এই পদ্ধতিকেই লেসাইন পরীক্ষা বলে।

#### পরীক্ষা প্রণালী

**মূল দ্রবণ (Stock solution) প্রস্তুতকরণ :** একটি গলন নলে (Fusion tube) একটি মটর দানার আকৃতির সোডিয়াম খন্ড (ফিল্টার কাগজ দ্বারা ভাল করে শুষ্ক করার পর) নেওয়া হয়। সামান্য পরিমাণ (10-20 mg) জৈব যৌগ উহাতে যোগ করা হয়। প্রথমে অল্প তাপে গলন নলের সোডিয়াম খন্ডকে গলানো হয় এবং পরে প্রবল তাপে উত্তপ্ত করা হয় যাতে নলের নিম্নাংশ উজ্জ্বল লাল বর্ণ ধারণ করে এবং সোডিয়ামে যাতে আগুন না ধরে সেদিকে লক্ষ্য রাখতে হবে। এরপর উত্তপ্ত গলন নলটিকে মর্টারে রক্ষিত পানিতে নিমজ্জিত করা হয়। ফলে উত্তপ্ত গলন নল ভেঙ্গে চূর্ণ-বিচূর্ণ হয় এবং এর মধ্যস্থ মিশ্রণ পানিতে পড়ে। তারপর মর্টারের হামান দিস্তার সাহায্যে ভালভাবে পিষে কাচ চূর্ণগুলোকে প্রায় পাউডারে পরিণত করা হয়। তারপর মিশ্রণটিকে ফিল্টার করে নিলে মূল দ্রবণ (stock solution) পাওয়া যায়। এই মূল দ্রবণ N, S ও X শনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয়।

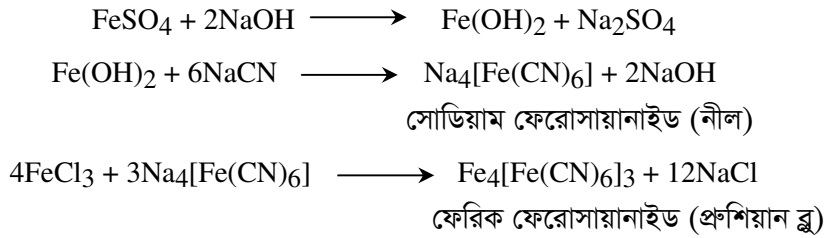
**সোডিয়াম গলন পদ্ধতিতে বিক্রিয়াসমূহ :** ধাতব সোডিয়াম উত্তাপে জৈব যৌগের নাইট্রোজেনকে সোডিয়াম সায়ানাইডে, সালফারকে সোডিয়াম সালফাইড ও হ্যালোজেনকে সোডিয়াম হ্যালাইডে পরিণত করে। উক্ত সোডিয়ামযৌগসমূহ পানিতে দ্রবীভূত হয়। জৈব যৌগে নাইট্রোজেন ও সালফার একত্রে থাকলে সোডিয়াম সালফোসায়ানাইডে পরিণত হয়।



**নাইট্রোজেন শনাক্তকরণ :** নাইট্রোজেনযুক্ত কোন কোন জৈব যৌগকে একটি কাচের নলে নিয়ে উত্তপ্ত করলে অ্যামোনিয়া গ্যাস নির্গত হয়। তা থেকে আমরা নাইট্রোজেনের উপস্থিতি বুঝতে পারি। জৈব যৌগের সঙ্গে দ্বিগুণ পরিমাণ সোডালাইম (NaOH + CaO) মিশ্রিত করে কাচ নলে নিয়ে উত্তপ্ত করলেও অনেক সময় অ্যামোনিয়া গ্যাস বের হয়। নির্গত গ্যাসে অ্যামোনিয়ার অস্তিত্বই জৈব যৌগে নাইট্রোজেনের উপস্থিতির প্রাথমিক ধারণা মিলে। উপরোক্ত পদ্ধতিতে নাইট্রোজেনের উপস্থিতি প্রমাণ করতে না পারলেও অনেক জৈব যৌগে নাইট্রোজেন থাকতে পারে।

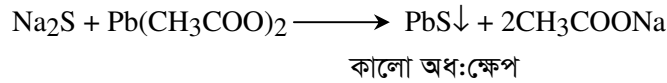
একটি পরীক্ষানলে অল্প পরিমাণ মূল দ্রবণ (1-2 ml) নিয়ে উহাতে কয়েক মি.লি (2-3 ml) সদ্য প্রস্তুত ফেরাস সালফেট (FeSO<sub>4</sub>) দ্রবণ মিশিয়ে তাপ দিয়ে ফুটানো হয়। পরে অল্প পরিমাণ HCl অ্যাসিড যোগ করে অম্লীয় করে 2-1 ফোঁটা FeCl<sub>3</sub> দ্রবণ যোগ করলে দ্রবণটি নীলবর্ণ ধারণ করে বা গাঢ়নীল বর্ণের অধঃক্ষেপ পরে। ইহাই নাইট্রোজেনের উপস্থিতি প্রমাণ করে।

**বিক্রিয়াসমূহ :** মূল দ্রবণ প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত অতিরিক্ত সোডিয়াম পানির সহিত বিক্রিয়ায় সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড উৎপন্ন করে, যা FeSO<sub>4</sub> -এর সংগে বিক্রিয়ায় Fe(OH)<sub>2</sub> তৈরী করে। Fe(OH)<sub>2</sub> মূল দ্রবণে উপস্থিত NaCN এর সংগে বিক্রিয়ায় জটিল লবণ সোডিয়াম ফেরোসায়ানাইড গঠন করে। এরপর সোডিয়াম ফেরোসায়ানাইড FeCl<sub>3</sub> এর সংগে বিক্রিয়া করে ফেরিক ফেরোসায়ানাইডে পরিণত হয়। ফলে মিশ্রণটি নীল বর্ণ ধারণ করে বা এতে নীলাভ সবুজ বর্ণের (প্রেশিয়ান ব্লু) অধঃক্ষেপ পড়ে।

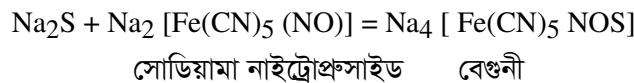


**দ্রষ্টব্য:** উৎপন্ন সবুজাভ Fe(OH)<sub>2</sub> এর অতিরিক্ত অধঃক্ষেপকে দ্রবীভূত করার জন্য H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> বা HCl যোগ করে অম্লীয় করা হয় যাতে করে ঐ সবুজ অধঃক্ষেপ নীল বর্ণকে বা অধঃক্ষেপকে আচ্ছাদিত না করতে পারে।

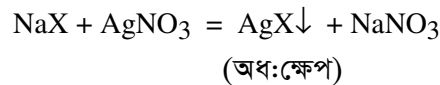
**সালফার শনাক্তকরণ :** অল্প পরিমাণ মূল দ্রবণ একটি পরীক্ষানলে নিয়ে প্রথমে ইথানয়িক অ্যাসিড সহযোগে দ্রবণটি অম্লীয় করা হয়। অতঃপর উহাতে লেড অ্যাসিটেট দ্রবণ যোগ করলে লেড সালফাইডের কাল অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহাতে প্রমাণিত হয় যে জৈব যৌগটিতে সালফার আছে।



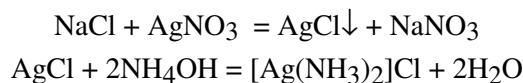
আর একটি পরীক্ষানলে অল্প পরিমাণ মূল দ্রবণ নিয়ে উহাতে সদ্য প্রস্তুত সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইড দ্রবণ যোগ করলে দ্রবণটি গাঢ় বেগুনী রং সৃষ্টি করে। এতে জৈব যৌগে সালফারের অস্তিত্ব প্রমাণিত হয়।



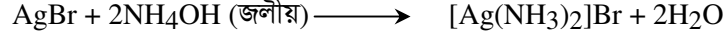
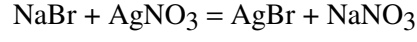
**হ্যালোজেন এর শনাক্তকরণ :** জৈব যৌগে ক্লোরিন, ব্রোমিন ও আয়োডিনের উপস্থিতি প্রমাণের জন্য একটি পরীক্ষানলে অল্প পরিমাণ মূল দ্রবণ নিয়ে লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড সহযোগে অম্লীয় করে কয়েক মিনিট ফুটানো হয়, দ্রবণে NaCN বা Na<sub>2</sub>S থাকলে HCN ও H<sub>2</sub>S গ্যাস হিসেবে দূরীভূত হয়। অতঃপর কয়েক ফোঁটা সিলভার নাইট্রেট যোগে যদি অধঃক্ষেপ পড়ে তা হ'লে জৈব যৌগে হ্যালোজেনের উপস্থিতি প্রমাণিত হয়।



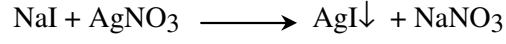
(ক) ক্লোরিন শনাক্তকরণ : জৈব যৌগে হ্যালোজেন শনাক্তকরণে যে সিলভার হ্যালাইডের অধঃক্ষেপ পাওয়া যায় তা যদি দধির মত সাদা হয় এবং লঘু অ্যামোনিয়া দ্রবণে সহজে দ্রবীভূত হয় কিন্তু HNO<sub>3</sub> এ অদ্রবণীয় হয় তাহলে মূল দ্রবণে NaCl তথা জৈব যৌগে ক্লোরিন বিদ্যমান।



(খ) ব্রোমিন শনাক্তকরণ : হ্যালোজেন শনাক্তকরণে সিলভার হ্যালাইডের অধঃক্ষেপ ঈষৎ হলুদ বর্ণের হলে এবং লঘু অ্যামোনিয়া দ্রবণে আংশিক দ্রবণীয় কিন্তু গাঢ় HNO<sub>3</sub> এ অদ্রবণীয় হলে, মূল দ্রবণে NaBr অর্থাৎ জৈব যৌগে ব্রোমিনের অস্তিত্ব বিদ্যমান।



(গ) আয়োডিন শনাক্তকরণ : হ্যালোজেন শনাক্তকরণে সিলভার হ্যালাইডের হলুদ অধঃক্ষেপ লঘু অ্যামোনিয়া দ্রবণে এবং গাঢ় HNO<sub>3</sub> এ অদ্রবণীয় হলে জৈব যৌগে আয়োডিনের উপস্থিতি নির্দেশ করে।



(হলুদ অধঃক্ষেপ)

## পাঠ-৯.৩ জৈব যৌগের গলনাংক ও স্ফুটনাংক নির্ণয়



### গলন ও গলনাংক (Melting and boiling point)

জৈব যৌগসমূহকে শনাক্তকরণের জন্য বিশ্লেষণ করার পূর্বে বিশুদ্ধ হওয়া দরকার। প্রতিটি জৈব যৌগের নির্দিষ্ট ভৌত ধর্ম যেমন কঠিন পদার্থের দানার গলনাংক এবং তরল পদার্থের স্ফুটনাংক ইত্যাদি থাকে। কাজেই কোন একটি নমুনা উহার নির্দিষ্ট বিশুদ্ধ পদার্থের ধর্মসমূহ প্রদর্শন করলে তাকে বিশুদ্ধ বলা যাবে। প্রতিটি বিশুদ্ধ কঠিন জৈব যৌগের একটি সুনির্দিষ্ট গলনাংক ও প্রতিটি বিশুদ্ধ তরল জৈব যৌগের একটি সুনির্দিষ্ট স্ফুটনাংক থাকে।

**কঠিন জৈব যৌগের গলনাংক নির্ণয় :** কোন কঠিন পদার্থকে তাপ প্রয়োগে উহার তরল অবস্থায় পরিণত করাকে গলন বলে। যে তাপমাত্রায় কোন পদার্থের কঠিন ও তরল উভয় ভৌত অবস্থা একত্রে সহ-অবস্থান করে তাকে ঐ পদার্থের গলনাংক বলে। যেমন, বেনজয়িক এসিডের গলনাংক 121°C, অক্সালিক এসিডের 101°C। প্রত্যেক বিশুদ্ধ কঠিন পদার্থ একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ( $\pm 10^\circ\text{C}$  পার্থক্যে) হঠাৎ গলে যায়, কিন্তু অবিশুদ্ধ পদার্থ ধীরে ধীরে কয়েক ডিগ্রী তাপমাত্রা ধরে গলে। কাজেই কঠিন জৈব যৌগের সুনির্দিষ্ট গলনাংক উহার বিশুদ্ধতার নিশ্চিত পরীক্ষা বলে মনে করা হয়।

### প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি

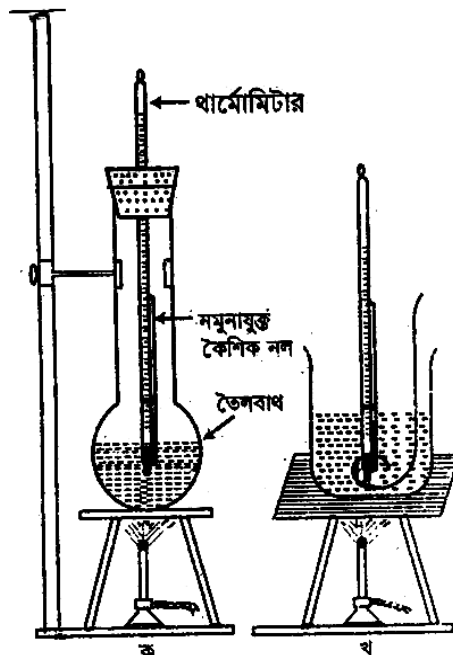
- |                                    |                  |
|------------------------------------|------------------|
| ১। পার্শ্বনলযুক্ত গোলতলী ফ্ল্যাস্ক | ৫। কৈশিক নল      |
| ২। তারজালীসহ ত্রিপদ স্ট্যান্ড      | ৬। ফ্ল্যাস্ক     |
| ৩। স্ট্যান্ড                       | ৭। রাবার ব্যান্ড |
| ৪। থার্মোমিটার                     | ৮। ওয়াচ গ্লাস   |

### যন্ত্রসজ্জা ও কার্যপ্রণালী

গলনাংক নির্ণয়ের জন্য সাধারণত: গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহার করা হয়। তবে নিম্ন গলনাংক বিশিষ্ট পদার্থের গলনাংক নির্ণয়ের জন্য গাঢ় সালফিউরিক এসিডের পরিবর্তে গ্লিসারিন এবং গলনাংক 100°C এর কম হলে পানি-গাছ (Water bath) ব্যবহার করা হয়ে থাকে। উচ্চ গলনাংক বিশিষ্ট (250°C এর উপরে) কঠিন পদার্থের গলনাংক নির্ধারণের জন্য গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ও পটাশিয়াম বাইসালফেটের মিশ্রণ, প্যারাফিন ইত্যাদি ব্যবহৃত হয়।

গলনাংক নির্ণয়ের যন্ত্রটি চিত্র নং ৯.১৩-এ দেখানো হল। প্রথমে কঠিন দানাদার পদার্থকে ভালভাবে গুঁড়া করে এক মুখ বন্ধ একটি কৈশিক নলে (capillary tube) নেওয়া হয়। কৈশিক নলটি সাধারণত: 1 মি.মি ব্যাসার্ধ ও 5-6 সে.মি. লম্বা হয় আর গুঁড়া কঠিন পদার্থটি নলের 1-2 সে.মি. পর্যন্ত ঝাকিয়ে ঝাকিয়ে পূর্ণ করা হয়। অতঃপর কৈশিক নলটি সালফিউরিক এসিডে সিক্ত থার্মোমিটার বাব্বের পার্শ্বে এমনভাবে লাগানো হয় যাতে করে কৈশিক নলের পদার্থযুক্ত অংশটুকু থার্মোমিটারের বাব্বের বরাবর থাকে। কৈশিক নলটি আপনা আপনিই থার্মোমিটারের সংঙ্গে লেগে যাবে। থার্মোমিটারটি একটি ছিদ্রযুক্ত কর্কের (পূর্বেই প্রবিষ্ট করানো) সাহায্যে একটি পাতন ফ্লাস্কে রক্ষিত সালফিউরিক এসিডে এমনভাবে নিমজ্জিত করা হয় যাতে করে থার্মোমিটারের বাব্বটি সংযুক্ত নলটিসহ আংশিক ডুবে যায়। কৈশিক নলের খোলা মুখটি এসিডের উপরে থাকবে। এখন ফ্লাস্কটিকে ধীরে ধীরে খুব সাবধানতার সংঙ্গে তাপ দেওয়া হয়। যে মুহূর্তে যৌগটি গলতে শুরু করবে, তখনই তাপ দেওয়া বন্ধ করতে হবে। পদার্থটি সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ হলে ও উহার গলনাংকে বিয়োজিত না হলে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় উহা হঠাৎ করে সম্পূর্ণ গলে যাবে। এভাবে পরীক্ষাটি ২-৩ বার পুনরাবৃত্তি করা হয়। দেখা যাবে যে বারবার নেওয়া গলন তাপমাত্রা 1°C এর বেশী পার্থক্য হয় না। অতএব কোন নমুনা পদার্থ বিশুদ্ধ কিনা তা গলনাংক নির্ণয়ের মাধ্যমে বুঝা যাবে। কোন অপদ্রব্য মিশ্রিত থাকলে পদার্থটির গলন প্রক্রিয়া কয়েক ডিগ্রী তাপমাত্রা ব্যাপিয়া ঘটে।





চিত্র ৯.১ : কঠিন পদার্থের গলনাংক নির্ণয়

### তরল পদার্থের স্ফুটনাংক নির্ণয়

#### স্ফুটন ও স্ফুটনাংক (Boiling and Boiling point)

যখন কোন নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোন তরল উহার বাষ্প পরিণত হয়, তখন ঐ তরলের এরূপ বাষ্পীভবনকে স্ফুটন বলে। আর এরূপ অবস্থায় তরল পদার্থের বাষ্পচাপ উহার উপরিস্থিত বায়ুচাপের সমান হয়। যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একটি স্থিতিশীল চাপে কোন তরল পদার্থ বাষ্পীভূত হয়, সেই তাপমাত্রাকে ঐ তরলের স্ফুটনাংক বলে। অন্যভাবে যে তাপমাত্রায় কোন তরল পদার্থের বাষ্পচাপ উহার উপর ক্রিয়াশীল বাহ্যিক চাপের সমান হয়, সেই তাপমাত্রাকে উক্ত তরলের স্ফুটনাংক বলে। প্রত্যেক বিশুদ্ধ তরল যৌগেরই একটি নির্দিষ্ট স্ফুটনাংক থাকে। কাজেই তরল জৈব যৌগের সুনির্দিষ্ট স্ফুটনাংকই উহাদের বিশুদ্ধতার মানদণ্ড। উদাহরণস্বরূপ  $100^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় পানির বায়ুচাপ উহার উপরিস্থিত বায়ু মন্ডলের চাপের সমান হয়। তাই পানির স্ফুটনাংক  $100^{\circ}\text{C}$ । ইথাইল অ্যালকোহলের স্ফুটনাংক  $78.3^{\circ}\text{C}$ ।

নিম্নলিখিত দুটি উপায়ে সহজেই তরল পদার্থের স্ফুটনাংক নির্ণয় করা যায়-

- (১) পাতন পদ্ধতি (Distillation method)
- (২) কৈশিকনল পদ্ধতি (Capillary tube method)

#### পাতন পদ্ধতি

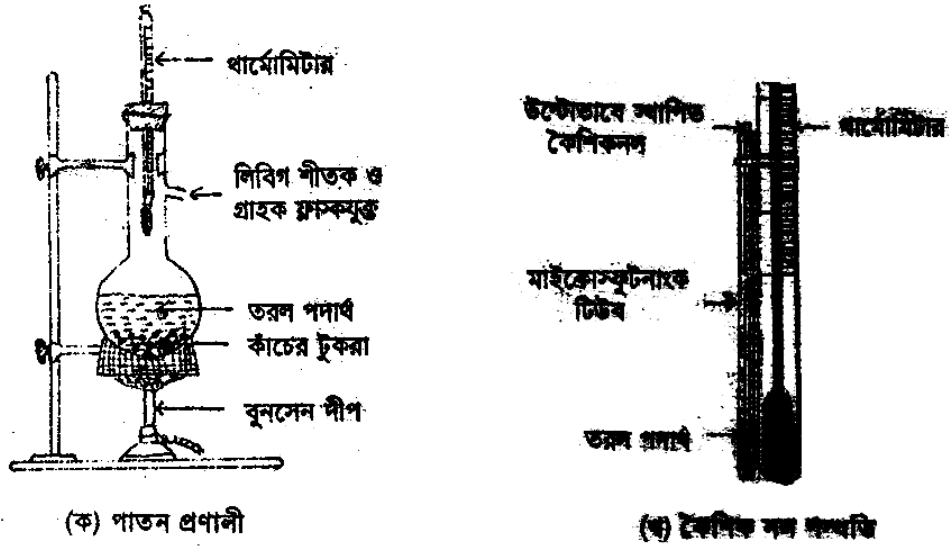
যে তরল পদার্থের স্ফুটনাংক নির্ণয় করতে হবে উহার পরিমাণ যথেষ্ট হলে সাধারণত পাতন প্রণালীর মাধ্যমে স্ফুটনাংক নির্ণয় করা যায়। বিশুদ্ধ তরল পদার্থ একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় পাতিত হবে এবং ঐ তাপমাত্রাই উক্ত তরলের স্ফুটনাংক। কিন্তু তরল পদার্থটি অশুদ্ধ হলে পাতনের সময় তাপমাত্রা ক্রমাগত বাড়তে থাকবে।

#### কৈশিক নল পদ্ধতি

##### প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি :

- |                                    |                |
|------------------------------------|----------------|
| ১। পার্শ্বনলযুক্ত গোলতলী ফ্ল্যাস্ক | ৫। কৈশিক নল    |
| ২। তারজালীসহ ত্রিপদ স্ট্যান্ড      | ৬। ফ্ল্যাস্ক   |
| ৩। স্ট্যান্ড                       | ৭। মোটা কাঁচনল |
| ৪। থার্মোমিটার                     |                |

**যন্ত্রসজ্জা ও কার্যপ্রণালী :** পরীক্ষণীয় যৌগটির পরিমাণ কম হলে কৈশিক নল প্রণালীর মাধ্যমে স্ফুটনাংক নির্ণয় করা হয়। এ প্রণালীতে নমুনা তরল পদার্থের কয়েক ফোঁটা একটি পাতলা দেওয়াল বিশিষ্ট একটি পরীক্ষা নলে নেওয়া হয় এবং 1 সে. মি. লম্বা এক মুখ বন্ধ একটি কৈশিক নল ঐ তরল পদার্থে উপুড় করে দেওয়া হয়। অতঃপর পরীক্ষা নলটি একটি থার্মোমিটারের সহিত সুতা দিয়ে বা রাবার দিয়ে বেধে দেওয়া হয় যাতে করে তরল পদার্থটি থার্মোমিটারের বাম্বের কাছাকাছি থাকে (চিত্র : ৯.২)। থার্মোমিটারটি এরপর একটি পাতন ফ্লাস্কে রক্ষিত গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড বা প্যারাফিনে ডুবানো হয়। এখন ফ্লাস্কের তরলকে আলোড়নের সাহায্যে সমভাবে ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করা হয়। প্রথমে কৈশিক নলের নিম্নপ্রান্ত থেকে অল্প অল্প করে বুদ্ধবুদ্ধ উঠতে থাকবে এবং তাপমাত্রা আরও একটু বৃদ্ধি করলে সজোরে বুদ্ধবুদ্ধ বের হবে এবং বুদ্ধবুদ্ধ বের হওয়ার সংগে সংগে তরল পদার্থ কৈশিক নলে প্রবেশ করবে। যে তাপমাত্রায় এ ঘটনা ঘটেবে উহাই তরলের স্ফুটনাংক। এ প্রণালীর পুনরাবৃত্তি করে ঐ তরলের সঠিক স্ফুটনাংক তাপমাত্রা নির্ণয় করা হয়। উল্লিখিত প্রক্রিয়ায় যদি দেখা যায় যে, তরলটির স্ফুটনাংক স্থির থাকে ( $\pm 0.1^\circ\text{C}$  পার্থক্যের মধ্যে) তবে ঐ তরল জৈব যৌগটি বিশুদ্ধ বলে বিবেচিত হয়।



চিত্র ৯.২: তরল পদার্থের স্ফুটনাংক নির্ণয়

## পাঠ-৯.৪ টাইট্রেশন (Titration)



### টাইট্রেশন (Titration)

উপযুক্ত নির্দেশকের উপস্থিতিতে একটি নির্দিষ্ট আয়তনের কোন পরীক্ষাধীন দ্রবণের সাথে কোন প্রমাণ দ্রবণের মাত্রিক বিক্রিয়া ঘটিয়ে প্রমাণ দ্রবণের তুল্য আয়তন নির্ণয়ের মাধ্যমে পরীক্ষাধীন দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয়ের পদ্ধতিকে টাইট্রেশন বলে।

### প্রমাণ দ্রবণ (Standard Solution)

যে দ্রবণের ঘনমাত্রা সঠিকভাবে জানা থাকে তাকে প্রমাণ দ্রবণ বলে। অন্য কথায়, যে দ্রবণে নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রব নির্দিষ্ট আয়তন দ্রবণে বা নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রাবকে দ্রবীভূত থাকে তাকে প্রমাণ দ্রবণ বলে। যেমন, 0.1 M HCl দ্রবণ একটি প্রমাণ দ্রবণ। কারণ এক্ষেত্রে 1 L আয়তন দ্রবণে 0.1 mol HCl বা 3.65 g HCl দ্রবীভূত আছে।

### দ্রবণের শক্তি বা ঘনমাত্রা

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

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

এই পাঠে আমরা নরমালিটি ও মোলারিটি সম্পর্কে আলোচনা করব।

### নরমালিটি (Normality)

1 লিটার দ্রবণে দ্রবের 1 গ্রাম তুল্য ভর পরিমাণ দ্রবীভূত থাকলে এই দ্রবণকে নরমাল দ্রবণ বলা হয়। N এর সাহায্যে নরমাল দ্রবণ প্রকাশ করা হয়।

$$\text{নরমালিটি} = \frac{\text{দ্রবের পরিমাণ গ্রাম তুল্যভর-এ}}{\text{দ্রবণের পরিমাণ লিটার এ}}$$

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

### মোলারিটি (Molarity)

1 লিটার দ্রবণে দ্রবের 1 গ্রাম মোল দ্রবীভূত থাকলে দ্রবণের ঘনমাত্রা 1 মোলার হবে। একে M দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

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

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

### নির্দেশক (indicators)

যে সব পদার্থ নিজেদের বর্ণ পরিবর্তন দ্বারা কোন রাসায়নিক বিক্রিয়ার সমাপ্তি বিন্দু নির্দেশ করে তাদেরকে নির্দেশক বলে। নির্দেশক বিভিন্ন প্রকারের হতে পারে। যেমন অ্যাসিড-ক্ষারক নির্দেশক, জারণ-বিজারণ নির্দেশক, অধিশোষণ নির্দেশক, তেজস্ক্রিয় নির্দেশক ইত্যাদি।

অ্যাসিডিমিতি ও ক্ষারমিতিতে যে নির্দেশক ব্যবহৃত হয় তাকে অম্ল-ক্ষারক নির্দেশক বলা হয়। কোন দ্রবণের জারণ মাত্রা নির্দেশ করতে জারণ-বিজারণ নির্দেশক ব্যবহৃত হয়। যেমন  $K_2Cr_2O_7$  দ্বারা ফেরাস আয়নের জারণকালে ডাই ফিনাইল অ্যামিন বেগুনী বর্ণ দেখিয়ে জারণ ক্রিয়ার সমাপ্তি নির্দেশ করে।

### অম্ল-ক্ষারক নির্দেশক (acid-base indicators)

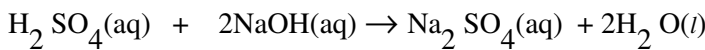
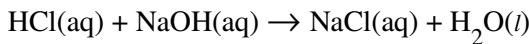
যে সব পদার্থ তাদের বর্ণ পরিবর্তনের মাধ্যমে অম্ল-ক্ষারক বিক্রিয়ার সমাপ্তি নির্দেশ করে, তাদেরকে অম্ল-ক্ষারক নির্দেশক বা প্রশমন নির্দেশক বলে। যেমন লিটমাস, ফেনফথ্যালিন, মিথাইল অরেঞ্জ, মিথাইল রেড ইত্যাদি।

কোন পদার্থকে অম্ল-ক্ষারক নির্দেশক হিসেবে ব্যবহার করার উল্লেখযোগ্য শর্তগুলো হলো :

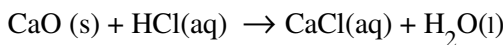
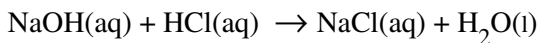
- (১) নির্দেশকের বর্ণ হঠাৎ পরিবর্তিত হতে হবে। অর্থাৎ  $H^+$  আয়নের যে ঘনমাত্রার মধ্যে নির্দেশকের বর্ণ পরিবর্তিত হয় তার বিস্তার স্বল্প হতে হবে।
- (২) নির্দেশকের বর্ণ যথেষ্ট স্থায়ী ও উজ্জ্বল হতে হবে এবং অ্যাসিডীয় মাধ্যম ও ক্ষারীয় মাধ্যমে এর বর্ণের মধ্যে যথেষ্ট পার্থক্য থাকতে হবে।
- (৩) যে বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে নির্দেশক ব্যবহার করা হবে, তার টাইট্রেশনের সমাপনী বিন্দুতে নির্দেশকের বর্ণ অবশ্যই পরিবর্তিত হতে হবে।

### অম্লের ক্ষারকত্ব ও ক্ষারকের অম্লত্ব

**অম্লের ক্ষারকত্ব :** এক মোল কোন অ্যাসিড দ্বারা কত মোল এক অম্লীয় ক্ষারক বা মনোপ্রোটিক ক্ষারক (যেমন, NaOH) পূর্ণ প্রশমিত হয়, ক্ষারকের ঐ মোল সংখ্যাকে ঐ অ্যাসিডের ক্ষারকত্ব বলে। যেমন, এক মোল HCl অ্যাসিড দ্বারা এক মোল NaOH পূর্ণ প্রশমিত হয়। তাই HCl এর ক্ষারকত্ব হল 1.0। অনুরূপভাবে  $H_2SO_4$  এর ক্ষারকত্ব হল 2।



**ক্ষারকের অম্লত্ব :** এক মোল কোন ক্ষারক দ্বারা কত মোল এক ক্ষারকীয় অ্যাসিড বা মনোপ্রোটিক অ্যাসিড (যেমন, HCl) পূর্ণ প্রশমিত হয়, অ্যাসিডের ঐ মোল সংখ্যাকে ঐ ক্ষারকের অম্লত্ব বলে। যেমন, এক মোল NaOH দ্বারা এক মোল HCl অ্যাসিড পূর্ণ প্রশমিত হয়। তাই NaOH এর ক্ষারকত্ব হল 1.0। অনুরূপভাবে CaO এর ক্ষারকত্ব হল 2।



### প্রশমন (Neutralisation)

যে রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় সমতুল্য পরিমাণ অ্যাসিড ও ক্ষারের মধ্যে বিক্রিয়ার ফলে অ্যাসিড ও ক্ষার উভয়েই তাদের স্ব স্ব ধর্ম সম্পূর্ণভাবে হারিয়ে নিরপেক্ষ লবণ ও পানিতে পরিণত হয় তাকে প্রশমন বিক্রিয়া বলে।

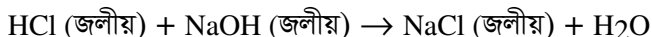
আয়নিক তত্ত্বানুসারে প্রশমন বিক্রিয়ায় এসিডের হাইড্রোজেন আয়ন ( $H^+$ ) এবং ক্ষারের হাইড্রক্সাইড আয়ন ( $OH^-$ ) যুক্ত হয়ে পানি উৎপন্ন হয়। যেমন-



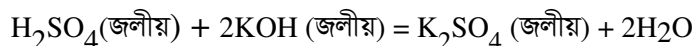
### অম্ল-ক্ষারক টাইট্রেশনের মূলতত্ত্ব

যে পদ্ধতিতে একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে ধারণকৃত একটি নির্দিষ্ট আয়তনের প্রমাণ দ্রবণকে সম্পূর্ণরূপে প্রশমিত করার জন্য নিয়ন্ত্রিতভাবে ব্যুরেট থেকে অপর একটি দ্রবণ যোগ করা হয় এবং যোগকৃত দ্রবণের আয়তন পরিমাপ করে দ্রবণটির ঘনমাত্রা নির্ণয় করা হয় তাকে টাইট্রেশন বলে। যে বিন্দুতে ক্ষার দ্রবণটি সম্পূর্ণরূপে অম্ল দ্রবণ দ্বারা প্রশমিত হয় তাকে প্রশমন বিন্দু বলে। নির্দেশকের বর্ণ পরিবর্তন দেখে প্রশমন বিন্দু নির্ণয় করা হয়।

জলীয় দ্রবণে অম্ল আয়নিত হয়ে প্রোটন  $[H^+]$  দান করে এবং ক্ষার আয়নিত হয়ে হাইড্রোক্সিল  $[OH^-]$  আয়ন উৎপন্ন করে। অম্ল ক্ষার টাইট্রেশনে অম্লের  $H^+$  ও ক্ষারের  $OH^-$  পরস্পর বিক্রিয়া করে নিরপেক্ষ  $H_2O$  উৎপন্ন করে।



এ সমীকরণ অনুযায়ী, একটি  $H^+$  আয়ন ও একটি  $OH^-$  আয়নের বিক্রিয়ায় একটি  $H_2O$  অণু তৈরি হয় বা 1.0 মোল  $H^+$  আয়ন 1.0 মোল  $OH^-$  আয়নের সাথে সম্পূর্ণভাবে বিক্রিয়া করে 1.0 মোল নিরপেক্ষ  $H_2O$  উৎপন্ন করে। অর্থাৎ অম্ল-ক্ষারক টাইট্রেশনে অম্ল ও ক্ষারক দ্রবণের আয়তন নির্ণীত হয়, দ্রবণগুলোর সংখ্যানুপাতিক সমতার মাধ্যমে। যখন দুইটি দ্রবণের  $H^+$  ও  $OH^-$  আয়নের সংখ্যানুপাতিক পরিমাণ সমান হয়, তখন দ্রবণ দুইটি সম্পূর্ণরূপে প্রশমিত হয়। প্রশমন বিন্দুতে টাইট্রেশনে অংশগ্রহণকারী দ্রবণের ঘনমাত্রা প্রকাশের জন্য বর্তমানে মোলারিটি একক ব্যবহার করা হয়। প্রশমন বিন্দুতে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী দ্রবণ দুইটির পরিমাণগত তুলনামূলক সম্পর্ক সরাসরি প্রশমন বিক্রিয়ার সুসম সমীকরণ থেকে পাওয়া যায়। যেমন-



উপরের সমীকরণে ১ মোল  $H_2SO_4$ , 2 মোল  $KOH$ -এর সাথে সম্পূর্ণভাবে বিক্রিয়া করেছে। অর্থাৎ সমান আয়তনের 1 মোলার  $H_2SO_4$ , 2 মোলার  $KOH$ -এর দ্রবণকে সম্পূর্ণ প্রশমিত করে। অথবা সমান আয়তনের 1 মোলার  $KOH$  দ্রবণ 0.5 মোলার  $H_2SO_4$  দ্রবণের সমতুল্য। অর্থাৎ,

$$\frac{\text{প্রথম বিক্রিয়কের [মোলারিটি (M}_A\text{)]} \times \text{আয়তন (V}_A\text{)]}}{\text{দ্বিতীয় বিক্রিয়কের [মোলারিটি (M}_B\text{)]} \times \text{আয়তন (V}_B\text{)]}} = \frac{\text{প্রথম বিক্রিয়কের মোল সংখ্যা (a) [সমতাকৃত সমীকরণে]}}{\text{দ্বিতীয় বিক্রিয়কের মোল সংখ্যা (b) [সমতাকৃত সমীকরণে]}}$$

$$\text{বা, } bM_A \times V_A = aM_B \times V_B$$

### প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড ও সেকেন্ডারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ

যে সব পদার্থের ভর নিজের 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, কার্বন ডাইঅক্সাইড অথবা অন্য কোন উপাদানের সংস্পর্শে কোন পরিবর্তন হয়না। এ জন্যই তুলাযন্ত্রে বা নিজিতে ওজন করার সময় বাতাসের সংস্পর্শে আসলেও এদের ওজনের কোন পরিবর্তন হয়না।
- ৩। এই পদার্থগুলি পানি গ্রাহী বা পানি গ্রাসী নয়।

এইচএসসি প্রোগ্রাম

৪। এই পদার্থগুলো খুব সহজেই পানিতে দ্রবীভূত হয়। তা ছাড়া অন্যান্য পদার্থের সাথে এ ধরনের পদার্থের রাসায়নিক বিক্রিয়া বেশ দ্রুত এবং ভূত-মিতিক (stoichiometric) ভাবে ঘটে।

৫। এই পদার্থগুলি সাধারণত উচ্চ আণবিক ভর যুক্ত হয়।

সোডিয়াম কার্বনেট ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), অক্সালিক অ্যাসিড [ $\text{COOH}$ ] $_2$ ·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,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KMnO}_4$  ও  $\text{HCl}$  সেকেন্ডারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ। কোন প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থের দ্রবণের সাথে টাইট্রেশন করে এদের ঘনমাত্রা বা শক্তি নির্ণয় করতে হয়।

## পাঠ-৯.৫ প্রাকৃতিক নির্দেশক প্রস্তুতি



প্রাকৃতিক নির্দেশক প্রস্তুতি (জবা ফুল, চাপাতা, কালোজাম, পাকা করমচা)

আয়তনিক বিশ্লেষণে ব্যবহৃত যে সকল বস্তু নিজেদের বর্ণ পরিবর্তনের মাধ্যমে বিক্রিয়ার সমাপ্তি বিন্দু (end point) নির্দেশ করে তাদেরকে নির্দেশক বলে। যেমন-মিথাইল অরেঞ্জ, মিথাইল রেড, লিটমাস পেপার ইত্যাদি। তবে বিক্রিয়ার সমাপ্তি বিন্দু (end point) নির্দেশ করার জন্য এই সকল নির্দেশকের পরিবর্তে লাল বর্ণের জবা ফুল, চাপাতা, পাকা কালোজাম, পাকা করমচা, পাকা পুঁইফল ইত্যাদির রঙিন নির্যাসকেও ব্যবহার করা যেতে পারে। রঙিন এই নির্যাসের মধ্যে বিভিন্ন পিগমেন্ট থাকায় এরা উত্তম প্রাকৃতিক নির্দেশক। জবা ফুলের লাল পাপড়ি থেকে সংগৃহীত নির্যাসের মধ্যে বিদ্যমান এনথোসায়ানিন (anthocyanin) এর উপস্থিতির কারণে এটি অ্যাসিড ক্ষার মাধ্যমে বর্ণ পরিবর্তন করতে সক্ষম। ক্ষার মাধ্যমে জবা ফুলের নির্যাস হলুদ বর্ণ প্রদর্শন করলেও অ্যাসিড মাধ্যমে গোলাপী বর্ণ ধারণ করে এবং প্রশমন বিন্দুতে হালকা সবুজ বর্ণ ধারণ করে।

### নির্দেশক প্রস্তুতি

১. লাল জবা বা রঙিন গোলাপ ফুলের কয়েকটি পাপড়ি মর্টারে নিয়ে পেষণ দণ্ডের সাহায্যে ভালভাবে পেষণ করুন।
২. এভাবে উৎপন্ন পেস্ট বা কাইকে বিকারে নিয়ে এর মধ্যে 100 cm<sup>3</sup> পানি নিয়ে গ্লাস রড দ্বারা 7-8 মিনিট ধরে নাড়তে থাকুন।
৩. ফুলের পাপড়ির রং ভালমতো দ্রবীভূত করার জন্য এতে 10 cm<sup>3</sup> ইথানল যোগ করুন।
৪. এবার ফিল্টার পেপারের সাহায্যে ছেকে নিয়ে যে নির্যাস পাওয়া গেল তা নির্দেশক হিসেবে ব্যবহার করুন।
৫. এই নির্দেশকের দ্রবণ বেশী গাঢ় হলে দ্রবণের মধ্যে প্রয়োজন মত পানি দিয়ে দ্রবণের বর্ণকে হালকা করে টাইট্রেশনে নির্দেশক হিসেবে ব্যবহার করুন।

নির্দেশক হিসেবে পাকা কালোজাম ব্যবহার করলে পাকা কালোজামের বীজ আলাদা করে এর রসালো অংশ পাত্রে নিয়ে চাপ প্রয়োগ করে রস সংগ্রহ করুন। এই রস অ্যাসিডিক মাধ্যমে লাল বর্ণ কিন্তু ক্ষারীয় মাধ্যমে সবুজ বর্ণ ধারণ করে।

## পাঠ-৯.৬ প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুতি



### ১) অক্সালিক এসিডের 0.05 M প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুতি

তত্ত্ব :  $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  একটি প্রাইমারী স্ট্যাণ্ডার্ড পদার্থ। অক্সালিক এসিডের আণবিক ভর 126। অর্থাৎ 1 গ্রাম মোল অক্সালিক অ্যাসিড = 126 g।

ধরা যাক,  $250 \text{ cm}^3$  0.05 M অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণ প্রস্তুত করতে হবে।

সংজ্ঞা অনুসারে,

1.0 L বা  $1000 \text{ cm}^3$  1.0 M দ্রবণ প্রস্তুতির জন্য অক্সালিক অ্যাসিড লাগে 126 g

$250 \text{ cm}^3$  0.05M দ্রবণ প্রস্তুতির জন্য অক্সালিক অ্যাসিড লাগে =  $\frac{126 \times 250 \times 0.05}{1000} = 1.575 \text{ g}$

অর্থাৎ 1.575 g এর কাছাকাছি অক্সালিক অ্যাসিড রাসায়নিক নিষ্কৃতিতে পরিমাপ করে একটি  $250 \text{ cm}^3$  আয়তনিক ফ্লাস্কে নেয়া হয়। এরপর  $250 \text{ cm}^3$  ফ্লাস্কের দাগ পর্যন্ত পানি যোগ করে দ্রবীভূত করলে  $250 \text{ cm}^3$  0.05 M এর কাছাকাছি ঘনমাত্রার দ্রবণ পাওয়া যায়।

উপকরণ : ১টি  $250 \text{ cm}^3$  আয়তনিক ফ্লাস্ক, ১টি ফানেল, ঢাকনাসহ ওজন বোতল, রাসায়নিক নিষ্কৃতি, বিশুদ্ধ অক্সালিক অ্যাসিড, ওয়াশ বোতল ও পাতিত পানি।

কার্যপদ্ধতি :

- ১। আয়তনিক ফ্লাস্কটি ভালভাবে ধুয়ে নিয়ে এর মুখে একটি পরিষ্কার ফানেল বসান।
- ২। একটি পরিষ্কার শুষ্ক ওজন বোতলে কিছু পরিমাণ শুষ্ক ও বিশুদ্ধ  $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  নিয়ে নিষ্কৃতিতে এর ওজন নিন। এটি প্রথম ওজন। এবার নিষ্কৃতি থেকে 1.575g ওজন তুলে নিন। পরে ওজন-বোতল থেকে খুব সতর্কতার সাথে অল্প অল্প করে অক্সালিক অ্যাসিড ফানেলের উপর ফেলুন এবং কিছুক্ষণ পরপর ওজন নিন। যখন ওজনে সমতা আসে তখনই নির্দিষ্ট পরিমাণ (1.575 g) অক্সালিক অ্যাসিড নেয়া হয়েছে বলে ধরে নিন।
- ৩। ওয়াশ বোতলের পাতিত পানির সাহায্যে ফানেল থেকে অক্সালিক অ্যাসিড ধৌত করে আয়তনিক ফ্লাস্কে নিন এবং পানি দিয়ে আয়তনিক ফ্লাস্কের দাগকাটা অংশ পর্যন্ত পূর্ণ করুন। ফ্লাস্কের মুখ আটকিয়ে বেশ কয়েকবার ঝাঁকানো হলেই অক্সালিক এসিডের 0.05 M প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুত হবে।

গণনা : ধরা যাক আপনি 1.575 g এর পরিবর্তে 1.535 g অক্সালিক অ্যাসিড নিয়েছেন। তখন আপনার প্রস্তুতকৃত প্রমাণ দ্রবণের প্রকৃত মাত্রা

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



## ২) অনর্দ্র সোডিয়াম কার্বনেটের প্রমাণ দ্রবণ (0.1 M) প্রস্তুতি

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

তত্ত্ব : সোডিয়াম কার্বনেটের গ্রাম আণবিক ভর = 106.0

ধরা যাক  $100 \text{ cm}^3$  0.1M  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণ প্রস্তুত করতে হবে। সুতরাং প্রয়োজনীয়  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  এর পরিমাণ নিম্নের পদ্ধতি অনুযায়ী বের করা হয়:

1.0 L বা  $1000 \text{ cm}^3$  1.0 M দ্রবণ প্রস্তুতির জন্য  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  লাগে 106 g

$$100 \text{ cm}^3 \text{ 0.1 M দ্রবণ প্রস্তুতির জন্য সোডিয়াম কার্বনেট লাগে} = \frac{100 \times 106 \times 0.1}{1000} = 1.06 \text{ g}$$

উপকরণ : 1টি  $100 \text{ cm}^3$  আয়তনের আয়তনিক ফ্লাস্ক, 1 টি ফানেল, ঢাকনাসহ ওজন বোতল, রাসায়নিক নিষ্কি, বিশুদ্ধ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  এবং পাতিত পানি।



চিত্র : প্রমাণ দ্রবণ তৈরীতে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি

### কার্যপদ্ধতি:

- একটি  $100 \text{ cm}^3$  আয়তনের আয়তনিক ফ্লাস্ক ভালভাবে ধুয়ে নিয়ে এর মুখে একটি পরিষ্কার ফানেল বসান।
- একটি পরিষ্কার শুষ্ক ওজন বোতলে কিছু পরিমাণ শুষ্ক ও বিশুদ্ধ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  নিয়ে নিষ্কিতে এর ওজন নিন। এটি প্রথম ওজন। এবার নিষ্কি থেকে 1.06 g ওজন তুলে নিন। পরে ওজন-বোতল থেকে খুব সতর্কতার সাথে অল্প অল্প করে  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ফানেলের উপর ফেলুন এবং কিছুক্ষণ পরপর ওজন নিন। যখন ওজনে সমতা আসে তখনই নির্দিষ্ট পরিমাণ (1.06 g)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  নেয়া হয়েছে বলে ধরে নিন।
- একটি ওয়াশ বোতল থেকে অল্প পরিমাণ পাতিত পানি নিয়ে ফানেল থেকে  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ধুয়ে আয়তনিক ফ্লাস্কে নিন। এরপর অল্প অল্প পানির সাহায্যে ফানেলটি আরও ২/৩ বার ধৌত করে নিন।
- 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 0.1 M  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণ প্রস্তুত হবে।

**গুণক (Factor):** নিষ্কিতে অনেক সময়ই দ্রবের একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ সঠিক ওজন নেয়া যায় না 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।

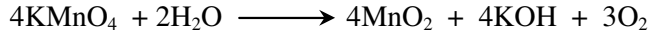
$$\text{দ্রবণের সঠিক ঘনমাত্রা} = \frac{\text{দ্রবের ভর (প্রকৃতভাবে যা নেয়া হয়েছে)}}{\text{দ্রবের ভর যা নেয়া প্রয়োজন ছিলো}} \times \text{নির্দিষ্ট ঘনমাত্রা}$$

**উদাহরণ :** যদি আপনি  $100 \text{ cm}^3$   $0.1 \text{ M Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণ প্রস্তুত করার জন্য  $1.06 \text{ g}$  এর পরিবর্তে  $1.073 \text{ g Na}_2\text{CO}_3$  নিয়ে থাকেন। তবে এ ক্ষেত্রে  $100 \text{ cm}^3$  দ্রবণে দ্রবীভূত করার পর আপনার প্রস্তুত করা দ্রবণের সঠিক ঘনমাত্রা হবে -

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

### ৩) আনুমানিক $0.1 \text{ M}$ পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের ( $\text{KMnO}_4$ ) দ্রবণ প্রস্তুতি

যদিও পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া যায় তথাপি পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটকে প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ হিসেবে ব্যবহার করা যায় না। কারণ, পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট নিরপেক্ষ দ্রবণে আন্তে আন্তে বিয়োজিত হয়।



উৎপন্ন  $\text{MnO}_2$  পরবর্তীতে এ বিক্রিয়াটিতে অনুঘটকের কাজ করে, ফলে বিক্রিয়াটির গতি ক্রমান্বয়ে বাড়তে থাকে। তাই নিম্নরূপে  $\text{KMnO}_4$  এর আনুমানিক প্রমাণ দ্রবণ তৈরি করে ব্যবহারের ঠিক পূর্ব মুহূর্তে দ্রবণটিতে প্রমিত করে নিতে হয়।

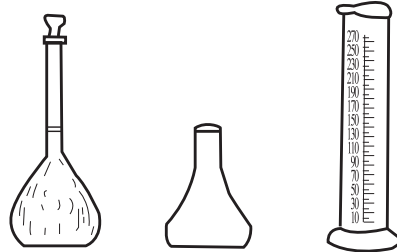
**তত্ত্ব :**  $\text{KMnO}_4$  এর গ্রাম আণবিক ভর =  $158 \text{ g}$

ধরা যাক  $100 \text{ cm}^3$   $0.1 \text{ M KMnO}_4$  দ্রবণ প্রস্তুত করতে হবে। সুতরাং প্রয়োজনীয়  $\text{KMnO}_4$  এর পরিমাণ নিম্নের পদ্ধতি অনুযায়ী বের করা হয়:

$1.0 \text{ L}$  বা  $1000 \text{ cm}^3$   $1.0 \text{ M}$  দ্রবণ প্রস্তুতির জন্য  $\text{KMnO}_4$  লাগে  $158 \text{ g}$

$$100 \text{ cm}^3 \text{ } 0.1 \text{ M} \text{ দ্রবণ প্রস্তুতির জন্য } \text{KMnO}_4 \text{ লাগে} = \frac{100 \times 158 \text{ g} \times 0.1}{1000} = 1.58 \text{ g}$$

**উপকরণ:** 1টি  $100 \text{ cm}^3$  আয়তনের আয়তনিক ফ্লাস্ক, 1টি ফানেল, ঢাকনাসহ ওজন বোতল, রাসায়নিক নিষ্টি,  $\text{KMnO}_4$  এবং পাতিত পানি।



আয়তনিক ফ্লাস্ক      ত্রিকণী ফ্লাস্ক      মাপন ফ্লাস্ক

চিত্র : প্রমাণ দ্রবণ তৈরীতে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি

**কার্যপদ্ধতি :**

১। একটি  $100 \text{ cm}^3$  আয়তনের আয়তনিক ফ্লাস্ক ভালভাবে ধুয়ে নিয়ে এর মুখে একটি পরিষ্কার ফানেল বসান।

- ২। একটি পরিষ্কার শুষ্ক ওজন বোতলে কিছু পরিমাণ শুষ্ক ও বিশুদ্ধ  $\text{KMnO}_4$  নিয়ে নিজ্জিতে এর ওজন নিন। এটি প্রথম ওজন। এবার নিজ্জি থেকে 1.58 g ওজন তুলে নিন। পরে ওজন-বোতল থেকে খুব সতর্কতার সাথে অল্প অল্প করে  $\text{KMnO}_4$  ফানেলের উপর ফেলুন এবং কিছুক্ষণ পরপর ওজন নিন। যখন ওজনে সমতা আসে তখনই নির্দিষ্ট পরিমাণ (1.58 g)  $\text{KMnO}_4$  নেয়া হয়েছে বলে ধরে নিন।
- ৩। একটি ওয়াশ বোতল থেকে অল্প পরিমাণ পাতিত পানি নিয়ে ফানেল থেকে  $\text{KMnO}_4$  ধুয়ে আয়তনিক ফ্লাস্কে নিন। এরপর অল্প অল্প পানির সাহায্যে ফানেলটি আরও ২/৩ বার ধৌত করে নিন।
- ৪। এবার ওয়াশ বোতল থেকে অত্যন্ত সতর্কতার সাথে পানি নিয়ে আয়তনিক ফ্লাস্কের দাগকাটা অংশ পর্যন্ত পানি দ্বারা পূর্ণ করুন। ফ্লাস্কের মুখ আটকিয়ে দ্রবণটি উত্তমরূপে ঝাঁকানো হলেই 0.1 M  $\text{KMnO}_4$  দ্রবণ প্রস্তুত হবে।

**গুণক (Factor) :** নিজ্জিতে অনেক সময়ই দ্রবের একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ সঠিক ওজন নেয়া যায় না 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।

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

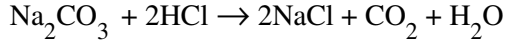
**উদাহরণ :** যদি আপনি  $100 \text{ cm}^3$  0.1 M  $\text{KMnO}_4$  দ্রবণ প্রস্তুত করার জন্য 1.58 g এর পরিবর্তে 1.6 g  $\text{KMnO}_4$  নিয়ে থাকেন। তবে এ ক্ষেত্রে  $100 \text{ cm}^3$  দ্রবণে দ্রবীভূত করার পর আপনার প্রস্তুত করা দ্রবণের সঠিক ঘনমাত্রা হবে-

$$\begin{aligned} \text{দ্রবণের সঠিক ঘনমাত্রা} &= \frac{1.6}{1.58} \times 0.1 \text{ M} \\ &= 1.01 \text{ M} \end{aligned}$$

## পাঠ-৯.৭ প্রমিতকরণ-১: প্রমাণ $\text{Na}_2\text{CO}_3$ দ্রবণ দ্বারা $\text{HCl}$ দ্রবণের প্রমিতকরণ



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



যদি  $\text{HCl}$  দ্রবণের আয়তন ও ঘনমাত্রা যথাক্রমে  $V_{\text{HCl}}$  এবং  $S_{\text{HCl}}$  হয় এবং  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণের আয়তন ও ঘনমাত্রা যথাক্রমে  $V_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$  ও  $S_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$  হয় তাহলে নিচের সমীকরণটি ব্যবহার করা যায়।

$$V_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \times S_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 2V_{\text{HCl}} \times S_{\text{HCl}}$$

(ঘনমাত্রা মোলারিটিতে প্রকাশ করতে হবে)।

অর্থাৎ নির্দিষ্ট আয়তনের প্রমাণ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণে  $\text{HCl}$  দ্রবণ যোগ করে শেষ বিন্দুতে দ্রবণটির কতটুকু আয়তন লাগে তা নির্ণয় করে উপরের সমীকরণ অনুসারে  $\text{HCl}$  দ্রবণের সঠিক ঘনমাত্রা গণনা করা হয়।

**যন্ত্রপাতি :**

১টি কনিক্যাল ফ্লাস্ক (250 cm <sup>3</sup> আয়তনের)	১টি বা ২টি বিকার
১টি মাপন ফ্লাস্ক (100 cm <sup>3</sup> আয়তনের)	১টি ব্যুরেট স্ট্যান্ড (ক্ল্যাম্পসহ)
১টি ব্যুরেট (25 অথবা 50 cm <sup>3</sup> আয়তনের)	১টি ধৌতকরণ বোতল
১টি পিপেট (5 cm <sup>3</sup> আয়তনের)	১টি ড্রপার বা কাঁচ নল

**রাসায়নিক বস্তু :**  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  প্রমাণ দ্রবণ,  $\text{HCl}$  এর দ্রবণ ও ফেনলফথ্যালিন নির্দেশক

**কার্যপ্রণালী :** একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে পিপেটের সাহায্যে পরিমাপ করে 10 cm<sup>3</sup> সোডিয়াম কার্বোনেটের প্রমাণ দ্রবণ (আনুমানিক 0.1 M ঘনমাত্রার) রাখুন। পাতিত পানি যোগ করে এর আয়তন আনুমানিক 50 cm<sup>3</sup> করুন এবং এ দ্রবণে ২-৩ ফোঁটা যোগ করুন। দ্রবণটি লাল রং গ্রহণ করবে।

একটি পরিষ্কার ব্যুরেট প্রথমে অল্প পরিমাণ (আনুমানিক 5 cm<sup>3</sup>) সরবরাহকৃত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্রবণ (যার ঘনমাত্রা নির্ণয় করতে হবে) দিয়ে ধুয়ে নিন এবং তারপর ব্যুরেটটি ঐ অ্যাসিড দ্রবণ দ্বারা শূন্য চিহ্নিত দাগ পর্যন্ত সাবধানে পূর্ণ করুন। খেয়াল রাখুন যেন ব্যুরেটের ভিতর কোন বাতাসের বুদবুদ না থাকে। এবার ব্যুরেটটি একটি স্ট্যান্ডের সাথে আটকিয়ে রাখুন। কনিক্যাল ফ্লাস্কে নেওয়া সোডিয়াম কার্বোনেট দ্রবণটি ব্যুরেটের নিচে রেখে অল্প অল্প করে তার মধ্যে ব্যুরেট থেকে অ্যাসিড দ্রবণ যোগ করুন এবং ফ্লাস্কটি ঝাঁকাতে থাকুন। টাইট্রেশন প্রক্রিয়া শেষ বিন্দুতে পৌঁছলে এক ফোঁটা অ্যাসিড দ্রবণ যোগ করলেই দ্রবণের লাল বর্ণ বিনষ্ট হবে এবং একটি বর্ণহীন দ্রবণ পাওয়া যাবে। এ অবস্থায় ব্যুরেটের পাঠ খাতায় লিখুন এবং এ পাঠ থেকে টাইট্রেশন শুরু পূর্বের পাঠ বিয়োগ করে প্রশমন বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত অ্যাসিড দ্রবণের আয়তন হিসাব করুন। সম্পূর্ণ টাইট্রেশন প্রক্রিয়াটি তিন বার পুনরাবৃত্তি করুন। যদি পৃথক টাইট্রেশনগুলিতে ব্যবহৃত অ্যাসিড দ্রবণগুলির আয়তন  $\pm 0.1$  cm<sup>3</sup> এর মধ্যে মিলে যায় তাহলে টাইট্রেশন সঠিক হয়েছে বলে ধরা যাবে। তিনটি টাইট্রেশনে ব্যবহৃত অ্যাসিড দ্রবণের আয়তনের গড় মান বের করে একটি সারণিতে লিখে রাখুন এবং উপরে উল্লিখিত সমীকরণ ব্যবহার পূর্বক অ্যাসিড দ্রবণের ঘনমাত্রা হিসাব করুন। নিচে একটি নমুনা সারণি দেখানো হলো।

নমুনা সারণি - ৯.৭.১ : 0.1 M ঘনমাত্রার Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> দ্রবণ দ্বারা HCl দ্রবণের প্রমিতকরণ

পাঠ সংখ্যা	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> দ্রবণের গৃহীত আয়তন (cm <sup>3</sup> )	বুরেট পাঠ			HCl দ্রবণের গড় আয়তন (cm <sup>3</sup> )
		১ম পাঠ	২য় পাঠ	পার্থক্য (HCl দ্রবণের আয়তন) (cm <sup>3</sup> )	
1.	5	0	10.1	10.1	
2.	5	12.5	22.6	10.1	10.1
3.	5	22.8	32.9	10.1	

গণনা :

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ দ্রবণের আয়তন, } V_1 = 5 \text{ cm}^3$$

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ দ্রবণের ঘনমাত্রা, } S_1 = 0.1 \text{ M}$$

$$\text{HCl দ্রবণের আয়তন, } V_2 = 10.1 \text{ cm}^3$$

$$\text{HCl দ্রবণের ঘনমাত্রা, } S_2 = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } V_1 \times 2S_1 = V_2 \times S_2$$

$$\begin{aligned} S_2 &= \frac{V_1 \times 2S_1}{V_2} \\ &= \frac{5 \times 2 \times 0.1}{10.1} \text{ M} \\ &= 0.099 \text{ M} \end{aligned}$$

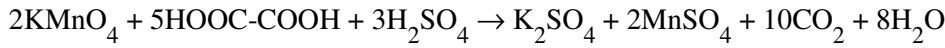
## পাঠ-৯.৮

## প্রমিতকরণ-২ : প্রমাণ অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণ দ্বারা $\text{KMnO}_4$ এর দ্রবণ 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 অ্যাসিড দ্রবণের সাথে টাইট্রেশন করে এর ঘনমাত্রা নির্ণয় করা যায়।

অক্সালিক অ্যাসিড এবং পটাশিয়াম পারম্যাংগানেট দ্রবণের মধ্যে সংঘটিত বিক্রিয়াটির সমতাকৃত সমীকরণ হলো



যদি অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণের আয়তন এবং মোলার ঘনমাত্রা যথাক্রমে  $V_A$  এবং  $M_A$  হয় এবং পটাশিয়াম পারম্যাংগানেট দ্রবণের আয়তন এবং মোলার ঘনমাত্রা যথাক্রমে  $V_B$  এবং  $M_B$  হয় তাহলে অজ্ঞাত ঘনমাত্রা নির্ণয়ের জন্য নিচের সম্পর্কটি ব্যবহার করতে হবে:

$$2 \times V_A \times M_A = 5 \times V_B \times M_B$$

### যন্ত্রপাতি :

১টি কনিক্যাল ফ্লাস্ক (250 cm <sup>3</sup> আয়তনের)	১টি বা ২টি বিকার
১টি মাপন ফ্লাস্ক (100 cm <sup>3</sup> আয়তনের)	১টি ব্যুরেট স্ট্যান্ড (ক্ল্যাম্পসহ)
১টি ব্যুরেট (25 অথবা 50 cm <sup>3</sup> আয়তনের)	ফানেল
১টি পিপেট (5 cm <sup>3</sup> আয়তনের)	১টি ড্রপার বা কাঁচ নল

রাসায়নিক বস্তু :  $\text{HOOC-COOH}$  প্রমাণ দ্রবণ,  $\text{KMnO}_4$  এর দ্রবণ ও  $\text{H}_2\text{SO}_4$  পাতিত পানি।

কার্যপ্রণালী : পিপেটের সাহায্যে পরিমাপ করে 10 cm<sup>3</sup> অক্সালিক এসিডের প্রমাণ দ্রবণ (0.05 M ঘনমাত্রার) একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে রাখুন। এর সাথে 10 cm<sup>3</sup> 0.5 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$  দ্রবণ এবং 30 cm<sup>3</sup> পাতিত পানি মিশ্রিত করুন। এবার মিশ্রিত দ্রবণটি আনুমানিক 70° -80°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করুন।

একটি পরিষ্কার ব্যুরেটকে প্রথমে অল্প পরিমাণ (আনুমানিক 5 cm<sup>3</sup>) পটাশিয়াম পারম্যাংগানেট দ্রবণ (যার ঘনমাত্রা নির্ণয় করতে হবে) দ্বারা ধৌত করুন। তারপর ব্যুরেটটি পটাশিয়াম পারম্যাংগানেট দ্রবণ দ্বারা পূর্ণ করুন যেন দ্রবণের উপরিতল ব্যুরেটের শূন্য চিহ্নিত দাগ পর্যন্ত পৌঁছায়। লক্ষ্য রাখতে হবে ব্যুরেটের মধ্যে যেন কোন বাতাসের বুদবুদ না থাকে। এবার ব্যুরেট থেকে ফোঁটায় ফোঁটায় পারম্যাংগানেট দ্রবণ ফ্লাস্কে অবস্থিত অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণে যোগ করুন এবং ফ্লাস্কটি ঝাঁকাতে থাকুন। এক ফোঁটা পারম্যাংগানেট দ্রবণ ফ্লাস্কে পড়লেই সম্পূর্ণ দ্রবণটি গোলাপি বর্ণ ধারণ করবে। কিছু সময়ের মধ্যে এ বর্ণ অদৃশ্য হবে। প্রতি ফোঁটা দ্রবণের কারণে সৃষ্ট গোলাপি বর্ণ অদৃশ্য হবার পরই কেবল তার পরবর্তী ফোঁটা পারম্যাংগানেট দ্রবণ যোগ করতে হবে। এক সময় দেখা যাবে দ্রবণের গোলাপি বর্ণ স্থায়ী হবে। এটিই জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার শেষ বিন্দু।

ব্যুরেট পাঠ লক্ষ্য করুন এবং কতটা পটাশিয়াম পারম্যাংগানেট দ্রবণ যোগ করা হয়েছে তা সারণিতে লিখুন। সম্পূর্ণ টাইট্রেশন প্রক্রিয়াটি তিন বার পুনরাবৃত্তি করুন। যদি সবগুলি টাইট্রেশন থেকে প্রাপ্ত পটাশিয়াম পারম্যাংগানেট দ্রবণের আয়তন একে অপরের সাথে  $\pm 0.1 \text{ cm}^3$  থেকে বেশি পার্থক্য না দেখায় তাহলে টাইট্রেশন সঠিক হয়েছে বলে ধরা যাবে।

নমুনা সারণি - ৯.৮.১ : প্রমাণ অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণ দ্বারা  $\text{KMnO}_4$  দ্রবণের প্রমিতকরণ

পাঠ সংখ্যা	অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণের গৃহীত আয়তন ( $\text{cm}^3$ )	বুরেট পাঠ			$\text{KMnO}_4$ দ্রবণের গড় আয়তন ( $\text{cm}^3$ )
		১ম পাঠ	২য় পাঠ	পার্থক্য ( $\text{KMnO}_4$ দ্রবণের আয়তন) ( $\text{cm}^3$ )	
1.	10				
2.	10				
3.	10				

গণনা :

অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণের আয়তন,  $V_1 = 10 \text{ cm}^3$

অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণের ঘনমাত্রা,  $S_1 = 0.05 \text{ M}$

$\text{KMnO}_4$  দ্রবণের আয়তন,  $V_2 = V_2 \text{ cm}^3$

$\text{KMnO}_4$  দ্রবণের ঘনমাত্রা,  $S_2 = ?$

আমরা জানি,  $V_1 \times 2S_1 = V_2 \times 5S_2$

$$S_2 = \frac{V_1 \times 2S_1}{5V_2}$$

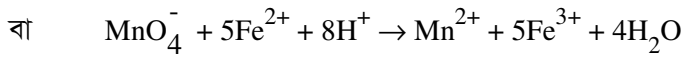
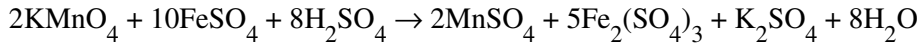
$$= \frac{10 \times 2 \times 0.05}{5V_2} \text{ M}$$

## পাঠ-৯.৯ প্রমিতকরণ -৩ : প্রমাণ $\text{KMnO}_4$ দ্রবণ ব্যবহার করে অজানা ঘনমাত্রার দ্রবণে ফেরাস আয়রণের পরিমাণ নির্ণয়

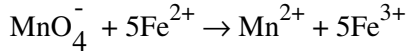
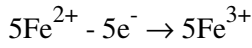
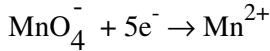


লোহার যৌগকে (ফেরাস লবণ)  $\text{KMnO}_4$  বা  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  এর প্রমাণ দ্রবণ দ্বারা জারিত করে লোহার পরিমাণ নির্ণয় করা যায়। এ পাঠে টাইট্রেশন পদ্ধতিতে ফেরাস যৌগে আয়রণের পরিমাণ নির্ণয় প্রক্রিয়া আলোচনা করা হবে।

সালফিউরিক এসিডের উপস্থিতিতে পটাশিয়াম 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 যায় :

$$1000 \text{ cm}^3 \text{ 1 M } \text{KMnO}_4 \text{ দ্রবণ} \equiv 5 \text{ মোল } \text{Fe}^{2+} \equiv 5 \times 55.85 \text{ গ্রাম } \text{Fe}^{2+} \equiv 279.25 \text{ গ্রাম } \text{Fe}^{2+}$$

$$\text{বা,} \quad 1 \text{ cm}^3 \text{ 1 M } \text{KMnO}_4 \text{ দ্রবণ} \equiv 0.2792 \text{ গ্রাম } \text{Fe}^{2+}$$

### যন্ত্রপাতি

১টি কনিক্যাল ফ্লাস্ক (250 cm<sup>3</sup> আয়তনের)

১টি মাপন ফ্লাস্ক (100 cm<sup>3</sup> আয়তনের)

১টি ব্যুরেট (25 অথবা 50 cm<sup>3</sup> আয়তনের)

১টি পিপেট (5 cm<sup>3</sup> আয়তনের)

১টি বা ২টি বিকার

১টি ব্যুরেট স্ট্যান্ড (ক্ল্যাম্পসহ)

ফানেল

১টি ড্রপার বা কাঁচ নল

রাসায়নিক বস্তু :  $\text{FeSO}_4$  এর নমুনা,  $\text{KMnO}_4$  ও  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ।

### কার্যপ্রণালী

**$\text{KMnO}_4$  দ্রবণ প্রমিতকরণ :** ৯.৬(৩) এর অনুরূপভাবে  $\text{KMnO}_4$  দ্রবণ তৈরি করে অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণ দ্বারা  $\text{KMnO}_4$  দ্রবণকে প্রমিতকরণ করে নিন।

**$\text{Fe}^{2+}$  দ্রবণের টাইট্রেশন :** ক্ল্যাম্পের সাহায্যে একটি পরিষ্কার ব্যুরেট স্ট্যান্ডে আটকান এবং ফানেল ব্যবহার করে ব্যুরেটটি সাবধানে  $\text{KMnO}_4$  এর প্রমাণ দ্রবণ দ্বারা পূর্ণ করুন। লক্ষ্য রাখতে হবে যেন ব্যুরেটের মধ্যে কোথাও বুদবুদ হিসেবে বাতাস আটকা না পড়ে। ব্যুরেটের প্রাথমিক পাঠ সারণিতে লিখে রাখুন। এবার পিপেটের সাহায্যে 10 cm<sup>3</sup>  $\text{FeSO}_4$  এর নমুনা দ্রবণ একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে নিন এবং এর সাথে 30 cm<sup>3</sup> পাতিত পানি এবং 10 cm<sup>3</sup> 1 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$  দ্রবণ যোগ



করুন। ফ্লাস্কটি ব্যুরেটের নিচে একখন্ড সাদা কাগজের উপর রাখুন। ব্যুরেট 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 মূহুর্তে এক ফোঁটা পারম্যাংগানেট দ্রবণ মিশ্রিত হলে গোলাপি বর্ণ স্থায়ী হয় তখনি পারম্যাংগানেট দ্রবণ যোগ করা বন্ধ করুন। এটিই বিক্রিয়ার শেষ বিন্দু। ব্যুরেট পাঠ সারণিতে 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 ( $\pm 0.1 \text{ cm}^3$  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  $10 \text{ cm}^3$  ফেরাস আয়রণের দ্রবণে উপস্থিত আয়রণের পরিমাণ হিসাব করুন এবং এ মান থেকে প্রতি লিটার দ্রবণে কতটুকু ফেরাস আয়রণ উপস্থিত থাকে তা বের করুন।

নমুনা সারণি - ৯.৯.১ : প্রমাণ  $\text{KMnO}_4$  দ্রবণ দ্বারা নমুনা দ্রবণে ফেরাস আয়নের পরিমাণ নির্ণয়

পাঠ সংখ্যা	$\text{Fe}^{2+}$ দ্রবণের গৃহীত আয়তন ( $\text{cm}^3$ )	ব্যুরেট পাঠ			$\text{KMnO}_4$ দ্রবণের গড় আয়তন ( $\text{cm}^3$ )
		১ম পাঠ	২য় পাঠ	পার্থক্য ( $\text{KMnO}_4$ দ্রবণের আয়তন) ( $\text{cm}^3$ )	
1.	10	0.0	5.0	5.0	
2.	10	5.7	10.8	5.1	5.0
3.	10	11.0	15.9	4.9	

গণনা :

$$\text{KMnO}_4 \text{ দ্রবণের আয়তন, } V_2 = 5.0 \text{ cm}^3$$

$$\text{KMnO}_4 \text{ দ্রবণের ঘনমাত্রা, } S_2 = 0.099 \text{ M}$$

আমরা জানি,

$$1 \text{ cm}^3 \text{ 1 M KMnO}_4 \text{ দ্রবণ} \equiv 0.2792 \text{ g Fe}^{2+} \text{ দ্রবণ}$$

$$5 \text{ cm}^3 \text{ 0.099 M KMnO}_4 \text{ দ্রবণ} \equiv 0.2792 \times 5 \times 0.099 = 0.1382 \text{ g Fe}$$

$$\text{এখন } 10 \text{ cm}^3 \text{ দ্রবণে আয়রণ আছে} = 0.1382 \text{ g}$$

$$100 \text{ cm}^3 \text{ সরবরাহকৃত দ্রবণে আয়রণ আছে} = 0.1382 \times 10 = 1.382 \text{ g}$$