



সাধারণ পরীক্ষাসমূহ

পাঠ-১ কেলাস প্রস্তুতি

ভূমিকা

গঠন প্রকৃতি অনুসারে কঠিন পদার্থ দুই প্রকার। যথা- (১) কেলাস বা দানাদার প্রকৃতির এবং (২) দানাদার নয় এমন প্রকৃতির কঠিন বস্তু। এ পাঠে কেলাসের বিভিন্ন গঠন প্রকৃতি সহ অতি পরিচিত দুটি কেলাসের প্রস্তুত প্রণালী আলোচনা করা হবে।

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে

- স্ফটিক বা কেলাস কি ও এর প্রস্তুতির বিভিন্ন প্রক্রিয়া বর্ণনা করা যাবে।
- সোডিয়াম ক্লোরাইড বা খাদ্য লবণের বিশুদ্ধ কেলাস প্রস্তুত করা যাবে।
- পটাশ অ্যালামের কেলাস প্রস্তুত করা যাবে।

২১.১.১: স্ফটিক বা কেলাস (Crystals)

আমরা খাদ্য লবণ ও চিনি প্রায় প্রদিনই ব্যবহার করি। এই পদার্থগুলি দানাদার। এছাড়া ফিটকিরি, তুতে, ইউরিয়া সার এই পদার্থগুলিও দানাদার। চুন, পানি এ দু'টি বস্তু দানাদার নয়। দানাদার বস্তুসমূহের নির্দিষ্ট জ্যামিতিক আকৃতি এবং সমতল ও মসৃণ পৃষ্ঠদেশ আছে, যেগুলো একটি অপরটির সাথে সরল রেখায় মিলিত হয়। এ ধরনের দানাদার বস্তুকেই স্ফটিক বা কেলাস বলা হয়।

যে সব কঠিন পদার্থ ক্ষুদ্রাকার ও সমসত্ত্ব, যাদের পৃষ্ঠদেশ সমতল ও মসৃণ এবং পৃষ্ঠদেশগুলো একে অপরের সাথে সরল রেখায় মিলিত হয়ে সুনির্দিষ্ট জ্যামিতিক আকৃতি গঠন করে (যে আকৃতি প্রস্তুতির সময় স্বাভাবিকভাবেই গড়ে উঠে) তাদেরকে কেলাস বা স্ফটিক বলা হয়।

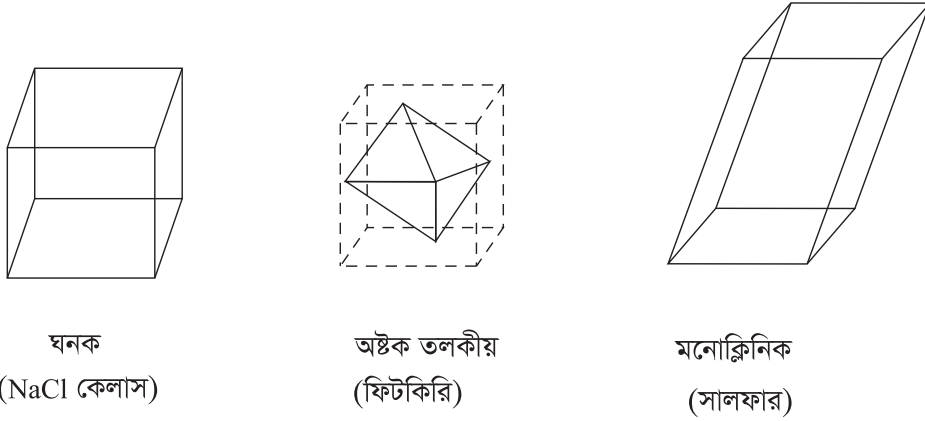
কোন একটি নির্দিষ্ট পদার্থের সব স্ফটিকের আকৃতি সবসময়ই এক হবে তবে আকার ছোট-বড় বা ভিন্ন হতে পারে। চিনির বিভিন্ন স্ফটিকের আকার ভিন্ন ভিন্ন হতে পারে- যা খালি চোখেও বুঝা যায়।

ভিন্ন ভিন্ন স্ফটিক পদার্থের আকৃতি ভিন্ন ভিন্ন (কোন কোন সময় একই হতে পারে)। কোন স্ফটিক পদার্থের আকৃতি পদার্থের একটি বৈশিষ্ট্যপূর্ণ পরিচয়বহন করে। NaCl এর কেলাস ঘনক (Cubic) আকৃতির, ফিটকিরি অষ্টতলকীয় (Octahedral) আর সালফারের সবচেয়ে স্থায়ী রূপ মনোক্লিনিক (Monoclinic) আকৃতির।

কোন পদার্থের কেলাস আকৃতি পদার্থটিকে সনাক্ত করতে সাহায্য করে।

যখন দুই বা ততোধিক পদার্থের কেলাস আকৃতি একই ধরনের হয়, তখন পদার্থগুলিকে পরস্পরের সমরূপী বলা হয় এবং এই বিষয়টিকে সমরূপতা (isomerism) বলে।

সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) এবং পটাসিয়াম ক্লোরাইড (KCl) এই দু'টি পদার্থের স্ফটিকের গঠনই ঘনক আকৃতির। তাই এরা পরস্পরের সমরূপী।



চিত্র-২১.১: খাদ্যলবণ, ফিটকিরি ও সালফারের কেলাস

হীন ভিট্রিয়ল ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), হোয়াইট ভিট্রিয়ল ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) এবং ইপসম লবণ ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) এই তিনটি পদার্থও পরস্পরের সমরূপী। তাই এদের কেলাসের গঠন প্রকৃতি একই রকম।

২১.১.২ কেলাস প্রস্তুতির বিভিন্ন প্রক্রিয়া

কোন পদার্থের উত্তপ্ত সম্পৃক্ত দ্রবণকে ধীরে ধীরে শীতল করে দ্রবণ থেকে পদার্থটিকে কেলাস আকারে পৃথক করার প্রক্রিয়াকেই কেলাসন বা স্ফটিকীকরণ বলে।

কেলাস প্রস্তুতির জন্য নিম্নবর্ণিত প্রক্রিয়াগুলো ব্যবহার করা হয়:

- ১। কোন পদার্থের উত্তপ্ত সম্পৃক্ত দ্রবণকে ধীরে ধীরে শীতল করলে কেলাস প্রস্তুত হয়।
- ২। কোন পদার্থের অসম্পৃক্ত দ্রবণকে উত্তপ্ত করে দ্রাবককে বাষ্পাকারে দূরীভূত করার পর ঘনীভূত দ্রবণকে ধীরে ধীরে শীতল করলেও কেলাস প্রস্তুত হয়।
- ৩। কঠিন পদার্থের কেলাস প্রস্তুতির জন্য প্রথমে পদার্থটিকে উত্তাপের সাহায্যে বিগলিত করে পরে বিগলিত দ্রবণকে ধীরে ধীরে শীতল করা হয়।
- ৪। অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (নিশাদল), আয়োডিন এই ধরনের উদ্বায়ী (উর্ধ্বপাতন যোগ্য কঠিন) পদার্থকে উর্ধ্বপাতিত করলে কেলাস পাওয়া যায়।

এই প্রক্রিয়াগুলোর মধ্যে উত্তপ্ত সম্পৃক্ত দ্রবণকে ধীরে ধীরে শীতল করে কেলাস প্রস্তুত করার প্রক্রিয়াই বহুল ব্যবহৃত হয়। যে সব ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বাড়ানোর সাথে দ্রবের (লবণের) দ্রাব্যতা বৃদ্ধি পায়, সে সব ক্ষেত্রেই এই প্রক্রিয়ার সার্থক প্রয়োগ হতে পারে। এ ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে উচ্চতর তাপমাত্রার সম্পৃক্ত দ্রবণে অধিক পরিমাণ লবণ দ্রবীভূত হয়। ধীরে ধীরে শীতল করলে নিম্নতর তাপমাত্রায় অতিরিক্ত লবণ কেলাস আকারে বের হয়ে আসে।

নিচের সারণিতে বিভিন্ন তাপমাত্রায় পানিতে NaCl ও অ্যালামের দ্রাব্যতা দেয়া হলো:

সারণি-২১.১: বিভিন্ন তাপমাত্রায় NaCl ও অ্যালামের দ্রাব্যতা

লবণ	বিভিন্ন তাপমাত্রায় 100 গ্রাম পানিতে দ্রাব্যতা, গ্রাম										
	0° সে	10° সে	20° সে	30° সে	40° সে	50° সে	60° সে	70° সে	80° সে	90° সে	100° সে
NaCl	35.5	35.7	35.8	36.0	36.3	36.7	37.1	37.5	38.0	38.5	39.1
পটাশ অ্যালাম	3.0	4.0	5.9	8.4	11.7	17.0	24.8	40.0	71.0	109.0	-

দেখা যাচ্ছে যে 70° সে. তাপমাত্রায় 100 গ্রাম পানিতে পটাশ অ্যালামের সম্পৃক্ত দ্রবণে 40 গ্রাম পটাশ অ্যালাম দ্রবীভূত থাকে। এই দ্রবণকে ধীরে ধীরে শীতল করে তাপমাত্রা 30° সে. এ নামিয়ে আনলে $(40-8.4) = 31.6$ গ্রাম পটাশ অ্যালামের কেলাস পাওয়া যাবে।

২১.১.৩ সোডিয়াম ক্লোরাইড বা খাদ্য লবণের বিশুদ্ধ কেলাস প্রস্তুতি

তত্ত্বঃ সমুদ্রের পানি থেকে সোডিয়াম ক্লোরাইড সংগ্রহ করা হয়। রকসল্টও সোডিয়াম ক্লোরাইড। এই দুই উৎস থেকে প্রাপ্ত NaCl এ বিভিন্ন দ্রবণীয় অপদ্রব্য বা ভেজাল যথা- CaCl_2 , MgCl_2 , Na_2SO_4 , CaSO_4 এবং MgSO_4 দ্রবীভূত থাকে। এছাড়াও বেশ কিছু অদ্রবণীয় ভেজালও থাকে। নমুনা লবণকে প্রথমে দ্রবীভূত করার পর অদ্রবণীয় ভেজাল গুলোকে পরিস্রাবণের সাহায্যে পৃথক করা হয়। পরে, দ্রবণকে উত্তপ্ত করে সম্পৃক্ত করার পর দ্রবণে সামান্য পরিমাণ HCl যোগ করলে বা HCl গ্যাস পরিচালনা করলে দ্রবণে Cl^- আয়নের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পায়। এইভাবে দ্রবণে Na^+ ও Cl^- আয়নের আয়নিক গুণফল NaCl এর দ্রাব্যতা গুণাঙ্ককে অতিক্রম করে। তাই সাধারণ আয়ন প্রভাবের জন্য দ্রবণ থেকে বিশুদ্ধ NaCl কেলাস আকারে বের হয়ে আসে এবং দ্রবণীয় ভেজালগুলো দ্রবণেই থেকে যায়।

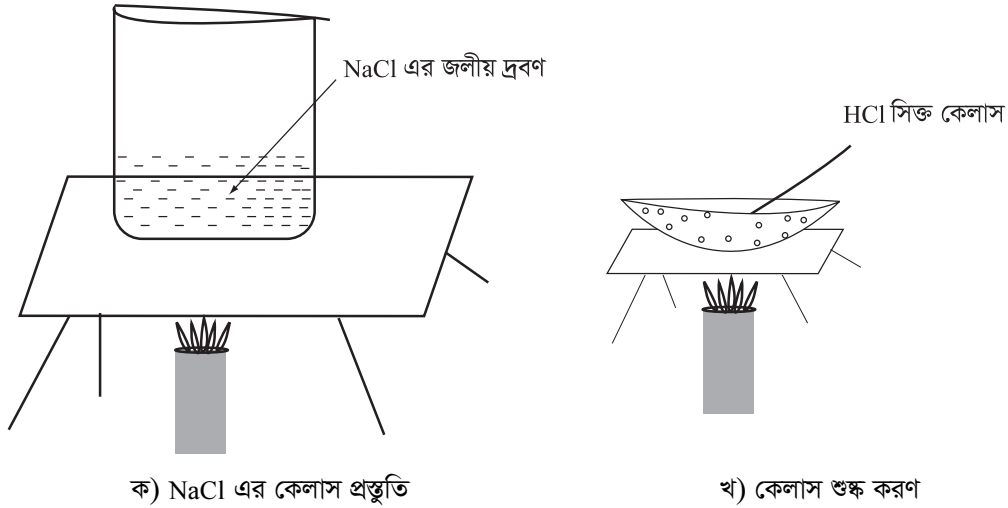
প্রয়োজনীয় উপকরণ ও রাসায়নিক দ্রব্য

কঠিন খাদ্য লবণের নমুনা, ২টি বিকার, ১টি ফানেল, চিনামাটি বা পোর্সেলিনের বেসিন, ত্রি-পদী স্ট্যান্ড, কাঁচদণ্ড, তারজালি এবং ফিল্টার কাগজ।

কার্যপদ্ধতি (Procedure)

- ১। 250 সেমি³ আয়তনের একটি বিকারে 100 সেমি³ পানি নিয়ে এতে প্রায় 35 গ্রাম অবিশুদ্ধ NaCl যোগ করে একটি কাঁচাদণ্ডের সাহায্যে উত্তমরূপে নেড়ে দ্রবণ প্রস্তুত করতে হবে।
- ২। এর পর ফিল্টার কাগজের মাধ্যমে দ্রবণটিকে পরিস্রাবণ করে পরিস্রুত দ্রবণ অন্য বিকারে নিতে হবে।

- ৩। বিকারটিকে ত্রি-পদী স্ট্যান্ডের উপরে স্থাপিত তারজালির উপর বসিয়ে বুনসেন দীপের সাহায্যে উত্তপ্ত করে দ্রবণটিকে ঘনীভূত (সম্পৃক্ত) করতে হবে। দ্রবণটি সম্পৃক্ত হয়েছে কিনা জানার জন্য উত্তপ্ত ঘনীভূত দ্রবণের কিছু পরিমাণ একটি পরীক্ষা নলে নিয়ে ট্যাপের পানিতে ঠান্ডা করতে হবে। ঠান্ডা দ্রবণে কেলাস দেখা গেলেই দ্রবণটি সম্পৃক্ত হয়েছে বলে ধরে নেয়া যায়।
- ৪। সম্পৃক্ত উত্তপ্ত দ্রবণকে কিছুটা শীতল করার পর দ্রবণে সামান্য পরিমাণ বিশুদ্ধ গাঢ় HCl যোগ করতে হবে। এর ফলে বিশুদ্ধ NaCl এর কেলাস উৎপন্ন হয়ে নিচের দিকে জমা হতে থাকবে।
- ৫। উপরের স্বচ্ছ দ্রবণে আরও কিছু পরিমাণ বিশুদ্ধ গাঢ় HCl যোগ করলে কেলাসন প্রক্রিয়া শেষ হবে।
- ৬। পরিস্রাবণের সাহায্যে দ্রবণ থেকে NaCl এর কেলাস পৃথক করতে হবে এবং কেলাসগুলো NaCl এর গাঢ় দ্রবণে ধৌত করতে হবে।



চিত্র ২১.২: NaCl এর কেলাস প্রস্তুতি

- ৭। প্রাপ্ত কেলাসগুলোকে পোর্সেলিন বা চিনা মাটির ছড়ানো বেসিনে নিয়ে সামান্য উত্তপ্ত করুন। এর ফলে কেলাসের গায়ে লেগে থাকা HCl বাষ্পাকারে চলে যাবে। এভাবে প্রাপ্ত প্রায় শুষ্ক কেলাসগুলোকে বায়ুতে রেখে শুষ্ক করা হয়।
- ৮। দ্রুত শুষ্ক করার জন্য কেলাসগুলোকে অনার্দ্র CaCl_2 পূর্ণ একটি শোষকাধারে রাখা হয়। কিছুক্ষণ পর বিশুদ্ধ ও শুষ্ক NaCl কেলাস পাওয়া যায়।

পরীক্ষণের কার্যকারিতা (Efficiency):

- ১। বিশুদ্ধ কেলাসের শতকরা উৎপাদন: নিচের সমীকরণ ব্যবহার করে প্রাপ্ত বিশুদ্ধ কেলাসের শতকরা উৎপাদন নির্ণয় করা যায়:

$$\text{শতকরা উৎপাদন} = \frac{\text{বিশুদ্ধ ও শুষ্ক NaCl এর ভর}}{\text{অবিশুদ্ধ নমুনা NaCl এর ভর}} \times 100$$

শতকরা উৎপাদন নির্ণয় করে নমুনার বিশুদ্ধতা এবং পরীক্ষণের কার্যকারিতা সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায়।

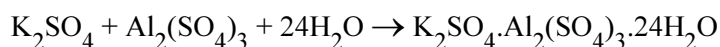
- ২। কেলাসের স্বচ্ছতা ও পরিচ্ছন্নতা অবলোকন করেও পরীক্ষণের কার্যকারিতা অর্থাৎ উৎপন্ন কেলাসের গুণগত মান সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায়।

২১.১.৪: পটাস অ্যালামের বিশুদ্ধ কেলাস প্রস্তুতি

তত্ত্ব: পটাস অ্যালাম বা ফিটকিরি একটি দ্বি-লবণ। পটাস অ্যালাম সাধারণ মানুষের কাছে ফিটকিরি নামে পরিচিত। এটি সাধারণত পানি বিশুদ্ধকরণ কাজে ব্যবহৃত হয়। এটি একটি দ্বি-লবণ অর্থাৎ দুটি লবণ (পটাসিয়াম সালফেট এবং অ্যালুমিনিয়াম সালফেট) এর সাধারণ মিশ্রণ। অ্যালাম কঠিন অবস্থায় সুনির্দিষ্ট আকৃতির কেলাস। পটাস অ্যালামের কেলাস অষ্টতলকীয় আকৃতি বিশিষ্ট। দ্বি-লবণকে দ্রবীভূত করলে দ্রবণে লবণের সবগুলো উপাদানই আয়নে বিয়োজিত হয় এবং দু'টি লবণের মিশ্রণের ন্যায় আচরণ করে।

পটাস অ্যালামে 24 অণু কেলাস পানি যুক্ত থাকে। এর রাসায়নিক সংকেত $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$

পটাসিয়াম সালফেট ও অ্যালুমিনিয়াম সালফেটের সম-আণবিক মিশ্রণের জলীয় দ্রবণ থেকে অ্যালাম প্রস্তুত করা হয়।



প্রয়োজনীয় উপকরণ ও রাসায়নিক দ্রব্য

৩টি বিকার, ১টি ফানেল, ত্রি-পদী স্ট্যান্ড, কাঁচদণ্ড, তারজালি, ফিল্টার কাগজ, অ্যালুমিনিয়াম সালফেট, পটাসিয়াম সালফেট ও গাঢ় H_2SO_4

কার্যপদ্ধতি

- একটি বিকারে 15 সেমি³ উষ্ণ পানিতে 10 গ্রাম অ্যালুমিনিয়াম সালফেট দ্রবীভূত করতে হবে। অন্য একটি বিকারে 10 সেমি³ উষ্ণ পানিতে 3 গ্রাম পটাসিয়াম সালফেট দ্রবীভূত করতে হবে।
- এই দু'টি দ্রবণকে অন্য একটি বিকারে মিশ্রিত করে মিশ্রণে 8/৫ ফোঁটা গাঢ় H_2SO_4 যোগ করে উত্তপ্ত করে সম্পৃক্ত করতে হবে।
- সম্পৃক্ত উত্তপ্ত দ্রবণকে ধীরে ধীরে শীতল করলে অ্যালামের কেলাস গঠিত হবে। দ্রবণে ফিটকিরির একটি ছোট কেলাস যোগ করলে স্ফটিকীকরণ দ্রুততর হয়। স্ফটিকীকরণের শেষ দিকে দ্রবণটিকে বরফ পানিতে নিমজ্জিত করলে স্ফটিকীকরণ সম্পূর্ণ হয়।
- পরিস্রাবণের সাহায্যে দ্রবণ থেকে অ্যালামের কেলাস পৃথক করতে হবে। ধৌত করার পর বায়ুতে শুষ্ক করে বিশুদ্ধ পটাস অ্যালামের স্ফটিক পাওয়া যায়।

পরীক্ষণের কার্যকারিতা

- বিশুদ্ধ কেলাসের শতকরা উৎপাদন = $\frac{\text{প্রাপ্ত কেলাসের ভর}}{(10+3) \text{ গ্রাম}} \times 100\%$
- কেলাসের আকৃতি, গঠন এবং স্বচ্ছতা থেকেও পরীক্ষণের মান সম্পর্কে ধারণা লাভ করা যায়।

সারসংক্ষেপ

- যে সব কঠিন পদার্থ ক্ষুদ্রাকার ও সমসত্ত্ব, যাদের সমতল মসৃণ পৃষ্ঠদেশ থাকে এবং পৃষ্ঠদেশগুলো একে অপরের সাথে মিলে সুনির্দিষ্ট জ্যামিতিক কাঠামো গঠন করে এবং এই কাঠামো স্বাভাবিকভাবেই গড়ে উঠে, তাদেরকে কেলাস বা স্ফটিক বলা হয়।
- কেলাস প্রস্তুতির প্রক্রিয়াকে কেলাসন বলা হয়।
- সাধারণভাবে কোন পদার্থের দ্রবণকে উত্তপ্ত করে সম্পৃক্ত করার পর সম্পৃক্ত দ্রবণকে ধীরে ধীরে শীতল করে কেলাস প্রস্তুত করা হয়।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন

বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

- ১। নিচের কোন যৌগ-দ্বয়ের কেলাস ঘনক আকৃতির?
ক) NaCl ও Na_2SO_4 খ) KCl ও $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
গ) NaCl ও KCl ঘ) KCl ও K_2SO_4
- ২। নিচের কোন পদার্থের উত্তপ্ত সম্পৃক্ত দ্রবণকে ধীরে ধীরে শীতল করলে কেলাস উৎপন্ন হবে।
ক) নিশাদল খ) KNO_3
গ) আয়োডিন ঘ) H_2SO_4
- ৩। দ্রুত শুষ্ক করার জন্য কেলাস সমূহকে
ক) অনর্দ্র অ্যালকোহল খ) অনর্দ্র Na_2SO_4
গ) অনর্দ্র CaCl_2 ঘ) অনর্দ্র CaSO_4 পূর্ণ শোষণকাধারে রাখা হয়।
- ৪। 40° সে. তাপমাত্রায় পটাস অ্যালামের দ্রাব্যতা 11.7 গ্রাম আর 10° সে. তাপমাত্রায় 4.0 গ্রাম। 40° সে. এ 100 সে.মি³. পানিতে সম্পৃক্ত পটাস অ্যালাম দ্রবণকে 10° সে. এ শীতল করলে কত গ্রাম পটাস অ্যালাম কেলাস পৃথক হবে?
ক) 4.0 গ্রাম খ) 11.7 গ্রাম
গ) 5.0 গ্রাম ঘ) 7.7 গ্রাম

রচনামূলক এবং সংক্ষিপ্ত উত্তরের প্রশ্ন

- ১। কেলাস কি? কেলাসের সংজ্ঞা লিখুন।
- ২। সমরূপ কেলাস কাকে বলে? সমরূপতা কি?
- ৩। কেলাস প্রস্তুতির বিভিন্ন প্রক্রিয়াগুলি সংক্ষেপে বর্ণনা করুন।
- ৪। NaCl লবণের কেলাস প্রস্তুতি সংক্ষেপে বর্ণনা করুন।
- ৫। বিশুদ্ধ কেলাসের শতকরা উৎপাদন কিভাবে গণনা করা হয় উদাহরণসহ লিখুন।

পাঠ-২ হাইড্রোজেন পারঅক্সাইডের বিয়োজন

ভূমিকা

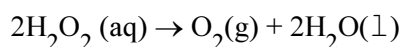
প্রকৃতি এবং পরীক্ষাগারে প্রতিনিয়তই অসংখ্য বিক্রিয়ার মাধ্যমে বিভিন্ন বস্তু তৈরী হচ্ছে অথবা করা হচ্ছে। এই বিক্রিয়াগুলির কোনটি খুব দ্রুত আবার কোনটি খুব ধীর গতি সম্পন্ন। কখনো কখনো বিক্রিয়ায় অতিরিক্ত কোন বস্তু যোগ করে বিক্রিয়ার গতিকে প্রভাবিত করা হবে। এ পাঠে একটি পরিচিত বিক্রিয়া (হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড) এর বিয়োজন বিক্রিয়ার উপর প্রভাবকের পরিক্ষামূলক প্রভাব আলোচনা করা হবে।

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে

- অনুঘটকের প্রভাব সম্পর্কে জানা যাবে
- বিক্রিয়ার গতি পরিমাপ ও গতির উপর বিক্রিয়ার প্রভাব জানা যাবে।

২১.২.১: ভূমিকা



এই বিক্রিয়াটিতে ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইডের উপস্থিতিতে H_2O_2 বিয়োজিত হয়ে O_2 গ্যাস উৎপন্ন করে। অনুঘটকের অনুপস্থিতিতে এই বিক্রিয়ার গতি অত্যন্ত ধীর। কাজেই উৎপন্ন O_2 এর পরিমাণ মাপা যায় না। এ কারনেই এ বিক্রিয়ায় অনুঘটক-ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইড ব্যবহার করা হয়।

বিক্রিয়ার জন্য আমরা লিখতে পারি

বিক্রিয়ার গতি = অক্সিজেন গ্যাস নির্গমনের হার

$$= \frac{\text{উৎপন্ন অক্সিজেনের অণুর সংখ্যা}}{\text{গৃহীত সময়}}$$

(∴ অণুর সংখ্যা আয়তনের সমানুপাতিক)

২১.২.২ উপকরণাদি

কনিকেল ফ্লাক্স, একটি স্টপওয়াচ, প্লাস্টিকের সিরিঞ্জ, বিভিন্ন ঘনমাত্রার 20 সিসি আয়তনের হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড ও ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইড (MnO_2)

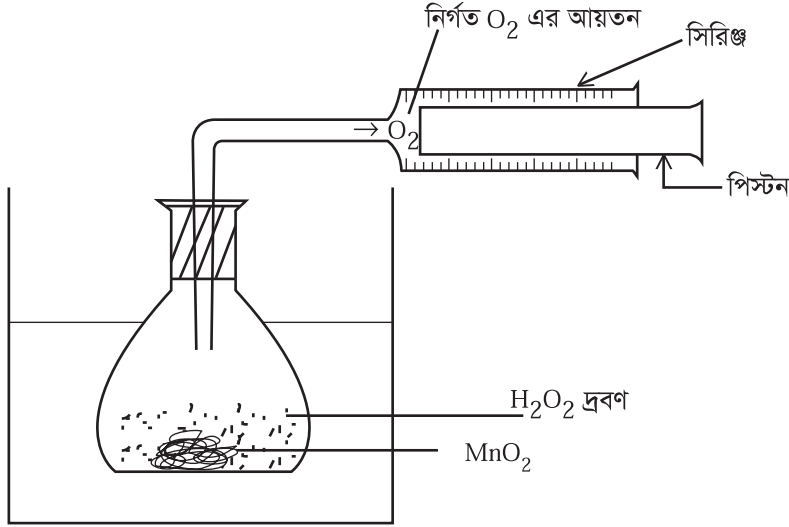
উপরের উল্লেখিত বিক্রিয়ায় অক্সিজেন উৎপাদনের হারের উপর অনুঘটকের প্রভাব পরীক্ষামূলকভাবে নির্ণয়ের প্রক্রিয়া নিচে উপস্থাপন করা হলো।

বিক্রিয়ার হার নির্ণয়ের জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণ ২১.৩ নং চিত্র অনুযায়ী সমন্বয় করে একটি পরীক্ষামূলক সেট-আপ তৈরী করতে হয়।

ক) বিক্রিয়ার গতির উপর অনুঘটকের প্রভাব

কার্যপ্রণালী

- ১) কনিকেল ফ্লাস্কে 48 সিসি পানি নেয়া হলো।
- ২) 20 আয়তনের H_2O_2 দ্রবণে 2 সিসি MnO_2 নিয়ে কনিকেল ফ্লাস্কে তা যোগ করে সঙ্গে সঙ্গে ফ্লাস্কে মুখ বন্ধ করে দিতে হবে। এবার মিশ্রণটিকে ভালকরে নাড়তে হবে। উৎপন্ন O_2 গ্যাস নির্গমণ নল দিয়ে বের হয়ে প্লাস্টিক সিরিঞ্জে জমা হবে। প্রাথমিক অবস্থায় সিরিঞ্জের পিস্টনটি সম্পূর্ণভাবে ঢুকানো থাকতে হবে। কিছুক্ষণ অপেক্ষা করার পরও এই পরীক্ষায় কোন O_2 উৎপন্ন না হওয়ায় পিস্টনটির স্থান পরিবর্তিত হয় না। কাজেই অনুঘটকের অনুপস্থিতিতে বিক্রিয়াটি ঘটেনি।



চিত্র ২১.৩: হাইড্রোজেন পারঅক্সাইডের বিয়োজনের হার নির্ণয়

- ৩) এখন ফ্লাস্কের মুখ খুলে এর মধ্যে সামান্য পরিমাণ MnO_2 যোগ করে ফ্লাস্কের মুখ সঙ্গে সঙ্গে বন্ধ করে মিশ্রণটিকে নাড়তে হবে। সময়ের সাথে সাথে এবার পিস্টনটির অবস্থানের পরিবর্তন দেখা যাবে। পিস্টনটি বাইরের দিকে সরতে থাকবে অর্থাৎ MnO_2 এর উপস্থিতিতে বিক্রিয়া সংঘটিত হয়ে অক্সিজেন সিরিঞ্জে জমা হবে।

সময়ের সাথে সাথে সিরিঞ্জের দাগ থেকে উৎপন্ন অক্সিজেনের আয়তন মেপে নিচের ২১.২ নং সারণিতে লিখতে হবে।

২১.২.৩: অক্সিজেন নির্গমণের হারের উপর H_2O_2 দ্রবণের পরিমাণের প্রভাব

- ১) এবার কনিকেল ফ্লাস্কটি পরিষ্কার করে এর মধ্যে পানি ও H_2O_2 এর বিভিন্ন পরিমাণ নিয়ে প্রতিবার উপরের কার্য ধারার পুনরাবৃত্তি করতে হবে।

ফ্লাস্কে নেয়া বিভিন্ন মিশ্রণের পরিমাণ নিম্নরূপ হবে:

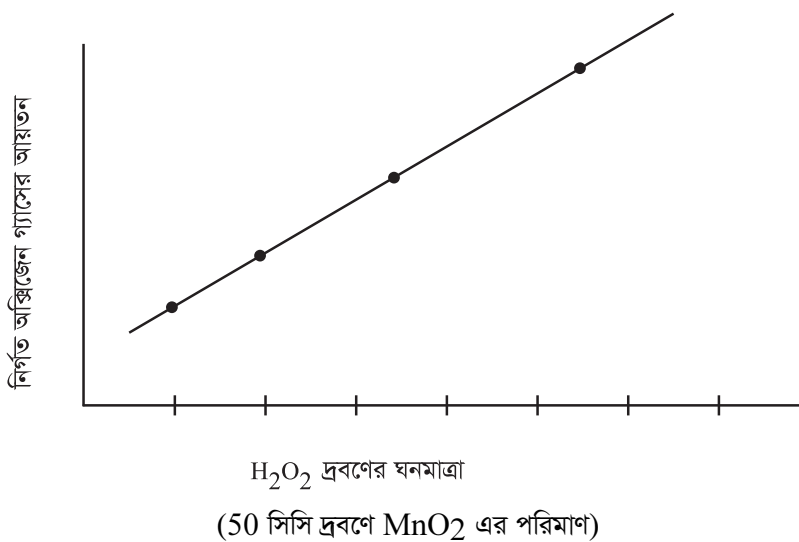
- i) 50 আয়তন H_2O_2 দ্রবণে 49 সিসি পানি ও 1 সিসি H_2O_2
- ii) 50 আয়তন H_2O_2 দ্রবণে 46 সিসি পানি ও 4 সিসি H_2O_2
- iii) 50 আয়তন H_2O_2 দ্রবণে 43 সিসি পানি ও 7 সিসি H_2O_2

প্রত্যেক বার একই পরিমাণ MnO_2 যোগ করা হবে এবং 30 সেকেন্ড পর পর উৎপন্ন অক্সিজেনের পরিমাণ সারণিতে লিপিবদ্ধ করা হবে।

সারণি-২১.২: বিভিন্ন সময়ে সিরিঞ্জে সংগৃহীত অক্সিজেন গ্যাসের আয়তন।

সময় (সেকেন্ড)	অক্সিজেন গ্যাসের সংগৃহীত আয়তন (সিসি)			
	1 সিসি H_2O_2 দ্রবণ	2 সিসি H_2O_2 দ্রবণ	4 সিসি H_2O_2 দ্রবণ	7 সিসি H_2O_2 দ্রবণ
0				
30				
60				
90				
120				

৫) নির্গত অক্সিজেনের আয়তন H_2O_2 দ্রবণের ঘনমাত্রার বিপরীতে বসিয়ে লেখচিত্র আঁকুন। বিয়োজন বিক্রিয়ার গতির উপর বিক্রিয়কের ঘনমাত্রার প্রভাব কি বর্ণনা করুন।



চিত্র ২১.৪: অক্সিজেনের আয়তন বনাম H_2O_2 এর ঘনমাত্রার লেখচিত্র

অনুশীলনী

- ১। বিক্রিয়ার গতি কি?
- ২। অনুঘটকের কাজ কি?
- ৩। নীচের মান থেকে
 - i) সময়ের বিপরীতে O_2 গ্যাসের আয়তনের একটি লেখচিত্র আঁকুন
 - ii) বিক্রিয়াটি অর্ধায়ুকাল কত?

পাঠ-৩ দ্রবণ তাপ নির্ণয়

ভূমিকা

সরবত, স্যালাইন-পানি, গ্লুকোজ-পানি, লেবুর রস-পানি প্রভৃতি আমরা প্রায়শই খেয়ে থাকি। রসায়ন শাস্ত্রে এগুলিকে দ্রবণ বলা হয়। একটু লক্ষ্য করা হলে দেখা যাবে- এগুলি তৈরীর সময় (অর্থাৎ দ্রবণ তৈরীর সময়) হয় তাপ নির্গত হয় নতুবা তাপ শোষিত হয়। একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ (1.0 গ্রাম মোল) কোন বস্তু (দ্রব) প্রচুর পরিমাণ পানিতে দ্রবীভূত করা হলে তাপের যে পরিবর্তন ঘটে তাকে দ্রবণ তাপ বলা হয়। এই পাঠে দ্রবণ তাপ নির্ণয় পদ্ধতি আলোচনা করা হবে।

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে

- দ্রবণ তাপ কি তা জানা যাবে।
- পটাসিয়াম নাইট্রেটের দ্রবণ তাপ নির্ণয়ের পদ্ধতি জানা যাবে।

২১.৩.১: দ্রবণ তাপ

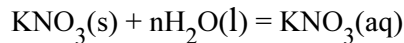
একটি বস্তু (দ্রব) কে উপযুক্ত কোন একটি দ্রাবক-এ দ্রবীভূত করে দ্রবণ তৈরী করলে দ্রবণের মোট শক্তি যদি মিশ্রণের পূর্বে দ্রব ও দ্রাবকের মোট শক্তির যোগফল থেকে কম বা বেশী হয়, তাহলে দ্রবণে যথাক্রমে তাপের উদ্ভব বা শোষণ ঘটে। মনে করি কোন একটি দ্রবের শক্তি H_1 দ্রাবকের শক্তি H_2 এবং উহাদের দিয়ে তৈরী দ্রবণের মোট শক্তি H তাহলে দ্রবণ তৈরীর প্রক্রিয়ায় শক্তির পরিবর্তন অর্থাৎ এনথালপির পরিবর্তন হবে-

$$\Delta H = H - (H_2 + H_1)$$

এখন দ্রবের পরিমাণ যদি 1.0g মোল এবং দ্রাবকের পরিমাণ যদি প্রচুর হয়, তাহলে ΔH কে দ্রবণ তাপ বলা হবে। অর্থাৎ কোন দ্রবের 1 গ্রাম মোল নিয়ে প্রচুর পরিমাণ দ্রাবকে দ্রবীভূত করলে তাপের যে পরিবর্তন হয় তাকে ঐ দ্রবের দ্রবণ তাপ বলে।

২১.৩.২: পটাসিয়াম নাইট্রেটের দ্রবণ তাপ নির্ণয়

তত্ত্ব : যথেষ্ট পরিমাণ পানিতে এক মোল পটাসিয়াম নাইট্রেট দ্রবীভূত করার পর যে তাপ শোষিত হয় বা যে পরিমাণ এনথালপির পরিবর্তন ঘটে তা-ই পটাসিয়াম নাইট্রেটের দ্রবণ তাপ। এখানে যথেষ্ট পরিমাণ পানি বলতে এমন পরিমাণ পানিকে বুঝায় যাতে এক মোল পটাসিয়াম নাইট্রেট দ্রবীভূত করার পর দ্রবণটিকে আরও লঘু করলেও শোষিত তাপের কোন পরিবর্তন ঘটে না। প্রক্রিয়া নিম্নরূপ-



এখানে দ্রবণ তাপ নির্ণয়ের ক্ষেত্রে যে পরিমাণ তাপ শোষিত হয় তা অবশ্যই দ্রবণ ও নাড়ানীসহ ক্যালরিমিটারকে নিম্ন তাপমাত্রায় অবনমিত করতে ক্যালোরিমিটার ও নাড়ানী থেকে যে পরিমাণ তাপ হ্রাস পায় তার সমান হবে। m_1 গ্রাম পটাসিয়াম নাইট্রেট m_2 গ্রাম পানিতে দ্রবীভূত হলে যে তাপ শোষিত হয় তা নিচের সমীকরণ হতে সহজেই পাওয়া যায়।

$$\Delta H = (m_1s_1 + m_2s_2 + m_3s_3)(t_2 - t_1) \text{ ক্যালরি}$$

এখানে t_1 দ্বারা প্রাথমিক তাপমাত্রা, t_2 দ্বারা সর্বনিম্ন তাপমাত্রা, m_3 দ্বারা নাড়ানীসহ ক্যালরিমিটারের ভর ও S দ্বারা আপেক্ষিক তাপ বুঝায়।

প্রয়োজনীয় দ্রব্যাদি: কাঁচের বীকার (ক্যালরিমিটার) ও কাঁচদণ্ড (নাড়ানী), প্রতি ডিগ্রীকে 10 ক্ষুদ্র ভাগে বিভক্ত থার্মোমিটার, পটাসিয়াম নাইট্রেট, পানি ইত্যাদি।

কার্যপ্রণালী: 500 সেমি³ আয়তনের একটি কাঁচের বীকার (ক্যালোরিমিটার) ও কাঁচদণ্ড (নাড়ানী)-কে ভালভাবে পরিষ্কার করে শুকিয়ে নিতে হবে। তারপর নাড়ানীসহ শূন্য ক্যালোরিমিটারকে সাধারণ নিষ্ক্রিকে ওজন করতে হবে। পরে এই ক্যালোরিমিটারে 200 সেমি³ পাতিত পানি নিয়ে নাড়ানীসহ পুনরায় ওজন করতে হবে। এভাবে m_2 ও m_3 ভর দুটি বের করতে হবে।

নাড়ানী ও পানিসহ ক্যালোরিমিটারকে একটি তাপ অপরিবাহী পাত্রের ভিতরে (কাঠের বাক্স) এমন ভাবে রাখতে হবে যাতে পরিবহনের ফলে তাপের পার্থক্য না ঘটতে পারে। পরিবহন রোধের জন্য তাপ অপরিবাহী পাত্র ও ক্যালরিমিটারের মধ্যে ফাঁকা স্থান শুষ্ক তুলো দিয়ে পূর্ণ করে রাখতে হবে।

একটি স্ট্যান্ডের সাহায্যে একটি থার্মোমিটার এমনভাবে ঝুলিয়ে দিতে হবে যেন তার বাল্ব তরলে ডুবে থাকে। এবার থার্মোমিটারের সাহায্যে তরলের স্থির প্রাথমিক তাপমাত্রা (t_1) নির্ণয় করতে হবে।

স্থির তাপমাত্রা পাওয়ার পর ক্যালোরিমিটারে 5 গ্রাম বিচূর্ণ পটাসিয়াম নাইট্রেট যত দ্রুত সম্ভব যোগ করে থার্মোমিটার হতে তাপমাত্রা দেখে খাতায় নোট করতে হবে। প্রতি আধ মিনিট পরপর থার্মোমিটারে তাপমাত্রা পর্যবেক্ষণ করে খাতায় নোট করতে হবে। এভাবে ক্রমাগত 15 মিনিট তাপমাত্রা রেকর্ড করার পর প্রাপ্ত ডাটা নিয়ে ছক কাগজে সময়ের বিপরীতে তাপমাত্রাকে আলোচিত করে প্রাপ্ত লেখচিত্রে হতে সর্বনিম্ন তাপমাত্রা (t_2) বের করতে হবে।

পরীক্ষালব্ধ ফলাফলঃ

KNO_3 (দ্রব)-এর ভর = m_1 গ্রাম

শূন্য ক্যালোরিমিটার + নাড়ানীর ভর = m_3 গ্রাম

ক্যালোরিমিটার + নাড়ানী + পানির ভর = a গ্রাম

∴ পানির ভর = $(a - m_3) = m_2$ গ্রাম

প্রাথমিক তাপমাত্রা = t_1^0 সে.

সর্বনিম্ন তাপমাত্রা = t_2^0 সে

কাঁচের আপেক্ষিক তাপ = 0.16

সময় ও তাপমাত্রা নোটকরণ

সময় মিনিটে	1	2	3	4	5	$5\frac{1}{2}$	6	$6\frac{1}{2}$	7	$7\frac{1}{2}$	8	9	10
তাপমাত্রা (0 সে.)													

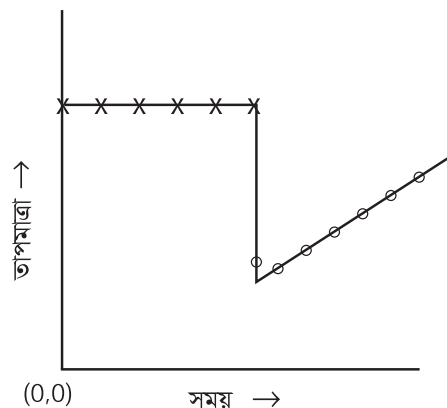
গণনাঃ

$$\Delta H = (m_1s_1 + m_2s_2 + m_3s_3)(t_2 - t_1) = Q \text{ ক্যালরি}$$

$$KNO_3\text{-এর আণবিক ভর} = 101.1$$

$$\therefore KNO_3\text{-এর মোলার দ্রবণ তাপ} = \frac{Q \times 101.1}{5} \text{ ক্যালরি}$$

$$= \frac{Q \times 101.1 \times 4.184}{1000 \times 5} \text{ কিলোজুল।}$$



চিত্র-২১.৫: তাপমাত্রা-সময় লেখচিত্র

পাঠ ৪ প্রশমন তাপ

ভূমিকা

অম্ল বা এসিড-ক্ষার প্রশমন একটি অতি সাধারণ বিক্রিয়া। এই বিক্রিয়ায় তাপ উৎপাদিত হয়। অম্ল-ক্ষার প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপাদিত তাপ নির্ণয় ব্যবহারিক রসায়নের একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। এই পাঠে অম্ল-ক্ষার প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপাদিত তাপ পরীক্ষামূলকভাবে নির্ণয়ের পদ্ধতি আলোচনা করা হবে।

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে-

- প্রশমন তাপ কি তা জানা যাবে।
- তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের বিক্রিয়ার প্রশমন তাপ নির্ণয়ের পদ্ধতি জানা যাবে।

২১.৪.১: প্রশমন তাপ

এসিড ও ক্ষার বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে। এ বিক্রিয়াকে প্রশমন বিক্রিয়া বলে। প্রশমন বিক্রিয়া একটি তাপ উৎপাদী বিক্রিয়া।

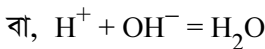
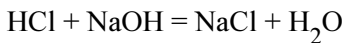
এক ক্ষারকীয় এসিডের গ্রাম মোলের লঘু দ্রবণকে ক্ষারের লঘু দ্রবণ দ্বারা সম্পূর্ণরূপে প্রশমিত করলে যে পরিমাণ তাপ উৎপন্ন হয় তাই ঐ এসিডের প্রশমন তাপ। দ্বি ক্ষারকীয় বা ত্রি ক্ষারকীয় এসিডের প্রশমন তাপ নির্ণয়ে যথাক্রমে $\frac{1}{2}$ গ্রাম মোল ও $\frac{1}{3}$ গ্রাম মোল নেয়া হয়। প্রশমন বিক্রিয়ায় H^+ ও OH^- এর সংযোগে H_2O উৎপন্ন হয়। এ জন্য সকল প্রশমন বিক্রিয়ায় নীতিগতভাবে সমান তাপ উৎপন্ন হওয়ার কথা। বাস্তবে শুধু তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের ক্ষেত্রে প্রশমন তাপ স্থির থাকে এবং এই মান প্রায় $-57.5kJ$ ।

২১.৪.২ তীব্র এসিড (HCl) ও তীব্র ক্ষার (NaOH)-এর প্রশমন তাপ নির্ণয়

তত্ত্ব : এক গ্রাম-তুল্য ভর পরিমাণ এসিডকে ক্ষার দ্বারা সম্পূর্ণভাবে প্রশমিত করলে বা এক গ্রাম-তুল্য ভর পরিমাণ ক্ষারকে সম্পূর্ণভাবে এসিড দ্বারা প্রশমিত করলে যে পরিমাণ তাপ উৎপন্ন হয় বা এনথালপির পরিবর্তন ঘটে তাকে প্রশমন তাপ বলে।

এসিড-ক্ষার বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী।

প্রশমনকালে নিম্নরূপ বিক্রিয়া ঘটে-



যদি S মোলারটি বিশিষ্ট V সেমি³ HCl কে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্বারা প্রশমিত করা হয়, তবে প্রশমন তাপ, ΔH -এর মান নিচের সমীকরণ ব্যবহার করে বের করা যায়।

$$\Delta H = \frac{1}{S \times V} [m_1s_1 + m_2s_2] (t_2 - t_1) \text{ কিলোজুল/গ্রাম তুল্য ভর} \dots \dots \dots (২১.১)$$

এখানে, m_1 = দ্রবের ভর

s_1 = দ্রবের আপেক্ষিক তাপ ($4.184 \text{ জুল K}^{-1} \text{ গ্রাম}^{-1}$)

m_2 = ক্যালোরিমিটার, থার্মোমিটার ও নাড়ানীর একত্রে ভর

s_2 = কাঁচের আপেক্ষিক তাপ ($0.66944 \text{ জুল K}^{-1} \text{ গ্রাম}^{-1}$)

V = HCl-এর আয়তন (সেমি³)

S = HCl-এর মোলারিটি

উল্লেখ্য যে, এক ক্ষারীয় এসিড প্রশমনের ক্ষেত্রে ΔH প্রতি মোল ও ΔH প্রতি গ্রাম তুল্য ভরের মান একই।

প্রয়োজনীয় দ্রব্যাদি: ক্যালোরিমিটার (250 সেমি³ বীকার), থার্মোমিটার (প্রতি ডিগ্রীকে 10 ভাগে বিভক্ত), কাঁচ দণ্ড (নাড়ানী), বুরেট, পিপেট, কনিক্যাল ফ্লাস্ক ও মাপন ফ্লাস্ক এবং NaOH দ্রবণ, HCl দ্রবণ, ফেনফথ্যালিন (নির্দেশক), অক্সালিক এসিড ও পাতিত পানি।

কাজের ধারা: সঠিকভাবে ওজন করে অক্সালিক এসিডের এক-দশমাংশ মোলার দ্রবণ প্রস্তুত করতে হবে। প্রদত্ত মোটামুটি 0.1 M NaOH দ্রবণের সঠিক মাত্রা প্রমাণ অক্সালিক এসিড দ্বারা টাইট্রেশন করে বের করতে হবে।

একটি 250 সেমি³ কাঁচের বীকার (ক্যালোরিমিটার), একটি কাঁচ দণ্ডকে (নাড়ানী) ভালভাবে পরিষ্কার করে ও শুকিয়ে একটি সাধারণ নিজির সাহায্যে একত্রে ওজন নিতে হবে।

মোটামুটিভাবে জ্ঞাত শক্তির (2M) একটি হাইড্রোক্সালিক এসিড দ্রবণকে প্রমাণ NaOH দ্রবণের সাহায্যে টাইট্রেশন করে তার সঠিক মাত্রা বের করতে হবে।

ক্যালোরিমিটার (250 সেমি³ বীকার)-কে একটি কাঁচের বাস্কে রাখতে হবে এবং ক্যালোরিমিটার ও কাঁচের বাস্কের মধ্যের ফাঁকা জায়গা শুকনা তুলা দিয়ে ভর্তি করতে হবে যাতে তাপের পরিবহন খুব কম হয়। ক্যালোরিমিটারে 200 সেমি³ NaOH দ্রবণ যোগ করে তাতে নাড়ানী (কাঁচদণ্ড) রেখে এবং ক্ল্যাম্পের সাহায্যে একটি থার্মোমিটার ঐ দ্রবণের মধ্যে এমনভাবে ঝুলিয়ে দিতে হবে যেন থার্মোমিটারের বাল্ব দ্রবণে ডুবে থাকে। ক্যালোরিমিটারস্থিত 200 সেমি³ NaOH দ্রবণকে প্রশমিত করতে যতটুকু HCl (পূর্বাঙ্কে টাইট্রেশনকৃত)-এর প্রয়োজন হয় তার চেয়ে 1.0 সেমি³ বেশি ঐ HCl দ্রবণ একটি পরীক্ষা নলে পৃথক করে রেখে দিতে হবে। তারপর দ্রবণকে ভালভাবে নেড়ে আধ মিনিট পরপর তার তাপমাত্রা পর্যবেক্ষণ করতে হবে। এভাবে ক্রমাগত 8/৫ মিনিট পর্যন্ত দ্রবণের স্থির তাপমাত্রা রেকর্ড করে তা থেকে দ্রবণের প্রাথমিক তাপমাত্রা t_1^0 সে পাওয়া যাবে।

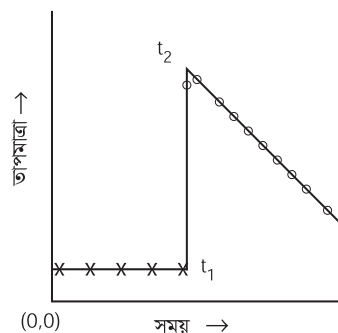
স্থির প্রাথমিক তাপমাত্রা পাওয়ার পর এই ক্যালোরিমিটারে আলাদা করে রাখা পরীক্ষা নলস্থিত HCl দ্রবণকে একবারে এর মধ্যে ঢেলে দিতে হবে ও সাথে সাথে তাপমাত্রা পর্যবেক্ষণ করতে হবে। প্রতি আধ মিনিট পরপর তাপমাত্রা পর্যবেক্ষণ করে লিপিবদ্ধ করতে হবে। প্রথমে তাপমাত্রা বাড়তে থাকে এবং সর্বোচ্চ মানে পৌঁছার পর তাপমাত্রা পুনরায় কমতে থাকে। এভাবে সর্বোচ্চ তাপমাত্রা t_2^0 বের করতে হবে।

পরীক্ষা শেষে দ্রবণসহ ক্যালোরিমিটারের ওজন সাধারণ নিজির সাহায্যে দিতে হবে।

পরীক্ষালব্ধ উপাত্ত

(১) 0.1M অক্সালিক এসিড দ্রবণ প্রস্তুতি:

ধরা যাক 250 সেমি³ 0.1M অক্সালিক এসিড দ্রবণ প্রস্তুত করা হবে।



চিত্র ২১.৬: তাপমাত্রা বনাম সময় লেখচিত্র

১ম ভর (ওজন বোতল + ঢাকনা + অক্সালিক এসিড) = a গ্রাম

২য় ভর (ওজন বোতল + ঢাকনা + অক্সালিক এসিড) = b গ্রাম

∴ গৃহীত অক্সালিক এসিডের ভর = (a-b) গ্রাম।

∴ অক্সালিক এসিড দ্রবণের মাত্রা = $\frac{a-b}{3.15} \times 0.1(M)$

[উলে- খ্য অক্সালিক এসিডের আণবিক ভর = 126

∴ 250 সেমি^৩ 0.1M দ্রবণের জন্য অক্সালিক এসিডের প্রয়োজন হয় = 3.15 গ্রাম]

(২) NaOH দ্রবণকে প্রমাণ অক্সালিক এসিড দ্রবণের সাহায্যে টাইট্রেশন

পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	অক্সালিক এসিডের আয়তন (সেমি ^৩)	NaOH-এর আয়তন (বুরেট লিখন) সেমি ^৩				NaOH-এর মাত্রা
		প্রথম	শেষ	পার্থক্য	গড়	
1						
2						
3						

(৩) HCl দ্রবণের মাত্রা নির্ণয়

পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	HCl-এর আয়তন সেমি ^৩	HCl-এর আয়তন (বুরেট লিখন) সেমি ^৩				HCl-এর মাত্রা
		প্রথম	শেষ	পার্থক্য	গড়	
1						
2						
3						

(৪) থার্মোমিটারের সাহায্যে তাপমাত্রা নির্ণয়

← মিশ্রণের পূর্বে → ← মিশ্রণের পরে →

সময় মিনিটে	1	2	3	4	5	5½	6	6½	7	7½	8	9	10
তাপমাত্রা (° সে.)													

প্রাথমিক (স্থির) তাপমাত্রা = t_1^0 সে.

সর্বোচ্চ তাপমাত্রা (লেখচিত্র হতে) = t_2^0 সে.

ফলাফলঃ পরীক্ষায় প্রাপ্ত ডাটা হতে ২১.১ নং সমীকরণ ব্যবহার করে প্রশমন তাপের মান বের করা হল।