

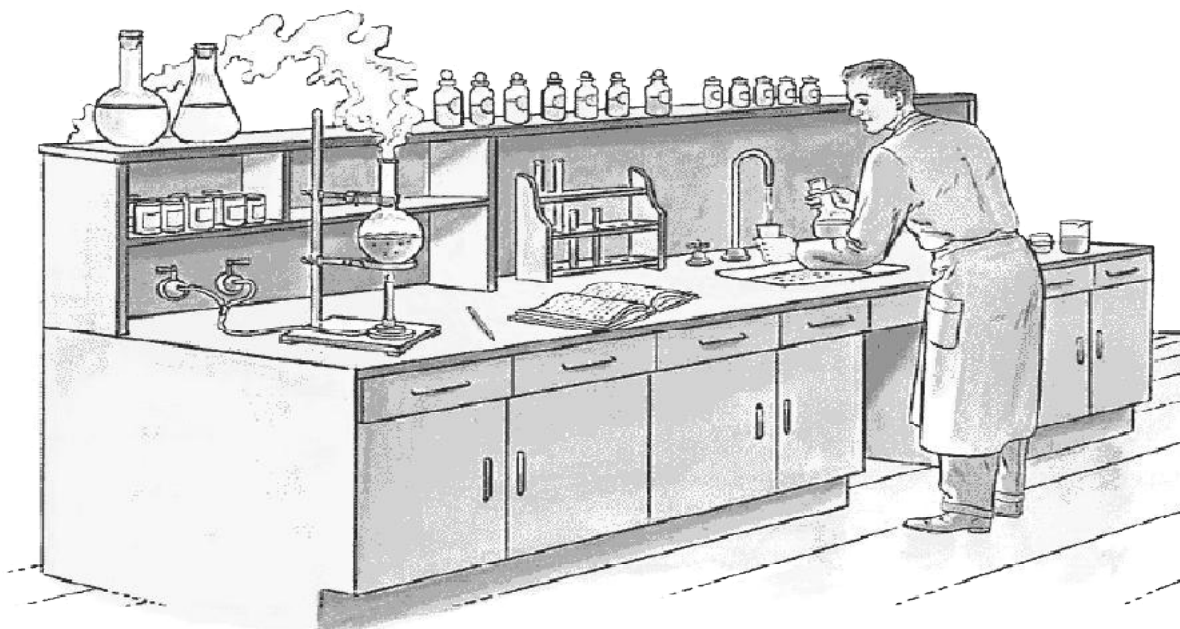
ব্যবহারিক রসায়ন Practical Chemistry

ইউনিট
৯



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 সনাক্তকরণ ও পরিমাণ নির্ণয়।



ইউনিট সমাপ্তির সময়

ইউনিট সমাপ্তির সর্বোচ্চ সময় ৪ সপ্তাহ

এই ইউনিটের পাঠসমূহ

- পাঠ-৯.১ : রাসায়নিক বিশ্লেষণ
- পাঠ-৯.২ : মৌলের দ্রবণীয় অক্সাইডের অম্ল ও ক্ষার ধর্ম নিরূপন
- পাঠ-৯.৩ : ক্ষারকীয় মূলকের সিজু পরীক্ষা
- পাঠ-৯.৪ : অম্লীয় মূলকের সিজু পরীক্ষা
- পাঠ-৯.৫ : পেপার ক্রোমাটোগ্রাফির সাহায্যে মিশ্রণ থেকে যৌগ পৃথকীকরণ
- পাঠ-৯.৬ : বাজারের খাদ্য লবণ থেকে বিশুদ্ধ NaCl প্রস্তুতি
- পাঠ-৯.৭ : পরীক্ষার মাধ্যমে পানির ডাইপোলার উপস্থিতি প্রমাণ
- পাঠ-৯.৮ : ক্যালরিমিতিক পদ্ধতিতে অক্সালিক এসিডের দ্রবণ তাপ নির্ণয়

পাঠ-৯.১

রাসায়নিক বিশ্লেষণ



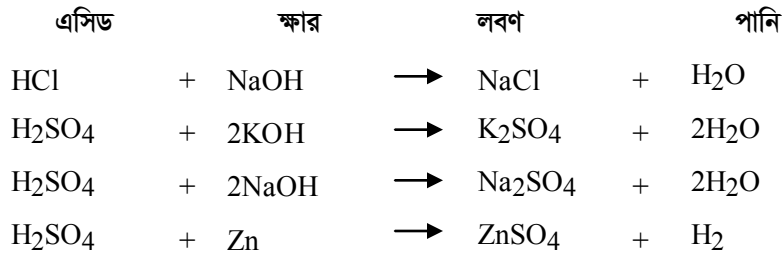
যে প্রক্রিয়ার মাধ্যমে একটি অজানা লবণের (যৌগের) গুণগত ও পরিমাণগত দিক সম্পর্কে সম্যক জানা যায় তাকেই রাসায়নিক বিশ্লেষণ বলা হয়। রাসায়নিক বিশ্লেষণকে প্রধানত দুটি ভাগে ভাগ করা হয়। যথা-

(i) গুণগত বা আঙ্গিক বিশ্লেষণ (Qualitative analysis) এবং

(ii) পরিমাণগত বা মাত্রিক বিশ্লেষণ (Quantitative analysis)

আঙ্গিক ও গুণগত বিশ্লেষণের সাহায্যে লবণে কি কি মৌল বা মূলক উপস্থিত থাকে তা জানা যায় আর মাত্রিক বা পরিমাণগত বিশ্লেষণের সাহায্যে উপস্থিত মৌল বা মূলকের পরিমাণ নির্ণয় করা হয়। আঙ্গিক ও গুণগত বিশ্লেষণ আলোচনার পূর্বে চলুন আমরা অজৈব লবণ সম্পর্কে জেনে নিই।

অজৈব লবণ: লবণ একটি যৌগিক পদার্থ। এসিড ও ক্ষারের বিক্রিয়ায় লবণ ও পানি উৎপন্ন হয়। কোন অজৈব এসিডের হাইড্রোজেন কোন ধাতু বা ধাতুর ন্যায় ক্রিয়াশীল মূলকের সাহায্যে সম্পূর্ণ বা আংশিক প্রতিস্থাপিত হলে লবণ উৎপন্ন হয়। যেমন,



এসিড ও ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় এসিডের হাইড্রোজেন পরমাণু বা পরমাণুসমূহ সম্পূর্ণ বা আংশিক ভাবে ক্ষারকের ধাতু বা ধাতুর ন্যায় ক্রিয়াশীল মূলক (radical) দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে লবণ উৎপন্ন করে। সুতরাং বলা যায় লবণের এক অংশ ক্ষারক হতে এবং অন্য অংশ এসিড হতে প্রাপ্ত। লবণের যে অংশ ক্ষারক হতে প্রাপ্ত তাকে ক্ষারকীয় মূলক (basic radical) এবং যে অংশ এসিড হতে প্রাপ্ত তাকে অম্লীয় মূলক বা এসিডিক মূলক (acidic radical) বলা হয়। যেমন-

লবণ	ক্ষারকীয় মূলক	অম্লীয় মূলক
NaCl	Na ⁺	Cl ⁻
Na ₂ CO ₃	Na ⁺	CO ₃ ²⁻
CaSO ₄	Ca ²⁺	SO ₄ ²⁻
NH ₄ Br	NH ₄ ⁺	Br ⁻
KNO ₃	K ⁺	NO ₃ ⁻

আলোচনা থেকে আমরা বুঝতে পারলাম যে, অজৈব লবণে দুটি মূলক থাকে। একটি ক্ষারকীয় মূলক ও অপরটি অম্লীয় মূলক। ক্ষারকীয় মূলক ধনাত্মক চার্জযুক্ত, অন্যদিকে অম্লীয় মূলক ঋনাত্মক চার্জযুক্ত। ক্ষারকীয় মূলক বা ধনাত্মক মূলক ক্যাটায়ন (Cation) এবং অম্লীয় মূলক বা ঋনাত্মক মূলক অ্যানায়ন (anion) নামে পরিচিত।

অজৈব লবণ প্রধানত ছয় প্রকার হতে পারে। যথা-

- পূর্ণ সরল লবণ (Simple salt) : NaCl, KNO₃, CaCO₃ ইত্যাদি।
- অম্লীয় বা আংশিক লবণ : Mg(HSO₄)₂, NaHCO₃
- ক্ষারকীয় লবণ : Na₂CO₃, CuSO₄
- দ্বি-লবণ (Double salt) : K₂SO₄.Al₂(SO₄)₃.2H₂O

(v) জটিল লবণ (Complex salt) : $K_4[Fe(CN)_6]$

(vi) মিশ্র লবণ : $NaKSO_4$

(i) গুণগত বা আঙ্গিক বিশ্লেষণ (Qualitative analysis)

যে বিশ্লেষণের সাহায্যে একটি যৌগে বা লবণে উপস্থিত মূলক সম্পর্কে জানা যায় তাকে গুণগত বা আঙ্গিক বিশ্লেষণ বলে। অজৈব লবণ সনাক্ত করণের জন্য আঙ্গিক বিশ্লেষণ প্রণালী ব্যবহৃত হয়। আঙ্গিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে একটি লবণে কি কি মূলক উপস্থিত আছে তা জানা যায়। আঙ্গিক বিশ্লেষণ প্রধানত: দু'টি অংশে বিভক্ত। যথা-

ক) শুষ্ক পরীক্ষা (Dry Test)

খ) সিক্ত পরীক্ষা (Wet Test)

ক) শুষ্ক পরীক্ষা (Dry Test): অজানা নমুনা লবনকে লইয়া সরাসরি পরীক্ষা করাকে অর্থাৎ নমুনা লবনকে শুষ্ক অবস্থায় শুধু তাপ প্রয়োগ করে কিংবা বিকারকের সাথে বিক্রিয়া ঘটিয়ে সনাক্ত করার পদ্ধতিকে শুষ্ক পরীক্ষা বলে। শুষ্ক পরীক্ষার সাহায্যে লবণে উপস্থিত মূলকগুলো সম্পর্কে ধারণা পাওয়া গেলেও এদের সম্পর্কে নিশ্চিত হওয়া বা স্থির সিদ্ধান্তে পৌঁছা যায় না। স্থির সিদ্ধান্তে পৌঁছাতে হলে সিক্ত পরীক্ষার সাহায্য নিতে হয়। ক্ষারকীয় মূলকগুলোর যে সব শুষ্ক পরীক্ষা করা হয় সেগুলো হচ্ছে (i) তাপ পরীক্ষা (Heat test), (ii) কাঠ কয়লা খন্ড পরীক্ষা (Charcoal block test) (iii) কার্বন বিজারণ ও কার্বন জারণ পরীক্ষা, (iv) কোবাল্ট নাইট্রেট পরীক্ষা (Cobalt nitrate test), (v) শিখা পরীক্ষা (Flame test) এবং (vi) বোরাক্সগুটি পরীক্ষা (Borax bead test)।

খ) সিক্ত পরীক্ষা (Wet Test): অজানা নমুনা লবনকে দ্রবণে নিয়ে পরীক্ষা করার পদ্ধতিকে সিক্ত পরীক্ষা বলে। সিক্ত পরীক্ষার সাহায্যে লবণে উপস্থিত মূলকগুলো সম্পর্কে নিশ্চিত হওয়া ও স্থির সিদ্ধান্তে পৌঁছা যায়। আঙ্গিক বিশ্লেষণের জন্য সিক্ত পরীক্ষার শুরুতে অজানা নমুনা লবনের দ্রাব্যতা পরীক্ষা করা হয়।

(ii) পরিমাণগত বা মাত্রিক বিশ্লেষণ (Quantitative analysis)

যে রাসায়নিক বিশ্লেষণের সাহায্যে কোন মিশ্রনের মধ্যে কি পরিমাণে প্রতিটি উপাদান বিদ্যমান আছে, তাহা নির্ণয় করা যায় উহাকে মাত্রিক বিশ্লেষণ বলা হয়। মাত্রিক বা পরিমাণগত বিশ্লেষণের সাহায্যে কোন নমুনায় উপস্থিত মৌল বা মূলকের পরিমাণ নির্ণয় করা হয়। মাত্রিক বিশ্লেষণ প্রধানত দুই প্রকার। যথা-

ক) আয়তনিক বিশ্লেষণ (Volumetric analysis)

খ) ভর বা ওজন মাত্রিক বিশ্লেষণ (Gravimetric analysis)

ক) আয়তনিক বিশ্লেষণ (Volumetric analysis)

যে মাত্রিক বিশ্লেষণে কোন অজ্ঞাত ঘনমাত্রার দ্রবণের নির্দিষ্ট আয়তনের সাথে জ্ঞাত ঘনমাত্রার একটি দ্রবণের বিক্রিয়া ঘটাইয়া বিক্রিয়া সমাপ্তির জন্য উভয় দ্রবণের ব্যবহৃত আয়তন থেকে অজ্ঞাত ঘনমাত্রার দ্রবণটিতে দ্রবীভূত পদার্থের পরিমাণ নির্ণয় করা হয় তাকে আয়তনিক বিশ্লেষণ বলে। শুদ্ধভাবে যে দ্রবণের ঘনমাত্রা (নরম্যালিটি) পূর্বাঙ্কে জানা থাকে তাকে **প্রমাণ দ্রবন (Standard solution)** বলা হয়। আয়তনিক বিশ্লেষণ বিভিন্ন প্রকার হতে পারে। যথা- ১. প্রশমন বা অ্যাসিড-অ্যালকালি পদ্ধতি, ২. জারণ-বিজারণ পদ্ধতি ইত্যাদি।

খ) ভর বা ওজন মাত্রিক বিশ্লেষণ (Gravimetric analysis)

যে বিশ্লেষণে কোন মৌলিক পদার্থ বা উহার কোন নির্দিষ্ট যৌগ পৃথক করিয়া ওজন করা হয় উহাকে ভর বা ওজন মাত্রিক বিশ্লেষণ বলে।

পাঠ-৯.২ মৌলের দ্রবণীয় অক্সাইডের অম্ল-ক্ষার প্রকৃতি নির্ণয়।



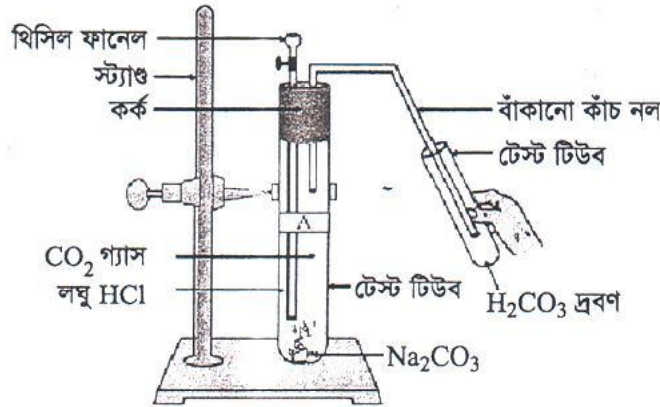
মূলনীতিঃ অক্সিজেনের সাথে কোনো মৌলের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন যৌগকে অক্সাইড বলে। অক্সাইডসমূহ মৌলের প্রকৃতির উপর ভিত্তি করে অম্ল, ক্ষার, নিরপেক্ষ ও উভধর্মিতা প্রদর্শন করে। সাধারণত ধাতব মৌলের অক্সাইডসমূহ ক্ষারধর্মী এবং অধাতব মৌলের অক্সাইডসমূহ অম্লধর্মী হয়। মৌলের দ্রবণীয় অক্সাইডকে পাতিত পানিতে দ্রবীভূত করে প্রাপ্ত দ্রবণের pH পরিমাপের মাধ্যমে অক্সাইডের প্রকৃতি নির্ণয় করা হয়। কোনো রাসায়নিক দ্রবণের pH এর মান 7 হলে তা নিরপেক্ষ দ্রবণ, $pH < 7$ হলে অম্লীয় এবং $pH > 7$ হলে ক্ষারীয় দ্রবণ নির্দেশ করে।

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক উপকরণ:

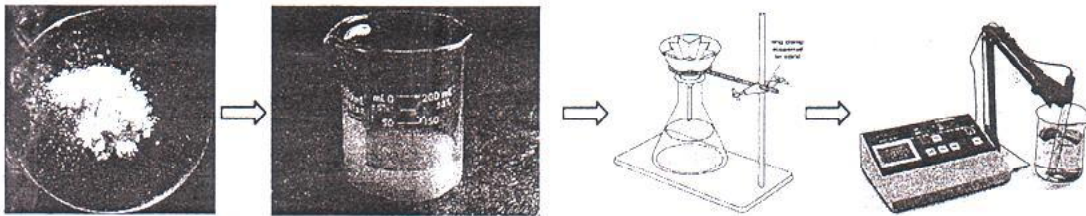
- | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| i) কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) | ii) চুন (CaO) | iii) সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) |
| iv) লঘু হাইড্রোক্লোরিক এসিড (HCl) | v) কপার কুচি (Cu) | vi) গাঢ় সালফিউরিক এসিড (H_2SO_4) |
| vii) বেরিয়াম অক্সাইড (BaO) | viii) পাতিত পানি (H_2O) | |

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি:

- | | | |
|---|--------------|---------------------------|
| i) টেস্টটিউব (1টি বড় এবং 1টি ছোট) | ii) গ্লাস রড | iii) বিকার (250 mL) ৩টি |
| iv) pH মিটার | v) ফানেল | vi) ক্ল্যাম্পসহ স্ট্যান্ড |
| vii) ককঁযুক্ত বাঁকানো নলযুক্ত গ্যাস ডেলিভারি টিউব | | viii) ছাঁকন কাগজ |



চিত্র ২.১ : মৌলের দ্রবণীয় অক্সাইডের অম্লীয় প্রকৃতি নির্ণয়



চিত্র ২.২ : মৌলের দ্রবণীয় অক্সাইডের ক্ষারীয় প্রকৃতি নির্ণয়

কাজের ধারা:

a) কার্বন ডাই-অক্সাইডের (CO_2) অম্লীয় প্রকৃতি নির্ণয়:

একটি বড় টেস্টটিউবে 5-10 g পরিমাণ Na_2CO_3 এর গুঁড়া নিন। এরপর এতে 5-10 mL লঘু HCl যোগ করে দ্রুত কৰ্কযুক্ত গ্যাস ডেলিভারি নল দ্বারা টেস্টটিউবের খোলা মুখকে বন্ধ করুন। অপর একটি ছোট টেস্টটিউবে পাতিত পানি নিন এবং গ্যাস ডেলিভারি টিউবের খোলা প্রান্তে স্থাপন করুন। যখন সম্পূর্ণ গ্যাস পানিতে শোষিত হবে তখন টেস্টটিউব সরিয়ে নিন। HCl এবং Na_2CO_3 এর বিক্রিয়ায় উৎপন্ন দ্রবণীয় অক্সাইড CO_2 গ্যাস পাতিত পানির সংস্পর্শে H_2CO_3 উৎপন্ন করে। pH মিটারের সাহায্যে টেস্টটিউবে প্রাপ্ত দ্রবণটির pH নির্ণয় করুন।

b) ক্যালসিয়াম অক্সাইডের (CaO) ক্ষারধর্মিতা:

একটি পরিষ্কার বিকারে 5-10 g পরিমাণ CaO (চুন) নিন। এরপর বিকারে রক্ষিত চুনে 200 mL পাতিত পানি যোগ করুন। গ্লাস রড দিয়ে উপরোক্ত মিশ্রণকে ভালোভাবে নাড়ুন যেন সম্পূর্ণ CaO মিশ্রিত হয়। এর পর এটি 10-20 min রেখে দিন। একটি ফিল্টার পেপারের সাহায্যে উপরোক্ত মিশ্রণকে ফিল্টার করে পরিশ্রুতকে সংরক্ষণ করুন এবং pH মিটার এর সাহায্যে দ্রবণটির pH এর মান নির্ণয় করুন।

হিসাব:

- i) a পরীক্ষায় দ্রবণীয় অক্সাইডের pH =
- ii) CO_2 এর দ্রবণ অম্লধর্মী pH এর মান 7 থেকে কম।
- iii) b পরীক্ষায় দ্রবণীয় অক্সাইডের pH =
- iv) CaO এর দ্রবণ ক্ষারধর্মী pH এর মান 7 থেকে বেশি।

সিদ্ধান্ত:

অধাতুর অক্সাইড অম্লধর্মী কিন্তু ধাতুর অক্সাইড ক্ষারধর্মী।

সতর্কতা:

- ১। গ্যাস ডেলিভারি টিউবের খোলা প্রান্ত পাতিত পানির মধ্যে স্থাপন করার পর বড় টেস্টটিউবে রক্ষিত Na_2CO_3 এ HCl যোগ করে দ্রুত কৰ্ক আটকাতে হবে অন্যথায় CO_2 গ্যাস বের হয়ে যাবে।
- ২। HCl ব্যবহারে সতর্ক থাকবেন যেন তা ত্বক ও কাপড়ের সংস্পর্শে না আসে।
- ৩। প্রতি পাঠ নেওয়ার পর pH মিটারের বাম্ভটি পাতিত পানি দিয়ে ভালো করে পরিষ্কার করতে হবে।

পাঠ-৯.৩ ক্ষারকীয় মূলকের সিজ্ঞ পরীক্ষা



আঙ্গিক বিশ্লেষণের জন্য নমুনা লবণের সিজ্ঞ পরীক্ষার শুরুতে লবণের দ্রাব্যতা পরীক্ষা করা হয়। দ্রাব্যতা পরীক্ষা থেকে লবণে উপস্থিত মূলক সম্পর্কে খানিকটা ধারণা পাওয়া যায়।

বিভিন্ন দ্রাবকে লবণের দ্রাব্যতা পরীক্ষা :

১) পানি: একটি পরিষ্কার টেস্টটিউব অল্প পরিমাণ (0.01-0.02 g) নমুনা লবণ নিয়ে এতে 4-5mL পাতিত পানি যোগ করে ভালভাবে ঝাঁকাতে হয়। যদি এতে নমুনা লবণ দ্রবীভূত না হয় তবে তাপ দিয়ে পুনরায় ভালমত ঝাঁকাতে হয়। এর পরও নমুনা লবণ পানিতে দ্রবীভূত না হলে বুঝতে হবে নমুনা লবণটি পানিতে অদ্রবণীয়। নিচের সারণিতে পানিতে দ্রবণীয় ও অদ্রবণীয় কিছু নমুনা লবণের উদাহরণ দেয়া হলো।

লবণ	মন্তব্য
১। কার্বনেট ও বাইকার্বনেট	Ca, Mg, Ba এবং Fe এর বাইকার্বনেটগুলো এবং ক্ষার ধাতুর কার্বনেট পানিতে দ্রবণীয়।
২। ক্লোরাইড	CuCl ছাড়া অন্যান্য ক্লোরাইড লবণ পানিতে দ্রবণীয়
৩। আয়োডাইড	PbI ₂ গরম পানিতে দ্রবণীয় কিন্তু শীতল পানিতে CuI ও PbI ₂ ছাড়া অন্যান্য আয়োডাইড লবণ দ্রবণীয়।
৪। সালফেট	Ca, Ba এবং Pb ধাতু ছাড়া অন্যান্য ধাতুর সালফেট লবণ পানিতে দ্রবণীয়
৫। নাইট্রেট	বিভিন্ন ধাতুর নাইট্রেট লবণ পানিতে দ্রবণীয়
৬। সালফাইড	শুধুমাত্র ক্ষার ও মৃৎক্ষারীয় ধাতুর সালফাইড লবণ পানিতে দ্রবণীয়।

সারণি-৯.১: পানিতে দ্রবণীয় লবণ

২) লঘু HCl: পানিতে নমুনা লবণ অদ্রবণীয় হলেই কেবল লবণের দ্রাব্যতা পরীক্ষার জন্য HCl ব্যবহার করা হয়। একটি পরিষ্কার টেস্টটিউবে অল্প পরিমাণ (3-4 mL) লঘু HCl নিয়ে এতে সামান্য পরিমাণ (0.01-0.02 g) নমুনা লবণ যোগ করে ভালভাবে ঝাঁকাতে হয়। এতে লবণটি দ্রবীভূত না হলে তাপ প্রয়োগ করতে হয়। উল্লেখ্য যে, কয়েকটি কার্বনেট যেমন ZnCO₃, CaCO₃, FeCO₃ ও CuCO₃ পানিতে অদ্রবণীয় হলেও লঘু HCl এ দ্রবণীয়। এসব লবণ লঘু HCl এ দ্রবীভূত হওয়ার সময় বুদবুদ আকারে CO₂ গ্যাস তৈরি করে যা লবণটিতে কার্বনেট মূলকের (CO₃²⁻) উপস্থিতি নিশ্চিত করে।

মজুদ দ্রবণ প্রস্তুতি

সিজ্ঞ পরীক্ষার সাহায্যে ক্ষারকীয় ও অম্লীয় মূলকের বিশ্লেষণের জন্য প্রথমেই নমুনা লবণের মজুদ দ্রবণ প্রস্তুত করতে হয়। এ জন্য ০.৫-১.০ গ্রাম লবণের সাথে উপযুক্ত দ্রাবক মিলিয়ে, দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়। প্রয়োজনে উত্তপ্ত করে দ্রবণ প্রস্তুত করতে হয়। এ জন্য নিচের ক্রম অনুসারে অগ্রসর হতে হয়। এর যে কোন ধাপে লবণ দ্রবীভূত হলে আর পরবর্তী ধাপে অগ্রসর হতে হয় না।

লবণ	দ্রাবক	প্রক্রিয়া	ফল
নমুনা লবণ	পানি	মিশ্রণ	দ্রবণ
নমুনা লবণ	পানি	উত্তপ্তকরণ	দ্রবণ
নমুনা লবণ	লঘু HCl	মিশ্রণ	দ্রবণ
নমুনা লবণ	লঘু HCl	উত্তপ্তকরণ	দ্রবণ
নমুনা লবণ	গাঢ় HCl	মিশ্রণ	দ্রবণ

সারণী : ৯.২ নমুনা লবণের মজুদ দ্রবণ প্রস্তুতি

ক্ষারকীয় মূলকের শ্রেণী বিভাগ

নমুনা লবণের মজুদ দ্রবণ থেকে ক্ষারকীয় মূলক সনাক্তকরণের জন্য ধারাবাহিকভাবে অগ্রসর হতে হয়। সাধারণত: নিম্নলিখিত ক্ষারকীয় মূলকের শ্রেণী বিভাগ করা হয়।

Ag^+ , Pb^{2+} , Hg^+ , Hg^{2+} , Bi^{3+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Sb^{3+} , As^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Sn^{2+} , Sn^{4+} , Al^{3+} , Cr^{3+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ এবং NH_4^+

আমাদের পাঠ্যক্রমে কেবল Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} , NH_4^+ এই মূলকগুলো অন্তর্ভুক্ত। এদের যে কোন একটি সহযোগে গঠিত লবণই বিশ্লেষণ করে সনাক্ত করতে হয়।

মজুদ নমুনা লবণের দ্রবণে একটি ক্ষারকীয় মূলক থাকলেও মূলকটিকে সনাক্ত করার জন্য প্রতিটি ক্ষারকীয় মূলকের আলাদা আলাদা ভাবে পরীক্ষা করা বেশ কঠিন। এ জন্য দ্রুত বিশ্লেষণের সুবিধার জন্য মূলকগুলোকে পাঁচটি শ্রেণীতে বিভক্ত করা হয়। এই শ্রেণী বিভাগের জন্য বিভিন্ন গ্রুপ বিকারক ব্যবহার করতে হয়। নিচের সারণিতে এই শ্রেণী বিভাগ দেখানো হলো:

সারণী- ৯.২ ক্ষারকীয় মূলকের শ্রেণী বা গ্রুপ বিভক্তিকরণ

গ্রুপ বা শ্রেণী	গ্রুপ-বিকারক	ক্ষারকীয় মূলক	অধঃক্ষেপিত লবণ
I	লঘু HCl	(Pb^{2+}, Ag^+, Hg^{2+})	ক্লোরাইড
II	লঘু HCl + H_2S বা CH_3CSNH_2	$Cu^{2+}, (Pb^{2+}, Hg^{2+}, Bi^{3+}, Cd^{2+})$ $(Sb^{3+}, As^{3+}, Sn^{2+}, Sn^{4+})$	সালফাইড
III A	$NH_4Cl + NH_4OH$	$Fe^{2+}, Fe^{3+} (Al^{3+}, Cr^{3+})$	হাইড্রক্সাইড
III B	$NH_4Cl + NH_4OH$ এবং H_2S বা CH_3CSNH_2	$Zn^{2+}, (Co^{2+}, Ni^{2+}, Mn^{2+})$	সালফাইড
IV	$NH_4Cl + NH_4OH + (NH_4)_2CO_3$	$(Ca^{2+}, Ba^{2+} (Sr^{2+}))$	কার্বনেট
V	নির্দিষ্ট কোন গ্রুপ বিকারক নেই	$(Na^+, K^+, Mg^{2+}) NH_4^+$	দ্রবণে থাকে

(প্রথম বন্ধনীর ভেতরের মূলকগুলো আমাদের পাঠ্যসূচীতে নেই)

ক্ষারকীয় মূলকের শ্রেণীর বা গ্রুপ বিভক্তিকরণ মূলত দ্রাব্যতা গুণফল (Solubility product) মূলনীতির ভিত্তিতে করা হয়। বিশ্লেষণের এই গ্রুপ ও পর্যায়সারণীর গ্রুপ, এই দুই গ্রুপ এক নয়, তা স্পষ্টতই বুঝতে পারছেন।

প্রতিটি লবণের সম্পূর্ণ দ্রবণের দু'টো আয়ন, ধনাত্মক আয়ন ও ঋনাত্মক আয়ন, এদের ঘনমাত্রার গুণফলের একটি সুনির্দিষ্ট মান থাকে। এই নির্দিষ্ট মান বা ধ্রুবককেই উক্ত লবণের দ্রাব্যতা গুণফল বলা হয়। কোন লবণের দ্রবণে যখনই আয়নিক গুণফল (লবণের দ্রবণে আয়নদ্বয়ের ঘনমাত্রার গুণফল) দ্রাব্যতা গুণফলকে অতিক্রম করে, তখনই দ্রবণ থেকে অধঃক্ষিপ্ত হয়।

গ্রুপ I এ Pb^{2+} , Ag^+ ও Hg^{2+} এই তিনটি মূলক আছে। এদের দ্রবণে লঘু HCl যোগ করলে এই সব ধাতুর ক্লোরাইড উৎপন্ন হয় যাদের আয়নিক গুণফল সহজেই দ্রাব্যতা গুণফলকে ছাড়িয়ে যায়- ফলে এই তিনটি ধাতব ক্লোরাইড সহজেই অধঃক্ষিপ্ত হয়। এই তিনটি ক্লোরাইডের মধ্যে $PbCl_2$ এর দ্রাব্যতা গুণফল অনেক বেশী (2.4×10^{-4} যেখানে $AgCl$ এর দ্রাব্যতা গুণফল 1.5×10^{-10})।

একারণে Pb^{2+} লঘু হাইড্রোক্লোরিকের সাহায্যে আংশিক ভাবে অধঃক্ষিপ্ত হয়। লবণ থেকে অবশিষ্ট Pb^{2+} গ্রুপ II বিকারকের সাহায্যে অধঃক্ষিপ্ত করা হয়। এই তিনটি মূলক ছাড়া অন্যান্য ক্ষারকীয় মূলক সহযোগে গঠিত ক্লোরাইডসমূহের দ্রাব্যতা গুণফল অনেক বেশী বলে এগুলো লঘু HCl এর সাহায্যে অধঃক্ষিপ্ত করা যায়না।

বিভিন্ন ক্ষারকীয় মূলকের ধারাবাহিক বিশ্লেষণ

বিভিন্ন ক্ষারকীয় মূলকের ধারাবাহিক বিশ্লেষণের জন্য ৯.২ সারণি অনুসারে কাজ করতে হয়। লবণের মজুদ দ্রবণ থেকে ধারাবাহিক বিশ্লেষণের সাহায্যে প্রথমে বিভিন্ন গ্রুপ বিকারকের সাহায্যে ক্ষারকীয় মূলকটিকে গ্রুপ অধঃক্ষেপ হিসেবে পৃথক করা হয়। পরে বিভিন্ন পরীক্ষার সাহায্যে মূলকটিকে নিশ্চিতভাবে শনাক্ত করা হয়।

গ্রুপ II মূলক শনাক্তকরণ

গ্রুপ II বিকারক লঘু HCl ও H_2S (বা থায়ো অ্যাসিট্যামাইড) যোগ করার পর কালো বর্ণের অধঃক্ষেপ পাওয়া গেলে Pb^{2+} বা Cu^{2+} মূলক উপস্থিত থাকতে পারে।

গ্রুপ II এর কালো বর্ণের অধঃক্ষেপের সাথে লঘু HNO_3 যোগ করে ফুটিয়ে অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত করুন। দ্রবণ নিয়ে নিচের পরীক্ষাগুলো সম্পন্ন করে Cu^{2+} মূলকের উপস্থিতি নিশ্চিত করুন।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
১। একটি পরীক্ষা নলে দ্রবণের এক অংশ নিয়ে এর সাথে ধীরে ধীরে NH_4OH যোগ করুন।	প্রথমে কপার হাইড্রক্সাইডের হালকা নীল বর্ণের অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়। $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NH}_4\text{OH} \longrightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4\text{NO}_3$ (হালকা নীল অধঃক্ষেপ) অতিরিক্ত NH_4OH দ্রবণে অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয়ে গাঢ় নীল বর্ণের দ্রবণ উৎপন্ন করে।	Cu^{2+} মূলক নিশ্চিত
২। দ্রবণের অপর একটি অংশের সাথে পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড দ্রবণ যোগ করুন।	কিউপ্রিক ফেরোসায়ানাইডের লালচে বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়। $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \longrightarrow \text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow + 4\text{KNO}_3$ (লালচে বাদামী অধঃক্ষেপ)	Cu^{2+} মূলক নিশ্চিত
৩। দ্রবণের আর একটি অংশের সাথে KI যোগ করুন।	গাঢ় বাদামী বর্ণের দ্রবণ উৎপন্ন হয় এবং কিউপ্রিক আয়োডাইডের সাদা বর্ণের অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়। $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KI} \longrightarrow \text{CuI}_2 + 2\text{KNO}_3$	Cu^{2+} মূলক নিশ্চিত

Cu^{2+} মূলকের শিখা পরীক্ষা: গাঢ় HCl সিক্ত ‘প্লাটিনাম তার’ বা দেয়াশলাই কাঠির মাথায় সামান্য লবণ (গ্রুপ II এ প্রাপ্ত কালো অধঃক্ষেপ বা পরীক্ষণীয় লবণ) নিয়ে জারণ শিখার পোড়ান। লবণটি উদ্বায়ী ধাতব ক্লোরাইডে পরিণত ও শিখায় বিভিন্ন রঙ সৃষ্টি হয়।

	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
(১)	সবুজ বর্ণের শিখা উৎপন্ন হয়।	লবণে Cu^{2+} মূলক আছে।

গ্রুপ III A মূলক Fe^{2+} এবং Fe^{3+} সনাক্তকরণ

গ্রুপ III A হতে প্রাপ্ত রঙীন অধঃক্ষেপের সাথে NaOH দ্রবণ ও H_2O_2 দ্রবণ যোগ করে ফুটিয়ে নিন। NaOH দ্রবণ ও H_2O_2 দ্রবণ সহযোগে উত্তপ্ত করার পর অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত না হলে অধঃক্ষেপে HCl এ দ্রবীভূত করে নিচে বর্ণিত পরীক্ষাগুলো সম্পন্ন করে Fe^{2+} মূলকের উপস্থিতি নির্ণয় করুন।

	পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
১।	একটি পরীক্ষা নলে প্রাপ্ত দ্রবণের বা মজুদ দ্রবণের 2-3 ml নিয়ে এর সাথে NH_4OH দ্রবণ যোগ করুন।	সবুজ / খয়েরী অধঃক্ষেপ	Fe^{3+} মূলক
২।	অন্য একটি পরীক্ষা নলে প্রাপ্ত দ্রবণের কিছু অংশ নিয়ে এর সাথে পটাসিয়াম ফেরিসায়ানাইড দ্রবণ যোগ করুন।	গাঢ় নীল / হালকা নীল বর্ণের দ্রবণ পাওয়া যায়।	Fe^{3+} মূলকের উপস্থিতি নিশ্চিত।

Fe^{2+} এবং Fe^{3+} মূলকের পার্থক্য নির্ণয়

ধারাবাহিক বিশ্লেষণে গ্রুপ III মূলকের সনাক্তকরণ পরীক্ষায় পরিস্রুত দ্রবণের সাথে গাঢ় HNO_3 যোগ করে ফুটানো হয়। ফলে কোন ফেরাস লবণ উপস্থিত থাকলে তা জারিত হয়ে ফেরিক লবণে পরিণত হয়। জারিত না করলে ফেরাস লবণ উপস্থিত থাকলে NH_4OH দ্রবণ যোগ করলে অধঃক্ষেপন সম্পূর্ণ হয় না। কিন্তু জারিত করার পর অধঃক্ষেপন দ্রবণ ও উপরে বর্ণিত পরীক্ষার সাহায্যে

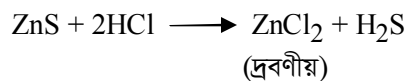
Fe^{3+} মূলক সনাক্ত করলে এই Fe^{3+} মূলক মূল লবণে উপস্থিত ছিল কিনা তা সঠিক ভাবে বলা যায় না। এ জন্যই Fe সনাক্ত করার পর পরীক্ষণীয় লবণে Fe কোন জারন অবস্থায় অর্থাৎ Fe^{2+} বা Fe^{3+} অবস্থায় রয়েছে তা জানার জন্য নিম্ন লিখিত পরীক্ষাগুলো সম্পন্ন করুন।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
১। একটি পরীক্ষানলে মজুদ দ্রবণের কিছু অংশ নিয়ে এর সাথে পটাসিয়াম ফেরিসায়ানাইড দ্রবণ যোগ করুন।	১। (i) গাঢ় নীল অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়। $Fe^{2+} + K_3[Fe(CN)_6] \longrightarrow Fe_3[Fe(CN)_6]_2 + K^+$ (গাঢ় নীল অধঃক্ষেপ) (ii) বাদামী বর্ণের দ্রবণ উৎপন্ন হয়। $Fe^{3+} + K_3[F_3(CN)_6] \longrightarrow Fe[Fe(CN)_6] \downarrow + K^+$ (বাদামী দ্রবণ)	১। (i) Fe^{2+} মূলক নিশ্চিত (ii) Fe^{3+} মূলক নিশ্চিত
২। অন্য একটি পরীক্ষানলে মজুদ দ্রবণের সামান্য পরিমাণ নিয়ে এর সাথে পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড দ্রবণ যোগ করুন।	২। (i) হালকা নীল বর্ণের অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়। $Fe^{2+} + K_4[Fe(CN)_6] \longrightarrow Fe_2[Fe(CN)_6] + K^+$ (হালকা নীল অধঃক্ষেপ) (ii) গাঢ় নীল বর্ণের অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়। $Fe^{3+} + K_4[Fe(CN)_6] \longrightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + K^+$ (গাঢ় নীল অধঃক্ষেপ)	২। (i) Fe^{2+} মূলক নিশ্চিত (ii) Fe^{3+} মূলক নিশ্চিত
৩। অন্য একটি পরীক্ষা নলে মজুদ দ্রবণ নিয়ে এর সাথে অ্যামোনিয়াম থায়োসায়ানেট দ্রবণ যোগ করুন।	৩। (i) কোন বর্ণের সৃষ্টি হয় না। $Fe^{2+} + NH_4CNS \longrightarrow Fe(CNS)_2 + NH_4^+$ (ii) রক্ত লাল বর্ণ হয় $Fe^{3+} + NH_4CNS \longrightarrow Fe(CNS)_3 + NH_4^+$ (রক্ত লাল বর্ণ)	৩। (i) Fe^{2+} নিশ্চিত (ii) Fe^{3+} নিশ্চিত

উপরে বর্ণিত তিনটি পরীক্ষা সম্পন্ন করে পরীক্ষণীয় লবণে Fe^{2+} বা Fe^{3+} মূলকের উপস্থিতি নিশ্চিত করা যায়।

গ্রুপ IIIB মূলক Zn^{2+} সনাক্তকরণ পরীক্ষা

গ্রুপ IIIB এর প্রাপ্ত অধঃক্ষেপ সাদা হলে তা ZnS এর অধঃক্ষেপ। সাদা অধঃক্ষেপ পাওয়া গেলে প্রথমে একে লঘু HCl সহযোগে দ্রবীভূত করে নিম্নবর্ণিত পরীক্ষাগুলো সম্পন্ন করুন।



পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
১। (ক) প্রাপ্ত দ্রবণ বা মজুদ দ্রবণের অল্প পরিমাণ একটি পরীক্ষা নলে নিয়ে এর সাথে NaOH দ্রবণ যোগ করুন।	(ক) সাদা বর্ণের জিংক হাইড্রক্সাইডের অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়। $Zn^{2+} + 2NaOH \longrightarrow Zn(OH)_2 + 2Na^+$ (সাদা অধঃক্ষেপণ)	Zn^{2+} মূলক নিশ্চিত
(খ) প্রাপ্ত সাদা অধঃক্ষেপের সাথে অতিরিক্ত পরিমাণ NaOH দ্রবণ যোগ করুন।	(খ) সাদা অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয়ে দ্রবণ উৎপন্ন হয়। $Zn(OH)_2 + NaOH \longrightarrow Na_2ZnO_2 + H_2O$ সোডিয়াম জিংকেট(দ্রবণীয়)	Zn^{2+} মূলক নিশ্চিত

<p>(গ) প্রাপ্ত সোডিয়াম জিংকেট দ্রবণে H_2S গ্যাস চালনা করুন বা থায়োঅ্যাসিট্যামাইড দ্রবণ যোগ করুন।</p> <p>২। প্রাপ্ত দ্রবণ বা মূল দ্রবণে পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড দ্রবণ যোগ করুন।</p>	<p>(গ) ZnS এর সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে, $Na_2ZnO_2 + H_2S \longrightarrow ZnS + NaOH$ (সাদা অধঃক্ষেপ)</p> <p>জিংক ফেরোসায়ানাইডের সাদা অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়। $Zn^{2+} + K_4[Fe(CN)_6] \longrightarrow Zn_2[Fe(CN)_6] + 4K^+$ (সাদা অধঃক্ষেপ)</p>	<p>Zn^{2+} মূলক নিশ্চিত</p> <p>Zn^{2+} মূলক নিশ্চিত</p>
---	---	---

গ্রুপ V মূলক NH_4^+ শনাক্তকরণ

গ্রুপ V মূলকগুলোকে অধঃক্ষেপণের মাধ্যমে পৃথক করার জন্য কোন গ্রুপ বিকারক নেই। তাই মজুদ দ্রবণের পরীক্ষার মাধ্যমে বা গ্রুপ IV অধঃক্ষেপ পৃথকীকরণের পর পরিস্রুত দ্রবণের মাধ্যমে গ্রুপ V মূলক সনাক্ত করা হয়। আপনাদের পাঠ্যসূচীতে যেহেতু পরীক্ষণীয় লবণে কেবল একটি ক্ষারীয় মূলক রয়েছে, তাই অন্য গ্রুপ অধঃক্ষেপ পাওয়া না গেলে লবণে অবশ্যই গ্রুপ V মূলক থাকবে। এ জন্য মজুদ দ্রবণ নিয়ে নিচের পরীক্ষাগুলো সম্পন্ন করুন।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
<p>১। মজুদ দ্রবণের অল্প পরিমাণ একটি পরীক্ষা নলে নিয়ে, এর সাথে কয়েক ফোটা নেসলার দ্রবণ যোগ করুন কিংবা নমুনা লবণকে $NaOH$ সহযোগে উত্তপ্ত করে প্রাপ্ত গ্যাস নেসলার দ্রবণে পরিচালিত করুন।</p>	<p>বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়।</p> $NH_4^+ + NaOH \longrightarrow NH_3 + Na^+ + H_2O$ $KHgI_3 \rightleftharpoons KI + HgI_2$ $2HgI_2 \longrightarrow Hg_2I_4$ $Hg_2I_4 + 2NH_3 \longrightarrow NH_2[Hg_2I_3] + NH_4I$ <p>(বাদামী অধঃ)</p>	<p>NH_4^+ মূলকের উপস্থিতি নিশ্চিত</p>

পাঠ-৯.৪ অম্লীয় মূলকের সিক্ত পরীক্ষা



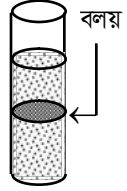
অম্লীয় মূলক শনাক্তকরণের সিক্ত পরীক্ষা :

মূল দ্রবণ প্রস্তুতি : অম্লীয় মূলকের সিক্ত পরীক্ষার জন্য নিম্নরূপভাবে মূল দ্রবণ প্রস্তুত করুন।

১ম পদ্ধতি : পানিতে দ্রবণীয় লবণের ক্ষেত্রে পানিতে দ্রবীভূত করে উহার মূল দ্রবণ প্রস্তুতকরণ।

২য় পদ্ধতি : পানিতে অদ্রবণীয় লবণের ক্ষেত্রে : অল্প লবণকে সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) সহ কাঁচের বিকারে নিয়ে তিন টেস্টটিউব পূর্ণ পানি যোগ করে ১০ মিনিট উত্তপ্ত করুন। একটি নীল লিটমাস কাগজ ঐ দ্রবণে দেওয়া হয়। লঘু HNO_3 ফোঁটায় ফোঁটায় যোগ করে নাড়াচাড়া করুন। যখন নীল লিটমাস লাল হবে তখন HNO_3 দেওয়া বন্ধ করুন। তারপর NH_4OH দ্রবণ ধীরে ধীরে যোগ করে নাড়াচাড়া করুন। যখন লাল লিটমাস নীল হবে তখন NH_4OH যোগ করা বন্ধ করুন। এরপর তাপ প্রয়োগ করে অতিরিক্ত NH_4OH কে NH_3 গ্যাস হিসেবে বাইর করে দিন। প্রয়োজন হলে ফিল্টার করুন। এই দ্রবণকে “প্রস্তুত নিরপেক্ষ দ্রবণ” বলে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
১। সিলভার নাইট্রেট (AgNO_3) দ্রবণ সহ : অল্প পরিমাণ লবণের জলীয় দ্রবণে (বা প্রস্তুত নিরপেক্ষ দ্রবণে) কয়েক ফোঁটা সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ যোগ করুন।	১। (ক) সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। অধঃক্ষেপটি লঘু HNO_3 এ অদ্রবণীয় কিন্তু NH_4OH এ সহজেই দ্রবণীয়। $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \longrightarrow \text{NaNO}_3 + \text{AgCl} \downarrow$ <p style="text-align: center;">(সাদা অধঃ)</p> $\text{AgCl} + 2\text{NH}_4\text{OH} \longrightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">(দ্রবণীয়)</p>	১। (ক) Cl^- নিশ্চিত।
২। (ক) বেরিয়াম নাইট্রেট দ্রবণ [$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$] সহ : অল্প পরিমাণ মূল দ্রবণ নিয়ে উহাতে $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ দ্রবণ যোগ করুন। (খ) লেড অ্যাসিটেট দ্রবণ সহ : অল্প পরিমাণ মূল দ্রবণ নিয়ে উহাতে কয়েক ফোঁটা $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ দ্রবণ যোগ করুন। (গ) বেরিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণসহ : ২-৩ ml মূল দ্রবণ নিয়ে উহাতে 2-3ml BaCl_2 দ্রবণ যোগ করুন।	২। সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে যাহা লঘু HCl এ অদ্রবণীয়। $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \longrightarrow 2\text{NaNO}_3 + \text{BaSO}_4 \downarrow$ <p style="text-align: center;">(সাদা অধঃ)</p> $\text{BaSO}_4 + \text{HCl} \longrightarrow \text{অদ্রব্য}$ (খ) সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে যাহা অ্যামোনিয়াম অ্যাসিটেট দ্রবণে দ্রবণীয় কিন্তু লঘু HNO_3 এ অদ্রবণীয়। $\text{Na}_2\text{SO}_4 + (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{COONa} + \text{PbSO}_4 \downarrow$ <p style="text-align: center;">(সাদা অধঃ)</p> (গ) সাদা বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে। $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \longrightarrow 2\text{NaCl} + \text{BaSO}_4 \downarrow$ <p style="text-align: center;">(সাদা অধঃ)</p>	(ক) SO_4^{2-} (xJuPla) নিশ্চিত। (খ) SO_4^{2-} নিশ্চিত (গ) SO_4^{2-} নিশ্চিত

<p>৩। বলয় পরীক্ষা : মূল দ্রবণের ২-৩ ml একটি টেস্টটিউবে নিয়ে উহার সমপরিমাণ সদ্য প্রস্তুত ফেরাস সালফেট দ্রবণ যোগ করুন। শেষে সাবধানতাসহ কয়েক ml পরিমাণ গাঢ় H₂SO₄ টেস্টটিউটবের গা বেয়ে ঢালুন। নাড়া-চাড়া না করে স্ট্যান্ডে রাখুন।</p> <p>৪। (ক) মূল দ্রবণের অল্প পরিমাণ একটি টেস্টটিউবে নিয়ে উহাতে কয়েক ফোঁটা Pb(CH₃COO)₂ দ্রবণ যোগ করুন।</p>	<p>৩। বাদামী বলয়ের সৃষ্টি হয় (দুই তরল পদার্থের মাঝখানে)</p>  $\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HNO}_3$ $2\text{HNO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 6\text{FeSO}_4 \longrightarrow 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}(\text{g})$ $\text{FeSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O} + \text{NO}(\text{g}) \longrightarrow [\text{Fe}(\text{NO})(\text{H}_2\text{O})_5\text{NO}]\text{SO}_4$ <p>(বাদামী বলয়)</p> <p>৪। (ক) সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে যাহা লঘু HNO₃ এসিডে বৃদ্ধিবৃদ্ধসহ দ্রবণীয়।</p> $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{COONa} + \text{PbCO}_3\downarrow$ <p>(সাদা অধঃ)</p> $\text{PbCO}_3 + 2\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ <p>(দ্রবণীয়)</p>	<p>৩। NO₃⁻ নিশ্চিত</p> <p>৪। (ক) CO₃²⁻ নিশ্চিত</p>
<p>(খ) একটি টেস্টটিউটে মূল দ্রবণের কয়েক ml নিয়ে উহাতে BaCl₂ দ্রবণ যোগ করুন এরপর উহাতে HCl যোগ করুন। বৃদ্ধিবৃদ্ধ আকারে উৎপন্ন গ্যাসকে চুনের পানির ভিতর দিয়ে চালনা করুন।</p>	<p>(খ) প্রথমে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। এরপর HCl যোগ করার পড়ে বৃদ্ধিবৃদ্ধ আকারে উৎপন্ন গ্যাস চুনের পানিকে ঘোলা করে।</p> $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{BaCl}_2 \longrightarrow \text{BaCO}_3\downarrow + \text{NaCl}$ <p>(সাদা অধঃক্ষেপ)</p> $\text{BaCO}_3 + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ <p>চুনের পানি (অদ্রবণীয়)</p>	<p>(খ) CO₃²⁻ নিশ্চিত</p>

ফলাফল : প্রদত্ত লবণটির ক্ষারকীয় এবং অম্লীয় মূলককে উল্লেখিত পরীক্ষার মাধ্যমে নিশ্চিত করার পরে লবণটির নামকরণ নিম্নলিখিত উপায়ে করুন।

(১) ক্ষারকীয় মূলক : নাম আয়নিক সংকেত.....

(২) অম্লীয় মূলক : নাম আয়নিক সংকেত

সুতরাং লবণটির নাম

পাঠ-৯.৫

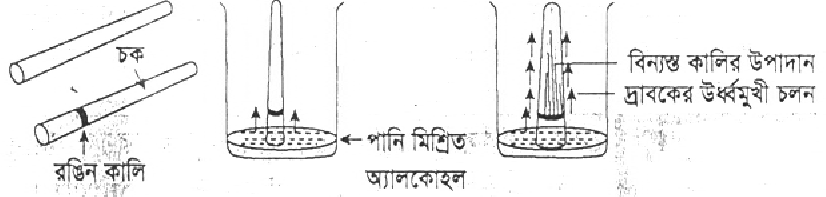
ক্রোমাটোগ্রাফির সাহায্যে (চক/ফিল্টার পেপার) মিশ্রণ থেকে যৌগ পৃথক করা



চক ক্রোমাটোগ্রাফির মূলনীতিঃ চক ক্রোমাটোগ্রাফি হলো মূলত একটি কলাম ক্রোমাটোগ্রাফি। চক (CaCO_3) কে স্থির সমাবস্থা শোষক রূপে ব্যবহার করা যায়। চক স্টিকের ওপর যৌগের মিশ্রণকে (যেমন কালি, খাদ্য-রঞ্জক) প্রয়োগ করলে উপাদানসমূহ প্রকৃতি অনুসারে চক দ্বারা বিভিন্ন মাত্রায় শোষিত হয়। পরে চলনশীল সমাবস্থা রূপে পানি, অ্যালকোহল ইত্যাদি পোলার দ্রাবক যখন চকের ওপর দিয়ে প্রবাহিত হয়, তখন মিশ্রণের উপাদানসমূহ ঐ দ্রাবকে এদের দ্রাব্যতা অনুসারে চকের ওপর বিভিন্ন অংশে পৃথক হয়ে পড়ে এবং চক স্টিকটি বর্ণিল হয়ে পড়ে।

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক উপকরণ:

- ১। সাদা স্টক স্টিক-২টি,
- ২। কলমের কালি অথবা মার্কার,
- ৩। পানি, 25% ইথানল বা মিথানল (পানিতে)।



প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি:

- ১। বিকার: 100 mL এবং 250 mL এর দুটি বিকার,
- ২। পরিমাপক সিলিন্ডার: 10 mL এর একটি পরিমাপক সিলিন্ডার,
- ৩। সরু চিকন কাঠি বা টুথপিক (কালি বা রঞ্জক প্রয়োগ মাধ্যম),
- ৪। স্কেল, পেন্সিল ইত্যাদি।

চিত্র ৫.১ : চক ক্রোমাটোগ্রাফির সাহায্যে কালির উপাদান পৃথকীকরণ।

কার্যপদ্ধতি:

- ১। চিত্রের অনুরূপ, চক স্টিকের মোটা অংশের তলদেশ একটু ঘষে সমান করে নিন যেন ছোট বিকারে রাখার সময় কাত হয়ে না পড়ে।
- ২। চক স্টিকের মোটা অংশের প্রান্ত থেকে 1.5 cm উপরে পেন্সিল দিয়ে চারদিক ঘুরিয়ে 'গোল ভিত্তি রেখা' টানুন।
- ৩। এবার টুথপিক বা সরু চিকন কাঠি দিয়ে চকের গোল ভিত্তি রেখা বরাবর কলমের কালির ফোঁটা গোল আকারে দিন। [অথবা মার্কার কলমের সরু মুখে গোল কালি রেখা টানুন।] এবং শুকিয়ে নিন। [মার্কার কালি পানিতে অদ্রবণীয়, অ্যালকোহলে দ্রবণীয়।]
- ৪। এবার ছোট বিকারে 25% ইথানল বা মিথানল 1.0 cm উচ্চতা পর্যন্ত ঢালুন। এখন নমুনা কালি যুক্ত চক স্টিকটি বিকারটিতে খাড়া করে রাখুন। দেখে নিন কালির স্পট দ্রাবক বা ইলুয়েন্ট (eluent) এর উপর থাকছে কিনা, তা না হলে দ্রাবকের পরিমাণ কমিয়ে নিন।
- ৫। দ্রাবকের বাষ্পীভবন রোধ করার জন্য বিকারটির ওপর একটি কাগজের টুকরা দিয়ে ঢেকে দিন।
- ৬। লক্ষ্য করলে দেখা যাবে, কালির উপাদান চক স্টিকের ওপর দিকে ধীরে ধীরে ছড়িয়ে পড়ছে।
- ৭। এবার চক স্টিকের শেষ মাথায় দ্রাবক ফ্রন্ট (solvent front) পৌঁছার সাথে সাথে চক স্টিকটি উঠিয়ে নিন।
- ৮। চকটি শুকিয়ে নিন। এখন পেন্সিলের দাগের গোল ভিত্তি রেখা থেকে চকের উপরের শেষ প্রান্তের দূরত্ব (c) মেপে নিন। এরপর কালির উপাদানসমূহের অতিক্রান্ত দূরত্ব (a, b) মেপে নিন।
- ৯। পৃথক হওয়া উপাদানসমূহের R_f মান (solvent front)

$$R_f = \frac{\text{প্রত্যেক উপাদান কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব}}{\text{দ্রাবক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব}} = \frac{a \text{ (cm)}}{c \text{ (cm)}}$$

- ১০। প্রত্যেক উপাদানের R_f মান নির্দিষ্ট; তাই R_f মান থেকে উপাদান শনাক্ত করা সহজ হয়।

সতর্কতা: ১। বিকারটি কাগজ দিয়ে ঢেকে দিতে হবে, যাতে দ্রবণের বাষ্পীভবন না হয়।

২। চক উৎকৃষ্ট মানের হতে হবে।

পাঠ-৯.৬

সোডিয়াম ক্লোরাইড বা খাদ্য লবণের বিশুদ্ধ কেলাস প্রস্তুতি

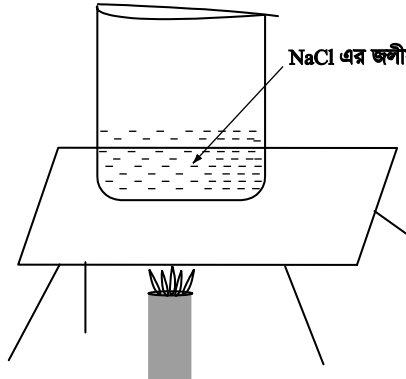


তত্ত্বঃ সমুদ্রের পানি থেকে সোডিয়াম ক্লোরাইড সংগ্রহ করা হয়। রকসল্টও সোডিয়াম ক্লোরাইড। এই দুই উৎস থেকে প্রাপ্ত NaCl এ বিভিন্ন দ্রবণীয় অপদ্রব্য বা ভেজাল যথা- CaCl_2 , MgCl_2 , Na_2SO_4 , CaSO_4 এবং MgSO_4 দ্রবীভূত থাকে। এছাড়াও বেশ কিছু অদ্রবণীয় ভেজালও থাকে। নমুনা লবণকে প্রথমে দ্রবীভূত করার পর অদ্রবণীয় 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 গুণাংককে অতিক্রম করে। তাই সাধারণ আয়ন প্রভাবের জন্য দ্রবণ থেকে বিশুদ্ধ NaCl কেলাস আকারে বের হয়ে আসে এবং দ্রবণীয় ভেজালগুলো দ্রবণেই থেকে যায়।

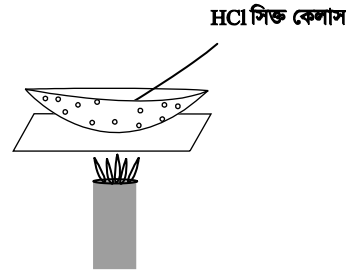
প্রয়োজনীয় উপকরণ ও রাসায়নিক দ্রব্যঃ কঠিন খাদ্য লবণের নমুনা, ২টি বিকার, ১টি ফানেল, চিনামাটি বা পোর্সেলিনের বেসিন, ত্রি-পদী স্ট্যান্ড, কাঁচদণ্ড, তারজালি এবং ফিল্টার কাগজ।

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।



ক) NaCl এর কেলাস প্রস্তুতি



খ) কেলাস শুষ্ক করণ

- 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।

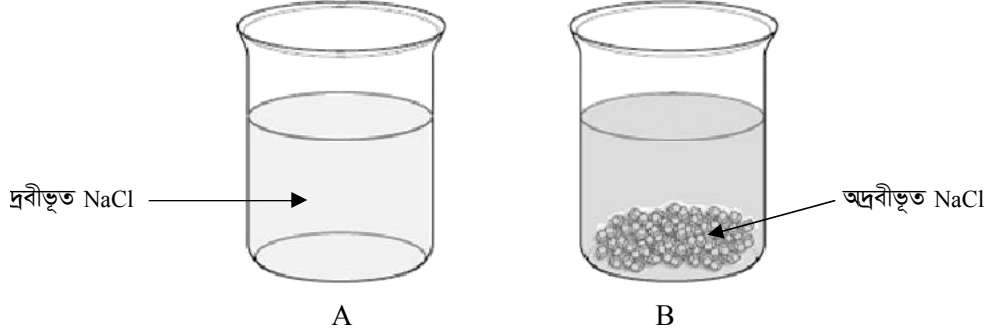
- ২। কেলাসের স্বচ্ছতা ও পরিচ্ছন্নতা অবলোকন করেও পরীক্ষণের কার্যকারিতা অর্থাৎ উৎপন্ন কেলাসের গুণগত মান সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায়।

পাঠ-৯.৭

পরীক্ষার মাধ্যমে পানির ডাইপোলার উপস্থিতি প্রমাণ



তত্ত্ব ৪ পোলার দ্রব পোলার দ্রাবকে এবং অপোলার দ্রব অপোলার দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়ে থাকে। নিচে পরীক্ষার সাহায্যে পানিতে যে ডাইপোলার বিদ্যমান তা পর্যবেক্ষণ করা যাবে। দুটি পাত্রের একটিতে পানি এবং অপরটিতে সমপরিমাণ কেরোসিন তেল নিয়ে উভয় পাত্রে নির্দিষ্ট পরিমাণ খাদ্য লবণ NaCl যোগ করলে নিম্নলিখিত পর্যবেক্ষণ লক্ষ্য করা যায়।



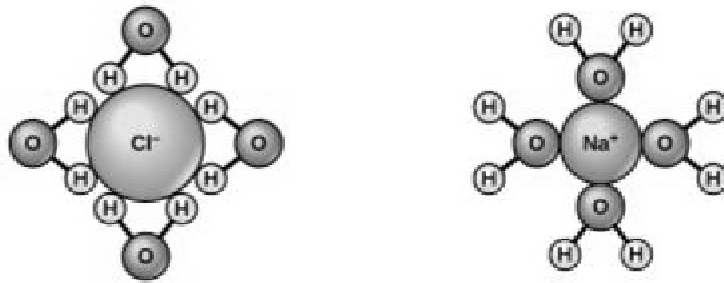
চিত্র ৭.১ : পানিতে ডাইপোলার পর্যবেক্ষণ

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক উপকরণ: কেরোসিন, পাতিত পানি ও খাদ্য লবণ (NaCl)।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: বিকার, গ্লাস রড ইত্যাদি।

কার্যপ্রণালী:

- ১। পাত্র A যার মধ্যে পানি রয়েছে তাতে খাদ্য লবণ NaCl যোগ করলে তা দ্রবীভূত হয়ে অদৃশ্য হয়ে গেছে।
- ২। পাত্র B যার মধ্যে কেরোসিন তেল আছে সেক্ষেত্রে খাদ্য লবণ দ্রবীভূত না হয়ে পাত্রের নিচে জমা হয়ে আছে।
- ৩। কেরোসিন একটি জৈব দ্রাবক এবং সমযোজী বন্ধন বিশিষ্ট যৌগ, এর মধ্যে বিদ্যমান মৌলগুলোর মধ্যে ইলেকট্রনের প্রতি আকর্ষণ সকল মৌলের সমান। কেরোসিনের মধ্যে অণুগুলোর কোনো প্রান্ত সৃষ্টি হয় না যার কারণে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক প্রান্ত বিশিষ্ট আয়নিক যৌগ খাদ্য লবণ (NaCl) দ্রবীভূত হয় না।
- ৪। অপরদিকে পানি একটি অজৈব দ্রাবক ও সমযোজী বন্ধনবিশিষ্ট যৌগ। পানিতে বিদ্যমান মৌলগুলোর মধ্যে ইলেকট্রনের প্রতি আকর্ষণের পার্থক্য দেখা যায়। এ কারণে পানির অণুর এক প্রান্তে আংশিক ধনাত্মক এবং অপর প্রান্ত আংশিক ঋণাত্মক হয়। খাদ্য লবণ (NaCl) এর Na^+ অংশ পানির ঋণাত্মক প্রান্ত অক্সিজেন দ্বারা আকর্ষিত এবং Cl^- অংশ পানির ধনাত্মক প্রান্ত হাইড্রোজেন দ্বারা আকৃষ্ট হয়। NaCl এর বিপরীত আয়নসমূহের মধ্যে আকর্ষণ সিথিল হয়ে যায় এবং আয়নসমূহ দ্রাবক পানির অণু দ্বারা বেষ্টিত হয় এবং দ্রবীভূত হয়, যা পানির পোলার ধর্মকে প্রমাণ করে।



চিত্র ৭.২ : পানির ডাইপোলার অবস্থা

সতর্কতা:

- ১। কেরোসিন ব্যবহারের ক্ষেত্রে সতর্ক হতে হবে।

২। খাদ্য লবণ NaCl খালি হাতে ধরা যাবে না।

পাঠ-৯.৮

ক্যালরিমিতি পদ্ধতিতে অক্সালিক এসিডের দ্রবণ তাপ নির্ণয়



তত্ত্ব : এক মোল পরিমাণ দ্রবকে পর্যাপ্ত পরিমাণ দ্রাবকে দ্রবীভূত করলে যে তাপ শোষিত বা উদগিরিত হয়, তাকে ঐ দ্রবের দ্রবণ তাপ বলে। এক মোল অক্সালিক এসিডকে পর্যাপ্ত পরিমাণ পানিতে দ্রবীভূত করে এক কিলোগ্রাম দ্রবণ তৈরির বেলায় প্রতি ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রার পরিবর্তনের জন্য এক কিলো ক্যালরি অর্থাৎ 4.2 কিলোজুল (4.2 kJ) তাপের পরিবর্তন ঘটে। সুতরাং এক মোল অক্সালিক এসিডের দ্রবণ তৈরীতে তাপমাত্রার মোট পরিবর্তন $t^{\circ}\text{C}$ হলে তখন অক্সালিক এসিডের দ্রবণ তাপ হবে $4.2 \times t \text{ kJ}$ । আবার 0.1 মোল অক্সালিক এসিড দ্বারা 100 g দ্রবণ তৈরি করা হলে সেক্ষেত্রে তাপের পরিবর্তন হবে $= 0.42 \times t \text{ kJ}$

$$\therefore \text{অক্সালিক এসিডের দ্রবণ তাপ হবে} = \frac{0.42 \times t \text{ kJ}}{0.1} = 0.42 \times t \times 10 \text{ kJ}$$

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক উপকরণ: অক্সালিক এসিড ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ও পানি।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: একটি বিকার (250 mL), থার্মোমিটার, স্ট্যান্ড ইত্যাদি।

কার্যপ্রণালী:

- ১। অর্ধ অক্সালিক এসিড ($\text{HOOC} - \text{COOH} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) এর আণবিক ভর হলো 126; তাই গুঁড়া করা 0.1 মোল অক্সালিক এসিড অর্থাৎ 12.6 g গুঁড়া অক্সালিক এসিড ওজন করে নেওয়া হয়।
- ২। একটি 250 mL বিকারে 87.4 g পানি নেওয়া হয়।
- ৩। এখন একটি থার্মোমিটার স্ট্যান্ড থেকে সুতা দিয়ে ঝুলিয়ে ঐ বিকারের পানিতে ডুবানো হয়। এ অবস্থায় পানির তাপমাত্রা ($t_1^{\circ}\text{C}$) রেকর্ড করা হয়।
- ৪। এখন ওজন করা 12.6 g অক্সালিক এসিড বিকারের পানিতে যোগ করে গ্লাস রড দিয়ে নেড়ে দ্রবীভূত করা হয়।
- ৫। সমস্ত অক্সালিক এসিডের গুঁড়া দ্রবীভূত হওয়ার সাথে সাথে দ্রবণের তাপমাত্রা ($t_2^{\circ}\text{C}$) রেকর্ড করা হয়।
- ৬। এবার এই ডাটা ব্যবহার করে দ্রবণ তাপ হিসাব করা হয়।

পর্যবেক্ষণ ডাটা:

গৃহীত অর্ধ অক্সালিক এসিডের পরিমাণ	= 0.1 মোল বা 12.6 g
ব্যবহৃত পানির পরিমাণ	= 87.4 g
দ্রবণের ঘনমাত্রা	= 1 M
পানির প্রাথমিক তাপমাত্রা	= $t_1^{\circ}\text{C} = x$ (মনে করি)
দ্রবণের তাপমাত্রা	= $t_2^{\circ}\text{C} = y$ (মনে করি)



গণনা: তাপমাত্রার পরিবর্তন হলো $= t^{\circ}\text{C} = (t_1 - t_2)^{\circ}\text{C}$

$$\therefore \text{অর্ধ অক্সালিক এসিডের নির্ণীত দ্রবণ তাপ, } \Delta H = 0.42 \times t \times 10 \text{ kJ mol}^{-1}$$

অর্ধ অক্সালিক এসিডের দ্রবণ তৈরী হলো একটি তাপহারী প্রক্রিয়া। তাই অক্সালিক এসিডের দ্রবণ তাপ ধনাত্মক হবে।

অর্ধ অক্সালিক এসিডের নির্ণীত দ্রবণ তাপ, $\Delta H = +18.94 \text{ kJ mol}^{-1}$

সতর্কতা: ১। গুঁড়া করা অক্সালিক এসিড যোগ করার পর গ্লাস রড দিয়ে ভালোভাবে নেড়ে অক্সালিক এসিডকে যথাশীঘ্রই দ্রবীভূত করা উচিত।

২। গ্লাস রডের আঘাতে যেন থার্মোমিটারের বাল্ব ভেঙে না যায়।

৩। গ্লাস রড দিয়ে মিশ্রণের আলোড়ন যেন সুষম হয়।

বিশেষ দৃষ্টব্য: এছাড়াও বিভিন্ন ইউনিটে উল্লেখিত ব্যবহারিকগুলো দেখুন।