



NETAJI SUBHAS OPEN UNIVERSITY

STUDY MATERIAL

SCH

Paper - 3

**SUBSIDIARY
CHEMISTRY**



প্রাক্কথন

নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়ের স্নাতক শ্রেণির জন্য যে পাঠক্রম প্রবর্তিত হয়েছে, তার লক্ষণীয় বৈশিষ্ট্য হ'ল প্রতিটি শিক্ষার্থীকে তাঁর পছন্দমত কোনো বিষয়ে সাম্মানিক (honours) স্তরে শিক্ষাগ্রহণের সুযোগ করে দেওয়া। এক্ষেত্রে ব্যক্তিগতভাবে তাঁদের গ্রহণক্ষমতা আগে থেকেই অনুমান করে না নিয়ে নিয়ত মূল্যায়নের মধ্য দিয়ে সেটা স্থির করাই যুক্তিযুক্ত। সেই অনুযায়ী একাধিক বিষয়ে সাম্মানিক মানের পাঠ-উপকরণ রচিত হয়েছে ও হচ্ছে—যার মূল কাঠামো স্থিরীকৃত হয়েছে একটি সুচিন্তিত পাঠক্রমের ভিত্তিতে। কেন্দ্র ও রাজ্যের অগ্রগণ্য বিশ্ববিদ্যালয়সমূহের পাঠক্রম অনুসরণ করে তার আদর্শ উপকরণগুলির সমন্বয়ে রচিত হয়েছে এই পাঠক্রম। সেইসঙ্গে যুক্ত হয়েছে অধ্যোক্তব্য বিষয়ে নতুন তথ্য, মনন ও বিশ্লেষণের সমাবেশ।

দূর-সম্ভারী শিক্ষাদানের স্বীকৃত পদ্ধতি অনুসরণ করেই এইসব পাঠ-উপকরণ লেখার কাজ চলছে। বিভিন্ন বিষয়ের অভিজ্ঞ পণ্ডিতমণ্ডলীর সাহায্য এ কাজে অপরিহার্য এবং যাঁদের নিরলস পরিশ্রমে লেখা, সম্পাদনা তথা বিন্যাসকর্ম সুসম্পন্ন হচ্ছে তাঁরা সকলেই ধন্যবাদের পাত্র। আসলে, এঁরা সকলেই অলক্ষ্যে থেকে দূরসম্ভারী শিক্ষাদানের কার্যক্রমে অংশ নিচ্ছেন; যখনই কোনো শিক্ষার্থীও এই পাঠ্যবস্তুনিচয়ের সাহায্য নেবেন, তখনই তিনি কার্যত একাধিক শিক্ষকমণ্ডলীর পরোক্ষ অধ্যাপনার তাবৎ সুবিধা পেয়ে যাচ্ছেন।

এইসব পাঠ-উপকরণের চর্চা ও অনুশীলনে যতটা মনোনিবেশ করবেন কোনও শিক্ষার্থী, বিষয়ের গভীরে যাওয়া তাঁর পক্ষে ততই সহজ হবে। বিষয়বস্তু যাতে নিজের চেষ্টায় অধিগত হয়, পাঠ-উপকরণের ভাষা ও উপস্থাপনা তার উপযোগী করার দিকে সর্বস্তরে নজর রাখা হয়েছে। এরপর যেখানে যতটুকু অস্পষ্টতা দেখা দেবে, বিশ্ববিদ্যালয়ের বিভিন্ন পাঠ্যকেন্দ্রে নিযুক্ত শিক্ষা-সহায়কগণের পরামর্শে তার নিরসন অবশ্যই হ'তে পারবে। তার ওপর প্রতি পর্যায়ের শেষে প্রদত্ত অনুশীলনী ও অতিরিক্ত জ্ঞান অর্জনের জন্য গ্রন্থ-নির্দেশ শিক্ষার্থীর গ্রহণক্ষমতা ও চিন্তাশীলতা বৃদ্ধির সহায়ক হবে।

এই অভিনব আয়োজনের বেশ কিছু প্রয়াসই এখনও পরীক্ষামূলক—অনেক ক্ষেত্রে একেবারে প্রথম পদক্ষেপ। স্বভাবতই ত্রুটি-বিচ্যুতি কিছু কিছু থাকতে পারে, যা অবশ্যই সংশোধন ও পরিমার্জনার অপেক্ষা রাখে। সাধারণভাবে আশা করা যায়, ব্যাপকতর ব্যবহারের মধ্য দিয়ে পাঠ-উপকরণগুলি সর্বত্র সমাদৃত হবে।

অধ্যাপক (ড.) শুভ শঙ্কর সরকার

উপাচার্য

দ্বিতীয় পুনর্মুদ্রণ : ডিসেম্বর 2011

ভারত সরকারের দূরশিক্ষা পর্যদের বিধি অনুযায়ী এবং অর্থানুকূল্যে মুদ্রিত।
Printed in accordance with the regulations and financial assistance of the
Distance Education Council, Government of India.

পরিচিতি

বিষয় : সহায়ক উদ্ভিদবিদ্যা

স্নাতক পাঠক্রম

পাঠক্রম : পর্যায়
SCH : 03 : 1-3

	রচনা	সম্পাদনা
একক 1-3	ড. প্রভাত কুমার পাঁজা	ড. মুকুলচন্দ্র দাস ও ড. মনোতোষ দাশগুপ্ত
একক 4-5	ড. প্রশান্ত কুমার ভৌমিক	ড. মুকুলচন্দ্র দাস ও ড. মনোতোষ দাশগুপ্ত
একক 6-8	ড. রমাপ্রসাদ সরকার	ড. সুমিত্রা চৌধুরী ও ড. মনোতোষ দাশগুপ্ত

ঘোষণা

এই পাঠ-সংকলনের সমুদয় স্বত্ব নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়ের দ্বারা সংরক্ষিত। বিশ্ববিদ্যালয় কর্তৃপক্ষের লিখিত অনুমতি ছাড়া এর কোনোও অংশের পুনর্মুদ্রণ বা কোনোভাবে উদ্ধৃতি সম্পূর্ণ নিষিদ্ধ।

অধ্যাপক (ড.) দেবেশ রায়
নিবন্ধক

STATE

STATE OF

MISSISSIPPI

IN SENATE

AMOUNT	DATE	RECEIPTS	PAID	BALANCE
100,000.00	1890			100,000.00
100,000.00	1891			200,000.00
100,000.00	1892			300,000.00
100,000.00	1893			400,000.00
100,000.00	1894			500,000.00
100,000.00	1895			600,000.00
100,000.00	1896			700,000.00
100,000.00	1897			800,000.00
100,000.00	1898			900,000.00
100,000.00	1899			1,000,000.00

APPENDIX

CONTAINING THE STATE OF MISSISSIPPI FOR THE YEAR 1899

BY THE COMMISSIONER OF THE GENERAL LAND OFFICE

1899



নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়

SCH - 03
(স্নাতক পাঠক্রম)

পর্যায়

1

অজৈব রসায়ন

একক 1	পরীক্ষা পদ্ধতি ও যন্ত্রপাতি	7-27
একক 2	অ্যাসিডমূলক সনাক্তকরণ	28-61
একক 3	ধাতবমূলকগুলির (ক্যাটায়ন) সনাক্তকরণ	62-121

পর্যায়

2

জৈব রসায়ন

একক 4	জৈব রসায়নাগারে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি এবং বিভিন্ন পরীক্ষাগত পদ্ধতি	122-132
একক 5	জৈব যৌগের গুণগত বিশ্লেষণ	133-167



পর্যায়

3

মাত্রিক বিশ্লেষণ

জাতীয় গ্রন্থকেন্দ্রের তৃতীয় সপ্তক জীবনী

১০ - ১১০২

(মুদ্রিত কাল)

একক 6	মাত্রিক বিশ্লেষণ : গোড়ার কথা	168-180
একক 7	অল্পমিতি ও ক্ষরমিতি	181-191
একক 8	জারণ-বিজারণ ও জটিলমিতিক অনুমাপন	192-210

পৃষ্ঠা

1

মুদ্রিত কাল

জাতীয় গ্রন্থকেন্দ্রের তৃতীয় সপ্তক জীবনী

1

মুদ্রিত কাল

2

জারণ-বিজারণ ও জটিলমিতিক অনুমাপন

2

পৃষ্ঠা

5

মুদ্রিত কাল

জাতীয় গ্রন্থকেন্দ্রের তৃতীয় সপ্তক জীবনী

1

মুদ্রিত কাল

2

একক 1 □ পরীক্ষা পদ্ধতি ও যন্ত্রপাতি (Experimental Techniques and Appliances)

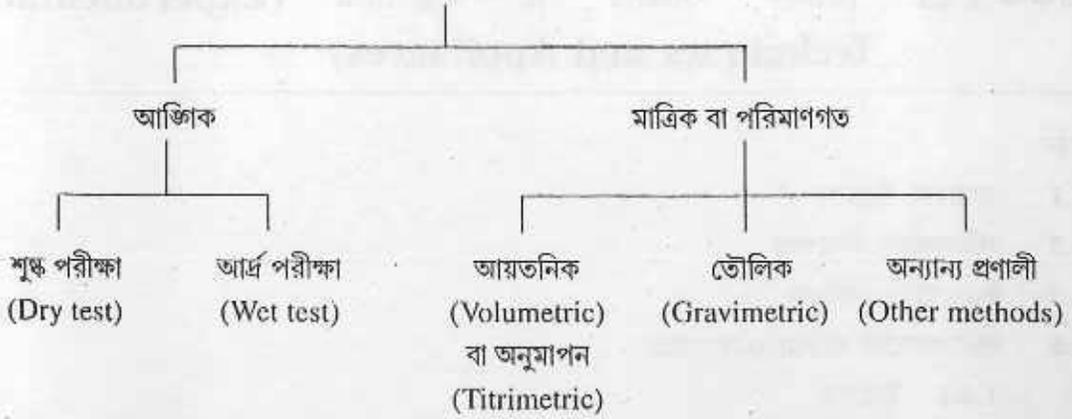
গঠন

- 1.1 প্রস্তাবনা, উদ্দেশ্য
- 1.2 পরীক্ষাগারে নিরাপত্তা
- 1.3 ল্যাবরেটরি নোটবুক
- 1.4 পরীক্ষাগারের প্রক্রিয়া ও যন্ত্রপাতি
 - 1.4.1 উত্তাপন
 - 1.4.2 অধঃক্ষেপণ
 - 1.4.3 পরিচাবণ ও অপকেন্দ্র পদ্ধতি
 - 1.4.4 অধঃক্ষেপ ধোয়া
 - 1.4.5 উত্তাপন
 - 1.4.6 দ্রবণ উত্তাপণ ও বাষ্পীভবন
 - 1.4.7 ডাইজেশন
 - 1.4.8 শোষকাধার ও শীতলীকরণ
 - 1.4.9 বৈজ্ঞানিক তুলাযন্ত্রের বিবরণ ও ব্যবহার পদ্ধতি
 - 1.4.10 গ্যাসসমূহের সনাক্তকরণ
 - 1.4.11 স্পট প্লেট
 - 1.4.12 বিন্দু বিক্রিয়া কাগজ
- 1.5 পরীক্ষাগারে ব্যবহৃত সাধারণ বিকারক
- 1.6 সারাংশ

1.1 প্রস্তাবনা

রাসায়নিক বিশ্লেষণকে দুভাগে ভাগ করা হয়—আজিক বা গুণগত (Qualitative) এবং মাত্রিক বা পরিমাণগত (Quantitative)। কী কী মৌলিক উপাদান দিয়ে কোন বস্তু (অজৈব বা জৈব) বা বস্তুর মিশ্রণ গঠিত তা জানবার প্রণালীকে বলা হয় আজিক বা গুণগত বিশ্লেষণ। উপাদানগুলির পরিমাণ নির্ণয় প্রণালীকে বলা হয় মাত্রিক বা পরিমাণগত বিশ্লেষণ।

রাসায়নিক বিশ্লেষণ



আজিক পদ্ধতি দুরকমভাবে সম্ভবত হই : (i) শুক্ক পরীক্ষা ও (ii) আর্দ্র পরীক্ষার দ্বারা।

কোন বস্তুর উপাদানগুলিকে সনাক্ত করতে হলে সেগুলিকে কোন পূর্বপরিচিত রাসায়নিক যৌগে রূপান্তরিত করতে হয়, — অর্থাৎ যাদের প্রকৃতিগত ধর্ম ভালভাবে আমাদের জানা আছে। যে রাসায়নিক বস্তুর দ্বারা এই রূপান্তর সম্ভব হয় সেই বস্তুকে বিকারক বলা হয়। এই রূপান্তর সম্ভব হয় রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে। এই রাসায়নিক বিক্রিয়া যখন কোন দ্রাবকের মাধ্যমে হয় তখন সেই প্রণালীকে বলা হয় আর্দ্র পরীক্ষা। শুক্ক অবস্থায় যখন ঐ বিক্রিয়া ঘটে তখন সেই প্রণালী শুক্ক পরীক্ষা নামে পরিচিত।

আজিক বিশ্লেষণ এর সময় পরীক্ষণীয় বস্তুর পরিমাণ বিভিন্ন হতে পারে। বস্তুর পরিমাণের উপর ভিত্তি করে আজিক বিশ্লেষণকে তিনটি বিভাগে ভাগ করা হয়।

- (i) প্রমাণ পরিমাণ বিশ্লেষণ (Macro analysis) : এই বিশ্লেষণে মোট বস্তুর পরিমাণ 0.5 – 2.0 গ্রাম এবং দ্রবণ হলে তার পরিমাণ 20 – 50 cm³।
- (ii) উন-পরিমাণ বিশ্লেষণ (Semimicro analysis) : এই বিশ্লেষণে বস্তুর নিম্নমাত্রা 0.05 গ্রাম এবং দ্রবণের আয়তন 1 – 2 cm³।
- (iii) লেশ-পরিমাণ বিশ্লেষণ (Micro analysis) : এই বিশ্লেষণে বস্তুর পরিমাণ 0.01 গ্রাম বা তারও কম হয়।

এই বিভাগীকরণ অতি স্পষ্ট সীমারেখা দ্বারা চিহ্নিত নয়, তবে কাছাকাছি একটা সীমারেখা টানা হয়েছে।

অজৈব নমুনার আজিক বিশ্লেষণে উন-পরিমাণ পদ্ধতি সবচেয়ে উপযোগী কারণ প্রমাণ পরিমাণ পদ্ধতি সময় ও বিকারক অপচয়কারী আবার লেশ-পরিমাণ পদ্ধতির জন্য অনেক দামী যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয় অর্থাৎ খুব ব্যয় সাপেক্ষ।

আয়তনিক বিশ্লেষণ : পরীক্ষণীয় বস্তুর নির্দিষ্ট আয়তন দ্রবণের সাথে কোন বস্তুর প্রমাণ দ্রবণের মাত্রিক বিক্রিয়া ঘটিয়ে প্রমাণ দ্রবণের আয়তন নির্ণয় দ্বারা পরীক্ষণীয় বস্তুর দ্রবণে তাহার পরিমাণ মাপ করাই হল আয়তনিক বা অনুমাপন পদ্ধতির উদ্দেশ্য। আয়তনিক বা অনুমাপন বিশ্লেষণে বিক্রিয়াগুলি প্রধানতঃ চার রকমের হয় : (i) অম্লমিতি এবং ক্ষারমিতি (Acidmetry and alkalimetry) (ii) জটিল আয়ন বিক্রিয়া (Complex-

ion reaction) (iii) অধঃক্ষেপণ বিক্রিয়া (Precipitation reaction) (iv) জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া (Oxidation-reduction reaction)।

তৌলিক বিশ্লেষণ : পরীক্ষণীয় বস্তুর মিশ্রণ থেকে কোন নির্দিষ্ট ওজন নিয়ে দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়। ওই দ্রবণের নির্দিষ্ট আয়তন থেকে কোন মৌলের আয়ন বা মূলককে কোন স্থায়ী (Stable), বিদিত সংযুক্তি (known) সম্পন্ন এবং তৌলনীয় (weightable) যৌগে রূপান্তরিত করে অধঃক্ষিপ্ত করা হয়, এরপর ওই অধঃক্ষেপকে দ্রবণ থেকে পৃথক করে ভালভাবে ধৌত করা হয় অশুদ্ধিমুক্ত করার জন্য। এই অধঃক্ষেপ নিয়ে উত্তাপ প্রয়োগে শুষ্ক করে ওজন করা হয় যতক্ষণ না স্থায়ী ওজন পাওয়া যায় (যেমন $AgCl$ এবং $BaSO_4$)। অনেকসময় অধঃক্ষেপ পৃথক করার পর উত্তপ্ত করে তৌলনীয় যৌগে রূপান্তরিত করা হয় ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ উত্তাপ $\rightarrow Mg_2P_2O_7$)। যৌগের সংকেত (formula) ও আনবিক ওজন থেকে অঙ্ক কষে ওই মৌলের বা মূলকের পরিমাণ পরীক্ষণীয় বস্তুতে নির্ণয় করা হয়। এই ধরনের মাত্রিক বিশ্লেষণকে তৌলিক বিশ্লেষণ বলা হয়।

মাত্রিক বিশ্লেষণে অন্যান্য পদ্ধতিগুলি যান্ত্রিক পদ্ধতি (Instrumental methods) হিসাবে পরিচিত। এই পদ্ধতিগুলিকে মূলতঃ দু-ভাগে বিভাগীকরণ করা যেতে পারে : (a) বৈদ্যুতিক পদ্ধতি (Electrical method) (যথা-ডন্টমিটারী, কুলমিটারী, পটেনশিয়মিটারী ইত্যাদি), (b) আলোকবিদ্যাসংক্রান্ত পদ্ধতি (Optical method)। এই আলোকবিদ্যা সংক্রান্ত পদ্ধতিগুলি আবার দুভাগে বিভক্ত :

(a) শোষণ পদ্ধতি (Absorption method) [যেমন : (i) অতিবেগুনি বর্ণালী পরিমাপন (u v spectrometry), (ii) দৃশ্যমান বর্ণালী পরিমাপন (Visible spectrometry) (ii) অবলোহিত বর্ণালী পরিমাপন (Infrared spectrometry)।

(b) বিকিরণ পদ্ধতি (Emission method) [যেমন : (i) বিকিরণ বর্ণালী রেখাচিত্রণ (Emission spectrography), (ii) শিখা দীপ্তিমাণন (Flame Photometry) ইত্যাদি।

আমরা অজৈব বিশ্লেষণের বিশেষ কয়েকটি প্রক্রিয়া এবং তাদের জন্য ব্যবহৃত অতি প্রয়োজনীয় কয়েকটি যন্ত্রপাতির সম্বন্ধে আলোচনা করব।

উদ্দেশ্য :

এই এককটি পাঠ করে আপনি নিম্নলিখিত বিষয় সম্বন্ধে ওয়াকিবহাল হতে পারবেন—

- রসায়নাগারে কাজের সময় যথাযথ নিরাপত্তা ব্যবস্থা গ্রহণ।
- পরীক্ষাগুলির পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত ল্যাবরেটরী নোটবুকে লিপিবদ্ধকরণ।
- রসায়নাগারে যন্ত্রপাতিগুলির বিবরণ জানা এবং সেগুলির সাহায্যে ঠিকমত পরীক্ষাকার্য সম্পাদন করা।
- সাধারণ পরীক্ষাগার পদ্ধতিগুলি যথা : উত্তাপন, অধঃক্ষেপণ, পরিস্রাবণ, অণুকেন্দ্রপদ্ধতি (Centrifuge method), ওজন গ্রহণ প্রভৃতি বিষয়ে দক্ষতা অর্জন।

1.2 পরীক্ষাগারে নিরাপত্তা

রসায়নাগারে দাহ্য তরল, বিষাক্ত রাসায়নিক পদার্থ এবং ভজুর কাচের যন্ত্রপাতি থাকে। আজকাল আবার কোন কোন রসায়নাগারে LPG গ্যাস সিলিন্ডার ব্যবহার করা হয়। এ সমস্ত জিনিষই ভীষণ বিপদের

সংকেতবাহী। রসায়নাগারে কাজের সময় নিরাপত্তা বিষয়ে কয়েকটি সাধারণ সাবধানতা অবলম্বন করা যেতে পারে।

- অ্যাপ্রন (Apron) পরে কাজ করা।
- রসায়নাগারে কেণথায় কি আছে সে সম্বন্ধে সম্যক ধারণা, যেমন— অগ্নিনির্বাপক যন্ত্র, হঠাৎ বাহির হওয়ার জন্য কাছের দরজা, কঞ্চল, ফার্স্ট এড বক্স (First-aid-box) প্রভৃতি।
- রসায়নাগারে কখনও একা না কাজ করা।
- চোখে চশমা বা রোদ-চশমা (Sunglass) পরে রসায়নাগারে কাজ করা।
- দাহ্য পদার্থ সরাসরি আগুনে গরম না করা।
- পরীক্ষানলে (Testtube) কোন রাসায়নিক পদার্থ উত্তপ্ত করার সময় উহার মুখ কখনও নিজের বা পাশের অন্য কারও দিকে না করা।
- যে সমস্ত রাসায়নিক পদার্থ নিয়ে কাজ করা হয় তার অনেকগুলিই কমবেশি বিষাক্ত ও বিপজ্জনক। কখনও রাসায়নিক পদার্থ শরীরের সংস্পর্শে আনবেন না বা কোন নির্গত গ্যাস সরাসরি শ্বকবেন না। কয়েকটি বিপজ্জনক রাসায়নিক পদার্থ ও তাদের ক্ষতিকারক প্রভাবের তালিকা দেওয়া হল।

তালিকা 1.1

বিপজ্জনক রাসায়নিক পদার্থ	ক্ষতিকারক প্রভাব
Ag, Hg, Pb, Cu, Cd, As, Sb, F-এর লবণ।	বেশীর ভাগই ভীষণ ক্ষতিকারক যদি পাকস্থলীতে প্রবেশ করে।
H ₂ S	HCN এর মত বিষাক্ত এর প্রভাবে গন্ধ গ্রহণ করার ক্ষমতা নষ্ট হয়।
SO ₂ , NO ₂ , Cl ₂ , Br ₂ , I ₂ , HNO ₃ , H ₂ SO ₄ , HF	সবগুলিই বিপজ্জনক, গাঢ় অবস্থায় চামড়ার বিশেষতঃ শ্রেণিক বিঘ্নিত ক্ষতি করে।
ক্রোরিনেটেড অ্যালকেন্স যথা CCl ₄ , CHCl ₃	চেতনানাশক
বেনজিন	দাহ্য পদার্থ, মাথা বিম বিম করায়
বেনজোইল ক্লোরাইড	যন্ত্রণাদায়ক
ইথার, মিথানল, ইথানল	অত্যন্ত দাহ্য পদার্থ

- যেসব বিক্রিয়ায় বিষাক্ত গ্যাস নির্গত হয় সেগুলিকে ধূম-প্রকোষ্ঠে (Fume Cupboard) সম্পাদন করা উচিত।
- ব্যবহৃত রাসায়নিক পদার্থগুলি, ফিল্টার পেপার ও ভাঙ্গা কাচের যন্ত্রপাতি নির্দিষ্ট আবর্জনা রাখার পাত্রে রাখতে হবে—পরীক্ষাগারের মেঝেতে বা জলের সিংকে কখনও ফেলবেন না।
- কাজের শেষে সাবান দিয়ে ভালভাবে হাত ধুয়ে নিতে হবে।
- কাজের শেষে পরীক্ষাগারে জলের কল ও গ্যাস লাইনের চাবি বন্ধ করে নিশ্চিত হয়ে পরীক্ষাগার ত্যাগ করতে হবে।

সতর্কতা অবলম্বন করেও অনেকক্ষেত্রে দুর্ঘটনা এড়ানো যায় না। সাধারণতঃ কেটে যাওয়া, পুড়ে যাওয়া ও ছোটোখাটো আগুন লাগার ঘটনা ঘটে থাকে। এইসব দুর্ঘটনার ক্ষেত্রে প্রাথমিক চিকিৎসা বা ব্যবস্থা করা যেতে পারে নিম্নলিখিতভাবে।

(i) কেটে যাওয়া : সাধারণত ডাঙ্গা কাচের টুকরোতে কেটে যায়। ক্ষতস্থানটি ভালভাবে পরিষ্কার করে ঠাণ্ডা জল দিয়ে ধুতে হবে। এরপর পচন নিরোধক (antiseptic) মলম লাগিয়ে পট্টি বেঁধে দিতে হবে।

(ii) পুড়ে যাওয়া : সাধারণতঃ গরম যন্ত্রপাতির সংস্পর্শে পুড়ে যায়। প্রথমে পোড়া জায়গাটি ঠাণ্ডা জল দিয়ে অনেকক্ষণ ধোয়ার পর বারনল জাতীয় মলম লাগাতে হবে। যদি কোন রাসায়নিক পদার্থের জন্য পুড়ে যায় সেক্ষেত্রে তালিকা 1.2 অনুসারে ব্যবস্থা নেওয়া যেতে পারে।

(iii) আগুন লাগা : কোন দাহ্য পদার্থের বাষ্প হঠাৎ জ্বলে উঠলে কখনো জাতীয় ভারী কিছু দিয়ে চাপা দিতে হবে। আগুন নিভে যাবে। আবার জামাকাপড়ে আগুন লাগলে মেঝেতে শুয়ে পড়ে সমস্ত শরীর কবলে জড়িয়ে ফেলতে হবে।

তালিকা 1.2

কয়েকটি ক্ষতিকারক রাসায়নিক পদার্থ ও তাদের প্রতিকার

বিপজ্জনক রাসায়নিক পদার্থ	ক্ষতিকারক প্রভাব
অম্ল : H_2SO_4 , HNO_3 , HCl	স্থানটি লঘু $NaHCO_3$ বা $(NH_4)_2CO_3$ দ্রবণ দিয়ে ধুয়ে নিয়ে ভেসলিন জাতীয় মলম লাগাতে হবে।
ক্ষার : $NaOH$, KOH	1(M) CH_3COOH দ্রবণ দিয়ে ধুয়ে ভেসলিন জাতীয় মলম লাগাতে হবে।

1.3 ল্যাবরেটরি নোট বুক (Laboratory Note Book) :

কাজের সময় নিম্নলিখিত বিষয়গুলি মনে রাখতে হবে ল্যাবরেটরি নোটবুক তৈরি করার জন্য।

- পরীক্ষা সংক্রান্ত সমস্তরকম পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্তগুলি স্পষ্টভাবে নোটবুকে লিপিবদ্ধ করতে হবে তারিখ অনুসারে।
- নোটবুকে প্রতিদিনের কাজের লিপিবদ্ধকরণ উপদেষ্টার স্বাক্ষর করিয়ে নিতে হবে।

1.4 পরীক্ষাগারে প্রক্রিয়া ও যন্ত্রপাতি (Laboratory operations and appliances) :

অজৈব নমুনার বিশ্লেষণে উত্তাপন, অধঃক্ষেপণ, পরিষ্কার ও ওজন-গ্রহণ প্রভৃতি প্রক্রিয়াগুলি অতি প্রয়োজনীয়। আশা করছি আপনি রসায়নাগারে ব্যবহৃত সাধারণ যন্ত্রপাতি যেমন, পরীক্ষানল, বীকার, ফানেল প্রভৃতির সঙ্গে পরিচিত। এককের এই অংশে বিভিন্ন প্রক্রিয়া ও তাদের সম্পাদনের উপযোগী কয়েকটি যন্ত্রপাতির বিশদ বিবরণ দেওয়া হবে।

1.4.1 উত্তাপন :

বিভিন্ন কারণে উত্তাপন প্রয়োগ করা হয়—যেমন দ্রবণে দ্রাব্যের দ্রাব্যতা বৃদ্ধি ঘটানো, রাসায়নিক বিক্রিয়ার গতি ত্বরান্বিত করা, তৌলিক বিশ্লেষণে (gravimetric analysis) অধঃক্ষেপকে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা।

উত্তাপনের সাধারণ কয়েকটি যন্ত্রপাতি—

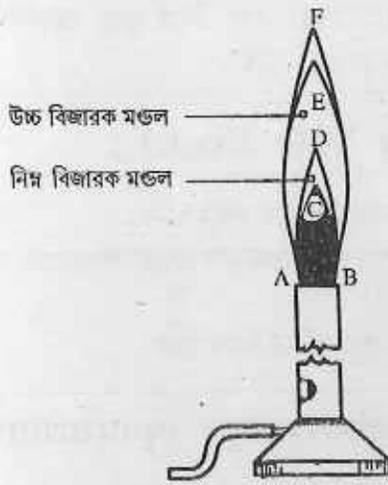
- (i) বুনসেন দীপ
- (ii) জলগাহ
- (iii) গরম তাওয়া (Hot plate)
- (iv) বায়ুচুল্লি
- (v) তড়িৎচুল্লি

(i) বুনসেন দীপ : বুনসেন দীপের শিখা দূরকম হয়। (ছবি নং 1.1) (ক) দীপ্তি শিখা (খ) দীপ্তিহীন শিখা। বায়ু নিয়ন্ত্রক ঘুরিয়ে বায়ুর প্রবেশদ্বার সম্পূর্ণরূপে বন্ধ করে দিলে দীপ্তিশিখার সৃষ্টি হয়। আবার বায়ুর প্রবেশদ্বার উন্মুক্ত করে দিলে দীপ্তিহীন শিখার সৃষ্টি হয়।

দীপ্তিহীন শিখাকে চারভাগে ভাগ করা হয়। (ছবি নং 1.2)

(1) ভিতরের অন্ধকার মণ্ডল (Dark inner zone) ABC : এই অংশে গ্যাসের কোন দহন হয় না।

(2) ঘন নীল মণ্ডল ABCD : অন্ধকার মণ্ডলের চারপাশে এই মণ্ডল। আংশিক দহনের ফলে এই অংশে কার্বন মনোক্সাইড তৈরি হয়। ভিতরের অন্ধকার মণ্ডল ও ঘন নীল মণ্ডলের সংযোগস্থল হচ্ছে নিম্নবিজারক মণ্ডল। এই মণ্ডলের তাপমাত্রা $520-1540^{\circ}\text{C}$ ।



বুনসেন দীপ
ছবি নং 1.1



দীপশিখা
ছবি নং 1.2

(3) উজ্জ্বল দীপ্ত মণ্ডল AECD : এই অংশে গ্যাসের আংশিক দহন হয় এবং সোনালী হলুদ রঙের শিখা দেখা যায়। গ্যাসের কার্বন এই অংশে বিযুক্ত হয়। এই অংশকে বলা হয় উচ্চ বিজারক মণ্ডল। এই সোনালী

শিখাকে বলা হয় বিজারক শিখা। যখন বায়ু নিয়ন্ত্রক ঘুরিয়ে বায়ুর প্রবেশদ্বার আংশিক উন্মুক্ত করা হয় তখন অধিক অক্সিজেনের উপস্থিতিতে গ্যাসের পূর্ণ দহন হতে শুরু করে এবং উজ্জ্বল দীপ্ত মণ্ডল ক্রমশ ছোটো হয়ে ঘন নীল মণ্ডলের (ADCB) সহিত মিশে যায়, —পৃথক করে বোঝা যায় না।

(4) নীলাভ মণ্ডল : দীপ্ত মণ্ডলের চারপাশে ওই অংশে বায়ুর সংযোগে গ্যাসের দহন সম্পূর্ণ হয়। এই শিখাকে জারক শিখা বলে। বায়ুর প্রবেশদ্বার উন্মুক্ত করে দিলে এই শিখার আয়তন বেড়ে যায়। দীপনলের মুখের কাছে নীচের অংশে উত্তাপ কম থাকে এবং এই অংশকে বলা হয় নিম্নতাপ মণ্ডল।

এই শিখার মাঝামাঝি জায়গায় বাইরের দিকের অংশে সবচেয়ে বেশি উত্তাপ (1560-1580°C) থাকে। এই অংশকে বলা হয় উচ্চতাপ মণ্ডল। এই শিখার অগ্রভাগকে বলা হয় উচ্চ জারক মণ্ডল এবং নীচের অংশকে বলা হয় নিম্ন জারক মণ্ডল।

(ii) জলগাহ (Water Bath) : অল্পতাপে (100° পর্যন্ত) উত্তপ্ত করার জন্য জলগাহ ব্যবহার করা হয়। জলগাহ তৈরির সহজ পদ্ধতি হল একটি বীকারে ফুটন্ত জলের মধ্যে পরীক্ষানলে নমুনার জলীয় দ্রবন রেখে দেওয়া অথবা ঘড়ি কাচে (Watch glass) তরল বা কঠিন নমুনা নিয়ে ফুটন্ত জলের বীকারের উপর রেখে দেওয়া।

(iii) গরম তাওয়া (Hot plate) : তড়িৎ এর সাহায্যে গরম তাওয়াতে উত্তপ্ত করা হয়। প্রয়োজনমত তাপমাত্রা কমানো বা বাড়ানো যায়। সাধারণতঃ অল্পসময়ের মধ্যে বাষ্পীভবনের সাহায্যে দ্রবণ গাঢ় বা শুষ্ক করা হয়।

(iv) বায়ুচুল্লি (Air oven) : কোন বস্তু বা অধঃক্ষেপকে 250°C পর্যন্ত উত্তপ্ত করার জন্য বায়ুচুল্লি ব্যবহার করা হয়। বায়ুচুল্লিতে বুনসেন দীপ বা তড়িৎ দ্বারা উত্তাপন প্রক্রিয়া সম্পাদন করা হয়। আজকাল অবশ্য তাপস্থাপক (Thermostat) প্রক্রিয়ার সাহায্যে বায়ুচুল্লির তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করা হয়। আংশিক বা ক্ষারীয় বাষ্প পরীক্ষণীয় বস্তু থেকে নির্গত হলে তড়িৎচালিত বায়ুচুল্লি ব্যবহার করা যাবে না।

(v) তড়িৎচুল্লি (Electric Oven) : তড়িৎচুল্লি সাধারণতঃ বেশী তাপমাত্রায় কোন বস্তুর ভস্মীকরণের (Calcination) জন্য ব্যবহৃত হয়। তড়িৎচুল্লিতে তাপমাত্রা ইচ্ছামত কমানো বা বাড়ানো যায়। সুনিয়ন্ত্রিতভাবে আচ্ছাদিত তড়িৎচুল্লি (Muffle furnace) বেশী ব্যবহৃত হয় কোন বস্তুকে 1200°C বা তার বেশী তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করার জন্য।

1.4.2 অধঃক্ষেপণ :

রাসায়নিক বিশ্লেষণে অধঃক্ষেপণ খুবই গুরুত্বপূর্ণ। কোন দ্রবণে বিকারকের দ্রবণ যোগ করলে যদি দ্রবণের কোন মূলক (ক্ষারীয় বা আম্লিক) অদ্রাব্য লবণ তৈরি করে তাহলে সেই প্রক্রিয়াকে অধঃক্ষেপণ বলা হয়। অদ্রাব্য লবণকে অধঃক্ষেপ এবং বিকারককে অধঃক্ষেপক বলা হয়। K_2SO_4 এর দ্রবণে অধঃক্ষেপক $BaCl_2$ এর দ্রবণ যোগ করলে সাদা রঙের অদ্রাব্য $BaSO_4$ অধঃক্ষেপ তৈরি হয়।

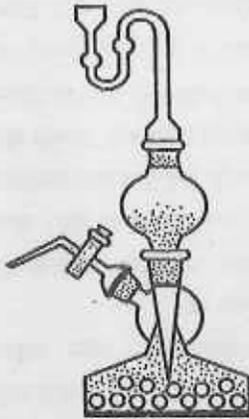
সাধারণতঃ আঙ্গিক বিশ্লেষণে পরীক্ষানলে এবং মাত্রিক বিশ্লেষণে বীকারে অধঃক্ষেপণ করা হয়। দ্রবণ সর্বক্ষণ কাচের দণ্ড দিয়ে নাড়তে নাড়তে পরীক্ষানল বা বীকারের গা বেয়ে ধীরে ধীরে পিপেট বা ড্রপারের সাহায্যে বিকারক যোগ করা হয়। অধঃক্ষেপ থিতুয়ে যাওয়ার পর দ্রবণের উপরিভাগে কয়েক ফোঁটা অধঃক্ষেপক যোগ করা হয় অধঃক্ষেপণ সম্পূর্ণ হয়েছে কিনা দেখার জন্য।

পরিমিত অতিরিক্ত অধঃক্ষেপক মেশান উচিত। বেশি অধঃক্ষেপক যোগ করলে অনেক সময় অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয় আংশিকভাবে।

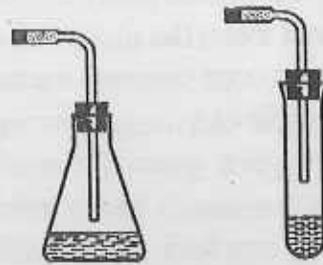
আঙ্গিক বিশ্লেষণে H_2S গ্যাস সহযোগে অধঃক্ষেপন বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ। দুভাবে এই প্রক্রিয়া সম্পাদন করা হয়।

(a) বুদ্ধবুদ্ধ পদ্ধতি : মুখ খোলা পরীক্ষানল বা বীকারে আম্লিক দ্রবণের মধ্যে কিপ্‌সযন্ত্র থেকে উদ্ভূত [ছবি নং 1.3] H_2S গ্যাস চালনা করা হয় বুদ্ধবুদ্ধ আকারে। আম্লিক মাধ্যমে H_2S গ্যাস খুব কম দ্রবণীয়, বেশির ভাগ গ্যাস কাজে না লেগে নষ্ট হয়। আবার H_2S অত্যন্ত বিষাক্ত বলে রসায়নাগারের আবহাওয়া দূষিত করে তোলে। এইজন্য এই পদ্ধতি সমর্থনযোগ্য নয়।

(b) চাপ পদ্ধতি : খোলা বীকার বা পরীক্ষানলের পরিবর্তে ছিপি দ্বারা বন্ধ শংকুকূপী (Conical flask) বা পরীক্ষানল ব্যবহার করা হয়। কিছুক্ষণ H_2S গ্যাস চালনার পর বুদ্ধবুদ্ধ তৈরী বন্ধ হয়ে যায়। তখন বুঝতে হবে যে দ্রবণটি H_2S গ্যাস দ্বারা সম্পৃক্ত হয়েছে এবং অধঃক্ষেপণ সম্পূর্ণ হয়েছে। [ছবি নং 1.4]



কিপ্‌স যন্ত্র
ছবি নং 1.3



চাপ পদ্ধতিতে অধঃক্ষেপণ
ছবি নং 1.4

1.4.3 পরিস্রাবণ ও অপকেন্দ্র পদ্ধতি (Filtration and centrifuge method) :

(i) পরিস্রাবণ : পরিস্রাবণ হল অধঃক্ষেপকে উহার মাতৃদ্রবণ (Mother liquor) হতে পৃথক করার একটি পদ্ধতি। ছাঁকন মাধ্যম হিসেবে ব্যবহৃত হয় : (a) ছাঁকন কাগজ (Filter paper) (b) বিশুদ্ধ asbestos স্তর যুক্ত ছাঁকন মাদুর (Filter mat) (গ) স্থায়ী সুক্ষ্ম ছিদ্রতলক কাচের মুচি (Sintered bed glass crucible)। আঙ্গিক বিশ্লেষণে ছাঁকন মাধ্যম হিসেবে সাধারণতঃ ছাঁকন কাগজ ব্যবহার করা হয়।

যতদূর সম্ভব 60° এর কাছাকাছি কোন যুক্ত এবং 10-12 সেমিঃ লম্বা দণ্ডযুক্ত ফানেল দ্রুত ছাঁকন কাজ সম্পন্ন করতে পারে। ফানেল দণ্ডের প্রান্তভাগ তির্যকভাবে কাটা হতে হবে। শুকনো গোলাকৃতি ছাঁকন কাগজ প্রথমে দুভাগে এবং তারপর চারভাগে ভাঁজ করতে হবে। চারভাঁজের খোলা মুখের সংযোগস্থলের বাইরের দিকের একটি ভাঁজের উপরের একটি কোনা অল্প ছিঁড়ে ফেলতে হবে। তারপর কাগজটি এমনভাবে খুলতে হবে যাতে ছেঁড়া কোনার দিকে তিনভাঁজ এবং অন্যদিকে এক ভাঁজ থাকে—একটি 60° কোন বিশিষ্ট শঙ্কু তৈরি হবে। তারপর শঙ্কুকে পাতিত জল দিয়ে ভিজিয়ে ফানেলের গায়ে এমনভাবে পের্টে দিতে হবে যাতে ফানেল ও

কাগজের মাঝে কোন বুদবুদ না থাকে। এই অবস্থায় ফানেলের দণ্ডটি জলপূর্ণ থাকবে। এবার ফানেলটি একটি লৌহদণ্ডে খাটানো লোহার বলয়ের উপর ধীরে ধীরে এমনভাবে রাখা হয় যেন ফানেলের দণ্ডটি নীচে পরিষ্কৃত সংগ্রহের জন্য রাখা বীকারের গায়ে স্পর্শ করে থাকে,—স্পর্শ এমনভাবে করবে যাতে দণ্ডের তির্যক প্রান্তভাগটিও বীকারের গায়ে লেগে থাকে সে বিষয়ে খেয়াল রাখতে হবে। একটি কাচদণ্ডকে হেলান অবস্থায় ছাঁকন কাগজের শঙ্কুর তিনভাঁজের অংশের উপর ধরে অধঃক্ষেপসহ দ্রবণ এমনভাবে ঢালতে হবে যাতে বেশিরভাগ অধঃক্ষেপ বীকারের নীচে থাকবে এবং দ্রবণ ছাঁকন কাগজে ঢালার সময় খেয়াল রাখতে হবে যাতে দ্রবণের উপরিতল ছাঁকন কাগজের উপর প্রান্ত হতে 5-10 মিলিমিটার নীচে থাকবে। (ছবি নং 1.5)



আঁঠাল অধঃক্ষেপ সাধারণ ছাঁকন কাগজের ছিদ্রগুলি বন্ধ করে দেয়। এইজন্য এইধরনের অধঃক্ষেপের সঙ্গে সদ্যপ্রস্তুত পরিমাণমত ছাঁকন মণ্ড (Filter Pulp) মিশিয়ে ভালভাবে নেড়ে নিয়ে পরিষ্কারণ করতে হয়। মাত্রিক

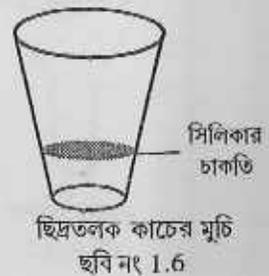
ছাঁকন কাগজ (Quantitative filter paper) কিছুটা ছোটো ছোটো টুকরো করে পাতিত জলসহযোগে ফোঁটালে কাগজের খণ্ডগুলি পেজা তুলোর মত বিচ্ছিন্ন হয়ে পড়ে,—বিচ্ছিন্ন অংশগুলির এই মিশ্রণকে ছাঁকন মণ্ড বলা হয়।

আজিক বিশ্লেষণে সাধারণ ছাঁকন কাগজ ব্যবহার করা হয় কিন্তু মাত্রিক বিশ্লেষণে ছাঁকন মাধ্যম হিসাবে সাধারণতঃ (i) মাত্রিক ছাঁকন কাগজ (Quantitative filter paper) এবং (ii) স্থায়ী সূক্ষ্ম ছিদ্রতলক কাচের মুচি (Sintered bed glass Crucible) ব্যবহার করা হয়।

মাত্রিক ছাঁকন কাগজ হিসাবে Whatman No. 40, 41, 42 ব্যবহার করা হয়। এই নম্বরগুলি ছাঁকন কাগজের সচ্ছিদ্রতার (porosity) ক্রম নির্দেশ করে। অধঃক্ষেপ আঁঠাল বা বড়ো আকারের কণায়ুক্ত [যেমন $Fe(OH)_3$] হলে Whatman No. 41, মাঝারী আকারের [যেমন $AgCl$] হলে Whatman No. 40 এবং সূক্ষ্ম আকারের [যেমন $BaSO_4$] হলে Whatman No. 42 ব্যবহার করা হয়। Whatman No. 4 কাগজের ছিদ্রের আকার সবচেয়ে বড়ো এবং এই কাগজের দ্বারা পরিষ্কারণের গতি দ্রুততম। উপরোক্ত তিনধরনের ছাঁকন কাগজের তুলনা নিম্নলিখিতভাবে করা যেতে পারে।

Whatman No.	ছিদ্রের আকার	পরিষ্কারণের গতি
41	সবথেকে বড়ো	দ্রুততম
40	মাঝারী	মাঝামাঝি
42	সূক্ষ্ম	সবচেয়ে কম

স্থায়ী সূক্ষ্ম ছিদ্রতলক কাচের মুচি : ইহা দেখতে দুইমুখ খোলা কাচের নলের মত। নলের সবুধের একটি উপরে সূক্ষ্ম ছিদ্রযুক্ত সিলিকার একটি চাকতি স্থায়ীভাবে আটকানো থাকে। [ছবি নং 1.6] শোষণ প্রক্রিয়ার (Suction method) সাহায্যে ইহার দ্বারা পরিষ্কারণ খুব দ্রুত সম্পন্ন করা যায়। এই মুচিতে অধঃক্ষেপ নিয়ে বায়ু উনানে (Air Oven) 423-433K পর্যন্ত উত্তাপে প্রয়োগ করা হয়। বেশি উত্তাপের প্রয়োজন হলে কাচের মুচির বদলে পোসেলীম বা সিলিকার মুচি নিয়ে কাজ করতে হবে। অধঃক্ষেপ কণার আকৃতি অনুযায়ী



বিভিন্ন ক্রমের সূক্ষ্ম ছিদ্রতলক ব্যবহার করা হয়, —এদের সচ্ছিদ্রতা (Porosity) 0, 1, 2, 3, 4 ও 5 সংখ্যাগুলি দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

মুচির নির্দেশক সংখ্যা

ছিদ্রগুলির ব্যাস

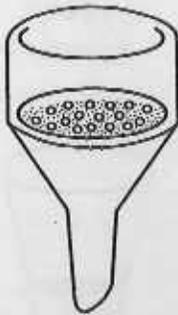
(μm যেখানে $1\mu\text{m} = 10^{-6}$ metre)

0	200-250
1	100-120
2	40-50
3	20-30
4	5-10
5	1-2

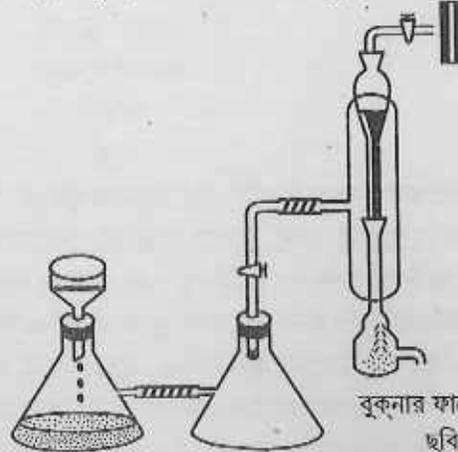
অনেকসময় সিলিকা বা পোর্সেলীন মুচির সচ্ছিদ্র তলদেশে বিশুদ্ধ অ্যাজবেসটসের স্তর বিছিয়ে নির্দিষ্ট নির্দেশ সংখ্যার ছাঁকন মাদুর (Filter mat) তৈরি করে কাজ করা হয়। এক্ষেত্রে প্রধান অসুবিধে হল এই ধরনের ছাঁকন মাদুর দিয়ে একবারের বেশি পরিষ্কাবণ করা যাবে না কারণ ছাঁকন মাদুর পরিষ্কার করার চেষ্টা করলে তা নষ্ট হয়ে যাবে। এইজন্য প্রতিবার পরিষ্কাবণের জন্য নতুন করে মাদুর তৈরি করতে হয়। এইজন্য স্থায়ী সূক্ষ্ম ছিদ্রতলক ব্যবহার অনেক বেশি সুবিধাজনক।

তৌলিক বিশ্লেষণে এই মুচির ব্যবহার খুব বেশি করা হয়।

যদি অধঃক্ষেপের পরিমাণ বেশি (সাধারণতঃ জৈব যৌগের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য) হয় তখন বুকনার (Buchnar) ফানেল ব্যবহৃত হয় পরিষ্কাবণ করার জন্য। পোর্সেলীনের তৈরি বুকনার (ছবি নং 1.7) ফানেলের তলাতে ছিদ্রযুক্ত পোর্সেলীনের প্লেট থাকে। ফিণ্টার বা ছাঁকন কাগজ গোলাকৃতি আকারে কেটে নিয়ে এমনভাবে ফানেলের তলাতে বসাতে হয় যাতে সমস্ত ছিদ্রগুলি কাগজে ঢাকা থাকে। এরপর জল দিয়ে কাগজটি ভিজিয়ে ফানেলের তলের উপর দৃঢ়ভাবে স্থাপন করা হয়। এবার ফানেলটি রাবার কর্কের সাহায্যে ফিণ্টার ফ্লাস্কের মুখে দৃঢ়ভাবে বসিয়ে ফ্লাস্কটিকে জলশোষক পাম্প (ছবি নং 1.8) বা ভিট্রিচালিত শোষক পাম্পের সঙ্গে যুক্ত করা হয়। এই প্রক্রিয়াতে পরিষ্কাবণ দ্রুত সম্পন্ন হয়। স্থায়ী সূক্ষ্ম ছিদ্রতলক কাচের মুচিকে রাবার গার্ডারের সাহায্যে



বুকনার ফানেল
ছবি নং 1.7

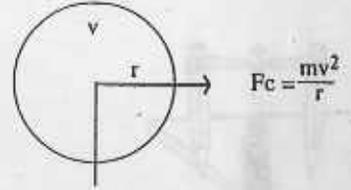


বুকনার ফানেলে পরিষ্কাবণ
ছবি নং 1.8

আধারে (receptacle) প্রোথিত করে আধারটি বুকনার যগনেলের পরিবর্তে ফিল্টার ফ্লাস্কে দুঢ়ভাবে বসালে শোষক প্রক্রিয়ায় পরিশ্রাবণ এক্ষেত্রেও দুততর সম্পন্ন হবে। (ছবি নং 1.9)।

(ii) অপকেন্দ্র পদ্ধতি (Centrifuge method) : মাতৃদ্রবণ থেকে অধঃক্ষেপ পৃথক করার সবথেকে ভাল পদ্ধতি হল অপকেন্দ্র পদ্ধতি। পরীক্ষাকালে অধঃক্ষেপসহ দ্রবণ একটি ছোটো সেনট্রিফিউজ নলে নেওয়া হয় এবং অনুরূপ আর একটি নলে ঐ দ্রবণের সমপরিমাণ ওজনের জল নেওয়া হয়। তারপর নলদুটিকে পরস্পর বিপরীত দিকে অবস্থিত ধাতু নির্মিত খোলে রাখা হয় এবং কিছুক্ষণ ঘোরানো হয়। ঘোরাবার পর থামলে নলটিকে খোল থেকে বের করলে দেখা যায় যে অধঃক্ষেপ ওই নলের একদম নীচে থিতিয়ে গেছে। এই প্রক্রিয়াকে বলা হয় অপকেন্দ্র প্রক্রিয়া।

অপকেন্দ্র পদ্ধতির নীতি : মনে করি m gm ভরবিশিষ্ট অধঃক্ষেপের একটি কণা r cm ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট একটি বৃত্তাকার পথে V cm/sec বেগে ঘুরছে। গতিবিজ্ঞানের সূত্রানুসারে কণাটির উপর অপকেন্দ্রিক বল $F_c = mv^2/r \dots \dots \dots (1)$



বৃত্তাকার পথে একবার ঘুরলে কণাটি $2\pi r$ cm দূরত্ব অতিক্রম করে।

যদি n বার বৃত্তাকার পথে ঘোরার জন্য V cm দূরত্ব অতিক্রান্ত হয় তাহলে $2\pi rn = v \dots \dots \dots (2)$

(2) হইতে v এর মান (1) এ বসিয়ে পাই

$$F_c = m \cdot \frac{(2\pi rn)^2}{r} = 4\pi^2 m r n^2 \dots \dots \dots (3)$$

আবার পরীক্ষানলে স্থিতাবস্থায় দ্রবণে অধঃক্ষেপের কণাটি থাকলে অভিকর্ষজ বল F_g কাজ করবে কণার উপর।

$$\therefore F_g = m \cdot g \dots \dots \dots (4) \quad [g = \text{অভিকর্ষজ ত্বরণ}]$$

অতএব (3) ও (4) এর সাহায্যে আমরা লিখতে পারি

$$\frac{F_c}{F_g} = \frac{4\pi^2 m r n^2}{m g} = \frac{4\pi^2 r n^2}{g} \dots \dots \dots (5)$$

ধরি বৃত্তাকার পথে কণাটির ঘূর্ণন সংখ্যা প্রতি মিনিটে হল N , তাহলে $n = \frac{N}{60}$ বসাইয়া (5) এ

$$\text{আমরা পাই } \frac{F_c}{F_g} = \frac{4\pi^2 r N^2}{g^2 60} = 1.118 \times 10^{-5} r N^2 \quad [\text{যেখানে } \pi = 3.14 \text{ } g = 981 \text{ Cm/Sec}^2]$$

এখন যদি বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ 10 cm ও ঘূর্ণন সংখ্যা প্রতি মিনিটে 2000 বার হয় তাহলে

$$\frac{F_c}{F_g} = 1.118 \times 10^{-5} \times 10^2 (2000)^2 = 447$$

অতএব বলতে পারি $F_c \approx 450 F_g$

অতএব অধঃক্ষেপের যে কণা পরীক্ষানলের দ্রবণে দশমিনিটে থিতিয়ে পড়ে তা উপরোক্ত সেনট্রিফিউজে ($r = 10 \text{ cm}$, $N = 2000$) 1.3 সেকেন্ডে থিতিয়ে পড়বে।

অপকেন্দ্রণ প্রক্রিয়ার সুবিধা :

- অধঃক্ষেপ পৃথকীকরণ এ অত্যন্ত কম সময় লাগে।
- অল্প পরিমাণ অধঃক্ষেপ হলেও সহজে পৃথক করা যায়।
- অল্পসময়ে ভালভাবে অধঃক্ষেপ ধুয়ে নেওয়া যায়।
- গাঢ় অ্যাসিড, ক্ষারক বা অন্যকোনো ক্ষয়কারী (Corrosive) দ্রাবকের উপস্থিতিতে অধঃক্ষেপ সহজে পৃথক করা যায়।

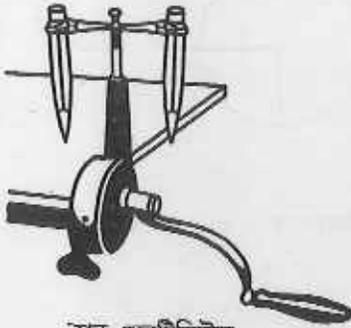
সতর্কতা অবলম্বন : সেনট্রিফিউজ যন্ত্র ব্যবহার করার সময় নিম্নলিখিত বিষয়ে সতর্ক হতে হবে।

(i) সেনট্রিফিউজ নল দুটি একই আকার ও ওজনের হতে হবে।

(ii) পরীক্ষণীয় দ্রবণ দিয়ে নলটি কখনও সম্পূর্ণ ভর্তি করা উচিত নয়, অন্তত এক-দুই সেন্টিমিটার খালি রাখতে হবে।

(iii) ঘোরাবার পূর্বে সমতারক্ষাকারী নলটিও সমপরিমাণ জল দিয়ে ভর্তি করতে হবে।

(iv) পরীক্ষণগারে আমরা সাধারণতঃ হাত-সেনট্রিফিউজ (Hand Centrifuge) ব্যবহার করে থাকি। [ছবি নং 1.10] প্রথমে ধীরে ধীরে স্বচ্ছন্দভাবে (Smoothly) ঘোরানো শুরু করে তারপর হাতল ঘুরিয়ে সর্বোচ্চ বেগ আনতে হয়। এই যন্ত্রে ঘূর্ণন থামানোর জন্য হাতলটি সরিয়ে নিলে বেগ আপনা থেকেই কমে আসে এবং এক সময় থেমে যায়। হাত দিয়ে বেগ কমানো উচিত নয়, এতে নলে ও দ্রবণে কাঁপন লাগে,



হাত-সেনট্রিফিউজ
ছবি নং 1.10

অধঃক্ষেপ নাড়া খেয়ে ছড়িয়ে পড়ে এবং অনেক সময় নলটি ভেঙেও যেতে পারে।

1.4.4 অধঃক্ষেপ ধোয়া :

অধঃক্ষেপের সঙ্গে কিছু পরিমাণ দ্রবণ ও অন্যান্য আয়ন সর্বদাই থেকে যায় সেজন্য অধঃক্ষেপ ধুয়ে নেওয়ার প্রয়োজন হয় নতুবা পরীক্ষাকার্যে বিঘ্ন ঘটবে। সাধারণতঃ ধোয়ার জন্য দ্রাবক হিসেবে অতি লঘু বিকারক দ্রবণ অথবা কোন তড়িৎবিপ্লবী লবণের লঘু দ্রবণ ব্যবহার করা হয়। বিশুদ্ধ জলে ধুলে অনেক সময় অধঃক্ষেপের কোলয়েডীয় দ্রবণ তৈরি হয়ে (পেপটাইজেশান) কার্যে বিঘ্ন ঘটায়।

পরিষ্কার প্রক্রিয়ায় ধোয়ার দ্রবণ (Washing liquid) অল্পপরিমাণে অধঃক্ষেপের সঙ্গে মিশিয়ে নাড়তে হয়, তারপর অধঃক্ষেপ থিতিয়ে পড়লে উপরের দ্রবণ সাবধানে ছাঁকন কাগজে ঢালতে হবে অধঃক্ষেপকে যতটা সম্ভব না নাড়িয়ে। এইভাবে কয়েকবার অধঃক্ষেপকে ধুয়ে নিতে হয় যতক্ষণ না অধঃক্ষেপের অশুদ্ধি দূর হয়। পরিষ্কার প্রক্রিয়ায় অধঃক্ষেপ ধোয়া অত্যন্ত সময়সাপেক্ষ ব্যাপার।

সেনট্রিফিউজ প্রক্রিয়ায় নলের নীচে জমে থাকা অধঃক্ষেপের সঙ্গে ধোয়ার দ্রবণ মিশিয়ে ভালভাবে নাড়িয়ে

আবার অপকেন্দ্রণ করা হয়। এইভাবে একদুবার ধোয়ার দ্রবণ মিশিয়ে অধঃক্ষেপের অপকেন্দ্রণ করে সহজে কমসময়ে অধঃক্ষেপকে অশুদ্ধি মুক্ত করা যায়।

ধোয়ার নীতি হল একেবারে বেশি পরিমাণ ধোয়ার দ্রবণ দিয়ে ধুলে যেটুকু অশুদ্ধি দূর হয়, সমান পরিমাণ ধোয়ার দ্রবণকে অল্প অল্প পরিমাণ ভাগে ঢেলে ধুলে আগের চাইতে অনেক বেশি অশুদ্ধি দূর হয়।

নিম্নলিখিত সমীকরণের সাহায্যে উপরোক্ত বিষয়টিকে ব্যাখ্যা করা যেতে পারে :

$$C_n = C_0 \left(\frac{a}{a+b} \right)^n$$

এখানে C_n = n বার ধোয়ার পর অশুদ্ধির গাঢ়ত্ব

C_0 = ধোয়ার পূর্বে অশুদ্ধির গাঢ়ত্ব

a = অধঃক্ষেপ ধোয়ার পর যেটুকু ধোয়ার দ্রবণ অধঃক্ষেপের সঙ্গে থেকে যায়। ইহাকে মি.লি. বা (সে.মি.)³ এ প্রকাশ করা হয়।

b = প্রতিবার ধোয়ার জন্য ধোয়ার দ্রবণের আয়তন (মি. লি. বা সে.মি.³ এ)

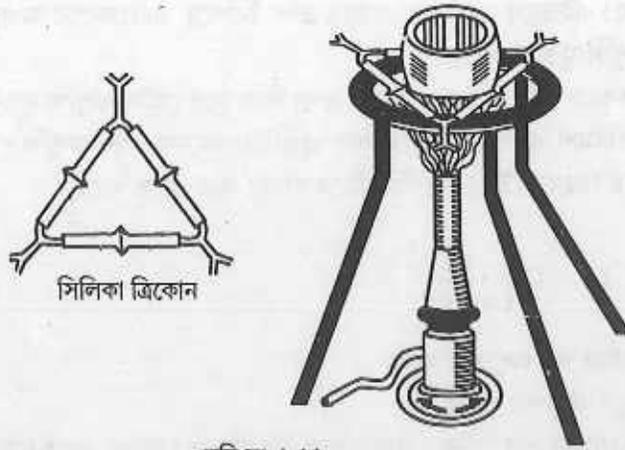
এবার যদি a = 1 cm³ এবং b = 9 cm³ হয় তাহলে তিনবার ধোয়ার পর অশুদ্ধির গাঢ়ত্ব সহস্রাংশে (10³) কমে যায় কিন্তু একবারে 27 cm³ দিয়ে ধুলে অশুদ্ধির গাঢ়ত্ব মাত্র 1/28 অংশে কমে।

1.4.5 অধঃক্ষেপ শুষ্কীকরণ ও জ্বালন (Drying and ignition of precipitates)

অধঃক্ষেপ পরিশ্রাবণ করে ধোয়ার পর শুষ্ক অবস্থায় ওজন করার পূর্বে একটি নির্দিষ্ট সংযুক্তি সম্পন্ন হওয়া জরুরী। সাধারণতঃ নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় শুষ্কীকরণ (Drying) প্রক্রিয়া এবং জ্বালনের সাহায্যে স্থির সংযুক্তি পাওয়া যায়। BaSO₄ এর অধঃক্ষেপকে 403K তাপমাত্রায় শুষ্ক করে স্থির সংযুক্তি পাওয়া যায়। কিন্তু Fe₂O₃ xH₂O এর অধঃক্ষেপকে শুষ্ক করে স্থির সংযুক্তি পাওয়া যায় না কিন্তু উচ্চ তাপে জ্বালিত করলে স্থির সংযুক্তিতে (Fe₂O₃) উপনীত হয়।

শুষ্কীকরণ : পরিষ্কার স্থায়ী সূক্ষ্ম ছিদ্রতলক কাচের মুচিকে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করে শোষকাধারে রেখে শীতল করা হয়, এরপর ওজন করতে হবে। এই প্রক্রিয়া কয়েকবার করতে হয় যতক্ষণ পর্যন্ত না মুচির ওজন স্থিরতা প্রাপ্ত হয়। এই স্থির ওজনযুক্ত মুচিতে অধঃক্ষেপ পরিশ্রাবণ করে ধোয়ার পর তা আবার পূর্বের প্রযুক্ত তাপমাত্রায় মুচিসহ উত্তপ্ত করে শোষকাধারে রেখে শীতল করা হয়। এই উত্তাপন ও শীতলীকরণ কয়েকবার করতে হয় যতক্ষণ পর্যন্ত না অধঃক্ষেপসহ মুচির ওজন স্থির হয়। খালি মুচি ও অধঃক্ষেপসহ মুচির স্থির ওজনের তফাত থেকে অধঃক্ষেপের ওজন পাওয়া যায়।

জ্বালন প্রক্রিয়া : ফিন্টের বা ছাঁকন কাগজ যদি অধঃক্ষেপ পরিশ্রাবণের কাজে ব্যবহার করা হয় তাহলে জ্বালন প্রক্রিয়া অবলম্বন করতে হবে, অধঃক্ষেপসহ ফিন্টের কাগজকে ফানেল থেকে সাবধানে সরিয়ে, ওই কাগজ দিয়ে অধঃক্ষেপকে মুড়িয়ে ছোটো পুটলী করে তা পূর্বে স্থিরীকৃত ওজনের ঢাকনাযুক্ত সিলিকা বা পোসেলীনের মুচিতে রাখতে হয়। ঢাকনা আংশিক খোলা রেখে মুচিকে অল্প কাত করে সিলিকা ত্রিকোণের (Silica triangle) সাহায্যে লোহার তেপায়া দণ্ডের (Tripod Stand) উপর রাখতে হবে। (ছবি নং 1.11) মুচির ঢাকনার উপর বুনসেন দীপের ছোটো শিখা ফেলে প্রথম জলীয় বাষ্প দূর করা হয়; এরপর শিখা বাড়লে



ছবি নং 1.11

ফিষ্টার কাগজ আস্তে আস্তে কালো কার্বনে রূপান্তরিত হয়। কাগজকে কখনও জ্বলতে দেওয়া উচিত নয়—যদি কখনও তা জ্বলে ওঠে তাহলে মুচিতে ঢাকনা চাপা দিলে তা নিভে যাবে।

কাগজ সম্পূর্ণরূপে কালো কার্বনে পরিণত হলে দীপশিখাকে মুচির নীচে ধরতে হবে। সমস্ত কার্বন পুড়ে যাওয়ার পর (কোন কালো কণা থাকবে না) মুচিকে প্রয়োজনীয় উচ্চতাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়। এই প্রক্রিয়া সম্পন্ন করতে বেশ সময় (এক থেকে দেড় ঘণ্টা) লাগে। জ্বালন প্রক্রিয়া শেষ হলে ঢাকনাসহ মুচিকে এক দুমিনিট পরে শোষকাধারে রেখে (30-40 মিনিট) শীতল করা হয় এবং এরপর ওজন নেওয়া হয়। পুনরায় মুচিকে উচ্চতম তাপমাত্রায় 15-20 মিনিট উত্তপ্ত করে শোষকাধারে 30-40 মিনিট রাখা হয়। এই উত্তাপন ও শীতলীকরণ কয়েকবার করতে হয় যতক্ষণ না মুচিসহ অবশেষের ওজন স্থিরতা প্রাপ্ত হয়।

1.4.6 দ্রবণ উত্তাপন ও বাষ্পীভবন (Heating of Solution and evaporation)

পরীক্ষা চালানোর জন্য অনেক সময় দ্রবণের আয়তন কমাতে বা আবার কখনও দ্রবণকে বাষ্পীভবনের সাহায্যে শুষ্ক করতে হয়। যেখানে কমসময়ে বাষ্পীভবন প্রয়োজন কেবলমাত্র সেখানেই উন্মুক্ত শিখায় দ্রবণকে উত্তপ্ত করা হয়। উপরোক্ত দুই প্রক্রিয়ার (আয়তন কমানো ও শুষ্ককরণ) জন্য পোর্সেলীন মুচি ব্যবহার করা যেতে পারে দ্রবণ উত্তাপনের কাজে। ধীরগতিতে বাষ্পীভবনের প্রয়োজন হলে দ্রবণের উত্তাপন জলগাহে বা বায়ুগাহে করা হয়। দ্রবণ থেকে কোন ক্ষয়কারী (Corrosive) গ্যাস উদ্ভূত হলে সমগ্র প্রক্রিয়াটি ধূমপ্রকোষ্ঠে (Fume Cupboard) সম্পন্ন করা উচিত।

বাষ্পীভবনের সাহায্যে শুষ্কীকরণের সময় দ্রবণের আয়তন কমে গেলে তখন তা সবসময় কাচদণ্ডের সাহায্যে নাড়তে হয় যাতে দ্রবণ আচমকা লাফিয়ে উঠে চারপাশে ছিটিয়ে না যায়। দ্রবণের আয়তন যখন কাচদণ্ড দিয়ে নাড়াবার মত অবস্থায় না থাকে (অর্থাৎ আয়তন খুব কমে যায়) তখন উত্তপ্ত মুচিকে শিখা থেকে সরিয়ে নিতে হয়। পোর্সেলীন মুচির তাপগ্রাহিতা বেশি হওয়ার জন্য দ্রবণের শেষ অংশটি বাষ্পীভবনের সাহায্যে শুষ্ক হয়ে যায়।

দ্রবণের আয়তন কমানোর জন্য যখন বীকারে বা স্ফুটন নলে দ্রবণ নিয়ে উন্মুক্ত শিখায় উত্তপ্ত করা হয় তখন সাবধানতা অবলম্বন করতে হয় যাতে দ্রবণ আচমকা লাফিয়ে উঠে বাইরে পড়ে না যায়। বীকারের ক্ষেত্রে দ্রবণে

একটি কাচদণ্ড ডুবিয়ে রাখতে হয় আর স্ফুটন নলের ক্ষেত্রে শিখা থেকে নলটি মাঝে মাঝে সরিয়ে নিতে হয় যখন দ্রবণ লাফানোর মত অবস্থায় আসছে বোঝা যাবে।

1.4.7 ডাইজেশন (Digestion) :

অধঃক্ষেপ তৈরীর পর তা মাতৃদ্রবণের (Mother liquor) সঙ্গে সাধারণ পরীক্ষাগারে তাপমাত্রায় 12 থেকে 24 ঘণ্টা রেখে বা অনুমোদনযোগ্য (Permissible) তাপমাত্রায় ক্ষেত্রানুসারে 15-45 মিনিট জলগাছে বা উন্মুক্ত শিখায় উত্তপ্ত করার পদ্ধতিকে ডাইজেশন বলা হয়। তৌলিক বিশ্লেষণে কম সময়ে অধঃক্ষেপণ সম্পাদন ও অধঃক্ষেপের কণাগুলির আকৃতি পরিষ্কার-যোগ্য করতে ডাইজেশন পদ্ধতি অনুসরণ করা হয়। এই প্রক্রিয়ায় সহ অধঃক্ষেপণ (Cocprecipitation) জনিত অপদ্রব্যগুলি সহজে মুক্ত ও দ্রবীভূত করা যায়। বীকারে সাধারণতঃ ডাইজেশন প্রক্রিয়া সম্পাদন করা হয়, সবসময় একটি কাচদণ্ড বীকারে ডুবিয়ে রাখা হয় এবং মাঝে মাঝে অধঃক্ষেপকে কাচদণ্ড দিয়ে নাড়ানো হয়। বীকারটি একটি ঘড়ি-কাচ (Watch Glass) (উত্তল তল নীচের দিকে থাকবে) দিয়ে ঢেকে রাখতে হয়।

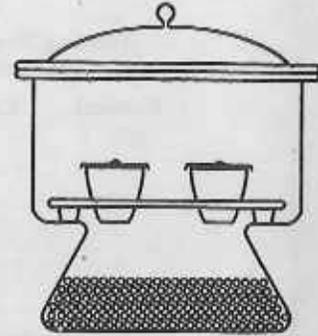
1.4.8 শোষকাধার (Desiccator) ও শীতলীকরণ (Cooling) :

শুকনো আবহাওয়ায় কোন বস্তুকে অনেকদিন ধরে রাখার জন্য ঢাকনাসহ কাচের বিশেষ ধরনের বায়ুনিরোধক পাত্র হল শোষকাধার (ছবি নং 1.12)। শোষকাধারের তিনটি অংশ হচ্ছে যথাক্রমে ঢাকনা, শুষ্কীকরণের জন্য বস্তু রাখার অংশ (উপরের অংশ) এবং নিবুদক রাখার অংশ (নীচের অংশ)। উপরের ও নীচের অংশের সংযোগস্থলে একটি তারজালি রেখে ছিদ্রযুক্ত ও মুচি রাখার ব্যবস্থা সম্পন্ন পোর্সেলিনের তাক রাখা থাকে।

শোষকাধারের নীচের অংশে নিবুদক হিসাবে অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড বা নীলরঙের সিলিকা জেল বা গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড রাখা হয়। নিবুদকের ক্ষমতা নষ্ট হয়ে গেলে তা পরিবর্তন করতে হয়। ঢাকনা ও উপরের অংশের মধ্যবর্তী তলে গ্রিস এর হাল্কা আন্তরন লাগাতে হয় যাতে ঢাকনা খোলা ও বন্ধের সময় পাশ থেকে মসৃনভাবে এগিয়ে নিয়ে যাওয়া যায় এবং ঢাকনা বন্ধ অবস্থায় শোষকাধার সম্পূর্ণ বায়ু নিরোধক থাকে। ঢাকনা খুলে টেবিলে রাখার সময় গ্রিস লাগানো তলটি সবসময় উপরের দিকে রাখতে হয়।

তৌলিক বিশ্লেষণে মুচি শীতল করার জন্য শোষকাধার ব্যবহার করা হয়। উত্তপ্ত মুচিকে দু এক মিনিট বাইরে রেখে তাপমাত্রা কমিয়ে শোষকাধারের ঢাকনা সরিয়ে পোর্সেলিন তাকে রাখা হয়। শোষকাধারের বায়ু যাতে উত্তপ্ত হয়ে প্রসারিত হতে পারে এইজন্য মুচি রাখার 5-10 সেকেন্ড পরে ঢাকনা বন্ধ করা হয়। কখনও বেশীক্ষণ ঢাকনা খোলা রাখা উচিত নয় কারণ বাইরের আর্দ্র বায়ু শোষকাধারে ঢুকবে এবং নিবুদকের কার্যকারিতা নষ্ট করে দেবে। সাধারণতঃ 30 থেকে 40 মিনিট শোষকাধারে থাকলে মুচি পরীক্ষাগারের তাপমাত্রায় চলে আসবে। মুচি শোষকাধার থেকে বের করার সময় খুব ধীরে ধীরে ঢাকনা সরাতে হয় নতুবা আংশিক বায়ুশূন্য শোষকাধারে হঠাৎ জোরে বাতাস ঢুকে মুচিতে রাখা বস্তু ফেলে দিতে পারে।

সতর্কতা হিসাবে মনে রাখতে হবে যে কোন বস্তুর জলীয় বাষ্প চাপ যদি নিবুদকের জলীয় বাষ্পচাপ অপেক্ষা কম হয় সেক্ষেত্রে ওই বস্তুকে উক্ত নিবুদকের সাহায্যে শোষকাধারে শুষ্ক করা যাবে না।



শোষকাধার
ছবি নং 1.12

বায়ুশূন্য শোষকাধার :

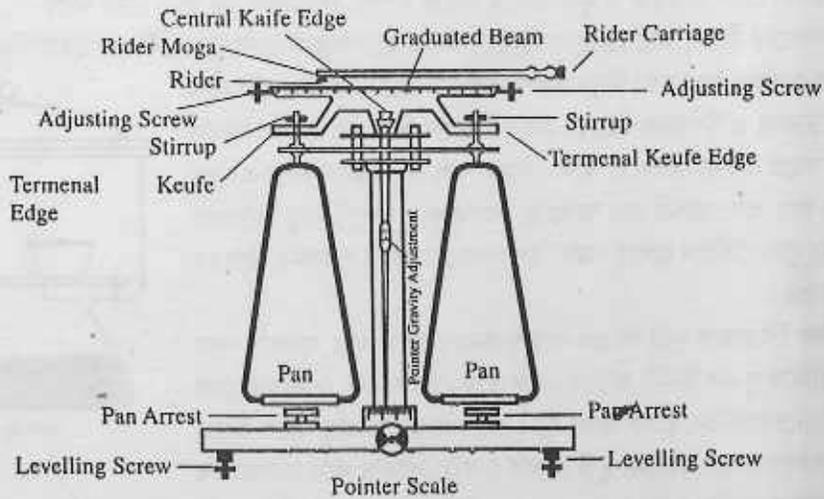
সাধারণ শোষকাধারের মতই দেখতে তবে ঢাকনার মাঝখানে রোধকসহ একটি কাচের নল লাগানো থাকে। তড়িৎ চালিত শোষক পাম্পের সাহায্যে ওই নলের মধ্য দিয়ে শোষকাধারের বায়ু বের করে নিতে হয়।

অল্প সময়ে শুষ্কীকরণের জন্য বা উদ্বায়ী জৈব বস্তু সরিয়ে ফেলার জন্য বায়ুশূন্য শোষকাধার ব্যবহার করা হয়।

1.4.9 বৈশ্লেষিক তুলা-যন্ত্রের বিবরণ ও ব্যবহার পদ্ধতি :

(a) কোন বস্তুর মাত্রিক বিশ্লেষণে তুলাযন্ত্রের ব্যবহার অপরিহার্য। পরীক্ষাগারে সাধারণতঃ আমরা যে ধরনের তুলা-যন্ত্র ব্যবহার করি তার বিভিন্ন অংশের গঠন ও ব্যবহার সম্বন্ধে সংক্ষিপ্ত আলোচনা করা হচ্ছে।

(i) তুলা-যন্ত্রটি [ছবি নং 1.13] একটি কাচের বাজের মধ্যে রাখা থাকে। বাজের দুপাশে দুটি ও সামনে একটি দরজা থাকে। এই অবস্থায় তুলাযন্ত্র ধূলিকণা ও বায়ুপ্রবাহের চাপ থেকে মুক্ত থাকে। তিনটি বড়ো স্ক্রু (সামতলিক, levelling screw) এর উপর স্থাপিত একটি কাঠের বা পাথরের সমতল মণ্ডের উপর তুলাযন্ত্রটি দৃঢ়ভাবে বসান থাকে। সমতল মণ্ড সমেত তুলাযন্ত্রটি উপরোক্ত কাচের বাজের মধ্যে রক্ষিত থাকে। তিনটি সামতলিক স্ক্রু প্রয়োজন মত সঠিকদিকে ঘুরিয়ে তুলাযন্ত্রটি অনুভূমিক করা হয়। সামতলিক স্ক্রুগুলি ঘোরানোর সময় মণ্ডের সঙ্গে যুক্ত করা স্পিরিট লেভেলের বুদবুদের লক্ষ করলেই তুলা-যন্ত্রটি সঠিক অনুভূমিক হয়েছে কিনা জানা যাবে। আজকাল অবশ্য স্পিরিট লেভেলের পরিবর্তে তুলাদণ্ড (Blance beam) থেকে একটি ওলন দড়ি (Plum line) ঝোলান থাকে। এই ওলন দড়ির অবস্থান উলম্ব হলে অনুভূমিক অবস্থা নির্দেশিত হবে।



বৈশ্লেষিক তুলা-যন্ত্র

ছবি নং 1.13

(ii) তুলা-যন্ত্রের অনুভূমিক মণ্ডের ঠিক মাঝখানে একটি ফাঁপা ধাতব স্তম্ভ দৃঢ়ভাবে উলম্ব অবস্থায় থাকে। এই স্তম্ভের মাথায় অ্যাংগেট পাথরের একটি প্লেট অনুভূমিক অবস্থায় যুক্ত থাকে।

এই ফাঁপা ধাতব স্তম্ভটির অক্ষবরাবর একটি ধাতব দণ্ড প্রবেশ করানো থাকে। মণ্ডের সামনে লাগানো একটি বড়ো স্ক্রু (রক্ষক স্ক্রু Arresting Screw) এর সাহায্যে এই ধাতব দণ্ডটি কিছুটা উপরে ওঠানো ও নীচে নামানো যায়।

(iii) তুলাদণ্ড ও ক্ষুরধার (Balance beam and knife edge) : একটি অংশাংকিত ও অনুভূমিক ধাতবদণ্ডের (তুলাদণ্ড, Balance beam) ঠিক মাঝখানে অ্যাগেট পাথরের তৈরি প্রিজমের আকৃতি একটি ধারালো ক্ষুরধার দৃঢ়ভাবে আটকানো থাকে। এইজন্য তুলাদণ্ডের অভিকর্ষকেন্দ্রটি এই তীক্ষ্ণ ক্ষুরধারটির উপরেই অবস্থান করে। এই মধ্য ক্ষুরধারটি ফাঁপা মধ্যস্তম্ভের মাথায় বসানো সম্পূর্ণ অনুভূমিক অ্যাগেট প্লেটের উপর অবস্থান করে। এইজন্য ব্যবহারের সময় তুলাদণ্ড ডাইনে ও বাঁয়ে দুলতে থাকে। তুলাদণ্ডের দুই প্রান্তের কাছাকাছি এবং মধ্যক্ষুরধার থেকে সমান দূরত্বে আরও দুটি প্রান্তিক ক্ষুরধার তুলাদণ্ডের সঙ্গে দৃঢ়ভাবে যুক্ত থাকে। এইদুটি প্রান্তিক ক্ষুরধারের উপর থেকে দুটি সমান ওজনের রেকাবের সাহায্যে দুটি সমওজনের তুলাপাত্র (Scalepan) ঝোলানো থাকে।

(iv) প্রান্তিক নিয়ন্ত্রণ স্ক্রু : তুলাদণ্ডের দুইপ্রান্তে প্রান্তিক ক্ষুরধারের পরে দুইটি ছোটো স্ক্রু থাকে। এদের মধ্যে যে কোন একটি প্রান্তিক স্ক্রুকে সঠিক দিকে ঘুরিয়ে তুলাদণ্ডের ভিতরের বা বাইরের দিকে সরালে অভিকর্ষ কেন্দ্র থেকে ওই স্ক্রুটির দূরত্ব হ্রাস বা বৃদ্ধি পাবে—এইজন্য তুলাদণ্ডের ওই অর্ধাংশের ওজন কিছুটা হ্রাস বা বৃদ্ধি পাবে। এই হ্রাস বা বৃদ্ধি নির্দেশকের সাহায্যে জানতে পারা যায়।

তুলাদণ্ডের বাইরের দিকে ঠিক মাঝখানে একটি দীর্ঘ-কাঁটা লাগানো থাকে, —একেই তুলাযন্ত্রের নির্দেশক বা সূচক (Pointer) বলা হয়। ফাঁপা স্তম্ভের নীচে একটি নির্দেশক স্কেল (Pointer Scale) লাগানো থাকে। তুলাযন্ত্র যখন ব্যবহার করা হয় না তখন নির্দেশক কাঁটার অগ্রভাগ নির্দেশ স্কেলের শূন্য চিহ্নিত স্থানে স্থির থাকে। তুলাযন্ত্রের ক্রিয়াশীল অবস্থায় নির্দেশকটি স্কেলের শূন্য চিহ্নের দুদিকে স্বচ্ছন্দে দুলতে থাকে, —দোলনের সময় নির্দেশকটি ডানদিকে অধিক দূরত্ব গেলে তুলাদণ্ডের বাম অর্ধেক ওজন বেশী, আবার বামদিকে অধিক দূরত্ব গেলে তুলাদণ্ডের ডান অর্ধেক ওজন বেশী নির্দেশ করবে।

(v) রক্ষণ ব্যবস্থা : তুলাদণ্ডের সুবেদিতা নির্ভর করে প্রধানতঃ তার ক্ষুরধারগুলির তীক্ষ্ণতার উপর। তুলাযন্ত্রের অব্যবহৃত অবস্থায় যাতে ক্ষুরধারগুলির তীক্ষ্ণতার ক্ষয়প্রাপ্তি না ঘটে তার ব্যবস্থা করতে হয়। তুলাযন্ত্রের মণ্ডের মধ্য স্তম্ভের সঙ্গে যুক্ত রক্ষণ স্ক্রু ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে ধীরে ধীরে ঘুরিয়ে আটকানো অবস্থায় নিয়ে গেলে তুলাদণ্ডটি তিনটি ক্ষুরধারসহ কিছুটা উপরে উঠে যায় এবং তুলাপাত্র দুটিও উহাদের রক্ষকের উপর অবস্থান করে। তুলাযন্ত্রকে পুনরায় ক্রিয়াশীল করতে হলে রক্ষণ স্ক্রু ঘড়ির কাঁটার দিকে ধীরে ধীরে সম্পূর্ণরূপে ঘোরালে মধ্য ক্ষুরধারটি মধ্যস্তম্ভের মাথায় আটকানো অনুভূমিক অ্যাগেট প্লেটের উপর এবং রেকাবের সঙ্গে যুক্ত অ্যাসেট প্লেট দুটি প্রান্তিক ক্ষুরধার দুটির উপর অবস্থান করবে। এই অবস্থায় নির্দেশকটি স্কেলের শূন্যের দুদিকে স্বচ্ছন্দে দুলতে থাকবে।

(vi) আরোহী ও বাহক : তুলা-যন্ত্রের জন্য যে ওজন-বাক্স ব্যবহার করা হয় তার মধ্যে ক্ষুদ্রতম বাটখারাটি 10 মিলিগ্রাম ওজনের। 10 মিলিগ্রামের কম ওজন পরিমাপের জন্য আরোহী ব্যবহৃত হয়। সাধারণতঃ আরোহী কোন নিষ্ক্রিয় ধাতুর তারের তৈরি বিশেষ আকৃতিযুক্ত যা অংশাংকিত তুলাদণ্ডের নির্দিষ্ট দাগের উপর সহজে আরোহী বাহকের সাহায্যে বসান যায়।

তুলাযন্ত্রের প্রকারভেদ : আমরা পরীক্ষাগারে সাধারণতঃ দুধরনের তুলাযন্ত্র ব্যবহার করি : (i) বুঞ্জো তুলাযন্ত্র

(Bunge balance) (ii) সারটোরিয়াস তুলাযন্ত্র (Sartorius balance)। তুলাযন্ত্রের তুলাদণ্ডের অংশাংকিত করার পদ্ধতির মধ্যেই উপরোক্ত দুধরনের তুলাযন্ত্রের পার্থক্য নিহিত আছে।

বুঞ্জো তুলাযন্ত্র : এই তুলাযন্ত্রে তুলাদণ্ডটিকে 10টি সমান বড়ো অংশে এবং প্রতিটি বড়ো অংশকে সমান 10টি ছোটো অংশে বিভক্ত করা থাকে। শূন্য (0) চিহ্নটি তুলাদণ্ডের বাম প্রান্তে এবং দশ (10) চিহ্নটি ডান প্রান্তে অবস্থিত, —অর্থাৎ সমগ্র তুলাদণ্ডটি 100 টি সমান ছোটো অংশে বিভক্ত থাকে এবং ইহাই তুলাদণ্ডের আরোহী স্কেল। বুঞ্জো তুলাযন্ত্রের জন্য 5 মিলিগ্রাম ওজনের আরোহী ব্যবহার করা হয়। 5 মিলিগ্রাম আরোহীকে তুলাদণ্ডের ডানদিকের শেষ প্রান্তে (10 সংখ্যার উপর) বসালে আরোহীর জন্য ওজন যুক্ত হবে 10 মিলিগ্রাম।

অতএব এইক্ষেত্রে 10 টি বড়ো অংশ = 10 মিলিগ্রাম
1টি বড়ো অংশ = 1 মিলিগ্রাম বা 0.001 গ্রাম

আবার, 100 টি ছোটো অংশ = 10 মিলিগ্রাম
1টি ছোটো অংশ = 0.1 মিলিগ্রাম বা 0.0001 গ্রাম।

সারটোরিয়াস তুলাযন্ত্র : এই তুলাযন্ত্রে তুলাদণ্ডের আরোহী স্কেলের শূন্য চিহ্নটি তুলাদণ্ডের মাঝখানে অবস্থিত এবং শূন্য চিহ্নের দুপাশের অর্ধাংশই 10টি সমান বড়ো অংশে বিভক্ত। প্রত্যেকটি অর্ধাংশই 1 থেকে 10 পর্যন্ত অংশাংকিত। প্রতিটি বড়ো অংশ আবার সমান 5টি ছোটো অংশে বিভক্ত। এই তুলাযন্ত্রের আরোহী স্কেলের প্রতিটি অংশ 50টি ছোটো অংশে বিভক্ত। সারটোরিয়াস তুলাযন্ত্রের জন্য ব্যবহৃত আরোহীর ওজন 10 মিলিগ্রাম।

অতএব এইক্ষেত্রে 10 টি বড়ো অংশ = 10 মিলিগ্রাম
1টি বড়ো অংশ = 1 মিলিগ্রাম বা 0.001 গ্রাম

আবার, 50 টি ছোটো অংশ = 10 মিলিগ্রাম
1টি ছোটো অংশ = 0.2 মিলিগ্রাম বা 0.0002 গ্রাম।

অতএব সর্বনিম্ন ওজনের বস্তুর ওজন মাপনের পরিপ্রেক্ষিতে বুঞ্জো তুলাযন্ত্র বেশী সুবেদী সারটোরিয়াস তুলাযন্ত্রের তুলনায়।

(vii) ওজন ব্যাক্স : কাঠের ওজন ব্যাক্সের (ছবি নং 1.14) বিভিন্ন খোপে বড়ো ওজনগুলি (গ্রামে ব্যক্ত) নিম্নলিখিতভাবে সাজান থাকে।

100	50	20	20	10
	1	2	2	5

এবং ছোটো ওজনগুলির (মিলিগ্রামে ব্যক্ত) ক্রম নিম্নরূপ—

500 mg, 200 mg, 200 mg, 100 mg, 50 mg, 20 mg, 20 mg, 10 mg

এবং এদের সঙ্গে একটি বা দুটি আরোহী ও একটি চিমটে থাকে। এই ওজনগুলি কখনও হাত দিয়ে স্পর্শ করা উচিত নয়। ব্যাক্সে রাখা চিমটের সাহায্যে ওজনগুলি স্থানান্তরিত করতে হয়।

(b) তুলাযন্ত্রের ব্যবহার পদ্ধতি :

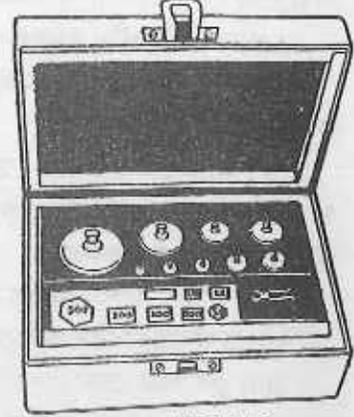
(i) প্রথম পরীক্ষা করে দেখতে হবে তুলা-যন্ত্রটির অনুভূমিক অবস্থান আছে কিনা, এইজন্য ওলন দড়ির

সম্পূর্ণ উল্লম্ব অবস্থা বা স্পিরিট লেভেলের বুদ্ধবুদটির ঠিক মধ্যস্থলে অবস্থান না থাকলে তুলাযন্ত্রের বাঞ্জের তলায় সামতলিক স্কুগুলি সঠিকভাবে ঘুরিয়ে অনুভূমিক করতে হবে।

(ii) ওজন পাত্র দুটি (Scale pans) এবং কাচের বাঞ্জের ভিতর পরিষ্কার রয়েছে কিনা, —যদি না থাকে তাহলে বুরুশের সাহায্যে তা পরিষ্কার করে নিতে হবে।

(iii) আরোহীকে তুলাদণ্ডের শূন্য চিহ্নিত স্থানে বসিয়ে তুলাযন্ত্রের রক্ষণ স্কুটি ঘড়ির কাঁটার দিকে ধীরে ধীরে ঘুরিয়ে নির্দেশক কাঁটার দোলন নির্দেশক স্কেলের শূন্য চিহ্নের দুপাশে সমান হচ্ছে কিনা দেখতে হবে। যদি একদিকে বেশী ও অন্যদিকে কম হয় তাহলে যেদিকে বেশী হচ্ছে তার বিপরীত দিকের তুলাদণ্ডের প্রান্তে যে ছোটো প্রান্তিক নিয়ন্ত্রণ স্কু আছে তা ঘড়ির কাঁটার দিকে সতর্কভাবে ঘোরালে নির্দেশকটির অসমান দোলন সমান হবে। এই অবস্থায় তুলাযন্ত্রটি ওজন করার উপযুক্ত হিসাবে গণ্য হবে। এবার রক্ষণ স্কু ঘুরিয়ে তুলাযন্ত্রকে স্থির অবস্থায় রাখতে হবে।

(iv) তুলাযন্ত্রের স্থির অবস্থায় কাচের বাঞ্জের বামদিকের দরজা খুলে বাম তলাপাত্রের উপর পরীক্ষণীয় বস্তু সমেত ওজন-বোতলটি [ছবি নং 1.14A] ঢাকনা বন্ধ অবস্থায় রাখতে হবে।



ওজন বাঞ্জ
ছবি নং 1.14

(v) এরপর ডানদিকের দরজা খুলে ওজন-বাক্স থেকে চিমটার সাহায্যে একের পর এক বড়ো (গ্রামে ব্যস্ত) ওজনগুলি ডান তুলাপাত্রে বসিয়ে রক্ষণ স্কুটি ধীরে ধীরে অল্পমুত্ত করে নির্দেশকের দোলন বিচ্যুতি দেখতে হবে, —যদি দোলন বিচ্যুতি বামদিকে ঘটে তাহলে বাটখারার ওজন বস্তুসহ ওজন-বোতলের থেকে বেশী। এবার রক্ষণ স্কুর সাহায্যে তুলাযন্ত্রকে স্থির করা হয়। এবার পূর্বের চাপানো ওজনটি চিমটার সাহায্যে ডান তুলাপাত্র থেকে সরিয়ে ওজনবাক্সে রাখতে হবে এবং পরবর্তী কম ওজনের বাটখারাগুলি একে একে ডানতুলাপাত্রে বসিয়ে নির্দেশকের দোলন লক্ষ করতে হবে যতক্ষণ না নির্দেশক ডানদিকে অল্পবিচ্যুতি হয়। অর্থাৎ বস্তুসহ ওজন বোতল ডানদিকে চাপানো বাটখারার থেকে অল্প ভারী।

এবার ছোটো ওজনগুলি (মিলিগ্রামে ব্যস্ত) উপরোক্তভাবে ব্যবহার করে দেখতে হবে যে পর্যন্ত না বস্তুসহ ওজন-বোতল চাপানো ওজনের থেকে সামান্য বেশী (ওজন বাঞ্জের 10 মিলিগ্রাম বাটখারার থেকে কম) হয়, —অর্থাৎ ওজন-বাক্সের বাটখারা আর ব্যবহার করা যাবে না। এই অবস্থায় আরোহী ব্যবহার করে দশ মিলিগ্রামের কম পরিমাণ ওজন নির্ণয় করতে হয় যখন নির্দেশক কাঁটা নির্দেশক স্কেলের শূন্য দাগের দুপাশে সমসংখ্যক দাগ অবধি ধীরে ধীরে দুলতে থাকে।

এবার তুলা-যন্ত্রকে রক্ষণ স্কুর সাহায্যে স্থির করে চাপানো ওজনগুলি চিমটার সাহায্যে ডান তুলাপাত্র থেকে নামিয়ে ওজন-বাক্সের নির্দিষ্ট স্থানে একে একে রাখতে হবে এবং সঙ্গে সঙ্গে ল্যাভরেটরী নোটবুকে ওজনগুলির মান লিপিবদ্ধ করতে হবে।

ওজন ব্যবহারের সতর্কতা : ওজন-বাক্সের ওজন ব্যবহারের সময় তাদের বিন্যাস সম্বন্ধে সতর্ক থাকতে হবে। যেমন 6 গ্রাম ওজনের জন্য কেউ যদি তিনটি 2 গ্রাম ব্যবহার করেছে (অর্থাৎ 2 গ্রাম + 2 গ্রাম + 2 গ্রাম) লিপিবদ্ধ করে তা গ্রহণযোগ্য হবে না কারণ ওজন-বাক্সে দুটি 2 গ্রাম বাটখারা থাকে। ওজন-বাক্সের ওজনের ক্রমবিন্যাস অনুসারে লেখা উচিত (5 গ্রাম + 1 গ্রাম)।

অনেকসময় ছাত্রছাত্রীরা ওজনবাক্স ব্যবহারের সময় এক বাজের ওজন অন্যবাজের ওজনের সঙ্গে মিশিয়ে ফেলে। এই ব্যাপারটি ছোটো ওজনগুলির (মিলিগ্রাম) ক্ষেত্রে বেশি দেখা যায়। কোন ওজন-বাজে হয়তো 2টি 200 মিলিগ্রামের জায়গায় 4টি 200 মিলিগ্রাম আছে— এক্ষেত্রে মনে রাখতে হবে ওজন-বাজের ওজন ব্যবহারের সময় বাটখারাগুলির ওজনের ক্রমবিন্যাস অনুযায়ী ব্যবহার বিধেয়।

ধরা যাক পরীক্ষণীয় বস্তুসহ ওজন-বোতলের ওজন = 28.5684 গ্রাম (W গ্রাম)

ওজন বাজের ওজনের ক্রমঅনুসারে উপরোক্ত ওজনকে ল্যাবরেটরী নেটবুকে নিম্নলিখিতবুপে লিপিবদ্ধ করতে হবে।

$W_1 = 20$ গ্রাম + 5 গ্রাম + 2 গ্রাম + 1 গ্রাম + 500 মি. গ্রা. + 50 মি. গ্রা. + 10 মি. গ্রা. + 8.4 মি. গ্রা. (আরোহী স্কেল) = 28.5684 গ্রাম

তুলাযন্ত্র ব্যবহারের সতর্কতা :

- যথাসম্ভব কম্পনমুক্ত সুগঠিত তাকের উপর তুলাযন্ত্র রাখা উচিত।
- তুলাযন্ত্রের সক্রিয় অবস্থায় কাচের বাজের দরজাগুলি বন্ধ রাখতে হবে।
- তুলা পাত্রে কোন রাসায়নিক পদার্থ সরাসরি নিয়ে ওজন করা কখনও উচিত নয়।
- ওজন পর্ব সম্পন্ন হলে তুলাযন্ত্র স্থির অবস্থায় রেখে তুলাপাত্র থেকে বস্তু ও বাটখারাগুলি সরিয়ে নিয়ে সঙ্গে সঙ্গে কাচের দরজা বন্ধ করে দিতে হবে।

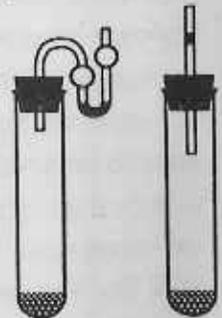


ওজন বোতল
ছবি নং 1.14A

1.4.10 গ্যাস সমূহের সনাক্তকরণ :

পরীক্ষানলে লবণ ও উপযুক্ত বিকারক মিশালে সাধারণ তাপমাত্রায় বা উত্তপ্ত অবস্থায় অনেকক্ষেত্রে উদ্বায়ী গ্যাস নির্গত হয়। এই উদ্ভূত গ্যাসকে নিম্নলিখিতভাবে সনাক্ত করা যেতে হবে।

পরীক্ষানলে এঁটে যায় এমন একটি ভেলভেট ছিপি ফুটো করে একটি 5-6 cm. লম্বা সবু কাচের নল তার মধ্যে প্রবেশ করানো হয়। ছাঁকন কাগজের একটি সবু ফালি প্রয়োজনীয় বিকারকে সিস্ত করে ওই কাচ নলের মধ্যে বুলিয়ে রাখা হয়। এরপর ছিপিটি পরীক্ষানলের মুখে এঁটে দেওয়া হয়। প্রয়োজন হলে অল্পকিছু কাচের পশম (glass wool) নলের নিম্নপ্রান্তে রাখা হয় যাতে পরীক্ষানলের তরলপদার্থ সবু নলের বিকারক সিস্ত কাগজের সংস্পর্শে না আসে। অম্লমিশ্রিত $K_2Cr_2O_7$ সিস্ত কাগজ কমলা থেকে সবুজ হয়ে যায় উদ্ভূত SO_2 গ্যাসের দ্বারা। সিস্ত কাগজের পরিবর্তে যদি তরল বিকারক দ্রবণ ব্যবহার করা হয় তাহলে শোষণ পিপেটের (Absorption pipette) ন্যায় বাঁকানলের প্রয়োজন হয়। বাঁকানলটি ছিপিদ্বারা পরীক্ষানলের সঙ্গে যুক্ত করা হয়। (ছবি নং 1.15) ক্রোমিয়াম ক্লোরাইড পরীক্ষায় উদ্ভূত লাল রঙের গ্যাস বাঁকানলে নেওয়া বর্ণহীন লঘু NaOH দ্রবণকে হলুদ করে।



ছবি নং 1.15

1.4.11 স্পট প্লেট :

পোর্সেলীন বা উজ্জ্বল কাচের তৈরি স্পট প্লেট বাজারে পাওয়া যায়। এই স্পট প্লেটে অনেকগুলি গোলাকার ছোটো ছোটো গর্ত থাকে (ছবি নং 1.16)। ওই গর্তে দ্রবণ ও বিকারক মিশিয়ে পরীক্ষা করা হয়। সাধারণতঃ দৃঢ়তরবুপে প্রতিপন্ন করার জন্য স্পট প্লেটে পরীক্ষাকার্য সম্পাদন করা হয়।



সাদা ও কালো রঙের স্পট প্লেট
ছবি নং 1.16

1.4.12 বিন্দু বিক্রিয়া কাগজ :

নরম বিশুদ্ধ এবং বহুছিদ্রবিশিষ্ট কাগজ ব্যবহার করা হয় এই পরীক্ষার মাধ্যম হিসেবে। Whatman No. 120 বা অনুরূপ ছাঁকন কাগজ সাধারণতঃ ব্যবহার করা হয়। কাগজটি বহুছিদ্রযুক্ত হওয়ার জন্য রঙীন অধঃক্ষেপ ছড়িয়ে পড়তে পারে না। কাগজের উপর অল্প জায়গায় গাঢ় রঙীন বিন্দু তৈরি করে।

1.5 পরীক্ষাগারে ব্যবহৃত সাধারণ বিকারকসমূহ

রসায়নাগারে নানারকমের বিকারক ও রাসায়নিক দ্রব্য ব্যবহার করা হয়। বেশিরভাগ তরল বিকারক পরীক্ষাসংক্রান্ত টেবিলের উপর তাকগুলিতে সাজানো থাকে— যেমন হাইড্রোক্লোরিক, সালফিউরিক, নাইট্রিক ও অ্যাসেটিক অ্যাসিড; অ্যামোনিয়াম হাইড্রোক্সাইড, বেরিয়াম ক্লোরাইড, পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড, পটাসিয়াম ক্রোমেট, লেড অ্যাসিটেট এবং সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড এর লঘু দ্রবণ, এই সমস্ত বিকারক ব্যবহারের সময় বিশেষ সতর্কতা অবলম্বন করা দরকার— পরীক্ষা শুরুর আগে কি কি বিষয়ে সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে তা এককের (1.2) অংশে ভালভাবে পড়ে নিতে হবে। কঠিন বিকারকগুলি একটি নির্দিষ্ট টেবিলে সাজানো থাকে আবার সমস্ত গাঢ় অ্যাসিডগুলি একটি আলাদা টেবিলে থাকে। কঠিন বিকারকগুলি চামচের (Spatula) সাহায্যে এবং তরল বিকারকগুলি ড্রপারের সাহায্যে পরিমাণমত নিতে হবে। কখনও কোন রাসায়নিক দ্রব্য অপচয় করা উচিত নয়। বিশেষ ধরনের কোন বিকারকের প্রয়োজন হলে উপদেষ্টা ও পরীক্ষাগার সহায়কদের সাহায্য চাইবেন ওই বিকারক সংগ্রহের ব্যাপারে।

1.6 সারাংশ

এই এককটি পাঠ করে আপনি নিম্নলিখিত বিষয়ে অবহিত হতে পেরেছেন।

- রসায়নাগারে কাজের সময় কি কি নিরাপত্তা ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হবে।
- পরীক্ষালব্ধ কাজের দলিল হিসাবে ল্যাবরেটরি নোটবুক তৈরি করার পদ্ধতি।
- অজৈব যৌগের নমুনার বিশ্লেষণের বিভিন্ন প্রক্রিয়া।
- রসায়নাগারে ব্যবহৃত কয়েকটি প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতির ব্যবহার।

একক 2 □ অ্যাসিডমূলক সনাক্তকরণ

গঠন

2.1 প্রস্তাবনা

উদ্দেশ্য

2.2 অ্যাসিডমূলকের প্রাথমিক পরীক্ষা

2.2.1 লঘু H_2SO_4 এর সাহায্যে

2.2.2 গাঢ় H_2SO_4 এর সাহায্যে

2.2.3 বাধাদানকারী অ্যাসিডমূলকগুলির পরীক্ষা

2.3 আর্দ্র পরীক্ষার জন্য দ্রবণ প্রস্তুতি

2.3.1 Na_2CO_3 নির্যাস প্রস্তুতি

2.3.2 প্রশমিত Na_2CO_3 নির্যাস প্রস্তুতি

2.3.3 মূল Na_2CO_3 নির্যাস নিয়ে পরীক্ষা

2.3.4 পরীক্ষার ভিত্তিতে অ্যাসিডমূলকগুলির শ্রেণিবিভাগ

2.4 অ্যাসিডমূলকের নিশ্চিত পরীক্ষা

2.4.1 সালফাইড

2.4.2 সালফাইট

2.4.3 থায়োসালফেট

2.4.4 সালফেট

2.4.5 নাইট্রাইট

2.4.6 নাইট্রেট

2.4.7 ক্লোরাইড

2.4.8 ব্রোমাইড

2.4.9 আয়োডাইড

2.4.10 ফ্লোরাইড

2.4.11 ব্রোমেট

2.4.12 আয়োডেট

2.4.13 থায়োসায়ানেট

2.4.14 ফেরোসায়ানাইড

- 2.4.15 ফেরিসায়ানাইড
- 2.4.16 বোরেন্ট
- 2.4.17 ক্রোমেট
- 2.4.18 ফসফেট
- 2.4.19 সিলিকেট
- 2.4.20 আর্সেনেট
- 2.4.21 আর্সেনাইট
- 2.5 অ্যাসিডমূলকগুলির মিশ্রণে তাদের সনাক্তকরণ
 - 2.5.1 কার্বনেট ও বাইকার্বনেট
 - 2.5.2 কার্বনেট ও সালফাইড
কার্বনেট ও সালফাইট
কার্বনেট ও থায়োসালফেট
 - 2.5.3 নাইট্রাইট ও নাইট্রেট
 - 2.5.4 ব্রোমাইড ও আয়োডাইড
 - 2.5.5 ক্লোরাইড, ব্রোমাইড ও আয়োডাইড
 - 2.5.6 নাইট্রেট ও ব্রোমাইড
নাইট্রেট ও আয়োডাইড
 - 2.5.7 ব্রোমাইড ও নাইট্রাইট
আয়োডাইড ও নাইট্রাইট
 - 2.5.8 আয়োডেট ও আয়োডাইড
আয়োডেট ও ব্রোমাইড
 - 2.5.9 ব্রোমেট ও ব্রোমাইড
ব্রোমেট ও আয়োডাইড
 - 2.5.10 সালফাইড, সালফাইট, সালফেট ও থায়োসালফেট
 - 2.5.11 ফসফেট, আর্সেনেট ও আর্সেনাইট
 - 2.5.12 ফেরোসায়ানাইড, ফেরিসায়ানাইড ও থায়োসায়ানেট
 - 2.5.13 থায়োসায়ানেট, ক্লোরাইড, ব্রোমাইড ও আয়োডাইড
 - 2.5.14 ফসফেট ও সিলিকেট
 - 2.5.15 ক্রোমেট ও আয়োডাইড

2.5.16 ফ্লোরাইড ও সালফেট

2.6 বাধাদানকারী বা বিঘ্নসৃষ্টিকারী অ্যাসিডমূলকগুলির অপসারণ

2.6.1 বোরেন্ট ও ফ্লোরাইড

2.6.2 সিলিকেট

2.6.3 ফসফেট

2.7 সারাংশ

2.1 প্রস্তাবনা

অজৈব লবণের বা তাদের মিশ্রণের আজিকার বিশ্লেষণে অ্যাসিড ও ধাতব মূলকগুলি সনাক্ত করা হয়। অনেক সময় কোন অ্যাসিডমূলকের উপস্থিতির ধারণা থেকে ধাতব মূলকের সম্ভাব্য উপস্থিতির প্রয়োজনীয় সূত্র নির্দিষ্ট করা যায় এবং এই ধারণার উপর ভিত্তি করে ধাতব মূলকের সনাক্তকরণ পদ্ধতির রূপরেখাও তৈরি করা যায়। এইজন্য আজিকার বিশ্লেষণে অ্যাসিড মূলকের সনাক্তকরণ প্রথমে করতে হয়।

এই অধ্যায়ে অ্যাসিডমূলকগুলির সনাক্তকরণ পদ্ধতি আমরা আলোচনা করব বিশদভাবে। পরবর্তী অংশে (একক-3) ধাতব মূলকগুলির সনাক্তকরণ আলোচিত হবে।

উদ্দেশ্য

এই অধ্যায় মনযোগ সহকারে পড়লে আমরা নিম্নলিখিত বিষয়গুলি জানতে পারব।

- বিভিন্ন অ্যাসিডমূলকগুলির রাসায়নিক পরীক্ষাগুলি।
- অ্যাসিডমূলকগুলির বিভিন্ন পরীক্ষাগুলির জন্য রাসায়নিক ব্যাখ্যা।
- সিন্ধু পরীক্ষার সাহায্যে অ্যাসিডমূলকগুলির সনাক্তকরণের জন্য লবণের জলীয় দ্রবণ ও Na_2CO_3 নির্যাস প্রস্তুতি।
- বিকারকের সাহায্যে বিক্রিয়ার ভিত্তিতে অ্যাসিডমূলক গুলির বিভাগীকরণ।
- মিশ্রণে অ্যাসিডমূলকগুলির সনাক্তকরণ এবং তাদের নিশ্চিত পরীক্ষা।
- বাধাদানকারী অ্যাসিডমূলক (Interfering acid radicals) গুলির সনাক্তকরণ এবং তাদের অপসারণ।

2.2 অ্যাসিডমূলকের প্রাথমিক পরীক্ষা

1. লঘু H_2SO_4 -এ বিক্রিয়া (লঘু HCl ও প্রয়োগ করা যেতে পারে) : একটি পরীক্ষানলে 0.1 gm পরিমাণ লবণ নিয়ে 2-3 cm^3 লঘু H_2SO_4 দ্রবণ যোগ করা হল। ঠান্ডা অবস্থায় এবং প্রয়োজন হলে সামান্য গরম করে বিক্রিয়ার অবস্থা লক্ষ করুন।

সারণি

পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত	বিক্রিয়া সমীকরণ
1. ঠান্ডা অবস্থায় গ্যাসের বৃদ্ধি নির্গত হয়। গ্যাসটি বর্ণহীন ও গন্ধহীন এবং তা স্বচ্ছ চূনের জলকে ঘোলা করে।	কার্বনেট বা বাইকার্বনেট	(i) $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (ii) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
2. শ্বাসরোধকারী গন্ধকপোড়া গন্ধযুক্ত বর্ণহীন গ্যাস নির্গত হয়। তা আঙ্গিক ডাইক্রোমেট সিন্ধু কাগজকে সবুজ করে।	সালফাইট	(i) $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (ii) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 2\text{H}^+ + 3\text{SO}_2 = 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ (সবুজ)
3. উগরোস্ত (2) পরীক্ষার মতো ধর্মবিশিষ্ট গ্যাস নির্গত হয়, কিন্তু তার সঙ্গে সঙ্গে হালকা হলুদ বর্ণের সালফার অধঃক্ষেপ পড়ে।	থাইোসালফেট	(i) $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{SO}_2 \uparrow + \text{S} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ (ii) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 2\text{H}^+ + 3\text{SO}_2 = 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ (সবুজ)
4. লালভ-বাদামী গ্যাস নির্গত হয়, তা স্টার্চ-আয়োডাইড সিন্ধু কাগজকে কালচে-নীল করে।	নাইট্রাইট	(i) $2\text{NO}_2^- + 2\text{H}^+ = \text{NO} \uparrow + \text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (ii) $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2 \uparrow$ (iii) $2\text{I}^- + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{I}_2 + \text{NO} + 2\text{OH}^-$
5*. পচাডিমের গন্ধযুক্ত বর্ণহীন গ্যাস নির্গত হয়। তা লেড অ্যাসিটেট সিন্ধু কাগজকে কালো করে।	সালফাইড	(i) $\text{S}^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{S} \uparrow$ (ii) $\text{Pb}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{PbS}$ (কালো রঙের)
6. বর্ণহীন পচাবাদামের গন্ধযুক্ত ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$ এর মত) বিষাক্ত গ্যাস নির্গত হয়। NaOH দ্রবণে সিন্ধু কাগজ পরীক্ষানলের মুখে দুমিনিট চেপে ধরা হল, তারপর ওই সিন্ধু জায়গায় এক ফোঁটা FeSO_4 দ্রবণ দেওয়া হল, ওই জায়গাটি একটু গরম করা হল, তারপর এক দুফোঁটা 6(N) HCl দেওয়া হল— ওই জায়গাটি নীলবর্ণ ধারণ করল।	সায়ানাইড, দ্রব্য ফেরি ও ফেরো সায়ানাইড	$\text{CN}^- + \text{H}^+ = \text{HCN} \uparrow$ $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2$ $\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ $\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{CN}^- = \text{Fe}(\text{CN})_2 + 2\text{OH}^-$ $\text{Fe}(\text{CN})_2 + 4\text{CN}^- = [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ $\text{Fe}^{3+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} = [\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]]^-$ (নীল রঙ)
7. ফোঁটালে দ্রবণ হলুদ বর্ণ ধারণ করে এবং পোড়া গন্ধকের গন্ধযুক্ত গ্যাস নির্গত হয়। তা আঙ্গিক ডাইক্রোমেট সিন্ধু কাগজকে সবুজ করে।	থাইোসায়ানেট	$\text{SCN}^- + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4^+ + \text{COS}$ $2\text{COS} + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{SO}_2 \uparrow$

* কৃতকগুলি ধাতব সালফাইড (যেমন PbS , HgS , CuS , As_2S_3 ইত্যাদি) যৌগ লঘু HCl বা H_2SO_4 দ্রবণে উত্তপ্ত করলে গ্যাস H_2S তৈরি হয়না। এইসব ক্ষেত্রে নিম্নলিখিত দুটি পরীক্ষা করা যেতে পারে।

(i) অল্প নমুনা + 4-5 cm³ লবণ লঘু HCl দ্রবণ + কয়েকটুকরা সালফাইডমুক্ত ধাতব জিঙ্কের ছিবড়ে—
উত্তপ্ত অবস্থায় নির্গত গ্যাস লেড অ্যাসিটেট সিল্ক কাগজটির বর্ণ কালো করে দেয়। অবশ্য সালফার ঘটিত অন্যান্য
অ্যাসিডের অনেক লবণও (যথা-থায়োসালফেট) এই বিক্রিয়ায় অনুবৃত্ত ফল প্রকাশ করে সুতরাং অন্যান্য সালফার-
ঘটিত অ্যাসিড মূলকের উপস্থিতিতে এই পরীক্ষার ফলাফল সালফাইডের উপস্থিতি নিশ্চিতভাবে প্রকাশ করে না।

(ii) একটি টুকরো ভাঙ্গা পোর্সেলীন খণ্ডের উপর অল্প নমুনা লবণ ও দু'একটি NaOH এর দানা তাপ
প্রয়োগে বিগলিত করা হয়। গলিত পদার্থ ঠান্ডা করে জলীয় নির্যাস তৈরি করা হয়। নির্যাস দ্রবণে সদ্য প্রস্তুত
সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইড দ্রবণের 2-3 ফোঁটা যোগ করা হল। দ্রবণ বেগুনী বর্ণ ধারণ করে। ইহা নমুনা লবণে
সালফাইড মূলকের উপস্থিতি নির্দেশ করে।

2. গাঢ় H₂SO₄ -এ বিক্রিয়া : একটি শুষ্ক পরীক্ষানলে 0.1 gm পরিমাণ লবণ নিয়ে 2 cm³ গাঢ় H₂SO₄
মিশিয়ে উত্তপ্ত করে বিক্রিয়া লক্ষ্য করুন।

সারণি

পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত	বিক্রিয়া সমীকরণ
1. ঝাঁঝালো গন্ধযুক্ত বর্ণহীন গ্যাস নির্গত হয়, NH ₄ OH দ্রবণ সিল্ক কাচ দণ্ড পরীক্ষানলের মুখে ধরলে সাদা ধোঁয়া তৈরি হয়। পরীক্ষানলের মধ্যে MnO ₂ মেশালে শ্বাসরোধকারী হাঙ্কা হলুদাভ সবুজ রঙের গ্যাস নির্গত হয়। তা পটাশিয়াম আয়োডাইড স্টার্চ সিল্ক কাগজকে নীলবর্ণ করে।	ক্রোরাইড	(i) NaCl + H ₂ SO ₄ = NaHSO ₄ + HCl ↑ (ii) HCl + NH ₃ = NH ₄ Cl (iii) MnO ₂ + 4HCl = Cl ₂ ↑ + MnCl ₂ + 2H ₂ O (iv) 2I ⁻ + Cl ₂ = I ₂ + 2Cl ⁻
2. বর্ণহীন ঝাঁঝালো গন্ধযুক্ত গ্যাস নির্গত হয়, পরীক্ষানলে দ্রবণটি তৈলাক্ত মনে হয়। একটি কাচদণ্ডে এক ফোঁটা জল নিয়ে পরীক্ষা নলের মুখে ধরলে স্বচ্ছ জলের ফোঁটা খোলাটে ও থকথকে (gelatinous) হয়ে যায়।	ফ্লোরাইড	(i) F ⁻ + H ⁺ = HF ↑ (ii) 4HF + SiO ₂ = SiF ₄ + 2H ₂ O (iii) 3SiF ₄ + 4H ₂ O = Si(OH) ₄ ↓ + 2H ₂ SiF ₆
3. ঝাঁঝালো গন্ধযুক্ত লাল রঙের গ্যাস নির্গত হয়। পরীক্ষানলে MnO ₂ মেশালে গ্যাসের রঙ গাঢ় হয়। এই গ্যাস ফ্লোরোসিন কাগজকে লাল করে।	ব্রোমাইড ও ব্রোমেট	(ii) KBr + H ₂ SO ₄ = KHSO ₄ + HBr (ii) HBr + H ₂ SO ₄ = Br ₂ ↑ + SO ₂ + 2H ₂ O (iii) MnO ₂ + 2KBr + 3H ₂ SO ₄ = Br ₂ ↑ + 2KHSO ₄ + MnSO ₄ + 2H ₂ O (iv) 2KBrO ₃ → 2KBr + 3O ₂ (v) 4HBrO ₃ → 2Br ₂ + 5O ₂ + 2H ₂ O
4. বেগুনী বর্ণের গ্যাস নির্গত হয়। MnO ₂ মেশালে গ্যাসের রঙ আরও গাঢ় হয়। স্টার্চ দ্রবণে সিল্ক কাগজকে গ্যাসে ধরলে তার রঙ নীলবর্ণ হয়।	আয়োডাইড	(i) HI + H ₂ SO ₄ = I ₂ + SO ₂ + H ₂ O (ii) MnO ₂ + 2KI + 3H ₂ SO ₄ = I ₂ + 2KHSO ₄ + MnSO ₄ + 2H ₂ O

সারণি

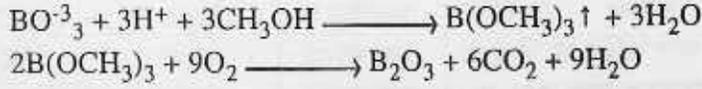
পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত	বিক্রিয়া সমীকরণ
5. বাঁঝালো গন্ধযুক্ত গ্যাস বাহির হয়, অনেক সময় হালকা বাদামী রঙের গ্যাস বাহির হয়, তামার কুচি মিশিয়ে উত্তপ্ত করলে বাদামী রঙ আরও গাঢ় হয়।	নাইট্রেট (যদি নাইট্রাইট না থাকে)	(i) $KNO_3 + H_2SO_4 = KHSO_4 + HNO_3$ (ii) $4HNO_3 = 4NO_2 \uparrow + O_2 + 2H_2O$ (iii) $Cu + 4HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 \uparrow + 2H_2O$
6. লালবর্ণের ক্রোমিল ক্রোরাইড (CrO_2Cl_2) গ্যাস বাহির হয় কিন্তু তা ফ্লোরোসিন কাগজকে লাল করে না। ওই গ্যাসকে একটি পরীক্ষানলে নেওয়া অল্প পরিমাণ ($2-3 \text{ cm}^3$) লঘু NaOH দ্রবণের মধ্যে চালনা করা হল। দ্রবণ হলুদ বর্ণ ধারণ করল। একে অ্যাসেটিক অ্যাসিড দ্বারা আম্লিক করে $Pb(Ac)_2$ দ্রবণের সঙ্গে মেশালে হলুদ অধঃক্ষেপ পড়ে।	ক্রোরাইড ও ক্রোমেট বা ডাইক্রোমেট একসঙ্গে উপস্থিত	(i) $K_2Cr_2O_7 + 4NaCl + 6H_2SO_4 = CrO_2Cl_2 \uparrow + 2KHSO_4 + (\text{লাল গ্যাস}) 4NaHSO_4 + 2H_2O$ (ii) $CrO_2Cl_2 + 4NaOH = Na_2CrO_4 + 2NaCl + 2H_2O$ (iii) $Pb^{2+} + CrO_4^{2-} = PbCrO_4 \downarrow$
7. ঠান্ডা অবস্থায় হলুদ দ্রবণ, গরম করলে COS গ্যাস (নীল শিখায় জ্বলবে), SO_2 গ্যাস (ফুকসিন দ্রবণকে বর্ণহীন করবে) এবং সালফার তৈরি হয়।	থায়োসায়ানেট	লঘু H_2SO_4 এর মত বিক্রিয়া
*8. বর্ণহীন গ্যাস নির্গত হয়, যা নীল শিখায় জ্বলে।	ফেরি ও ফেরো-সায়ানাইড	$K_4[Fe(CN)_6] + 6H_2O + 6H_2SO_4 = 2K_2SO_4 + 3(NH_4)_2SO_4 + FeSO_4 + 6CO \uparrow$ $2K_3[Fe(CN)_6] + 12H_2SO_4 + 12H_2O = Fe_2(SO_4)_3 + 6(NH_4)_2SO_4 + 3K_2SO_4 + 12CO \uparrow$

* মন্তব্য : যদি পরীক্ষণীয় বস্তুর মধ্যে ফেরোসায়ানাইড ও ফেরিসায়ানাইড থাকে তাহলে ধাতবমূলক বিশ্লেষণের পূর্বে পরীক্ষণীয় লবণকে গাঢ় H_2SO_4 মিশিয়ে সাবধানে ফুটিয়ে (যতক্ষণ না SO_3 এর সাদা গ্যাস উদ্ভূত হয়) উপরোক্ত অ্যাসিডমূলকগুলিকে বিয়োজিত করে নষ্ট করতে হবে।

3. নমুনা লবণে কোন বাধাদানকারী অ্যাসিডমূলক (Interfering acid radicals) আছে কিনা তা প্রাথমিক পরীক্ষা থেকে জানা বিশেষ জরুরী। বোরট, ফ্লোরাইড, ফসফেট ও সিলিকেট থাকলে ধাতবমূলকগুলির শ্রেণিবিন্যাস হিসাবে পৃথকীকরণ গ্রুপ II এর পর আর সম্ভব হয় না। এইজন্য গ্রুপ IIIA হিসেবে ধাতবমূলকগুলির পৃথকীকরণের আগেই বাধাদানকারী অ্যাসিডমূলকগুলিকে লবণ থেকে মুক্ত করতে হবে।

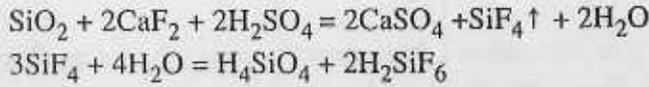
গাঢ় H_2SO_4 দিয়ে প্রাথমিক পরীক্ষায় ফ্লোরাইডের উপস্থিতি ধরা পড়বে। অতএব আমরা বোরোট, ফসফেট ও সিলিকেটের জন্য প্রাথমিক পরীক্ষা আলোচনা করব।

(i) বোরোটের জন্য পরীক্ষা : একটি শুষ্ক পরীক্ষানলে 0.1 gm পরিমাণ লবণ নিয়ে (যেই পরীক্ষানলের মুখে লবণ না লেগে থাকে) 1 cm^3 গাঢ় H_2SO_4 ও $1-2\text{ cm}^3$ CH_3OH মেশানো হল। মিশ্রণটি সাবধানে ফুটান হল এবং পরীক্ষানলের মুখে নির্গত গ্যাসে আগুন ধরিয়ে দেওয়া হল। যদি বোরোট থাকে, উদ্বায়ী মিথাই বোরোট সবুজ শিখায় জ্বলবে।

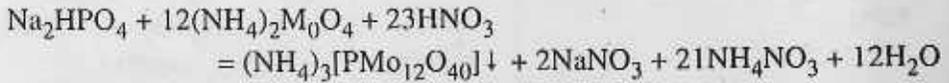


বোরোট যদি বোরিক অ্যাসিড হিসেবে থাকে তাহলে গাঢ় H_2SO_4 মেশানোর দরকার নেই। লবণ ও মিথানল মিশিয়ে উত্তপ্ত করে সবুজ শিখা পাওয়া গেলে বোরিক অ্যাসিডের উপস্থিতি নির্দেশ করবে।

(ii) সিলিকেটের জন্য পরীক্ষা : একটি সীসার মুচিটে 0.2 gm লবণ লওয়া হল। এর সঙ্গে 0.1 gm CaF_2 এর গুঁড়া এবং 5-7 ফোঁটা গাঢ় H_2SO_4 যোগ করা হল। তারপর মুচিটি ঢাকনা দিয়ে ঢাকা হল। ঢাকনার উপর একটি ছোটো ফুটো থাকবে। মুচিকে সাবধানে অল্প গরম করলে ঢাকনার ফুটো দিয়ে গ্যাস বের হবে। প্ল্যাটিনাম তারের রিং এর মধ্যে এক ফোঁটা জল উত্তপ্ত গ্যাসের মধ্যে ধরা হল। জলবিন্দুটি অস্বচ্ছ ও থকথকে আকার ধারণ করল।



(iii) ফসফেটের জন্য পরীক্ষা : লবণের সঙ্গে লঘু HNO_3 যোগ করে স্বচ্ছ দ্রবণ প্রস্তুত করা হল। অল্প স্বচ্ছ দ্রবণের সঙ্গে বেশী করে অ্যামোনিয়াম মলিবডেট দ্রবণ যোগ করা হল। হলুদ (ক্যানারী পাখির রঙ) রঙের অ্যামোনিয়াম ফসফোমলিবডেট অধঃক্ষিপ্ত হয় ঠান্ডা অবস্থায় বা অল্প উত্তাপে ($\leq 40^\circ C$)।



আর্সেনেট একই ধরনের অধঃক্ষেপ দেয় দ্রবণের মিশ্রণ অনেকক্ষণ ফোঁটালে। সিলিকেট হলুদ দ্রবণ তৈরি করে। অবশ্য টারটারিক অ্যাসিড (15%) মেশানো অ্যামোনিয়াম মলিবডেট ব্যবহার করলে আর্সেনেট ও সিলিকেট বিয় গটায় না ফসফেট সনাক্তকরণে।

আর্সেনেট বাধাদানকারী অ্যাসিডমূলক নয়, কারণ ধাতবমূলকের গ্রুপ II পৃথকীকরণের সময় আর্সেনিক সালফাইড হিসেবে অধঃক্ষিপ্ত হয়।

2.3 দ্রবণ প্রস্তুতি : আর্দ্র পরীক্ষা দ্বারা অ্যাসিডমূলকের সনাক্তকরণ

লবণের মিশ্রণ যদি সরাসরি পাতিত জলে দ্রবনীয় হয় তাহলে ওই দ্রবণ নিয়ে আর্দ্র পরীক্ষা করা হয়। কিন্তু অনেকক্ষেত্রেই মিশ্রণের একটি অংশ জলে দ্রবীভূত হয় এবং অপর অংশ অদ্রাব্য থাকে। জলে অদ্রাব্য অংশকে

* মন্তব্য : বিক্রিয়াতে CaF_2 এর পরিমাণ সিলিকেট লবণের এক তৃতীয়াংশ থেকে অর্ধেক অংশ নেওয়া হয় কারণ বেশি CaF_2 এর উপস্থিতিতে বেশি HF তৈরি হয় যা SiF_4 তৈরিতে বিঘ্ন ঘটায়।

(3) মূল Na_2CO_3 নির্যাস নিয়ে পরীক্ষা :

(i) সালফাইড মূলক : কয়েক ফোঁটা নির্যাস + এক বা দুই ফোঁটা সদ্য প্রস্তুত সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইডের দ্রবণ যোগ করা হল। দ্রবণের বর্ণ গাঢ় বেগুনী হয়।

(ii) সালফাইট মূলক : $2-3 \text{ cm}^3$ নির্যাসকে লঘু HCl দ্বারা আম্লিক করার সঙ্গে সঙ্গে নির্গত গ্যাসের মধ্যে কাচদণ্ডের মাথায় সদ্য প্রস্তুত Zn নাইট্রোপ্রুসাইডের লেই ধরা হল—লেই এর রঙ লাল বর্ণ ধারণ করল। এরপর কাচদণ্ডের লাল লেইকে NH_3 গ্যাসের মধ্যে ধরা হল—লেই গাঢ় লাল রঙের হয়ে গেল।

(iii) থায়োসালফেট মূলক : নির্যাসকে লঘু HCl দ্বারা আম্লিক করা হল। পোড়া গন্ধকের গন্ধ পাওয়া গেল এবং হলুদ রঙের সালফার অধঃক্ষিপ্ত হয়ে দ্রবণ ঘোলা হল। নির্গত গ্যাসে উপরোক্ত সালফাইট মূলকের পরীক্ষাটি করা যেতে পারে।

বি. দ্র. এখানে বেশী CO_2 নির্গত হওয়ার জন্য গন্ধক পোড়া গন্ধ ভাল পাওয়া যায় না।

অ্যাসিডমূলকগুলির পৃথকীকরণের কোন রীতিবদ্ধ বিশ্লেষণ এখনও পর্যন্ত জানা নেই। প্রশমিত Na_2CO_3 এ Na_2CO_3 নির্যাস বা জলীয় দ্রবণের সংগে পর্যায়ক্রমে FeCl_3 , AgNO_3 ও BaCl_2 দ্রবণ মিশিয়ে পরীক্ষার ভিত্তিতে আলোচ্য অ্যাসিডমূলকগুলিকে কয়েকটি শ্রেণিতে বিভক্ত করা যেতে পারে।

(4) পরীক্ষার ভিত্তিতে অ্যাসিডমূলকগুলির শ্রেণিবিভাগ :

I. FeCl_3 বিক্রিয়ক শ্রেণি :

$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ এবং SCN^-

(i) দ্রবণ + FeCl_3 দ্রবণ—গাঢ় নীল অধঃক্ষেপ $\longrightarrow [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$

(ii) দ্রবণ + H_2SO_3 + FeCl_3 দ্রবণ \longrightarrow গাঢ় নীল অধঃক্ষেপ $\longrightarrow [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$

(iii) দ্রবণ + FeCl_3 দ্রবণ \longrightarrow রক্তলাল দ্রবণ, লঘু HCl মেশালে রঙ নষ্ট হয় না কিন্তু HgCl_2 মেশালে রঙ নষ্ট হয় $\longrightarrow \text{SCN}^-$

বি. দ্র. $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ও $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ উপস্থিত থাকলে দ্রবণে AgNO_3 যোগ করার পূর্বে $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ এর দ্রবণ যোগ করে $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ও $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ কে অধঃক্ষিপ্ত করে দ্রবণ থেকে মুক্ত করতে হবে। তারপর ওই দ্রবণ নিয়ে AgNO_3 ও BaCl_2 দিয়ে পরীক্ষা করতে হবে।

II. AgNO_3 ও BaCl_2 বিক্রিয়ক শ্রেণি :

(a) দ্রবণে যোগ করলে AgNO_3 ও BaCl_2 উভয়েই অধঃক্ষেপ তৈরি করে। অধঃক্ষেপ লঘু HNO_3 এ কষ্ট করে দ্রবণীয়।

BrO_3^- , IO_3^-

(b) উভয়েই অধঃক্ষেপ তৈরি করে। অধঃক্ষেপ লঘু HNO_3 এ দ্রবণীয়।

CO_3^{2-} (জলীয় দ্রবণে), SO_3^{2-} (জলীয় দ্রবণে), BO_3^{3-} , PO_4^{3-} (Ag লবণ হলুদ), ASO_3^{3-} (Ag লবণ হলুদ), ASO_4^{3-} (Ag লবণ চকোলেট), CrO_4^{2-} (Ag লবণ লাল, Ba লবণ হলুদ), SiO_3^{2-} (Ag লবণ কমলা), $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ (Ag লবণ সাদা \longrightarrow গরম করলে কালো হয় Ag_2S)।

(c) উভয়েই জলীয় দ্রবণে অধঃক্ষেপ তৈরি করে না।

NO_3^-

III. AgNO₃ বিক্রিয়ক শ্রেণি :

(a) অধঃক্ষেপ তৈরি করে যা লঘু HNO₃ এ দ্রাব্য। NO₂⁻ (জলীয় দ্রবণে), S²⁻ (জলীয় দ্রবণে, কালো রঙের)।

(b) অধঃক্ষেপ তৈরি করে যা লঘু HNO₃ এ অদ্রাব্য। Cl⁻, Br⁻ (খুবই হালকা হলুদ), I⁻ (হালকা হলুদ), SCN⁻

IV. BaCl₂ বিক্রিয়ক শ্রেণি :

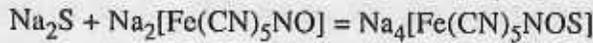
অধঃক্ষেপ তৈরি করে। SO₄²⁻ (গাঢ় HCl এ অদ্রাব্য), F⁻ (গাঢ় HCl এ দ্রাব্য)।

বি. দ্র. উপরের শ্রেণিগুলিতে যেখানে অ্যাসিডমূলকের অধঃক্ষেপের রঙের উল্লেখ নেই সেখানে অধঃক্ষেপের রঙ সাদা। আবার যেসব ক্ষেত্রে শুধুমাত্র জলীয় দ্রবণে অধঃক্ষেপ তৈরি হবে তা উল্লেখ করা হয়েছে।

2.4 অ্যাসিড মূলক সমূহের নিশ্চিত পরীক্ষা :

2.4.1 সালফাইড (S²⁻)

(i) মূল Na₂CO₃ নির্যাস বা ক্ষারীয় জলীয় দ্রবণে সদ্য প্রস্তুত করা 1% সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইড দ্রবণ কয়েক ফোঁটা দেওয়া হল। দ্রবণের রঙ গাঢ় বেগুনী হল।

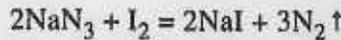


সুবেদিতা (Sensitivity) : 1 মাইক্রোগ্রাম (μgm) বা 10⁻⁶ গ্রাম

গাঢ়ত্ব সীমা (Concentration limit) : 1 : 50,000

বিকারক দ্রবণ : 1% টাটকা জলীয় দ্রবণ।

(ii) (NaN₃ + I₂) পরীক্ষা : স্পট প্লেটে এক ফোঁটা সোডিয়াম অ্যাজাইড দ্রবণ ও এক ফোঁটা দ্রবণ লওয়া হল। এক ফোঁটা পরীক্ষণীয় দ্রবণ অথবা কঠিন লবণ যোগ করুন। সঙ্গে সঙ্গে বুদবুদ তৈরি শুরু হবে এবং অ্যায়োডিনের রঙ অদৃশ্য হবে।



সুবেদিতা : 0.3 μgm গাঢ়ত্বসীমা : 1 : 166000

বিকারক দ্রবণ : NaN₃ দ্রবণ : 25% জলীয় দ্রবণ।

0.1(N) I₂ দ্রবণ : 12.7 gm I₂ 10% KI-এর জলীয় দ্রবণের 100 cm³ তে দ্রবীভূত করুন।

মন্তব্য : (i) NaN₃ এবং I₂ এর মধ্যে বিক্রিয়া খুবই দ্রুতগতিতে চলে কিন্তু সালফাইডের উপস্থিতিতে বিক্রিয়াগতি খুবই দ্রুত চলতে থাকে। অদ্রবণীয় সালফাইডের ক্ষেত্রেও এই বিক্রিয়া ঘটে। S₂O₃²⁻ ও SCN⁻ বিয় ঘটায়। এদের উপস্থিতিতে সদ্যজাত CdCO₃ মিশিয়ে CdS অধঃক্ষিপ্ত করে S²⁻ কে পৃথক করা হয় তারপর CdS দিয়ে পরীক্ষা করা হয়।

(i) সুবেদিতা (Sensitivity) : সনাক্তকরণযোগ্য ক্ষুদ্রতম পরিমাণ।

(ii) গাঢ়ত্বসীমা : দ্রবণের যে লঘুতম গাঢ়ত্বে দ্রাবের জন্য পরীক্ষালব্ধ ফল পাওয়া যায়।

2.4.2 সালফাইড (SO₃²⁻)

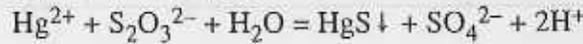
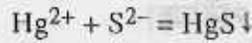
(i) নাইট্রোপ্রুসাইড—জিঙ্ক সালফেট পরীক্ষা : কঠিন লবণ বা তার দ্রবণের সঙ্গে লঘু HCl মিশিয়ে গরম

করলে বর্ণহীন গন্ধক পোড়া যে গ্যাস নির্গত হয় তার মধ্যে কাচদণ্ডের মাথায় সদ্যজাত হাঙ্কা গোলাপী লাল রঙের জিঙ্ক নাইট্রোপ্রুসাইডের অধঃক্ষেপ ধরলে তার রঙ লাল হয়, এবার ওই কাচদণ্ডকে অ্যামোনিয়া গ্যাসের মধ্যে প্রবেশ করানো হল। অধঃক্ষেপের রঙ টুকটুকে লাল হয়ে গেল। সম্ভবত ভেজা SO₂ গ্যাস ও Zn[Fe(CN)₅NO] এর মধ্যে একটি ঘন লাল রঙের অনির্দিষ্ট যুত যৌগ গঠিত হয়। অ্যামোনিয়া গ্যাস বিক্রিয়াহীন Zn[Fe(CN)₅NO] কে সাদা করে দেয়।

সুবেদিতা : 3.5 µgm, গাঢ়ত্বসীমা : 1 : 14000

বিকারক : সংপৃক্ত ZnSO₄ এর জলীয় দ্রবণে ঘন Na₂[Fe(CN)₅NO] এর জলীয় দ্রবণ যোগ করে Zn[Fe(CN)₅NO] এর অধঃক্ষেপ তৈরি করা হয়।

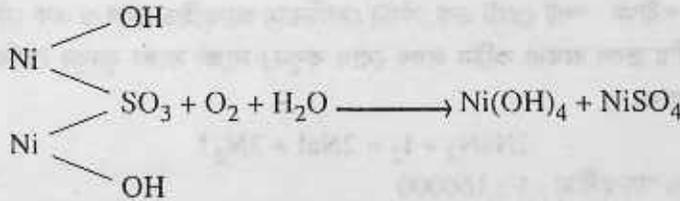
মন্তব্য : সালফাইড ও থায়োসালফেট বিঘ্ন ঘটায়। সেক্ষেত্রে দ্রবণে HgCl₂ দ্রবণ যোগ করে তাদের দূরীভূত করা হয়।



অধঃক্ষেপণ সম্পূর্ণ হলে, একমিনিট অপেক্ষা করে লঘু HCl যোগ করে উপরোক্তভাবে অগ্রসর হতে হবে।

(ii) নিকেলাস হাইড্রক্সাইড পরীক্ষা : পরীক্ষণীয় দ্রবণে লঘু HCl দিয়ে উত্তপ্ত করা হল, নির্গত গ্যাসের উপর স্পট কাগজে সবুজ নিকেলাস হাইড্রক্সাইডের এক ফোঁটা লেই ধরা হল। সবুজ দাগটি কালো হয়ে গেল। তারপর ওই জায়গায় এক ফোঁটা বেনজিডিন দ্রবণ দেওয়া হল—কালো দাগটি নীল হয়ে গেল।

ব্যাখ্যা : SO₂ এর স্বতঃস্ফূর্ত বাতাসের অক্সিজেনের উপস্থিতিতে Ni²⁺ এর জারণকে (Ni⁺⁴ তে) আবিষ্ট করে। সম্ভাব্য বিক্রিয়া হল—

$$2\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{SO}_2 \longrightarrow \text{Ni}_2(\text{OH})_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$$


SO₂ এর পরিমাণের উপর কালো Ni(OH)₄ তৈরির পরিমাণ নির্ভর করে। খুব কম SO₂ উৎপন্ন হলে Ni(OH)₄ এত কম তৈরি হয় যে Ni(OH)₂ এর সবুজ দাগকে Ni(OH)₄ এর কালো দাগ ঢাকতে পারে না—সেক্ষেত্রে বেনজিডিন দিলে ঘন নীল রঙ উৎপন্ন হয়ে সহজে দৃশ্য হয়।

মন্তব্য : সালফাইড ও থায়োসালফেট বিঘ্ন ঘটায়। সেক্ষেত্রে পূর্বোক্ত (i) বিক্রিয়ার মত HgCl₂ সহযোগে তাদের দূরীভূত করে অগ্রসর হতে হবে।

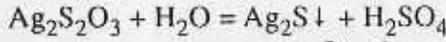
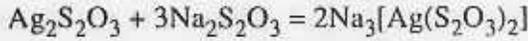
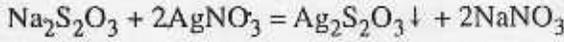
সুবেদিতা : 0.4 µgm, গাঢ়ত্বসীমা : 1 : 125000

বিকারক : (i) Ni(OH)₂ তৈরি করা হয় NiCl₂ এর সঙ্গে NaOH এর দ্রবণ যোগ করে তারপর অধঃক্ষেপকে জলে ধুয়ে ক্ষারমুক্ত করা হয়।

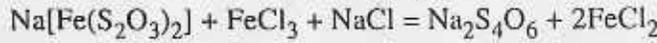
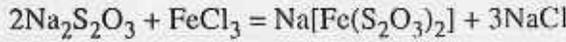
(ii) বেনজিডিন দ্রবণ : 0.05 gm লবণ 10 cm³ গ্লোসিয়েল অ্যাসেটিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করে জল দিয়ে একে 100 cm³ করা হয়।

2.4.3. থায়োসালফেট ($S_2O_3^{2-}$)

(i) দ্রবণে $AgNO_3$ দ্রবণ যোগ করলে সাদা $Ag_2S_2O_3$ অধঃক্ষেপ পড়ে, ইহা বেশি থায়োসালফেটে দ্রবীভূত হয়। অধঃক্ষেপ আস্তে আস্তে বাদামী থেকে কালো হয় এবং গরম করলে এই প্রক্রিয়া ত্বরান্বিত হয়।



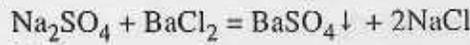
(ii) $FeCl_3$ দ্রবণ যোগ করলে দ্রবণ বেগুনী বর্ণ ধারণ করে কিন্তু কিছুক্ষণ পরে দ্রবণ বর্ণহীন হয়।



(iii) $NaN_3 + I_2$ দ্রবণ পরীক্ষা : সালফাইডের মত একইরকম বিক্রিয়া ঘটে। সালফাইড ও থায়োসায়ানাইডের অনুপস্থিতিতে এই পরীক্ষা নিশ্চিত পরীক্ষারূপে গণ্য হবে।

2.4.4 সালফেট (SO_4^{2-})

(i) পরীক্ষণীয় দ্রবণে $BaCl_2$ দ্রবণ যোগ করা হল। $BaSO_4$ এর সাদা অধঃক্ষেপ, গাঢ় HCl এ অদ্রবণীয়।

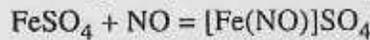
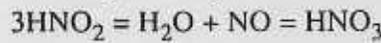
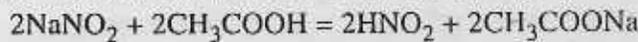


(ii) $BaSO_4 - KMnO_4$ পরীক্ষা : অপকেন্দ্র পরীক্ষনলে (Centrifuge tube) -এ 3-4 ফোঁটা লবণের দ্রবণ নিন। এরপর 2 ফোঁটা 1% $KMnO_4$ এর জলীয় দ্রবণ যোগ করুন। তারপর 1 ফোঁটা 1% $BaCl_2$ দ্রবণ যোগ করুন। সাদা $BaSO_4$ অধঃক্ষেপ পারম্যাঙ্গানেট অন্তর্ভুক্ত (absorbed) করে বেগুনী হয়ে যায়। কয়েক ফোঁটা 3% H_2O_2 দ্রবণ যোগ করে দ্রবণের বেগুনী রঙ দূর করা হল। এরপর অপকেন্দ্রণ করে দেখা গেল পরীক্ষনলের তলায় বেগুনী রঙের অধঃক্ষেপ জমেছে।

সুবেদিতা : 2.5 μgm , গাঢ়ত্বসীমা : 1 : 20000

2.4.5 নাইট্রাইট (NO_2^-)

(i) বলয় পরীক্ষা (Ring Test) : পরীক্ষনলে লবণের দ্রবণ নিয়ে তাতে সদ্য তৈরি $FeSO_4$ এর দ্রবণ যোগ করা হল। মিশ্রণটি ঠাণ্ডা করে তাতে ধীরে ধীরে লঘু অ্যাসেটিক বা লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড পরীক্ষনলের গা বেয়ে যোগ করা হল। দুটি দ্রবণের সংযোগস্থলে একটি বাদামী বলয় তৈরি হল। সাবধানে না করলে সমস্ত দ্রবণটাই বাদামী হয়ে যায়। নাইট্রেট থাকলে এই প্রকার বলয় তৈরি হয়। তবে সেখানে গাঢ় H_2SO_4 যোগ করতে হবে।



বাদামী

সুবেদিতা : 2.0 μgm , গাঢ়ত্বসীমা : 1 : 25000

মন্তব্য : উপরোক্ত অবস্থায় NO_3^- বিঘ্ন ঘটায় না কিন্তু I^- , Br^- অথবা রঙীন দ্রবণ হলে বিঘ্ন ঘটবে। Ag_2SO_4 এর দ্রবণ যোগ করে I^- ও Br^- কে দূর করা যেতে পারে।

(ii) ডায়াজোটাইজেশন বিক্রিয়া : স্পট প্লেটে লবণের প্রথম দ্রবণ এক ফোঁটা লওয়া হল। এরপর এক ফোঁটা সালফানিলিক অ্যাসিড বিকারক মেশান হল। এখন এক ফোঁটা α -ন্যাপথাইল অ্যামিন যোগ করলে লাল রঙ তৈরি হবে।

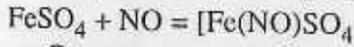
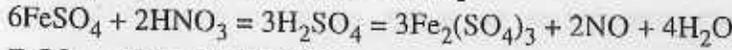
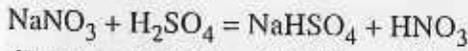
সুবেদিতা : 0.01 μgm , গাঢ়ত্বসীমা : 1 : 5000000

বিকারক : (i) 0.5 gm সালফানিলিক অ্যাসিড 30 cm^3 গ্লেশিয়াল CH_3COOH -এ দ্রবীভূত করুন, তারপর 75 cm^3 জল মিশ্রিত করুন।

(ii) 0.1 gm α -ন্যাপথাইল অ্যামিন 70 cm^3 জলে গরম করে দ্রবীভূত 30 cm^3 গ্লেশিয়াল CH_3COOH মিশ্রিত করুন।

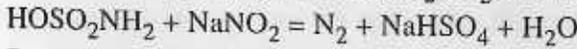
2.4.6 নাইট্রেট (NO_3^-)

(i) বলয় পরীক্ষা : নাইট্রাইট মূলকের মত লবণের দ্রবণ ও টাটকা FeSO_4 দ্রবণ মিশিয়ে ঠাণ্ডা করে গাঢ় H_2SO_4 যোগ করতে হবে।



সুবেদিতা 2.5 μgm , গাঢ়ত্বসীমা : 1 : 25000

মন্তব্য : NO_2^- , Br^- ও I^- উপস্থিত থাকলে বলয় পরীক্ষা দ্বারা NO_3^- এর উপস্থিতি নির্দেশ করা যায় না। পরীক্ষণীয় দ্রবণে সালফামিক অ্যাসিড (HOSO_2NH_2) যোগ করে ফুটাইলে NO_2^- দূরীভূত হয়।



Br^- ও I^- কে Ag_2SO_4 এর দ্রবণ যোগ করে অদ্রব্য AgBr ও AgI হিসাবে দূর করতে হবে।

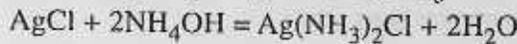
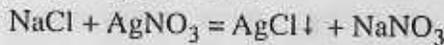
(ii) ডায়াজো বিক্রিয়া : স্পট প্লেটে এক ফোঁটা লবণের প্রথম দ্রবণ লওয়া হল। এরপর এক ফোঁটা সালফানিলিক অ্যাসিড মিশ্রিত করুন। তারপর এক ফোঁটা α -ন্যাপথাইল অ্যামিন দ্রবণ যোগ করুন— লাল রঙ তৈরী হল না— এবার খুব অল্প Zn ধাতুর গুঁড়ো যোগ করুন। Zn ধাতুর গুঁড়োর চারপাশে আস্তে আস্তে লাল রঙ তৈরি হতে শুরু করে এবং অল্পসময়ের মধ্যে দ্রবণটি পুরোপুরি ঘন লালবর্ণ ধারণ করে।

সুবেদিতা : 2.5 μgm , গাঢ়ত্বসীমা : 1 : 25000

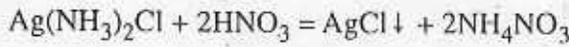
মন্তব্য : অ্যাসেটিক অ্যাসিড মাধ্যমে ধাতব Zn নাইট্রেটকে বিজারিত করে নাইট্রাইটে রূপান্তরিত করে। এইজন্য Zn গুঁড়া মেশানোর পর রঙ তৈরি হয়। NO_2^- থাকলে বিঘ্ন ঘটাবে এই জন্য উপরোক্ত পরীক্ষার পূর্বে সালফামিক অ্যাসিড সহযোগে দ্রবণকে ফুটিয়ে NO_2^- কে বিয়োজিত করতে হবে।

2.4.7 ক্লোরাইড (Cl^-)

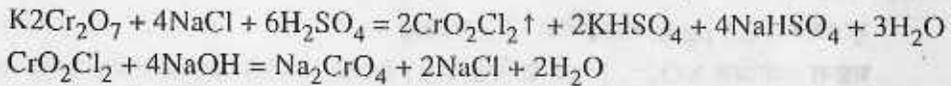
(i) লবণের দ্রবণে AgNO_3 দ্রবণ যোগ করলে দই এর ন্যায় সাদা AgCl এর অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহা লঘু HNO_3 এ অদ্রব্য কিন্তু লঘু NH_4OH এ দ্রব্য।



জটিল অ্যামিনের দ্রবণে লঘু HNO_3 মিশিয়ে আঙ্গিক করলে পুনরায় AgCl অধঃক্ষিপ্ত হয়।



(ii) ক্রোমিল ক্রোরাইড পরীক্ষা : একটি পরীক্ষানলে সামান্য পরীক্ষণীয় লবণ নিন। প্রায় তিনগুণ মত ওজনের $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ গুঁড়ো যোগ করে ভালভাবে মিশিয়ে নিন। সামান্য গাঢ় H_2SO_4 যোগ করুন। পরীক্ষানলের মুখ ছিপি দিয়ে বন্ধ করে দিন। ছিপির মধ্যে থাকবে সবু 90° তে বাঁকানো কাচের নল। বাঁকানো কাচ নলের অন্য মুখটি আর একটি পরীক্ষানলে রাখা অল্প আয়তনের লঘু NaOH দ্রবণের মধ্যে ডুবে থাকবে। এখন পরীক্ষণীয় বস্তুর মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে গাঢ় লাল ক্রোমিল ক্রোরাইড (CrO_2Cl_2) গ্যাস নির্গত হয়ে কাচনলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়ে NaOH দ্রবণে দ্রবীভূত হবে এবং ঐ দ্রবণ হলুদ বর্ণ (Na_2CrO_4) ধারণ করবে। হলুদ বর্ণের ক্রোমেট দ্রবণকে লঘু অ্যাসেটিক অ্যাসিড দ্বারা আঙ্গিক করলে দ্রবণ কমলা রঙের হবে। এই দ্রবণকে দুভাগ করে একভাগে কয়েক ফোঁটা ডাই ফিনাই কার্বাডাইড বিকারক যোগ করা হল। — বেগুনী রঙের দ্রবণ পাওয়া গেল। অপরভাগে কয়েক ফোঁটা $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ দ্রবণ যোগ করা হল— হলুদ PbCrO_4 অধঃক্ষেপ পাওয়া গেল।



সুবেদিতা : 1.5 μgm , গাঢ়ত্বসীমা : 1 : 30000

বিকারক দ্রবণ : 1% ডাইফিনাইল কার্বাজাইড অ্যালকোহলীয় দ্রবণ।

মন্তব্য : F একই প্রকার CrO_2F_2 তৈরি করে। NO_2^- ও NO_3^- থাকলে NOCl তৈরি করে বিঘ্ন ঘটায়। Br^- ও BrO_3^- থাকলে Br_2 গ্যাস নির্গত হয়, I^- থাকলে I_2 গ্যাস নির্গত হয়। Br^- ও I^- এর পরিমাণ কম থাকলে বিঘ্ন ঘটে না যেহেতু Br_2 ও I_2 গ্যাস NaOH দ্রবণে দ্রবীভূত হয়ে বর্ণহীন দ্রবণ তৈরি করে। কিন্তু বেশি থাকলে CrO_2Cl_2 বদলে Cl_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়। Hg_2Cl_2 ও HgCl_2 বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না। PbCl_2 , AgCl , SbCl_3 ও SnCl_2 থাকলে আংশিক বিক্রিয়া হয়।

Br^- ও I^- এর উপস্থিতিতে পরীক্ষা : পরীক্ষণীয় লবণকে কিছু PbO_2 এবং লঘু CH_3COOH দিয়ে উত্তপ্ত করলে Br_2 ও I_2 গ্যাস নির্গত হয়। সমস্ত Br^- ও I^- বিয়োজিত হয়ে দ্রবীভূত হলে কঠিন অবশেষ নিয়ে ক্রোমিল ক্রোরাইড পরীক্ষা করা হয়।

2.4.8 ব্রোমাইড (Br^-)

(i) পরীক্ষণীয় লবণের দ্রবণে AgNO_3 দ্রবণ যোগ করা হল। ফিকে হলুদ AgBr এর অধঃক্ষেপ পড়ল। ইহা লঘু HNO_3 এ অদ্রাব্য, লঘু NH_4OH আংশিক দ্রাব্য এবং গাঢ় NH_4OH সম্পূর্ণ দ্রাব্য।

(ii) ফ্লোরেসিন পরীক্ষা (Fluorescein Test) :

পরীক্ষানলে কঠিন লবণ নিয়ে অল্প PbO_2 এবং CH_3COOH মিশিয়ে গরম করলে যে গ্যাস (লাল রঙের) নির্গত হয় তার মধ্যে ফ্লোরেসিন ক্যাগজ ধরলে কাগজ লাল হয়ে যায়।

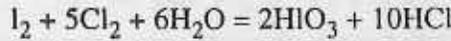
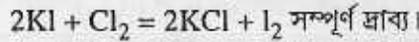
সুবেদিতা : 2.0 μgm , গাঢ়ত্বসীমা : 1 : 25000

বিকারক কাগজ : 1 : 1 অ্যালকোহলে সংপৃক্ত ফ্লোরেসিন দ্রবণ তৈরি করে তাতে ফ্লিটার পেপার ডুবিয়ে শুকিয়ে নিতে হবে।

মন্তব্য : Cl^- বিঘ্ন ঘটায় না, I^- একই ধরনের বিক্রিয়া ঘটায় সেজন্য ক্ষারীয় KMnO_4 দ্বারা I^- কে IO_3^- তে রূপান্তরিত করে নিতে হয়।

2.4.9 আয়োডাইড (I^-)

(i) ক্লোরিনজল পরীক্ষা : লবণের দ্রবণে অল্পপরিমাণ 2-3 মিসি CCl_4 বা CHCl_3 যোগ করা হল। তারপর ফোঁটা ফোঁটা করে বিকারক যোগ করা হতে থাকল এবং ঝাঁকানো হল। জৈব স্তর বেগুনী হল এবং যখন আরও বেশি বিকারক দিয়ে ঝাঁকানো হল তখন CCl_4 স্তর বর্ণহীন হল, আয়োডিন জারিত হয়ে IO_3^- তৈরি হয়।



(ii) স্টার্চ পরীক্ষা : স্পট পেটে এক ফোঁটা আম্লিক পরীক্ষণীয় দ্রবণ নিন। তারপর এক ফোঁটা হাঙ্কা (0.1 to 0.2%) সদ্যপ্রস্তুত স্টার্চ দ্রবণ যোগ করুন এবং এক ফোঁটা 10% KNO_2 দ্রবণ মিশ্রিত করুন— দ্রবণ নীল বর্ণ ধারণ করবে।

সুবেদিতা : 2.5 μgm , গাঢ়ত্বসীমা : 1 : 20000

মন্তব্য : আম্লিক NO_2^- , I^- কে জারিত করে। উৎপন্ন I_2 স্টার্চ এর সঙ্গে নীলবর্ণের জটিল যৌগ গঠন করে। CN^- বিঘ্ন ঘটায় এইজন্য পরীক্ষণীয় দ্রবণকে অ্যাসিডীয় মাধ্যমে ফোঁটাতে হয় যতক্ষণ না CN^- মুক্ত হয়।

2.4.10 ফ্লোরাইড (F^-)

(i) বেনজিডিন পরীক্ষা (Benzidine Test) : পরীক্ষানলে 0.05 পরিমাণ লবণ নিয়ে 4-5 ফোঁটা গাঢ় H_2SO_4 দিয়ে গরম করুন। একটি সরু কাঁচনলে এক ফোঁটা জল নিয়ে নির্গত গ্যাসের উপর ধরুন। জলের ফোঁটা অস্বচ্ছ ও আঁঠাল হয়ে যায় কারণ নির্গত SiF_4 গ্যাস জলের সংস্পর্শে বিস্ফোরণের ফলে আঁঠাল H_4SiO_4 তৈরি করে। এবার ওই আঁঠাল জলের ফোঁটা অল্প জল দিয়ে ধুয়ে পোর্সেলিনের একটি ছোট্টো মুচিতে রাখুন। 2 ফোঁটা অ্যামোনিয়াম মলিবডেট বিকারক মেশান এবং গরম করুন যতক্ষণ না বুদ্ধবুদ্ধ তৈরি শুরু হয়। ঠাণ্ডা করুন, এক ফোঁটা বেনজিডিন দ্রবণ ও কয়েক ফোঁটা সম্পৃক্ত CH_3COONa দ্রবণ মেশান। নীল রঙের দ্রবণ পাওয়া যাবে।

সুবেদিতা : 1.0 μgm , গাঢ়ত্ব সীমা 1 : 50000

বিকারক দ্রবণ : (i) 10% CH_3COOH দ্রাবকে 1% দ্রবণ _____, বেনজিডিন দ্রবণের জন্য।

(ii) অ্যামোনিয়াম মলিবডেট দ্রবণ : 1.5 gm বিকারক 30 cm^3 জলে দ্রবীভূত করে অল্প কিছুটা NH_4OH দ্রবণ যোগ করুন। তারপর সমস্ত দ্রবণ 10 cm^3 গাঢ় HNO_3 এর মধ্যে ঢেলে দিন।

মন্তব্য : সিলিসিক অ্যাসিড ও ফ্লোসিলিসিক অ্যাসিড অ্যামোনিয়াম মলিবডেটের সাথে বিক্রিয়া করে সিলিকোমলিবডিক অ্যাসিড $\text{H}_4[\text{SiMo}_{12}\text{O}_{40}]$ তৈরি করে। অ্যাসেটিক অ্যাসিড দ্রবণে সিলিকোমলিবডিক অ্যাসিড (মলিবডিক অ্যাসিড পারে না) বেনজিডিন কে জারিত করে একটি নীল রঙের রঞ্জন তৈরি করে। একই সাথে মলিবডেনাম ব্রু ও তৈরি হয়।

জারকোনিয়াম অ্যালিজারিন সালফোনেট পরীক্ষা : স্পট প্রেটে 2 ফোঁটা পরীক্ষণীয় দ্রবণ নিন ও এক ফোঁটা বিকারক মেশান। বিকারক দ্রবণের রঙ লাল থেকে হলুদ হয়ে যায়। বিকারক শোষিত স্পট কাগজেও এই পরীক্ষা করা যায়।

সুবেদিতা : 8.0 µgm, গাঢ়ত্ব সীমা 1 : 6250

বিকারক দ্রবণ : 0.07% সোডিয়াম অ্যালিজারিন সালফোনেট এর জলীয় দ্রবণ এবং 0.35% $ZrO(NO_3)_2$ এর জলীয় দ্রবণ পরীক্ষার ঠিক আগে একই আয়তনে মেশাতে হবে। অবশ্য বিকারক শোষিত কাগজ তৈরির জন্য অ্যালকোহলে বিকারক দ্রবীভূত করা হয়।

মন্তব্য : জারকোনিয়াম লবণ Na- অ্যালিজারিন সালফোনেটের সঙ্গে লাল রঙের lake তৈরি করে। F^- আয়ন জারকোনিয়ামের জটিল ZrF_6^{2-} তৈরি করে। এইজন্য লাল রঙ হলুদ হয়ে যায়।

2.4.11 ব্রোমেট (BrO_3^-)

(i) পরীক্ষণীয় দ্রবণে $AgNO_3$ দ্রবণ যোগ করলে সাদা $AgBrO_3$ অধঃক্ষেপ পড়ে। $AgBrO_3$ গরম জলে ও লঘু NH_4OH তে দ্রবণীয়, —দ্রবণে ফোঁটা ফোঁটা H_2SO_3 এর দ্রবণ যোগ করলে ফিকে হলুদ রঙের $AgBr$ অধঃক্ষেপ পড়ে। $AgBr$ অধঃক্ষেপ গাঢ়; NH_4OH এ দ্রবণীয়।

(ii) $MnSO_4^-$ বেনজিডিন পরীক্ষা : ছোটো পরীক্ষানলে অল্প পরীক্ষণীয় দ্রবণ নিন, 2 ফোঁটা $MnSO_4$ দ্রবণ মেশান এবং জলগাহে 2–3 মিনিট গরম করুন। পরে ঠান্ডা করুন, কয়েক ফোঁটা বেনজিডিন বিকারক ও কয়েকদানা CH_3COONa যোগ করুন। নীল রঙের দ্রবণ হলে ব্রোমেটের উপস্থিতি নির্দেশ করবে।

সুবেদিতা : 30 µgm, গাঢ়ত্ব সীমা 1 : 2500

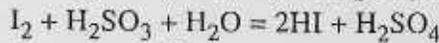
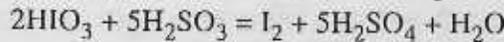
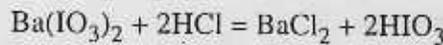
বিকারক : (i) 2% $MnSO_4$ দ্রবণ 2(N) H_2SO_4 এ

(ii) 0.05 gm বেনজিডিন 10 cm³ CH_3COOH (গ্লিসিয়াল) এ দ্রবীভূত করে 90 cm³ জল যোগ করুন, প্রয়োজন হলে ছেকে নিন।

মন্তব্য : ClO_3^- ও IO_3^- বিয় ঘটায় না।

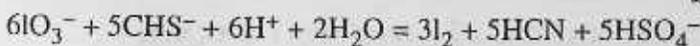
2.4.12 আয়োডেট (IO_3^-)

(i) গাঢ় পরীক্ষণীয় দ্রবণে $BaCl_2$ দ্রবণ যোগ করা হল। $Ba(IO_3)_2$ এর সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। অধঃক্ষেপ গরম জল ও লঘু HNO_3 এ কষ্ট করে দ্রবীভূত হয়। অধঃক্ষেপ পরিষ্কার বা অপকেন্দ্র প্রক্রিয়ার সাহায্যে পৃথক করে ভাল করে ধোয়া হল। অধঃক্ষেপ লঘু HCl এ দ্রবীভূত করা হল এবং কয়েক ফোঁটা CCl_4 বা $CHCl_3$ যোগ করা হয় এরপর দু-এক ফোঁটা H_2SO_3 এর খুব লঘু দ্রবণ যোগ করে ঝাঁকানো হল। CCl_4 বা $CHCl_3$ স্তর বেগুনী হয়ে গেল। বেশি H_2SO_3 যোগ করা হয়ে গেলে



CCl_4 বা $CHCl_3$ স্তর আবার বর্ণহীন হয়ে যাবে কারণ আয়োডিন বিজারিত হয়ে I^- তৈরি করবে। এক্ষেত্রে Cl_2 জল যোগ করে ঝাঁকালে আবার CCl_4 বা $CHCl_3$ স্তর বেগুনী হবে।

(ii) থায়োসায়ানেট পরীক্ষা : স্টার্চ সিল্ড একটি স্পট কাগজের উপর এক ফোঁটা 5% $KSCN$ দ্রবণ দিন এবং তারপর ওই জায়গায় আম্লিক পরীক্ষণীয় দ্রবণের এক ফোঁটা যোগ করুন। গাঢ় নীল দাগ উৎপন্ন হল।



সুবেদিতা : 3.0 µgm, গাঢ়ত্ব সীমা 1 : 12000

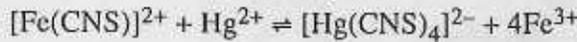
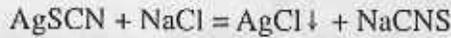
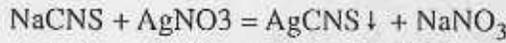
(iii) হাইপোফসফরাস অ্যাসিড-স্টার্চ দ্রবণ পরীক্ষা : প্রশম পরীক্ষণীয় দ্রবণ এক ফোঁটা স্পট প্লেটে নিন, এক ফোঁটা স্টার্চ দ্রবণ (0.1%) ও ফোঁটা লঘু হাইপোফসফরাস অ্যাসিড মেশান। অস্থায়ী নীল রঙ তৈরি হল।

সুবেদিতা 1.0 µgm, গাঢ়ত্ব সীমা 1 : 50,000

মন্তব্য : H_3PO_2 খুব তাড়াতাড়ি IO_3^- কে বিজারিত করে I_2 তৈরি করে কিন্তু খুব ধীরে ধীরে I_2 কে বিজারিত করে I^- তৈরি করে।

2.4.13 থায়োসায়ানেট (CNS^-)

(i) $AgNO_3$ দ্রবণ পরীক্ষণীয় দ্রবণ থেকে সাদা দই এর মত $AgSCN$ অধঃক্ষেপ দেয়। অধঃক্ষেপ লঘু HNO_3 অদ্রব্য কিন্তু NH_4OH দ্রবণে দ্রব্য। অধঃক্ষেপকে $1(N) NaCl$ এর দ্রবণ দিয়ে ফোঁটালে $AgCNS$ বিক্রিয়া করে $NaCl$ এর সঙ্গে এবং $AgCl$ অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। এই প্রক্রিয়ার সাহায্যে অন্যান্য হ্যালাইড থেকে থায়োসায়ানেটকে পৃথক করা হয়। ছেকে নিয়ে পরিশুভতে লঘু HCl মিশিয়ে অ্যাসিডীয় করা হয়। তারপর $FeCl_3$ দ্রবণের কয়েক ফোঁটা মেশালে বৈশিষ্ট্যপূর্ণ রক্তলাল দ্রবণ তৈরি হয়। F^- বা Hg^{2+} মেশালে দ্রবণ বর্ণহীন হয়।



মন্তব্য : PO_4^{3-} , ASO_4^{3-} , BO_3^{3-} , IO_3^{3-} , SO_4^{2-} , F^- , I^- , $[Fe(CN)_6]^{4-}$ $HgCl_2$ এবং অক্সালেট, সাইট্রেট, টারটারেট প্রভৃতি জৈব অ্যাসিড মূলক বিঘ্ন ঘটায়। এইজন্য প্রথমে $AgNO_3$ যোগ করে অধঃক্ষেপ তৈরি করে তা পৃথক করতে হবে, এরপর তা ভাল করে লঘু HNO_3 দিয়ে ধুয়ে $NaCl$ দ্রবণের সঙ্গে ফোঁটাতে হবে। এরফলে দ্রবণে শুধু SCN^- মূলক থাকবে।

(ii) আয়োডিন-অ্যাজাইড বিক্রিয়া : স্পট প্লেটে এক ফোঁটা বিকারক দ্রবণ নিন। তারপর এক ফোঁটা পরীক্ষণীয় দ্রবণ যোগ করুন। বৃদবৃদ উঠতে থাকল এবং দ্রবণ বর্ণহীন হল।

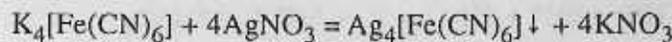
সুবেদিতা : 1.5 µgm, গাঢ়ত্ব সীমা 1 : 30000

বিকারক : সালফাইড মূলকের বিক্রিয়ার মত।

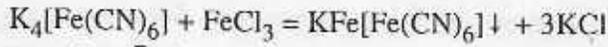
মন্তব্য : সালফাইড ও থায়োসালফেট একই রকম বিক্রিয়া করে। $HgCl_2$ এর সঙ্গে বিক্রিয়া করে তাদের দূরীভূত করতে হয়।

2.4.14 ফেরোসায়ানাইড ($[Fe(CN)_6]^{4-}$)

(i) $AgNO_3$ দ্রবণ পরীক্ষণীয় দ্রবণ থেকে সাদা $Ag_4[Fe(CN)_6]$ অধঃক্ষেপ তৈরি করে। অধঃক্ষেপ NH_4OH তে অদ্রব্য (ফেরিসায়ানাইড হতে পার্থক্য)



(ii) FeCl_3 পরীক্ষা : স্পট প্লেটে এক ফোঁটা আয়নিক বা প্রশম দ্রবণ নিন এবং এক ফোঁটা FeCl_3 দ্রবণ যোগ করুন। প্রুণীয় নীল অধঃক্ষেপ তৈরি হল।



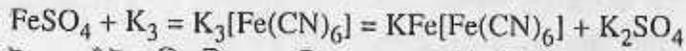
সুবেদিতা : 1,3 μgm , গাঢ়ত্ব সীমা 1 : 400000

মন্তব্য : অধঃক্ষেপ অতিরিক্ত বিকারকে ও গাঢ় HCl এ দ্রবণীয় কিন্তু লঘু HCl ও HNO_3 এ অদ্রাব্য।

2.4.15 ফেরিসায়ানাইড ($[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$)

(i) AgNO_3 দ্রবণ পরীক্ষণীয় দ্রবণ থেকে কমলা-লাল $\text{Ag}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ অধঃক্ষেপ তৈরি করে। অধঃক্ষেপ NH_4OH দ্রবণে দ্রবণীয় (ফেরোসায়ানাইড হতে পার্থক্য)।

(ii) টার্নবুল ব্লু পরীক্ষা (Turnbull's blue test) : Fe^{+2} এর সঙ্গে $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ এর বিক্রিয়ায় গাঢ় নীল রঙের অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। পূর্বে এই অধঃক্ষেপকে বলা হত "Turnbull's blue" এবং লেখা হত $\text{KFe}^{II}[\text{Fe}^{III}(\text{CN})_6]$ কিন্তু বর্তমানে একে "Prussian blue" হতে অভিন্ন ধরা হয়।



পরীক্ষা : স্পট প্লেটে এক ফোঁটা পরীক্ষণীয় দ্রবণ নিন এবং এক ফোঁটা বিকারক মেশান। গাঢ় নীল অধঃক্ষেপ বা রঙ তৈরি হল।

সুবেদিতা : 0.005 μgm ; গাঢ়ত্ব সীমা 1 : 100000

বিকারক : কঠিন সবুজ FeSO_4 ও হাইড্রক্সিল অ্যামিন হাইড্রোক্সোরাইড (3%) কে ভালভাবে মিশিয়ে বিকারক কঠিন অবস্থায় রাখা হয়। পরীক্ষার ঠিক আগে লঘু HCl বা H_2SO_4 এ দ্রবণ বানানো হয়।

মন্তব্য : নগণ্য পরিমাণ Fe^{3+} বিঘ্ন ঘটায় কিন্তু বিকারক দ্রবণ উপরোক্তভাবে প্রস্তুত করলে বিঘ্ন ঘটবে না।

2.4.16 বোরোট ($[\text{BO}_3]^{3-}$, $[\text{B}_4\text{O}_7]^{2-}$, $[\text{BO}_2]^-$)

(i) গাঢ় H_2SO_4 মিথাইল অ্যালকোহল পরীক্ষা : কঠিন লবণসহ বিকারক উত্তপ্ত করলে উদ্বায়ী মিথাইল বোরোট $\text{B}(\text{OCH}_3)_3$ নির্গত হয়। পরীক্ষানলের মুখে ফানেল সহ ছিপি লাগানো থাকলে কাচনলের মুখ দিয়ে মিথাইল বোরোট নির্গত হয়। এখন কাচনলের মুখে আগুন ধরালে মিথাইল বোরোট সবুজ শিখায় জ্বলবে।

মন্তব্য : এভাবে পরীক্ষা করলে কপার ও বেরিয়াম বিঘ্ন ঘটাবে না।

(ii) কুইনঅ্যালিজারিন পরীক্ষা : পরীক্ষানলে 1-2 cm^3 বিকারক দ্রবণ নিন। তারপর 1-2 ফোঁটা পরীক্ষণীয় দ্রবণ যোগ করা হল। বাদামী বর্ণের বিকারক নীলবর্ণ ধারণ করল।

সুবেদিতা : 0.06 μgm , গাঢ়ত্ব সীমা 1 : 833000

বিকারক : 0.01% কুইনঅ্যালিজারিন দ্রবণ গাঢ় H_2SO_4 এ।

মন্তব্য : গাঢ় H_2SO_4 এর উপস্থিতিতে কুইনঅ্যালিজারিন বোরোটের সঙ্গে নীল রঙের জটিল বোরিক অ্যাসিড এস্টার তৈরি করে। Fe^{3+} বিঘ্ন ঘটায় এইজন্য 4(N) NaOH দ্বারা পরীক্ষণীয় দ্রবণকে ফোঁটালে দ্রবণ Fe^{3+} মুক্ত হয়, ClO_3^- , $[\text{Fe}(\text{CN})_3]^{3-}$ এবং NO_2^- বিঘ্ন ঘটায়। $-\text{N}_2\text{H}_4$ যোগ করলে বিঘ্ন ঘটবে না কারণ বিঘ্নকারী মূলকগুলি বিজারিত হবে। F^- থাকলে গাঢ় H_2SO_4 মাধ্যমে BF_4^- তৈরি হবে। এইজন্য উপরোক্ত বিক্রিয়া ঘটবে না।

(iii) বোরনট্রাইফ্লোরাইড শিখা পরীক্ষা : অল্প কঠিন লবণ ও কঠিন CaF_2 এর মিশ্রণকে কয়েক ফোঁটা গাঢ় H_2SO_4 দিয়ে লেই এ পরিণত করে তার কিছুটা একটি কাচদণ্ডের মাথায় নিয়ে বুনসেন শিখার কাছে (স্পর্শ না করে) ধরা হল। শিখার রঙ সবুজ হল। উদ্বায়ী BF_3 জ্বলনের ফলে শিখার রঙ সবুজ হয়। CaF_2 যোগ না করে যদি এই পরীক্ষায় সবুজ শিখা পাওয়া যায় তাহলে বোরোটের সঙ্গে ফ্লোরাইডের উপস্থিতি নির্দেশিত হয়।

2.4.17 ক্রোমেট $[\text{CrO}_4^{2-}]$

(i) পারক্রোমিক অ্যাসিড বিক্রিয়া : পরীক্ষণীয় দ্রবণ লঘু H_2SO_4 দিয়ে আন্সিক করে $2-3 \text{ cm}^3$ অ্যামাইল অ্যালকোহল যোগ করা হল, এরপর কয়েকফোঁটা H_2O_2 দ্রবণ মেশান হল এবং নাড়তে থাকুন। উপরের জৈব তরলের স্তর গাঢ় নীল হয়ে যায়। ক্ষণস্থায়ী পেরোজি ক্রোমিক অ্যাসিড (পুরানো অনেক ব্যবহৃত নাম পারক্রোমিক অ্যাসিড) জল অপেক্ষা অ্যামাইল অ্যালকোহলে অধিক দ্রব্য। এইজন্য জৈব স্তর গাঢ় নীল দেখায়।



(ii) ডাই ফিনাইল কার্বাজাইড পরীক্ষা : এক ফোঁটা অ্যাসিডীয় $[\text{2(N)H}_2\text{SO}_4]$ ক্রোমেট দ্রবণ স্পষ্ট প্রটে নিন এবং এক ফোঁটা বিকারক মেশান। নীলাভ বেগুনী দ্রবণ পাওয়া যায়।

সুবেদিতা : $0.25 \mu\text{mg}$, গাঢ়ত্ব সীমা 1 : 2000000

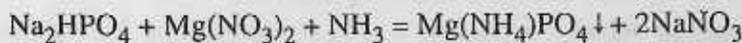
বিকারক দ্রবণ : 1% অ্যালকোহলীয় দ্রবণ।

মন্তব্য : (i) Cr^{3+} হিসেবে থাকলে তাকে জারিত করে ক্রোমেট করে নিতে হবে। যদি জারক হিসেবে $(\text{NaOH} + \text{Br}_2)$ ব্যবহার করা হয় তাহলে অতিরিক্ত Br_2 ফেনল মিশিয়ে নিষ্ক্রিয় করতে হবে।

(ii) Mn^{2+} ও Hg^{2+} বিঘ্ন ঘটায়।

2.4.18 ফসফেট $[\text{PO}_4^{3-}]$

(i) ম্যাগনেসিয়া মিশ্রণ বা ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রেট মিশ্রণ দ্রবণ দিয়ে পরীক্ষা : MgCl_2 , NH_4Cl ও NH_4OH এর জলীয় দ্রবণের মিশ্রণকে ম্যাগনেসিয়া মিশ্রণ বলে। $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, NH_4NO_3 এবং NH_4OH এর জলে দ্রবীভূত মিশ্রণকে ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রেট মিশ্রণ দ্রবণ বলা হয়। এদের যে কোন একটি ফসফেট দ্রবণে যোগ করে প্রয়োজনমত NH_4OH যোগ করলে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।



মন্তব্য : আর্সেনেট (AsO_4^{3-}) একই ধরনের অধঃক্ষেপ তৈরি করে। ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রেট মিশ্রণ যোগে তৈরি অধঃক্ষেপ ছেকে নিয়ে ছাঁকন কাগজের উপর AgNO_3 দ্রবণ ও লঘু CH_3COOH যোগ করলে ফসফেট অধঃক্ষেপ হলুদ (Ag_3PO_4) বর্ণের হয় এবং আর্সেনেট অধঃক্ষেপ লালাভ-বাদামী (Ag_3AsO_4) হয়।

(ii) অ্যামোনিয়াম মলিবডেট দ্রবণে পরীক্ষা : ফসফেট দ্রবণ + গাঢ় HNO_3 + অধিক পরিমাণ বিকারক দ্রবণ \longrightarrow ঠান্ডা বা অল্প গরম অবস্থায় হলুদ অ্যামোনিয়াম ফসফোমলিবডেটের অধঃক্ষেপ পড়ে।

মন্তব্য : আর্সেনেট একই ধরনের অধঃক্ষেপ দেয় বেশি উত্তাপে বা দ্রবণ ফোঁটালে। সিলিকেট হলুদ দ্রবণ তৈরি করে। 15% টারটারিক অ্যাসিড মেশান বিকারক ব্যবহার করলে আর্সেনেট ও সিলিকেটের জন্য বিঘ্ন ঘটবে না। অ্যামোনিয়াম ফসফোমলিবডেট এবং অ্যামোনিয়াম আর্সেনমলিবডেট অধঃক্ষেপ অ্যামোনিয়াম

অ্যাসিটেটের দ্রবণে ফোঁটালে দ্রবীভূত হয়, আবার ঠাণ্ডা করলে শুধু আর্সেনোমলিবডেটের ক্ষেত্রে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। এর দ্বারা PO_4^{3-} এর সঙ্গে AsO_4^{3-} এর উপস্থিতি নির্দেশিত হয়।

(iii) অ্যামোনিয়াম মলিবডেট-বেনজিডিন পরীক্ষা : এক ফোঁটা অ্যাসিডীয় ফসফেট দ্রবণ একটি ছোটো পোর্সেলিনের মুচিতে নিন। এক ফোঁটা অ্যামোনিয়াম মলিবডেট দ্রবণ যোগ করুন। এরপর অল্প গরম করুন যতক্ষণ না দ্রবণে বুদবুদ তৈরি হয়। ঠাণ্ডা করুন এবং যোগ করুন এক ফোঁটা বেনজিডিনের দ্রবণ ও এক ফোঁটা সম্পূর্ণ সোডিয়াম অ্যাসিটেট এর দ্রবণ বা কয়েকটি দানা কঠিন সোডিয়াম অ্যাসিটেট। নীল রঙের অধঃক্ষেপ বা দ্রবণ পাওয়া যাবে।

সুবেদিতা : 1.25 μgm , গাঢ়ত্ব সীমা 1 : 40000

বিকারক : (i) অ্যামোনিয়াম মলিবডেট দ্রবণ : 4.5 gm বিকারক ও 4 cm^3 গাঢ় NH_4OH 6 cm^3 জলে যোগ করে দ্রবীভূত করুন। 12 gm NH_4NO_3 ও জল মিশিয়ে দ্রবণের আয়তন 100 cm^3 করুন।

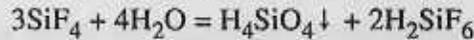
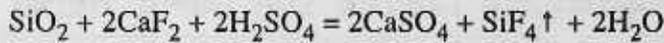
(ii) বেনজিডিন দ্রবণ : 0.05 gm বিকারক ও 10 cm^3 গ্লেশিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড দ্রবীভূত করে জল দিয়ে 100 cm^3 করুন।

মন্তব্য : ফসফোমলিবডেট বেনজিডিনকে জারিত করে বেনজিডিন রু তৈরি করে এবং নিজে বিজারিত হয়ে মলিবডেনাম রু উৎপন্ন করে। দ্রবণে যখন ফসফেটের গাঢ়ত্ব খুব কম হয় তখন ফসফোমলিবডেটের হলুদ অধঃক্ষেপ প্রায় দৃশ্য হয় না। সেইসব ক্ষেত্রে এই পরীক্ষা খুব কার্যকারী। আর্সেনেট ও সিলিকেট একইরকম বিক্রিয়া করে কিন্তু 15% টারটারিক অ্যাসিড যুক্ত অ্যামোনিয়াম মলিবডেট ব্যবহার করলে ফসফেট ছাড়া অন্য দুই মূলক (AsO_4^{3-} এবং SiO_3^{2-}) বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করতে পারবে না।

F^- , $C_2O_4^{2-}$ ও H_2O_2 বিঘ্ন ঘটায়।

2.4.19 সিলিকেট [SiO_3^{2-}]

(i) সিলিকনটেট্রাফ্লোরাইড পরীক্ষা : একটি সীসার মুচিতে কঠিন লবণ ও ক্যালসিয়াম ফ্লুরাইড 3 : 1 অনুপাতে মিশিয়ে পরিমাণমত গাঢ় H_2SO_4 মেশান হয় যাতে মিশ্রণ লেই এর মত হয়। এবার ঢাকনা চাপা দিয়ে অ্যাসবেসটস চাদরের উপর মুচিকে রেখে ছোটো শিখায় গরম করা হয়। ঢাকনার ফুটো দিয়ে সিলিকন টেট্রাফ্লুরাইড (SiF_4) গ্যাস নির্গত হয়। ওই গ্যাসের উপর প্লাটিনাম তারের লুপে এক ফোঁটা জল ধরলে জলের ফোঁটা অস্বচ্ছ ও আঁঠালো হয়ে যায়।



(ii) অ্যামোনিয়াম মলিবডেট— বেনজিডিন পরীক্ষা : লবণের অ্যাসিডীয় দ্রবণ নিয়ে ফসফেট মূলকের মত পরীক্ষা করতে হবে। নীল অধঃক্ষেপ বা দ্রবণ পাওয়া যাবে।

সুবেদিতা : 0.1 μgm , গাঢ়ত্ব সীমা 1 : 500000

বিকারক : ফসফেট মূলক পরীক্ষার অনুরূপ।

মন্তব্য : সিলিকোমলিবডেট ও ফসফোমলিবডেটের মত বেনজিডিনকে জারিত করে। PO_4^{3-} ও AsO_4^{3-} বিঘ্ন ঘটাবে।

সিলিকনটেট্রাফ্লোরাইড পরীক্ষায় প্রাপ্ত অশুদ্ধ জলের ফোঁটা নিয়ে পরীক্ষা করলে PO_4^{3-} ও AsO_4^{3-} এর দ্বারা বিঘ্ন ঘটবে না।

2.4.20 আর্সেনেট [AsO_4^{3-}]

(i) ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রেট মিশ্রণ দ্রবণ পরীক্ষা : ফসফেট মূলকের মত পরীক্ষা করতে হবে। সাদা অধঃক্ষেপ হেঁকে নিয়ে ফিলটার পেপারের উপর সাদারঙের $MgNH_4AsO_4 \cdot 6H_2O$ অধঃক্ষেপের সঙ্গে সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ ও লঘু অ্যাসেটিক অ্যাসিড কয়েক ফোঁটা করে যোগ করা হল। সাদা অধঃক্ষেপ লালভ-বাদামী (Ag_3AsO_4) হয়ে গেল।

বিকারক : ফসফেট মূলকের পরীক্ষার অনুরূপ।

(ii) ম্যাগনেসিয়া মিশ্রণ—হাইড্রোজেন সালফাইড পরীক্ষা : দ্রবণে ফসফেট মূলকের মত ম্যাগনেসিয়া মিশ্রণ বা ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রেট মিশ্রণ দ্বারা সাদা $MgNH_4AsO_4$ অধঃক্ষেপ তৈরি করা হল গরম অবস্থায়। অধঃক্ষেপ হেঁকে নিয়ে লঘু HCl এ দ্রবীভূত করা হল। H_2SO_3 দ্রবণ নিয়ে গরম করে AsO_4^{3-} কে AsO_3^{3-} বিজারিত করা হল। দ্রবণে অবশিষ্ট H_2SO_3 কে ফুটিয়ে SO_2 গ্যাস হিসেবে দূর করা হল। এরপর H_2S গ্যাস চালনা করা হল। As_2S_3 এর হলুদ অধঃক্ষেপ পড়ল।

2.4.21 আর্সেনাইট [AsO_3^{3-}]

(i) $AgNO_3$ দ্রবণ প্রশম দ্রবণ থেকে হলুদ Ag_3AsO_3 অধঃক্ষেপ তৈরি করে। অধঃক্ষেপ লঘু NH_4OH ও HNO_3 এ দ্রবণীয়।

(ii) ম্যাগনেসিয়া মিশ্রণ পরীক্ষা : দ্রবণে বিকারক যোগ করলে কোন অধঃক্ষেপ তৈরি হয় না। এরপর দ্রবণকে কয়েক ফোঁটা গাঢ় HNO_3 দিয়ে ফুটিয়ে প্রশম করার পর বিকারক যোগ করলে সাদা অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। [আর্সেনাইট ও আর্সেনেটের পার্থক্য]।

(iii) কপার সালফেট দ্রবণ : প্রশম দ্রবণে $CuSO_4$ দ্রবণ যোগ করলে সুন্দর সবুজ (Scheele's green) রঙের অধঃক্ষেপ [$Cu_3(AsO_3)_2 \cdot xH_2O$ এবং $CuHASO_3$ হিসেবে প্রকাশ করা হয়] তৈরি হয়। অধঃক্ষেপ $NaOH$ দ্রবণে ফোঁটালে দ্রবীভূত হয় এবং লালচে রং এর কিউপ্রাস অক্সাইড (Cu_2O) অধঃক্ষিপ্ত হয়।

2.5 অ্যাসিডমূলকগুলির মিশ্রণের জন্য বিশেষ পরীক্ষা

আগে আমরা জেনেছি যে, অন্য অ্যাসিড মূলকের উপস্থিতিতে কোন অ্যাসিড মূলকের নিশ্চিত পরীক্ষা বিঘ্নিত হয়। থায়োসায়ানেটের দ্রবণে যদি যথেষ্ট পরিমাণে I^- বর্তমানে থাকে তবে $FeCl_3$ দ্রবণ যোগ করলে রক্ত লাল দ্রবণ তৈরি হয় না। এইরকম অসংখ্য উদাহরণ আমরা পাই। এই অংশে আমরা আলোচনা করব বিশেষ পরীক্ষার সাহায্যে কীভাবে মিশ্রণে উপস্থিত প্রতিটি অ্যাসিড মূলকের নিশ্চিত সনাক্তকরণ করা যাবে।

2.5.1 কার্বনেট ও বাইকার্বনেট

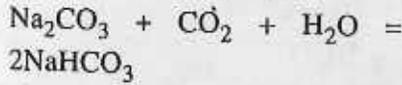
$CaCO_3$ জলে অদ্রব্য কিন্তু $Ca(HCO_3)_2$ জলে দ্রব্য। $Ca(HCO_3)_2$ এর জলীয় দ্রবণে অ্যামোনিয়া দ্রবণ ফোঁটা ফোঁটা যোগ করলে $CaCO_3$ অধঃক্ষিপ্ত হয়।

বাইকার্বনেট ও কার্বনেটের দ্রবণ

প্রথম CaCl_2 দ্রবণ যতক্ষণ না CaCO_3 এর অধঃক্ষেপন সম্পূর্ণ হয়। পরিস্রাবণ প্রক্রিয়ার দ্বারা অধঃক্ষেপ পৃথক করা হল।

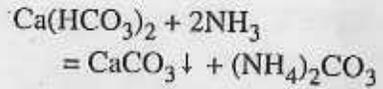
$\text{Ca}(\text{CO}_3)$ অধঃক্ষেপ। এই অধঃক্ষেপ নিয়ে CO_3^{2-} নিশ্চিত পরীক্ষা করা হল।

পরীক্ষা : CaCO_3 অধঃক্ষেপ একটি পরীক্ষানলে নিয়ে কয়েকফোঁটা লঘু H_2SO_4 যোগ করা হয় এবং সঙ্গে সঙ্গে ড্রপার ফিট করা ছিপি দিয়ে পরীক্ষানলের মুখ বন্ধ করা হয়। ড্রপারের ডগায় বেগুনী বর্ণের এক ফোঁটা ফেনলফথেলিন যুক্ত Na_2CO_3 দ্রবণ থাকে। বেগুনী দ্রবণ প্রায় সঙ্গে সঙ্গে বর্ণহীন হল।



HCO_3^- ফেনলফথেলিনকে বর্ণহীন করে।

পরিশুদ্ধ $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ এর দ্রবণ। এতে ফোঁটা ফোঁটা অ্যামোনিয়া দ্রবণ যোগ করা হয়। অধঃক্ষেপ পড়তে শুরু করে।



আবার লঘু HCl যোগ করলে অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয়। বৃদ্ধবৃদ্ধনের সঙ্গে যে গ্যাস নির্গত হয় তা চুনের জলকে ঘোলা করে।

উপরের বিক্রিয়ার ধাপগুলির বাইকার্বনেটের উপস্থিতি সূচিত করে।

সুবেদিতা : $2.0 \mu\text{gm}$, গাঢ়ত্ব সীমা 1 : 25000

মস্তব্য: S^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, F^- , NO_2^- প্রভৃতি বিঘ্ন ঘটায়।

বিকারক দ্রবণ : $0.1(\text{N}) \text{Na}_2\text{CO}_3$ দ্রবণ এবং 0.05% ফেনলফথেলিন দ্রবণ 1 : 2 অনুপাতে মিশিয়ে প্রায় দু-গুণ পরিমাণ জল দিয়ে দ্রবণ লঘু করা হয়।

2.5.2 কার্বনেট ও সালফাইড বা কার্বনেট ও সালফাইট বা কার্বনেট ও থায়োসালফেট

উপরের মিশ্রণগুলিতে কার্বনেটের উপস্থিতিতে সালফার ঘটিত অ্যাসিডমূলকগুলির সনাক্তকরণের কোন বিঘ্ন ঘটে না কিন্তু উহাদের যে কোন একটির উপস্থিতিতে কার্বনেট মূলকের পরীক্ষায় বিঘ্ন ঘটে। অ্যাসিড মাধ্যমে

নির্গত গ্যাস (H_2S সালফাইড থেকে, SO_2 সালফাইট ও থায়োসালফেট থেকে) কার্বনেট থেকে নির্গত CO_2 গ্যাসের সঙ্গে মিশে বিঘ্ন ঘটায়।

S^{2-} , SO_3^{2-} , $S_2O_3^{2-}$ কে "20-30 আয়তন" H_2O_2 দ্বারা মাত্রিকভাবে (quantitatively) জারিত করে SO_4^{2-} তৈরি হয়। SO_4^{2-} অ্যাসিড মাধ্যমে কোন গ্যাস নির্গত করে না।

অতএব, উপরের মিশ্রণগুলিতে কার্বনেটের সনাক্তকরণের জন্য মিশ্রণে "20-30 আয়তনের" H_2O_2 দ্রবণ যোগ করে সালফার-ঘটিত মূলকের পূর্ণ-জারণের পর লঘু অ্যাসিড যোগ করে কার্বনেট থেকে CO_2 নির্গত করানো হয়। এই পদ্ধতিতে মাইক্রোগ্রাম পরিমাণ কার্বনেটকে সনাক্ত করা যাবে 20000 গুণ $S_2O_3^{2-}$, 10000 গুণ SO_3^{2-} এবং 10000 গুণ S^{2-} এর উপস্থিতিতে। কার্বনেটের উপস্থিতিতে বাকীদের সনাক্তকরণের জন্য যথাক্রমে 2.4.1, 2.4.2 ও 2.4.3 অনুসারে পরীক্ষা করা যেতে পারে।

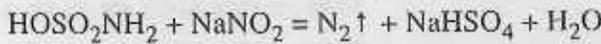
2.5.3 নাইট্রাইট ও নাইট্রেট

নাইট্রেটের উপস্থিতিতে বলয় পরীক্ষা [2.4.5 (i) দেখুন] ও ডায়াজো বিক্রিয়া [2.4.5 (ii) দেখুন] পরীক্ষা দ্বারা নাইট্রাইটকে সনাক্ত করা যায়।

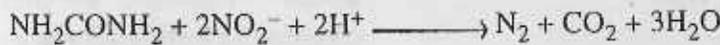
নাইট্রাইটের উপস্থিতিতে নাইট্রেটের সনাক্তকরণে বিঘ্ন ঘটে। নাইট্রেটের সনাক্তকরণের জন্য নাইট্রাইটকে বিয়োজিত করতে হবে।

এই প্রক্রিয়া দু-ভাগে করা যেতে পারে।

(i) দ্রবণে সালফামিক অ্যাসিড ও লঘু H_2SO_4 যোগ করে ফেটানো হয় যে পর্যন্ত না দ্রবণ NO_2^- মুক্ত হয়।



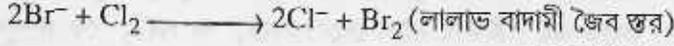
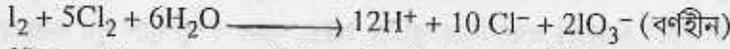
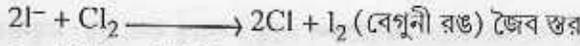
(ii) দ্রবণে ইউরিয়া ও লঘু H_2SO_4 দিয়ে ফেটানো হল যতক্ষণ না NO_2^- মুক্ত হয়।



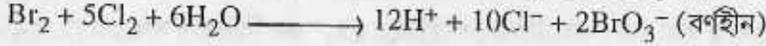
সালফামিক অ্যাসিড প্রক্রিয়া উৎকৃষ্ট কারণ দ্বিতীয় প্রক্রিয়ায় অনেকসময় কিছুটা NO_2^- রূপান্তরিত হয়ে NO_3^- তৈরি হয় ফলে NO_3^- না থাকলেও দ্বিতীয় প্রক্রিয়ার জন্য NO_3^- এর সনাক্তকরণ হয়ে যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে। তারপর NO_2^- মুক্ত দ্রবণে NO_3^- সনাক্তকরণের জন্য বলয় পরীক্ষা [2.4.6(i) দেখুন] ও ডায়াজো বিক্রিয়া [2.4.6 (ii) দেখুন] করা হয়।

2.5.4 ব্রোমাইড ও আয়োডাইড

লঘু প্রশম দ্রবণ বা অম্লিকৃত Na_2CO_3 নির্যাসের 2-3 cm^3 পরীক্ষানলে নিয়ে তার সঙ্গে 1-2 cm^3 $CHCl_3$ বা CCl_4 মেশান হল। এবার 4-5 ফোঁটা Cl_2 জল দিয়ে উত্তমরূপে বাঁকানো হল। জৈব স্তর বেগুনী হয়ে আয়োডাইডের উপস্থিতি নিশ্চিত করল। এবার আরও Cl_2 জল দিয়ে মিশ্রণকে বাঁকানো হতে থাকল—এক সময় জৈবস্তরের রঙ বেগুনী থেকে লালান্ড-বাদামী হল। ইহাতে প্রমাণিত হয় যে ব্রোমাইডও বর্তমান। এখানে মনে রাখতে হবে যে, জৈবস্তরের বেগুনী রঙ অস্তহিত হয়ে লালান্ড-বাদামী না হলে তবে নমুনায় ব্রোমাইড নেই শুধু আয়োডাইড আছে। অধিক Cl_2 জল ব্যবহার করলে ব্রোমিনের লালান্ড বাদামী বর্ণও বর্ণহীন হয়ে যেতে পারে। এইজন্য প্রয়োজনের অতিরিক্ত Cl_2 জল ব্যবহার করা উচিত নয়।



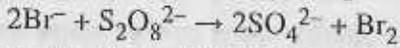
খুব বেশি Cl_2 জল ব্যবহার করলে



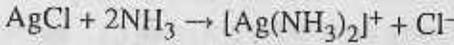
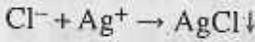
2.5.5 ক্লোরাইড, ব্রোমাইড ও আয়োডাইড

দ্রবণের একটি অংশ নিয়ে Cl_2 জল দিয়ে উপরোক্ত (নং 4) পরীক্ষার ন্যায় আয়োডাইড ও ব্রোমাইড সনাক্ত করা হল। ক্লোরাইডের উপস্থিতি কোন বিয় ঘটাবে না।

দ্রবণের অন্য একটি অংশ নিয়ে লঘু H_2SO_4 এ আঙ্গিক করে পারসালফেট লবণ (K^+ বা NH_4^+ লবণ) দিয়ে ধীরে ধীরে ফোটানো হতে থাকল। প্রথমে আয়োডিনের বেগুনী গ্যাস নির্গত হবে। বেগুনী গ্যাস নির্গমন বন্ধ হলে যদি দ্রবণ বর্ণহীন দেখায় তাহলে শুধু আয়োডাইডের উপস্থিতি বোঝাবে। তা নাহলে দ্রবণ লালাভ-বাদামী বর্ণের দেখাবে এবং লালাভ-বাদামী বর্ণের ব্রোমিন গ্যাস নির্গত হবে এবং শেষ পর্যন্ত দ্রবণ বর্ণহীন হবে। এরফলে বোঝা যাবে যে, দ্রবণ আয়োডাইড ও ব্রোমাইড মুক্ত। দ্রবণ বর্ণহীন করার জন্য প্রয়োজন মনে হলে আরও পারসালফেট লবণ যোগ করতে হতে পারে।



দ্রবণকে ঠাণ্ডা করে লঘু HNO_3 এবং $AgNO_3$ দ্রবণ যোগ করা হল। দই এর মত সাদা $AgCl$ এর অধঃক্ষেপ তৈরি হল। অধঃক্ষেপ NH_4OH দ্রবণে দ্রবীভূত হয় এবং লঘু HNO_3 যোগ করে দ্রবণ আঙ্গিক করলে ফিরে আসে।



বি. দ্র. ক্লোরাইডের সঙ্গে ব্রোমাইড বা আয়োডাইড থাকলে পারসালফেট লবণের দ্বারা দ্রবণকে ব্রোমাইড বা আয়োডাইড মুক্ত করে ক্লোরাইডের সনাক্তকরণ করা যাবে।

2.5.6 নাইট্রেট ও ব্রোমাইড বা নাইট্রেট ও আয়োডাইড :

নাইট্রেটের বলয় পরীক্ষা ব্রোমাইড বা আয়োডাইডের উপস্থিতিতে বিঘ্নিত হয় কারণ বলয় পরীক্ষায় যুক্ত গাঢ় H_2SO_4 ব্রোমাইড থেকে লালাভ বাদামী বর্ণের ব্রোমিন বা আয়োডাইড থেকে গাঢ় বাদামী বর্ণের আয়োডিন মুক্ত করে। এইজন্য বলয় পরীক্ষার জন্য ব্রোমাইড বা আয়োডাইডের দূরীকরণ প্রয়োজন।

নমুনার প্রশম দ্রবণকে লঘু H_2SO_4 দ্বারা আঙ্গিক করে বিশুদ্ধ Ag_2SO_4 এর জলীয় দ্রবণ মিশ্রিত করে Br^- কে $AgBr$ বা I^- কে AgI রূপে অধঃক্ষিপ্ত সম্পূর্ণ অপসারিত করা হয়। ইহাকে পরিস্ফুট করে দ্রবণে যথারীতি বলয় পরীক্ষা [2.4.6(1) দেখুন] করে নাইট্রেট সনাক্ত করা যাবে।

অন্য এক পদ্ধতিতে নমুনার অল্প পরিমাণ (কঠিন অবস্থায়) নিয়ে $NaOH$ দ্রবণ ও জিঙ্ক গুঁড়া (Zinc dust) সহ ফোটালে নাইট্রেট বিজারিত হয়ে অ্যামেনিয়া গ্যাস নির্গত হয়। ইহার গন্ধের সাহায্যে ও $Hg_2(NO_3)_2$

সিঙ কাগজের টুকরার সাহায্যে (কাগজ কালো অধঃক্ষেপ পড়ে) সনাক্ত করা হয়। নমুনার অ্যামোনিয়াম লবণ থাকলে পরীক্ষার আগে NaOH দ্রবণ দিয়ে ফুটিয়ে NH₃ গ্যাস সম্পূর্ণরূপে দূর করা হয়। নমুনায় নাইট্রাইট মূলক বর্তমান থাকলে উহাও এই পরীক্ষায় সাড়া দেবে। NO₃⁻ বা NO₂⁻ কে সম্পূর্ণরূপে NH₃ হিসাবে অপসারিত করা হয়। আবার ব্রোমাইড বা আয়োডাইডের উপস্থিতিতে ডায়াজো বিক্রিয়া [2.4.6(ii) দেখুন] দ্বারা NO₃⁻ কে সনাক্ত করা যায়। নাইট্রেটের উপস্থিতিতে Cl₂-জল বিক্রিয়ার সাহায্যে [2.5.4 দেখুন] Br⁻ বা I⁻ কে সনাক্ত করা যায়।

2.5.7 ব্রোমাইড ও নাইট্রাইট বা আয়োডাইড ও নাইট্রাইট :

মিশ্রণদ্বয়ের ক্ষেত্রে নাইট্রাইট ডায়াজো বিক্রিয়া [2.4.5(ii) দেখুন] দ্বারা সনাক্ত করা যাবে।

উভয় মিশ্রণে নাইট্রাইটকে NaOH দ্রবণ ও জিঙ্ক গুঁড়া দ্বারা ফুটিয়ে অ্যামোনিয়া গ্যাস হিসেবে সম্পূর্ণরূপে দূরীভূত করা হয়। তারপর দ্রবণকে আক্লিক করে Cl₂ জল বিক্রিয়া [2.5.4 দেখুন] দ্বারা Br⁻ বা I⁻ কে সনাক্ত করা হয়।

2.5.8 আয়োডেট ও আয়োডাইড বা আয়োডেট ও ব্রোমাইড :

দ্রবণকে আক্লিক করলে আয়োডিন মুক্ত হয়। অল্প CCl₄ বা CHCl₃ যোগ করে ঝাঁকালে জৈবস্তর বেগুনী বর্ণ ধারণ করে। বেশি ক্লোরিন ব্যবহার করলে দ্রবণ বর্ণহীন হয়। এই পর্যবেক্ষণ আয়োডাইড মূলকের উপস্থিতি নির্দেশ করে একটি জারক অ্যাসিডমূলকের সঙ্গে। ব্রোমাইড থাকলে জৈব স্তর লালভাদ বাদামী রঙের হবে।

এখন গাঢ় প্রশম দ্রবণের অপর একটি অংশে গাঢ় BaCl₂ এর জলীয় দ্রবণ যোগ করে অধঃক্ষেপণ সম্পূর্ণ করা হল। সাদা Ba(IO₃)₂ অধঃক্ষেপ পরিশুত করে কয়েকবার অতি লঘু জলীয় BaCl₂ দ্রবণ দিয়ে ধৌত করা হয় I⁻ এর দ্রবণ থেকে মুক্ত করতে। অধঃক্ষেপকে লঘু HCl এ দ্রবীভূত করে 2-3 cm³ CCl₄ যোগ করা হল। কয়েক ফোঁটা অতি লঘু H₂SO₃ দ্রবণ যোগ করে ঝাঁকানো হল। জৈব স্তর বেগুনী বর্ণ ধারণ করল। অবশ্য H₂SO₃ এর পরিমাণ বেশি হলে জৈবস্তর বেগুনীর বদলে বর্ণহীন হবে। তখন Cl₂-জল দিয়ে ঝাঁকালে জৈব স্তর বেগুনী বর্ণে ফিরে আসবে। বেশি পরিমাণ H₂SO₃ উৎপন্ন I₂ কে আবার বিজারিত করে I⁻ এ পরিবর্তিত করে।

মন্তব্য : আয়োডেট ও ব্রোমাইডের মিশ্রণেও আয়োডেটের সনাক্তকরণ উপরোক্ত উপায়ে হবে।

2.5.9 ব্রোমেট ও ব্রোমাইড বা ব্রোমেট ও আয়োডাইড :

দ্রবণকে আক্লিক করলে ব্রোমিন মুক্ত হয়। অল্প CCl₄ বা CHCl₃ যোগ করে ঝাঁকালে জৈবস্তর লালভাদ বাদামী বর্ণ ধারণ করে। আয়োডাইড হলে জৈব স্তর বেগুনী বর্ণ ধারণ করত এবং বেশি Cl₂ জল দ্বারা ঝাঁকালে বর্ণহীন হয়ে যেত। এই পর্যবেক্ষণ মিশ্রণে ব্রোমাইড বা আয়োডাইড মূলকের উপস্থিতি একটি জারক অ্যাসিডমূলকের সঙ্গে নির্দেশ করে। দ্রবণের অন্য একটি অংশ নিয়ে ব্রোমেটের জন্য MnSO₄ বেনজিডিন পরীক্ষা [2.4.11 (ii) দেখুন] করতে হবে।

2.5.10 সালফাইড, সালফাইট, থায়োসালফেট ও সালফেট

জলীয় দ্রবণ বা Na_2CO_3 নির্যাসকে সদ্য তৈরি অতিরিক্ত পরিমাণ CdCO_3 (বা PbCO_3) এর অধঃক্ষেপ সহযোগে ঝাঁকিয়ে পরিষ্কার বা অপকেন্দ্রণ করা হল।

অবশেষ : হলুদ CdS (বা কালো PbS)
+ অতিরিক্ত CdCO_3 (বা PbCO_3)
এর মিশ্রণ লঘু CH_3COOH সহযোগে
উত্তপ্ত করলে CdCO_3 (বা PbCO_3)
দ্রবীভূত হয়।

উজ্জ্বল হলুদ CdS (বা
কালো PbS) এর
অবশেষ। এই অবশেষ
নিয়ে আয়োডিন
অ্যাজাইড বিক্রিয়ার
[2.4.1(ii) দেখুন]
সাহায্যে S^{2-} -মূলকের
উপস্থিতি সনাক্ত করা
যায়।

সাদা রঙের অবশেষ : BaSO_4 গাঢ় HCl
দ্রবণে অদ্রব্য। সালফেট মূলক বর্তমান।

মন্তব্য : সালফাইট মূলক সনাক্তকরণের জন্য সাদা অধঃক্ষেপ ($\text{BaSO}_4 + \text{BaSO}_3 + \text{BaCO}_3$) লঘু HCl
এ দ্রবীভূত করে উদ্ভূত গ্যাসের জন্য নাইট্রোপ্রুসাইড— ZnSO_4 পরীক্ষা [2.4.2(i) দেখুন] বা নিকেলাস
হাইড্রক্সাইড পরীক্ষা [2.4.2(ii) দেখুন] করা যেতে পারে।

দ্রবণ : অতিরিক্ত পরিমাণ BaCl_2 দ্রবণ
সহযোগে অধঃক্ষেপণ সম্পূর্ণ করে
পরিষ্কার বা অপকেন্দ্রণ করা হল।

অবশেষ : $\text{BaSO}_4 + \text{BaSO}_3 +$
 BaCO_3 , অবশেষ জল দিয়ে ভাল
করে ধোয়ার পর লঘু HCl দ্রবণ
যোগ করে ভালভাবে নাড়ানো হল।
অবশেষ আংশিক দ্রবীভূত হয়।
পুনরায় পরিষ্কার বা অপকেন্দ্রণ
করা হল।

দ্রবণ : দুভাগ করা হল। (i)
একভাগে লঘু HCl মিশিয়ে
আগ্নিক করলে সালফারের
অধঃক্ষেপ সহ SO_2 নির্গত হয়
এবং আগ্নিক $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ কাগজকে
সবুজ করে।
(ii) অন্যভাগ + AgNO_3 দ্রবণ—
প্রথমে সাদা অধঃক্ষেপ গরম করলে
কালো হয়ে যায়। থায়োসালফেট
মূলক বর্তমান।

দ্রবণ : ইহাতে Br_2 জল মেশালে ব্রোমিনের রঙ
অদৃশ্য হয় এবং সাদা অধঃক্ষেপ (BaSO_4) তৈরি
হয়। সালফাইট মূলক বর্তমান।

2.5.11 ফসফেট, আর্সেনেট ও আর্সেনাইট

প্রথম দ্রবণের সঙ্গে ম্যাগনেসিয়া মিশ্রণ মিশিয়ে গরম করুন। এরপর পরিষ্ারণ বা অপকেন্দ্র প্রক্রিয়ার সাহায্যে অধঃক্ষেপ পৃথক করুন।

সাদা $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ এবং $MgNH_4AsO_4 \cdot 6H_2O$ অধঃক্ষেপ অতিলঘু NH_4OH দ্রবণে ধুয়ে নিয়ে (আর্সেনাইট মুক্ত করতে) লঘু HCl এ দ্রবীভূত করা হল। H_2SO_3 এর দ্রবণ যোগ করে গরম করা হল, এরপর ফুটিয়ে অতিরিক্ত H_2SO_3 দূর করা হল। তারপর H_2S গ্যাস চালিত করা হল। হলুদ অধঃক্ষেপ পড়ল। পরিষ্ারণ বা অপকেন্দ্র প্রক্রিয়া করা হল।

পরিষ্ারিত বা অপকেন্দ্র দ্রবণে লঘু HCl মেশান যাতে আঁসিডীয় হয় দ্রবণ। অল্প উষ্ণ করে H_2S গ্যাস চালনা করুন। As_2S_3 হলুদ অধঃক্ষেপ পড়ল। আর্সেনাইট বর্তমান।

হলুদ অধঃক্ষেপ As_2S_3
আর্সেনেট বর্তমান।

পরিষ্ারিত বা অপকেন্দ্র দ্রবণকে ফুটিয়ে H_2S মুক্ত করা হল, এরপর লঘু (HNO_3) ও অতিরিক্ত অ্যামোনিয়াম মলিবডেট দ্রবণ যোগ করা হল। হলুদ অধঃক্ষেপ তৈরি হল।
ফসফেট বর্তমান

মন্তব্য : ম্যাগনেসিয়া মিশ্রণ আর্সেনাইটের সঙ্গে কোন অধঃক্ষেপ তৈরি করে না। H_2SO_3 দ্রবণ AsO_4^{3-} কে বিজারিত করে AsO_3^{3-} তৈরি করে। AsO_3^{3-} এর সঙ্গে H_2S এর বিক্রিয়ার হলুদবর্ণের As_2S_3 অধঃক্ষেপ তৈরি হয়।

2.4.12 ফেরোসায়ানাইড, ফেরিসায়ানাইড ও থায়োসায়ানেট

Na_2CO_3 নির্ধাসকে লঘু HCl মিশিয়ে আঙ্গিক করুন। গরম করে CO_2 দূরীভূত করুন। তারপর ঠান্ডা করে FeCl_3 দ্রবণ যোগ করুন অধঃক্ষেপণ সম্পূর্ণ না হওয়া পর্যন্ত। পরিশ্রাবণ করুন।

প্রুণীয় নীল অধঃক্ষেপ
ফেরোসায়ানাইড বর্তমান।

পরিশ্রুত নিয়ে ইথার মিশিয়ে ঝাঁকান।

(i) ইথারের স্তর লালবর্ণের হল।
থায়োসায়ানেট বর্তমান।

(ii) জলীয় স্তর ইথার স্তর থেকে পৃথক করা
হল। ইহা সবুজ বর্ণের। কয়েক ফোঁটা
 SnCl_2 দ্রবণ যোগ করা হল। গাঢ় নীল
অধঃক্ষেপ। ফেরিসায়ানাইড বর্তমান।

মন্তব্য : SnCl_2 ফেরিসায়ানাইডকে বিজারিত করে ফেরোসায়ানাইড তৈরি করে। ফেরোসায়ানাইড Fe^{3+} এর সাথে বিক্রিয়া করে প্রুণীয় নীল অধঃক্ষেপ তৈরি করে।

2.5.13 থায়োসায়ানেট, ক্লোরাইড, ব্রোমাইড ও আয়োডাইড

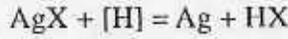
লঘু HNO_3 যুক্তদ্রবণে AgNO_3 দ্রবণ যোগ করে অধঃক্ষেপন সম্পূর্ণ করা হল। AgCNS (সাদা), AgCl (সাদা), AgBr (ফিকে হলুদ) ও AgI (হলুদ) অধঃক্ষেপ তৈরি হবে। অধঃক্ষেপ দ্রবণ থেকে পৃথক করা হল।

থায়োসায়ানেটের জন্য পরীক্ষা : অধঃক্ষেপের অল্পঅংশের সঙ্গে $1-2 \text{ cm}^3$ 5% NaCl দ্রবণ মিশিয়ে জলগাহে রেখে 4-5 মিনিট ধরে গরম করা ও নাড়ানো হল। এর ফলে বিপরীতবর্ত বিক্রিয়ার জন্য AgCNS থেকে NaCNS তৈরি হল।

$\text{AgCNS} + \text{NaCl} = \text{NaCNS} + \text{AgCl} \downarrow$ পরিশ্রাবণ করার পর পরিশ্রুত নিয়ে পরীক্ষা করুন। [2. 4. 13(i) 3 (ii) দেখুন]

থায়োসায়ানেটের উপস্থিতিতে হ্যালাইডের পরীক্ষার বিঘ্ন ঘটে। এইজন্য নমুনাকে থায়োসায়ানেট মুক্ত করতে হবে। অধঃক্ষেপের অপর একটি অংশ পোসেলিনের মুচিতে নিয়ে উত্তপ্ত করা হয়। থায়োসায়ানেট বিয়োজিত হয় এবং পোড়া গন্ধকের গন্ধ পাওয়া যায়। পোড়া গন্ধকের গন্ধ বের না হওয়া পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হয়। দু-এক মিনিটের মধ্যে এই প্রক্রিয়া সম্পূর্ণ হয়। অবশেষকে ঠান্ডা করে এর মধ্যে অল্প ধাতব জিঙ্কের গুঁড়া এবং অল্প লঘু H_2SO_4 দ্রবণ দিয়ে সামান্য গরম করা হয় এবং মাঝে মাঝে আলোড়িত করা হয়। পরিশ্রাবণ বা অপকেন্দ্র প্রক্রিয়ার সাহায্যে দ্রবণ পৃথক করে তা নিয়ে ক্লোরাইড, ব্রোমাইড ও আয়োডাইড মূলকের পরীক্ষা [2.5.5 দেখুন] করা হয়।

মন্তব্য : অদ্রাব্য সিলভার হ্যালাইডকে জিঙ্ক গুঁড়া ও লঘু H_2SO_4 এর সঙ্গে রাখলে উদ্ভূত জায়মান হাইড্রোজেন AgX ($X = Cl, Br, I$) এর Ag^+ কে বিজারিত করে Ag এবং HX তৈরি করে।



2.5.14 ফসফেট ও সিলিকেট

15% টারটারিক অ্যাসিড যুক্ত অ্যামোনিয়াম মলিবডেট দিয়ে ফসফেটের পরীক্ষা করলে সিলিকেট বিষয় ঘটবে না। [2.4.18 (ii) ও (iii) দেখুন] সিলিকন টেট্রাফ্লোরাইড পরীক্ষার [2.4.19(i) দেখুন] সাহায্যে সিলিকেট ফসফেট থেকে পৃথক করে অস্বচ্ছ জলের ফোঁটা নিয়ে সিলিকেটের জন্য অ্যামোনিয়াম মলিবডেট বেনজিডিন পরীক্ষা [2.4.19(ii) দেখুন] করা হয়।

2.5.15 ক্রোমেট ও আয়োডাইড

জলীয় দ্রবণ হলুদ বর্ণের, লঘু অ্যাসিড যোগ করলে দ্রবণ কালো রঙের হয়। CCl_4 বা $CHCl_3$ সহযোগে ঝাঁকালে জৈব স্তর বেগুনী হয়। অতএব উপরোক্ত পর্যবেক্ষণ আয়োডাইডের সঙ্গে অপর একটি জারক অ্যাসিডমূলকের উপস্থিতি নির্দেশ করে।

পৃথকীকরণ ও পরীক্ষা : জলীয় বা Na_2CO_3 নির্যাসের প্রথম দ্রবণে অতিরিক্ত $AgNO_3$ দ্রবণ যোগ করে অধঃক্ষেপণ সম্পূর্ণ করা হল। এরপর মিশ্রণে লঘু HNO_3 দ্রবণ যোগ করে উত্তপ্ত করা হল। হলুদ AgI অধঃক্ষেপ অদ্রাব্য কিন্তু লালচে বাদামী Ag_2CrO_4 অধঃক্ষেপ লঘু HNO_3 এ দ্রাব্য। পরিষ্কার করে হলুদ অধঃক্ষেপ পৃথক করে ধুয়ে নেওয়ার পর তা থেকে আয়োডাইডের পরীক্ষা করা যাবে জিঙ্ক গুঁড়া ও লঘু H_2SO_4 দ্বারা আয়োডাইড মুক্ত [2.5.13 দেখুন] করার পর। পরিশুদ্ধতের মধ্যে ফোঁটা ফোঁটা লঘু $NaOH$ দ্রবণ যোগ করে লঘু HNO_3 কে প্রশমিত করা হলে বাদামী লাল Ag_2CrO_4 অধঃক্ষিপ্ত হয়। এই অধঃক্ষেপ নিয়ে ক্রোমেটের পরীক্ষা [2.4.17(i) ও (ii) দেখুন] করা যাবে।

2.5.16 ফ্লোরাইড ও সালফেট

ফ্লোরাইডের উপস্থিতিতে সালফেট মূলকের জন্য $BaCl_2$ দ্রবণ পরীক্ষা করা যায় না কারণ BaF_2 লঘু HCl দ্রবণে $BaSO_4$ এর মত অদ্রাব্য। লঘু অ্যাসেটিক অ্যাসিড মাধ্যমে PbF_2 দ্রাব্য কিন্তু $PbSO_4$ অদ্রাব্য। জলীয় দ্রবণ লঘু CH_3COOH দ্বারা আম্লিক করে বা Na_2CO_3 নির্যাসকে লঘু CH_3COOH দ্রবণ সহযোগে আম্লিক করার পর ফুটিয়ে CO_2 তাড়ানো শেষ হলে $Pb(CH_3COO)_2$ দ্রবণ যোগ করা হয়— $PbSO_4$ এর সাদা অধঃক্ষেপ SO_4^{2-} মূলকের উপস্থিতি নির্দেশ করে।

সালফেটের উপস্থিতিতে ফ্লোরাইডের সনাক্তকরণের জন্য লবণ মিশ্রণের দ্রবণ নিয়ে পরীক্ষা [2.4.10(i) ও (ii) দেখুন] করতে হবে।

2.6 বাধাদানকারী বা বিঘ্নসৃষ্টিকারী অ্যাসিডমূলকগুলির অপসারণ

বেশিরভাগ ধাতব ফ্লোরাইড, বোরোট, সিলিকেট ও ফসফেট লঘু অ্যাসিডে দ্রাব্য কিন্তু প্রথম বা দ্বিতীয় দ্রবণে অদ্রাব্য। ধাতব মূলকগুলির রীতিবদ্ধ শ্রেণি বিশ্লেষণের সময় গ্রুপ II হইতে প্রাপ্ত পরিশুদ্ধতাকে

অ্যামোনিয়াকৃত করতে হয়। উপরে উল্লিখিত এক বা একাধিক অ্যাসিডমূলকের উপস্থিতিতে ধাতবমূলকগুলি (গ্রুপ IIA থেকে Mg পর্যন্ত) একসঙ্গে অধঃক্ষিপ্ত হয়। এজন্য ধাতবমূলকগুলির রীতিবন্ধ শ্রেণি বিশ্লেষণের নীতি বিদ্যিত হয়। এই চারটি অ্যাসিডমূলককে বাধাদানকারী বা বিঘ্নসৃষ্টিকারী মূলক হিসাবে গণ্য করা হয়।

2.6.1 বোরেন্ট ও ফ্লোরাইড মূলক দূরীকরণ

ধাতবমূলকের রীতিবন্ধ শ্রেণি বিশ্লেষণে গ্রুপ II হইতে প্রাপ্ত পরিশুদ্ধ দ্রবণকে একটি পোসেলিনের মুচিতে উত্তপ্ত করে প্রায় শুষ্ক করার পর্যায়ে নিয়ে যাওয়া হয়। ঠান্ডা করে আবার $3-4 \text{ cm}^3$ গাঢ় HCl মিশিয়ে পুনরায় প্রায় শুষ্ক করা হয়। দু-তিনবার এইরূপ করলে বোরেন্ট ও ফ্লোরাইড দূরীভূত হবে এবং মিশ্রণে উহাদের অস্তিত্ব পরীক্ষা করে পাওয়া যাবে না। প্রাপ্ত অবশেষকে লঘু HCl এ দ্রবীভূত করে দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়। এই দ্রবণ নিয়ে গ্রুপ IIIA এর বিশ্লেষণ শুরু করা যাবে।

মন্তব্য : নমুনার বোরেন্ট ও ফ্লোরাইড গাঢ় HCl এর দ্বারা উদ্বায়ী H_3BO_3 ও HF তৈরি করে।

2.6.2 সিলিকেট মূলক দূরীকরণ

বোরেন্ট ও ফ্লোরাইড মূলক দূরীকরণের ন্যায় গ্রুপ II পরিশুদ্ধ নিয়ে পোসেলিন মুচিতে উত্তপ্ত করে শুষ্ক করা হয়, তারপর গাঢ় HCl সহযোগে পুনরায় শুষ্ক করা হয়। এইভাবে দু-তিনবার গাঢ় HCl দিয়ে শুষ্ক করার পর পোসেলিন মুচিকে অ্যাসবেস্টস বোর্ডের উপর রেখে 10-15 মিনিট ভালভাবে ভর্জিত (baked) করা হয়। এইসময় অবশেষটি মাঝে মাঝে কাচদণ্ডের সাহায্যে নাড়িয়ে দেওয়া হয়। অবশেষকে ঠান্ডা করে লঘু HCl দিয়ে উত্তপ্ত করে পরিষ্কার প্রক্রিয়ার সাহায্যে পৃথক করা হয়। অবশেষ হিসেবে কঠিন সিলিকার দানা পড়ে থাকে। পরিশুদ্ধ দ্রবণ নিয়ে ধাতবমূলকের গ্রুপ IIIA এর বিশ্লেষণ শুরু করা হয়।

মন্তব্য : অবশেষকে গাঢ় HCl সহ উত্তপ্ত করলে ধাতব সিলিকেট হতে সিলিসিক অ্যাসিড বা সোদক সিলিকা উৎপন্ন হয়। সিলিসিক অ্যাসিড বা সোদক সিলিকাকে ভর্জিত করলে অদ্রব্য কেলাসকার সিলিকা তৈরি হয়।

2.6.3 ফসফেট মূলকের দূরীকরণ

আমরা এখানে দুটি পদ্ধতির বিষয়ে আলোচনা করব।

(1) অ্যাসিটেট বাফার— FeCl_3 পদ্ধতি (2) জ্যারকোনিয়াম নাইট্রেট পদ্ধতি। উন-পরিমাণ বিশ্লেষণে (Semimicro Analysis) জ্যারকোনিয়াম নাইট্রেট পদ্ধতি অধিকতর পছন্দযোগ্য।

অ্যাসিটেট বাফার— FeCl_3 পদ্ধতি (A) : ধাতবমূলকের গ্রুপ II অপসারণের পর প্রাপ্ত পরিশুদ্ধতকে ফুটিয়ে H_2S মুক্ত করা হয়। এই দ্রবণের $20-25 \text{ cm}^3$ এর মধ্যে কয়েকফোঁটা গাঢ় HNO_3 যোগ করে আবার ফুটান হল। উত্তপ্ত দ্রবণে 2 গ্রাম পরিমাণ কঠিন NH_4Cl যোগ করে নাড়িয়ে দ্রবীভূত করা হল। এরপর ফোঁটা ফোঁটা লঘু NH_4OH দ্রবণ মিশিয়ে যদি হালকা স্থায়ী অধঃক্ষেপণ (B) হয় তাহলে ফোঁটা ফোঁটা লঘু HCl মিশিয়ে সেই অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত করা হল। আয়রন আছে কিনা দেখবার জন্য কয়েক ফোঁটা দ্রবণে $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ দ্রবণ যোগ করা হল এবং তা ফেলে দেওয়া হল। অবশিষ্ট ঠান্ডা দ্রবণের মধ্যে লঘু NH_4OH দ্রবণ মিশিয়ে যৎসামান্য ক্ষারীয় (C) করা হল, অল্প স্থায়ী অধঃক্ষেপ পড়তে পারে বা লিটমাস কাগজ দিয়ে পরীক্ষা করতে হবে। এবার

দ্রবণে 3 cm^3 লঘু CH_3COOH (1 : 1) এবং 10 cm^3 3(M) CH_3COONa । দ্রবণ মেশাতে হবে (বাফার ক্রিয়া $\text{pH} = 4.6$)। কোন অধঃক্ষেপ যদি এখানে দেখা যায় তাহলে তা উপেক্ষা করতে হবে। দ্রবণ যদি লালভ-বাদামী রঙের (D) না হয় তাহলে দ্রবণটি কাচদণ্ড দিয়ে নাড়তে নাড়তে প্রথম FeCl_3 দ্রবণ ফোঁটা ফোঁটা করে যোগ করতে হবে যতক্ষণ পর্যন্ত না দ্রবণটির রঙ দুধ মিশ্রিত চায়ের (E) মত হয়। গরম জল মিশিয়ে দ্রবণের আয়তন প্রায় 150 cm^3 করতে হবে এবং মারো মারো নাড়া দিয়ে এক দু-মিনিট ফোঁটাতে হবে এবং উত্তপ্ত অবস্থায় ছাঁকতে হবে। পরিশ্রুতের মধ্যে ফসফেটের উপস্থিতি পরীক্ষা করে দেখতে হবে। পরিশ্রুতের বাষ্পীভবন করে দ্রবণের আয়তন কমাতে হবে। পরিশ্রুত দ্রবণ বর্ণহীন হবে।

<p>অধঃক্ষেপ : এর মধ্যে থাকতে পারে Fe, Al, Cr এর ফসফেট, ক্ষারীয় অ্যাসিটেট এবং $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{F})$ অধঃক্ষেপ নিয়ে ধাতব মূলকের গ্রুপ IIIA এর বিশ্লেষণ করা হয়।</p>	<p>পরিশ্রুত : বাষ্পীভবন করে দ্রবণের আয়তন $20-25 \text{ cm}^3$ করা হয়। 0.5 গ্রাম NH_4Cl মেশাতে হবে। যদি অধঃক্ষেপ গড়ে, ছেকে নিতে হবে।</p>
	<p>অধঃক্ষেপ বাতিল করুন। পরিশ্রুত নিয়ে ধাতব মূলকগুলির IIIB ও পরবর্তী গ্রুপগুলির বিশ্লেষণ করা হয়।</p>

মন্তব্য : (A) পদ্ধতির তত্ত্ব : (a) FePO_4 , AlPO_4 এবং কিছুটা CrPO_4 লঘু $\text{CH}_3\text{COOH}-\text{CH}_3\text{COONa}$ বাফার দ্রবণে গরম অবস্থায় অদ্রাব্য। IIIB, IV গ্রুপের ধাতব ফসফেটগুলি ও ম্যাগনেসিয়াম ফসফেট উক্ত বাফার দ্রবণে দ্রাব্য।

(b) FeCl_3 দ্রবণ নিম্নলিখিত কারণে ব্যবহার করা হয়।

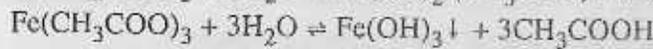
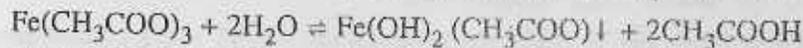
(i) Fe^{3+} আয়ন PO_4^{3-} এর বিপরীত ধর্মযোজী আয়ন।

(ii) Fe^{3+} কে II গ্রুপের পরিশ্রুতে সহজে সনাক্ত করা যায়।

(iii) FePO_4 বাফার মাধ্যমে সমচেয়ে বেশি অদ্রাব্য।

(iv) Fe^{3+} আয়ন রঙীন হওয়ার জন্য দ্রবণে ইহার উপস্থিতি সহজে খালি চোখে দেখা যায়।

(v) Fe^{3+} সহজে ক্ষারীয় অ্যাসিটেট হিসাবে এবং অদ্রবণীয় $\text{Fe}(\text{OH})_3$ রূপে অপসারণ করা যায়।



উত্তপ্ত অবস্থায় বিক্রিয়া সম্মুখমুখী কিন্তু ঠান্ডা অবস্থায় বিপরীতমুখী। এইজন্য মিশ্রণকে গরম অবস্থায় ছাঁকিয়া ফেলা হয়।

(B) Na^+ , K^+ ও NH_4^+ এর ফসফেট থাকলে অধঃক্ষেপ পাওয়া যাবে না।

(C) অতিরিক্ত NH_4OH সহযোগে IIIB গ্রুপের ধাতব আয়নগুলি জটিল আয়ন তৈরি করে দ্রবীভূত হয়ে যায়।

(D) যদি পরীক্ষণীয় দ্রবণের মধ্যে Fe^{3+} থাকে তাহলে বাফার মাধ্যমে লালভ-বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপ হবে। এই অবস্থায় FeCl_3 দ্রবণ আরও মেশাতে হবে কিনা তা পরীক্ষা করে দেখতে হয়। অল্প পরিমাণ মিশ্রণ

হেঁকে নিয়ে পরিশুদ্ধ দ্রবণের মধ্যে অ্যামোনিয়াম মলিবডেট দিয়ে ফসফেটের পরীক্ষা করতে হবে। হলুদ অধঃক্ষেপ হলে আরও $FeCl_3$ যোগ করতে হবে। অতিরিক্ত $FeCl_3$ দ্রবণের উপস্থিতিতে $FePO_4$ অধঃক্ষেপ কিছুটা দ্রাব্য হয়। এইজন্য মাত্রাতিরিক্ত $FeCl_3$ দ্রবণ যাতে যোগ করা না হয় সে বিষয়ে খেয়াল রাখতে হবে। অনেকক্ষেত্রে পরীক্ষণীয় দ্রবণ বাফার মাধ্যমে সবুজাভ (Ni^{+2} এর জন্য) বা হালকা গোলাপী বর্ণ (Co^{+2} এর জন্য) ধারণ করে। এইসব ক্ষেত্রে দুধ-মিশ্রিত চায়ের রঙ পাওয়ার জন্য মাত্রাতিরিক্ত $FeCl_3$ দ্রবণ যোগ হয়ে যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে। এইজন্য কয়েকফোঁটা $FeCl_3$ দ্রবণ যোগ করার পর মিশ্রণের অল্প অংশ হেঁকে নিয়ে স্বচ্ছ পরিশুদ্ধের মধ্যে দু-এক ফোঁটা $FeCl_3$ দ্রবণ যোগ করা হয় আরও লালভ-বাদামী অধঃক্ষেপ পড়ে কিনা দেখার জন্য। অধঃক্ষেপ না পড়লে বুঝতে হবে দ্রবণ ফসফেট মুক্ত হয়েছে। আবার যদি এমন হয় যে অধঃক্ষেপ পড়ল না কিন্তু পরিশুদ্ধ দ্রবণ সবুজাভ বা হালকা লালবর্ণের বদলে গাঢ় লালবর্ণের দেখাল, অর্থাৎ মাত্রাতিরিক্ত $FeCl_3$ দ্রবণ যোগ করা হয়েছে। মূল মিশ্রণে ফোঁটা ফোঁটা অ্যামোনিয়াম ফসফেট দ্রবণ যোগ করে বেশিরভাগ অতিরিক্ত Fe^{3+} কে $FePO_4$ রূপে অধঃক্ষিপ্ত করা হয়।

(E) $FePO_4$ অধঃক্ষেপ রঙীন হওয়ার জন্য দ্রবণের রঙ বোঝা যায় না। সেজন্য মিশ্রণের অল্প কিছুটা হেঁকে নিয়ে দ্রবণের রঙ দেখা অথবা NH_4OH যোগ করে দেখা কোন রঙীন অধঃক্ষেপ হয় কিনা। অতিরিক্ত $FeCl_3$ দ্রবণে $FePO_4$ কিছুটা দ্রবীভূত হয়ে যাবে।

(F) দ্রবণে Fe^{3+} , Al^{3+} ও Cr^{3+} আয়নের সঙ্গে CH_3COONH_4 দ্রবণ মিশিয়ে জল দিয়ে লঘু করে ফোঁটালে ক্ষারীয় আয়রন অ্যাসিটেট সম্পূর্ণভাবে, ক্ষারীয় অ্যালুমিনিয়াম অ্যাসিটেট আংশিকভাবে অধঃক্ষিপ্ত হবে। Cr^{3+} একাকী থাকলে ক্ষারীয় ক্রোমিয়াম অ্যাসিটেট হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হবে না। তবে Fe^{3+} ও Al^{3+} সঙ্গে থাকলে Cr^{3+} এর সহঅধঃক্ষেপণ হবে। পরীক্ষণীয় দ্রবণে Ba^{2+} , Sr^{2+} ও Ca^{2+} থাকলে এই পদ্ধতিতে ফসফেট দূরীকরণের সময় ইহারাও অধঃক্ষিপ্ত হতে পারে। অতএব ফসফেট দূরীকরণের পূর্বে, দ্রবণে এই তিনটি ধাতবমূলকের পরীক্ষা নিম্নোক্তভাবে করা যেতে পারে।

- (i) Ba^{2+} : বাফার মিশ্রিত দ্রবণের অল্প অংশ নিয়ে উহাতে K_2CrO_4 দ্রবণ মেশান হল। হলুদ বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ল। শিখা পরীক্ষা করে নিশ্চিত হওয়া যায়।
- (ii) Sr^{2+} : উপরোক্ত পরীক্ষায় প্রাপ্ত অধঃক্ষেপ ছাঁকিয়া পরিশুদ্ধ দ্রবণে (যদি Ba^{2+} উপস্থিত থাকে) বা বাফার মিশ্রিত দ্রবণের অন্য একটি অংশে সম্পূর্ণ $(NH_4)_2SO_4$ দ্রবণ যোগ করে ফোঁটানো হল। সাদা অধঃক্ষেপ পড়লে Sr^{2+} এর উপস্থিতি নির্দেশ করবে। এই অধঃক্ষেপ নিয়ে সতর্কতা অবলম্বন করে শিখা পরীক্ষা করা হয়।
- (iii) Ca^{2+} : বাফার মিশ্রিত দ্রবণের অপর একটি অংশে অ্যামোনিয়াম অক্সালেট $[(NH_4)_2C_2O_4]$ দ্রবণ যোগ করে উত্তপ্ত করা হল। সাদা অধঃক্ষেপ পড়লে তা নিয়ে শিখা পরীক্ষা করা হল।

বিকারক : প্রথম $FeCl_3$ দ্রবণ : $FeCl_3$ এর জলীয় দ্রবণে ফোঁটা ফোঁটা লঘু NH_4OH দ্রবণ যোগ করে অল্প স্থায়ী অধঃক্ষেপ তৈরি করে হেঁকে নেওয়া হয়।

2. জ্যারকোনিয়াম নাইট্রেট পদ্ধতি : 10 cm^3 পরীক্ষণীয় দ্রবণ (i) নিয়ে উপযুক্ত পরিমাণ গাঢ় HCl অথবা জল যোগ করে দ্রবণে HCl এর গাঢ়ত্ব $1(N)$ এ ঠিক রাখতে হবে (ii)। $0.5-1.0$ গ্রাম NH_4Cl মেশান এবং নাড়তে নাড়তে দ্রবীভূত করুন। এরপর ধীরে ধীরে নাড়তে থাকুন এবং জ্যারকোনিল নাইট্রেটের দ্রবণ (iii) মেশান যতক্ষণ পর্যন্ত না অধঃক্ষেপণ সম্পূর্ণ হয় (iv)। উপরোক্ত প্রক্রিয়াটি একটি ছোট বিকারে ঘটান হয়। অল্প

ফিল্টার কাগজের মণ্ড মিশিয়ে উত্তপ্ত করা হয় ফুটে ওঠা পর্যন্ত (v)। সবসময় নাড়তে হয় কারণ থকথকে অধঃক্ষেপ ছিটকে পড়তে পারে। এরপর ছাঁকা হয় Whatman No. 41 ফিল্টার পেটার ব্যবহার করে। অধঃক্ষেপ অল্প গরমজল দিয়ে ধুয়ে নিয়ে তা পরিস্রুতের সঙ্গে মেশান হয়।

অধঃক্ষেপ : ব্যবহার করা হয় না (জ্যারকোনিল অথবা জ্যারকোনিয়াম ফসফেট)	পরিস্রুত (vi) : 0.5 গ্রাম NH_4Cl মিশিয়ে NH_4OH দ্রবণ এমনভাবে যোগ করা হয় স্থায়ী অ্যামোনিয়ার গন্ধ পাওয়া যায়। 2-3 মিনিট ফুটিয়ে ছাঁকতে হবে।	
	অধঃক্ষেপ : ধাতব মূলকের গ্রুপ IIIA ও অতিরিক্ত জ্যারকোনিয়ামের হাইড্রেটেড অক্সাইড। গ্রুপ IIIA বিশ্লেষণের সময় জ্যারকোনিয়াম আয়রনের সঙ্গে থাকে এবং আয়রনের পরীক্ষায় বিঘ্ন ঘটায় না।	পরিস্রুত : পর্যায়ক্রমে ধাতব মূলকের গ্রুপ IIIB থেকে শুরু করে পরবর্তী গ্রুপগুলির বিশ্লেষণ করা হয়।

- মন্তব্য : (i) প্রয়োজন হলে বাষ্পীভবন করে দ্রবণের আয়তন 10 cm^3 করা হয়।
- (ii) HCl এর গাঢ়ত্ব 1(N) এর বেশি হলে জ্যারকোনিয়াম ফসফেটের অধঃক্ষেপণ সম্পূর্ণ হবে না।
- (iii) বিকারক দ্রবণ : 10 গ্রাম জ্যারকোনিল নাইট্রেট লবণ 6.5 cm^3 গাঢ় HNO_3 ও 93.5 cm^3 জলের মিশ্রণে যোগ করে সর্বদা নাড়তে থাকুন এবং ফুটান। 24 ঘণ্টা রেখে দেওয়ার পর উপরের স্বচ্ছ দ্রবণ ঢেলে নিন।
- (iv) বিকারক প্রয়োজনের তুলনায় বেশি হলে কলয়েডীয় দ্রবণ তৈরি হবে।
- (v) কলয়েডীয় দ্রবণ তৈরি হওয়ার সম্ভাবনা থাকার জন্য এবং ছাঁকন প্রক্রিয়া দ্রুততর করার জন্য ফিল্টার কাগজের মণ্ড মেশাতে হয়।
- (vi) ফসফেট সম্পূর্ণরূপে অপসারিত হয়েছে কিনা দেখার জন্য পরিস্রুতের অল্প অংশ নিয়ে জ্যারকোনিল নাইট্রেট মিশিয়ে পরীক্ষা করা উচিত।

2.7 সারাংশ

অজৈব যৌগ বিশ্লেষণের ক্ষেত্রে অ্যাসিডমূলক সনাক্ত করতে কী কী পদ্ধতি অবলম্বন করা হয় তা আপনি এই এককটি পড়ে জানতে পেরেছেন। পদ্ধতিগুলির সারসংক্ষেপ নিচে দেওয়া হল।

- শুষ্ক পরীক্ষায় লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের সাহায্যে কার্বনেট, সালফাইড, সালফাইট, থায়োসালফেট, নাইট্রাইট, সায়ানাইড, ফেরো ও ফেরিসায়ানাইড মূলকের প্রাথমিক সনাক্তকরণ।
- গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সাহায্যে হ্যালাইড, হ্যালাটে, থায়োসায়ানেট, ফেরো ও ফেরিসায়ানাইড

উপস্থিতির পরীক্ষা; আবার গাঢ় অ্যাসিডের সঙ্গে যদি কপার ছিবড়া মিশিয়ে উত্তপ্ত করা হয় তা হলে নাইট্রেট মূলক সনাক্ত করা যায়।

- বাধাদানকারী অ্যাসিডমূলক যেমন বোরেক্স, ফসফেট ও সিলিকেট এর সনাক্তকরণ।
- সিন্ধু পরীক্ষার জন্য জলীয় দ্রবণ এবং সোডিয়াম কার্বনেটের নির্যাস প্রস্তুতি এবং অ্যাসিডমূলক সনাক্তকরণ
- অ্যাসিড মূলকের জন্য নিশ্চিত পরীক্ষার প্রয়োজনীয়তা।
- লবণে ক্রোমেট ও ক্লোরাইড একসঙ্গে উপস্থিত থাকলে ক্রোমিল ক্লোরাইড পরীক্ষায় এদের একসঙ্গে সনাক্তকরণ সম্ভব। লবণে ক্রোমেট ও ব্রোমাইড বা ক্রোমেট ও আয়োডাইড মিশ্রিত থাকলে এই পরীক্ষা সফল হবে না। কারণ CrO_2Br_2 ও CrO_2I_2 উভয়ই ক্ষণস্থায়ী এবং অতিসহজেই বিয়োজিত হয়।
- মিশ্রণে বিভিন্ন অ্যাসিডমূলকের সনাক্তকরণ পদ্ধতি। যেমন নাইট্রাইট ও আয়োডাইড একসঙ্গে থাকলে (অন্য জারক পদার্থের অনুপস্থিতিতে) কীভাবে এদের সনাক্তকরণ করা যায়। আবার সালফাইট ও থায়োসালফেটের মিশ্রণে থায়োসালফেট সনাক্তকরণ সহজ কিন্তু সালফাইট সনাক্তকরণ কঠিন। এরকম আরও কিছু উদাহরণ আপনি জানতে পেরেছেন।
- বাধাদানকারী অ্যাসিডমূলকগুলির পরিচিতি এবং তাদের সনাক্তকরণ। দ্রবণ থেকে এই মূলকগুলির অপসারণের প্রয়োজন কেন এবং কী কী বিশেষ পদ্ধতি অবলম্বন করে এদের দূরীভূত করা যায়।

একক 3 □ ধাতবমূলকগুলির (ক্যাটায়ন) সনাক্তকরণ

- গঠন
- 3.1 প্রস্তাবনা
উদ্দেশ্য
 - 3.2 ধাতবমূলকগুলির বিভিন্ন বিশ্লেষক শ্রেণিতে বিভক্তিকরণ
 - 3.3 দ্রাব্যতা ও দ্রাব্যতা গুণফল
 - 3.3.1 দ্রাব্যতা ও দ্রাব্যতা গুণফলের সম্বন্ধ
 - 3.4 দ্রাব্যতার উপর সাধারণ আয়নের প্রভাব
 - 3.4.1 সাধারণ আয়নের উপস্থিতিতে সামান্য দ্রবণীয় লবণের দ্রাব্যতা ও দ্রাব্যতাগুণফলের সম্পর্ক নির্ণয়।
 - 3.5 দ্রাব্যতার উপর জটিল আয়ন গঠনের প্রভাব
 - 3.6 আঙ্গিক অঙ্কে বিশ্লেষণে ধাতবমূলকগুলির বিভিন্ন বিশ্লেষক শ্রেণিতে বিভাগীকরণের নীতি।
 - 3.6.1 বিশ্লেষক শ্রেণি ধাতবমূলকগুলির অধঃক্ষেপণ।
 - 3.6.2 বিশ্লেষক শ্রেণি II (A + B) এবং বিশ্লেষক শ্রেণি IIIB ধাতবমূলকগুলির অধঃক্ষেপণ।
 - 3.6.3 বিশ্লেষক শ্রেণি IIIA ধাতবমূলকগুলির অধঃক্ষেপণ।
 - 3.6.4 বিশ্লেষক শ্রেণি IV ধাতবমূলকগুলির অধঃক্ষেপণ।
 - 3.7 ধাতবমূলকগুলির জন্য প্রাথমিক পরীক্ষা
 - 3.7.1 শুদ্ধ পরীক্ষানলে উত্তাপন
 - 3.7.2 বাল্ব নল পরীক্ষা
 - 3.7.3 সোহাগা-গুটি ও মাইক্রোকসমিক গুটি পরীক্ষা
 - 3.7.4 শিখা-পরীক্ষা
 - 3.7.5 ম্যাঙ্গানীজ ও ক্রোমিয়ামের গলন পরীক্ষা
 - 3.7.6 অ্যামোনিয়াম মূলকের পরীক্ষা
 - 3.8 আর্দ্র পরীক্ষার জন্য লবণ-মিশ্রণের দ্রবণ প্রস্তুতি
 - 3.9 অধঃক্ষেপণের সাহায্যে ধাতবমূলকগুলির বিশ্লেষকশ্রেণিতে পৃথকীকরণ
 - 3.10 বিশ্লেষকশ্রেণি I ধাতবমূলকগুলির পৃথকীকরণ ও সনাক্তকরণ
 - 3.10.1 পৃথকীকরণ
 - 3.10.2 সনাক্তকরণ

- 3.10.2.1 লেড
- 3.10.2.2 সিলভার
- 3.10.2.3 মারকারী (আস)
- 3.10.3 শ্রেণি I ধাতবমূলকগুলির রীতিবদ্ধ বিশ্লেষণ
- 3.11 বিশ্লেষক শ্রেণি II ধাতবমূলকগুলির পৃথকীকরণ ও সনাক্তকরণ
- 3.11.1 IIA ও IIB উপশ্রেণিতে পৃথকীকরণ
- A. হলুদ $(NH_4)_2Sx$ দ্রবণের সাহায্যে শ্রেণি IIA ও শ্রেণি IIB ধাতব সালফাইডের পৃথকীকরণ।
- B. 2(M) KOH দ্রবণে শ্রেণি IIA ও শ্রেণি IIB ধাতব সালফাইডের পৃথকীকরণ।
- 3.11.2 শ্রেণি IIA ধাতবমূলকগুলির সনাক্তকরণ
- 3.11.2.1 মারকারী (ইক)
- 3.11.2.2 বিসমাথ
- 3.11.2.3 কপার
- 3.11.2.4 ক্যাডমিয়াম
- 3.11.2.5 লেড (3.10.2.1 দেখুন)
- 3.11.3 শ্রেণি IIA ধাতবমূলকগুলির রীতিবদ্ধ বিশ্লেষণ
- 3.11.4 শ্রেণি IIB ধাতবমূলকগুলির সনাক্তকরণ
- 3.11.4.1 আর্সেনিক
- 3.11.4.2 অ্যান্টিমনি
- 3.11.4.3 টিন
- 3.11.5 শ্রেণি IIB ধাতবমূলকগুলির রীতিবদ্ধ বিশ্লেষণ
- 3.12 বিশ্লেষক শ্রেণি IIIA ধাতবমূলকগুলির পৃথকীকরণ ও সনাক্তকরণ
- 3.12.1 পৃথকীকরণ
- 3.12.2 সনাক্তকরণ
- 3.12.2.1 আয়রন
- 3.12.2.2 ক্রোমিয়াম
- 3.12.2.3 অ্যালুমিনিয়াম
- 3.12.3 শ্রেণি IIIA ধাতবমূলকগুলির রীতিবদ্ধ বিশ্লেষণ
- 3.13 বিশ্লেষক শ্রেণি IIIB ধাতবমূলকগুলির পৃথকীকরণ ও সনাক্তকরণ

- 3.13.1 পৃথকীকরণ
- 3.13.2 সনাস্তকরণ
 - 3.13.2.1 কোবাল্ট
 - 3.13.2.2 নিকেল
 - 3.13.2.3 ম্যাঙ্গানীজ
 - 3.13.2.4 জিংক
- 3.13.3 শ্রেণি IIIB ধাতবমূলকগুলির রীতিবদ্ধ বিশ্লেষণ
- 3.14 বিশ্লেষক শ্রেণি IV ধাতবমূলকগুলির পৃথকীকরণ ও সনাস্তকরণ
 - 3.14.1 পৃথকীকরণ
 - 3.14.2 সনাস্তকরণ
 - 3.14.2.1 বেরিয়াম
 - 3.14.2.2 স্ট্রনসিয়াম
 - 3.14.2.3 ক্যালসিয়াম
 - 3.14.3 শ্রেণি IV ধাতবমূলকগুলির রীতিবদ্ধ বিশ্লেষণ
- 3.15 শ্রেণি V ধাতবমূলকগুলির সনাস্তকরণ
 - 3.15.1 ম্যাগনেসিয়াম
 - 3.15.2 সোডিয়াম
 - 3.15.3 পটাসিয়াম
 - 3.15.4 অ্যামোনিয়াম
- 3.16 অদ্রাব্য লবণের বিশ্লেষণ
- 3.17 অজানা অজৈব লবণ মিশ্রণে মূলকগুলির সনাস্তকরণ পদ্ধতির রূপরেখা।
- 3.18 সারাংশ

3.1 প্রস্তাবনা

অজৈব লবণের মিশ্রণে ধাতবমূলকগুলির সনাস্তকরণের জন্য যে বিশ্লেষণের রূপরেখা গ্রহণ করা হয় তার মূল ভিত্তি হল ধাতবমূলকগুলিকে কয়েকটি শ্রেণি বা দলে বিভাগীকরণ। এরপর এক একটি শ্রেণি থেকে ধাতবমূলকগুলির প্রত্যেকটির সনাস্তকরণ। কয়েকটি ভৌত ধারণার (যথা দ্রাব্যতা, দ্রাব্যতাগুণফল, সাধারণ আয়ন-প্রভাব এবং জটিল আয়ন গঠন) ভিত্তিতে ধাতবমূলকগুলির বিশ্লেষণের রূপরেখা ও সনাস্তকরণ প্রতিষ্ঠিত। এই অধ্যায়ে প্রথমে আমরা উপরোক্ত ভৌত ধারণাগুলি বিশদভাবে আলোচনা করব এবং এরপর

ধাতবমূলকগুলির সনাক্তকরণের জন্য তাদের রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলি ও রীতিবদ্ধ বিশ্লেষণ (Systematic analysis) রাসায়নিক পরীক্ষা সহযোগে বর্ণনা করব।

উদ্দেশ্য :

- এই অধ্যায় পাঠ করলে আপনি নিম্নলিখিত বিষয়গুলি সম্বন্ধে সম্যক ধারণা লাভ করবেন।
- লবণের দ্রাব্যতা ও দ্রাব্যতাগুণফল, এদের মধ্যে সম্বন্ধ, এই সম্বন্ধের ভিত্তিতে একটির মান জানা থাকলে অন্যটির মান নির্ণয়।
- সাধারণ লবণ প্রভাব ও দ্রাব্যতা।
- লবণের দ্রাব্যতার উপর জটিল আয়ন তৈরির প্রভাব।
- দ্রাব্যতাগুণফলের ভিত্তিতে ধাতবমূলকগুলির শ্রেণিবিভাগ ও তাদের বিশ্লেষণ।
- দ্রবণ থেকে ধাতবমূলকগুলির এক একটি শ্রেণির অদ্রাব্য লবণ হিসাবে অধঃক্ষেপণের শর্ত।

3.2 ধাতবমূলকগুলির বিভিন্ন বিশ্লেষকশ্রেণিতে বিভাগীকরণ

স্নাতক স্তরের পাঠক্রমানুসারে অজৈব লবণ মিশ্রণে নিম্নলিখিত তালিকা থেকে এক বা একাধিক মূলক উপস্থিত থাকতে পারে। Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+} , Hg^{2+} , Bi^{3+} , Cu^{2+} , Cp^{2+} , As^{3+} , As^{5+} , Sb^{3+} , Sb^{5+} , Sn^{2+} , Sn^{4+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , Cr^{3+} , CO^{2+} , Ni^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , NH_4^+

বেশিরভাগ ক্ষেত্রে অন্য ধাতবমূলকের উপস্থিতিতে কোন একটি ধাতবমূলকের রাসায়নিক পরীক্ষা বিঘ্নিত হয়। এইজন্য রীতিবদ্ধ বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে ধাতবমূলকগুলিকে কয়েকটি বিশ্লেষক শ্রেণিতে ভাগ করা হয়। এক একটি শ্রেণির ধাতবমূলকগুলি দ্রবণ থেকে একরকমের অদ্রাব্য লবণ হিসাবে পৃথক করা হয়। যেমন শ্রেণি I এর মূলকগুলি (Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+}) অদ্রাব্য ক্লোরাইড লবণ হিসাবে জলীয় দ্রবণ থেকে পৃথক করা হয়। এরপর অদ্রাব্য লবণ থেকে ওই শ্রেণির ধাতবমূলকগুলির (Ag^+ , Hg_2^{2+} ও Pb^{2+}) সনাক্তকরণ সম্ভব হয়।

বিশ্লেষক শ্রেণিতে বিভাগীকরণ (Division into analytical groups) :

বিশ্লেষক শ্রেণি	ধাতব মূলকগুলি	অদ্রাব্য লবণ
I	Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+}	ক্লোরাইড
II	Pb^{2+} , Hg^{2+} , Bi^{3+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} As^{3+} , As^{5+} , Sb^{3+} , Sb^{5+} , Sn^{2+} , Sn^{4+}	সালফাইড
IIIA	Fe^{3+} , Al^{3+} , Cr^{3+}	হাইড্রক্সাইড
IIIB	Co^{2+} , Ni^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+}	সালফাইড
IV	Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+}	কার্বনেট
V	Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , NH_4^+	শুধু Mg^{2+} ছাড়া অন্য মূলকগুলি সাধারণ বিকারকের সাহায্যে অধঃক্ষিপ্ত হয় না।

এককের [3.6 এবং 3.9] অংশে এই বিভাগীকরণ সম্বন্ধে বিশদভাবে আলোচনা করা হয়েছে।

অতএব দ্রাব্যতা গুণফলকে প্রকাশ করা হয়

$$K_{sp} = [A^{y+}]^x [B^{x-}]^y \dots \dots \dots (2)$$

সূত্রাং $A_x B_y$ ধরনের লবণের দ্রাব্যতা গুণফল সমীকরণ (2) থেকে আমরা লিখতে পারি—কোন লবণের দ্রাব্যতা গুণফল উহার একটি অণু হতে উৎপন্ন আয়নগুলির গাঢ়ত্বের প্রতিটিকে উহাদের সংখ্যার ঘাতে উন্নীত করে তাদের গুণফলের সমান।

3.3.1 দ্রাব্যতা ও দ্রাব্যতা গুণফলের সম্বন্ধ :

ধরা যাক, সামান্য দ্রবণীয় লবণ $A_x B_y$ এর দ্রাব্যতা s , তাহলে সমীকরণ (1) এর সাহায্যে আমরা লিখতে পারি দ্রবণে A^{y+} এর গাঢ়ত্ব xs এবং B^{x-} এর গাঢ়ত্ব ys । সমীকরণ (2) এ এদের মান বসিয়ে পাই

$$K_{sp} = [xs]^x [ys]^y$$
$$\text{বা } K_{sp} = x^x \cdot y^y \cdot s^{x+y} \dots \dots \dots (3)$$

অতএব সমীকরণ (3) $A_x B_y$ লবণের দ্রাব্যতা ও দ্রাব্যতা গুণফলের সম্বন্ধ প্রকাশ করে।

উদাহরণ স্বরূপ : (i) লবণ $AgCl$ এর ক্ষেত্রে $x = 1, y = 1$

$$\text{তাহলে } K_{sp} [AgCl] = s^{1+1} = s^2$$

(ii) লবণ CaF_2 এর ক্ষেত্রে $x = 1, y = 2$

$$K_{sp} [CaF_2] = 1^1 \cdot 2^2 \cdot s^{1+2} = 4s^3$$

(iii) লবণ As_2S_3 এর ক্ষেত্রে $x = 2, y = 3$

$$K_{sp} [As_2S_3] = 2^2 \cdot 3^3 \cdot s^{2+3} = 108s^5$$

সূত্রাং কোন সামান্য দ্রবণীয় লবণের দ্রাব্যতা ও দ্রাব্যতা গুণফলের যে কোন একটি জানলে অন্যটি সহজে নির্ণয় করা যাবে।

অনুশীলনী — 1

(a) জলে CaF_2 এর দ্রাব্যতা 2.0×10^{-4} মোল/ডে.মি.³, উহার দ্রাব্যতা গুণফল নির্ণয় করুন।

উত্তর : 3.2×10^{-11}

(b) লেড অর্থোফসফেটের $Pb_3(PO_4)_2$ এর দ্রাব্যতা গুণফল 1.5×10^{-32} । উহার দ্রাব্যতা গ্রাম/ডে.মি.³ এ নির্ণয় করুন। [$Pb_3(PO_4)_2$ এর আণবিক গুরুত্ব = 358]

উত্তর : 6.1×10^{-5} গ্রাম/ডে.মি.³

এখন প্রশ্ন হল, দুটি লবণের দ্রাব্যতা গুণফলের উপাত্ত (data) থেকে আমরা তাদের দ্রাব্যতার তুলনা করতে পারি কিনা। যদি লবণ দুটি দ্রবণে একই সংখ্যক ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়ন তৈরি করে তাহলে দ্রাব্যতা গুণফলের উপাত্ত থেকে তাদের দ্রাব্যতার তুলনা সহজে করা যাবে কারণ উভয় লবণের ক্ষেত্রে দ্রাব্যতা গুণফল ও দ্রাব্যতার সম্বন্ধ একই। উদাহরণস্বরূপ $PbCO_3$ ও $CaCO_3$ লবণের দ্রবণে একই সংখ্যক ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়ন তৈরি হয় এবং তাদের দ্রাব্যতা গুণফল 3.3×10^{-14} এবং 4.8×10^{-9} । যেহেতু তাদের উভয়ের ক্ষেত্রে $K_{sp} = s^2$ অতএব লবণ দুটির দ্রাব্যতা গুণফলের মান থেকে সহজেই বলতে পারি $PbCO_3$ এর তুলনায় $CaCO_3$ বেশি দ্রাব্য। অর্থাৎ যে লবণের দ্রাব্যতা গুণফল বেশি সেটিই বেশি দ্রবণীয়।

আবার দ্রবণে লবণ দুটি যখন ভিন্ন সংখ্যক ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়ন তৈরি করে তখন দ্রাব্যতা গুণফল ও দ্রাব্যতার সম্বন্ধ দুটি লবণের ক্ষেত্রে ভিন্ন হবে। উদাহরণস্বরূপ Ag_2CO_3 ($K_{sp} = 8.1 \times 10^{-12}$) এবং $CaCO_3$ ($K_{sp} = 4.8 \times 10^{-9}$) এর ক্ষেত্রে তাদের দ্রাব্যতা গুণফল ও দ্রাব্যতার সম্পর্ক যথাক্রমে $K_{sp}[Ag_2CO_3] = 4s^3$ এবং $K_{sp}[CaCO_3] = s^2$ । এই দুটি সম্পর্ক থেকে আমরা জানব Ag_2CO_3 এর দ্রাব্যতা গুণফলের মান $CaCO_3$ এর তুলনায় কম। অতএব দ্রাব্যতা গুণফলের উপাত্তের উপর ভিত্তি করে দুটি লবণের দ্রাব্যতার তুলনা করতে হলে সবসময় তাদের থেকে উৎপন্ন ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়ন সংখ্যা দেখে নিতে হবে। আয়ন সংখ্যা একই হলে সহজে ভবিষ্যদ্বাণী করা যাবে দ্রাব্যতা বিষয়ে দ্রাব্যতা গুণফলের উপর ভিত্তি করে, কিন্তু আয়ন সংখ্যা এক নাহলে তা সহজে করা যাবে না।

3.4 দ্রাব্যতার উপর সাধারণ আয়নের প্রভাব

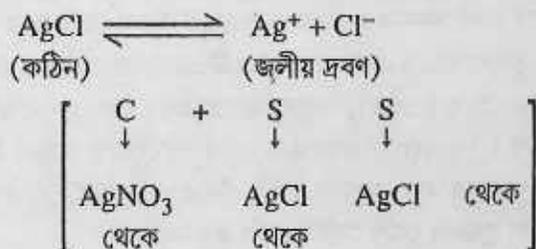
আমরা সামান্য দ্রবণীয় লবণের দ্রাব্যতার উপর সাধারণ আয়নের প্রভাব আলোচনা করব। আমরা এখানে জলীয় দ্রবণের কথাই বলব। দ্রবণে উপস্থিত দুটি লবণের ধনাত্মক বা ঋণাত্মক আয়ন যদি অভিন্ন হয় তাহলে সেই আয়নকে সাধারণ আয়ন (Common ion) বলা হয়। উদাহরণস্বরূপ $AgCl$ ও $AgNO_3$ মিশ্রণের দ্রবণে Ag^+ হল সাধারণ আয়ন। আবার অনুরূপভাবে $AgCl$ ও $NaCl$ এর মিশ্রণের দ্রবণে Cl^- কে আমরা সাধারণ আয়ন (Common ion) বলব। এখন আমরা দেখব $AgNO_3$ বা $NaCl$ দ্রবণে (অর্থাৎ সাধারণ আয়নের উপস্থিতিতে) $AgCl$ এর দ্রাব্যতার কী ঘটবে। দ্রবণে $AgCl$ নিম্নলিখিত সাম্যাবস্থায় থাকে।



দ্রবণে Ag^+ বা Cl^- আয়ন যোগ করলে Ag^+ বা Cl^- এর গাঢ়ত্ব বেড়ে যাবে। লা শ্যাটেলিয়ালের নীতি অনুযায়ী আয়নের গাঢ়ত্ব বৃদ্ধি প্রতিহত হবে কিছুটা $AgCl$ অধঃক্ষিপ্ত হবে। অর্থাৎ সাধারণ আয়নের উপস্থিতিতে $AgCl$ এর দ্রাব্যতা কমবে।

3.4.1 সাধারণ আয়নের উপস্থিতিতে সামান্য দ্রবণীয় লবণের দ্রাব্যতা ও দ্রাব্যতা গুণফলের সম্পর্ক নির্ণয়

ধরা যাক, $AgCl$ কে দ্রবীভূত করা হল $AgNO_3$ দ্রবণে যার গাঢ়ত্ব C । এই দ্রবণে Ag^+ , Cl^- ও NO_3^- আয়ন বর্তমান থাকবে। Cl^- ও NO_3^- এর উৎস যথাক্রমে $AgCl$ ও $AgNO_3$ কিন্তু Ag^+ এর উৎস $AgCl$ ও $AgNO_3$ উভয়েই। আমরা জানি C গাঢ়ত্ব বিশিষ্ট $AgNO_3$ দ্রবণে Ag^+ ও NO_3^- তৈরি হবে, যাদের প্রতিটির গাঢ়ত্ব C । আবার $AgNO_3$ দ্রবণের উপস্থিতিতে $AgCl$ এর দ্রাব্যতা যদি s হয় তাহলে $AgCl$ এর দ্রবণে উৎপন্ন Ag^+ বা Cl^- এর প্রতিটির গাঢ়ত্ব s হবে। এই ঘটনাকে আমরা নিম্নলিখিতভাবে প্রকাশ করতে পারি :



AgCl এর দ্রাব্যতা গুণফল রাশিতে Ag^+ ও Cl^- এর গাঢ়ত্বের মান বসিয়ে পাই—

$$K_{sp} [AgCl] = [Ag^+] [Cl^-]$$

$$\text{বা } K_{sp} = (C + S)S$$

$$\text{বা } S = \frac{K_{sp}}{C + S} \dots\dots\dots (4)$$

আমরা জানি বিশুদ্ধ জলে AgCl এর দ্রাব্যতা 1.37×10^{-5} মোল/ডেমি³। অতএব $AgNO_3$ দ্রবণের উপস্থিতিতে $AgNO_3$ দ্রবণ থেকে উৎপন্ন Ag^+ এর তুলনায় AgCl হতে জাত Ag^+ এর গাঢ়ত্ব নগন্য হবে।

অর্থাৎ, $C \gg \gg S$ ।

অতএব সমীকরণ (4) কে আমরা লিখতে পারি।

$$S = \frac{K_{sp}}{C} \dots\dots\dots (5)$$

AgCl এর K_{sp} হল 1.8×10^{-10} । যদি $AgNO_3$ এর গাঢ়ত্ব 0.1 মোল/ডেমি³ হয় তাহলে ওই $AgNO_3$ এর উপস্থিতিতে AgCl এর দ্রাব্যতা হবে।

$$S = \frac{K_{sp}}{C} = \frac{1.8 \times 10^{-10}}{0.1} \quad \text{বা } 1.8 \times 10^{-9} \text{ মোল}^0/\text{ডেমি}^3$$

অতএব 0.1 মোলার $AgNO_3$ এর উপস্থিতিতে AgCl এর দ্রাব্যতা প্রায় 10,000 গুণ কমে যাবে বিশুদ্ধ জলের (1.37×10^{-5} মোলার) তুলনায়।

অনুশীলনী— 2

CaF_2 লবণের দ্রাব্যতা [মোল/ডেমি³] নির্ণয় করুন (i) 0.1 জলে ও (ii) মোলার/ডেমি³ NaF দ্রবণে [CaF_2 এর দ্রাব্যতা গুণফল : 4.0×10^{-11}]

উত্তর : (i) 2.2×10^{-4} মোল/ডেমি³ (ii) 4.0×10^{-9} মোল/ডেমি³

তাহলে আমরা বলতে পারি যে সাধারণ আয়নের উপস্থিতিতে আয়ন গাঢ়ত্ব গুণফল (Ionic product) দ্রাব্যতা গুণফলের থেকে বেশি হয়ে যায়। এইজন্য দ্রাব্যতা গুণফলে উপনীত হওয়ার জন্য অদ্রাব্য লবণ অধঃক্ষিপ্ত হয়। অবশ্য এমনও ক্ষেত্র আছে যেখানে আয়ন গাঢ়ত্ব গুণফল কোন কারণে [যেমন জটিল আয়ন তৈরি বা কোন আয়নের অন্য আয়নে পরিণত হয়ে সাম্যাবস্থায় বিয় গটানো] দ্রাব্যতা গুণফলের থেকে কম হয়। এই অবস্থায় লবণটির অদ্রাব্য অংশ থেকে কিছু অংশ দ্রবীভূত হয়ে সিস্টেমটির দ্রবণে আয়ন গাঢ়ত্ব বাড়াবে যতক্ষণ না পর্যন্ত দ্রাব্যতা গুণফলের সমান হয় অথবা আয়ন গাঢ়ত্ব গুণফল যদি এভাবে বেড়েও দ্রাব্যতা গুণফলের সমান না হতে পারে তাহলে অদ্রবণীয় অংশ সবটাই দ্রবীভূত হবে। যেমন $PbCl_2$ এর অধঃক্ষেপের মধ্যে গাঢ় HCl দ্রবণ যোগ করলে জটিল আয়ন $[PbCl_4]^{2-}$ তৈরি হয়ে অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হতে থাকবে। $BaCrO_4$ অধঃক্ষেপে খনিজ অ্যাসিড যোগ করলে CrO_4^{2-} আয়ন অ্যাসিড (H^+) দ্বারা $Cr_2O_7^{2-}$ এ রূপান্তরিত হয় [$2CrO_4^{2-} + 2H^+ \rightarrow Cr_2O_7^{2-} + H_2O$]। অদ্রাব্য লবণ $BaCrO_4$ দ্রবীভূত হয়ে দ্রাব্যতা গুণফল ঠিক রাখার চেষ্টা করে কিছু বেশি অ্যাসিড যোগ করলে অদ্রাব্য লবণের সমস্ত অংশই দ্রবীভূত হয়।

দ্রাব্যতা গুণফলনীতি সামান্য দ্রবণীয় লবণের সংপৃক্ত দ্রবণের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য। সামান্য দ্রবণীয় লবণের দ্রবণে অপর কোন তড়িৎবিশ্লেষ্য লবণ যোগ করলে দুরকম সম্ভাবনা দেখা দিতে পারে (i) অপর লবণটি সাধারণ আয়ন উৎপন্ন করবে (ii) অপর লবণটি আয়নিত হয়ে সাধারণ আয়ন উৎপন্ন করে না।

সাধারণ আয়নের প্রভাব আমরা এতক্ষণ আলোচনা করেছি। সাধারণ আয়ন না উৎপন্ন হলে দ্রবণের কোন আয়নের গাঢ়ত্ব বাড়বে না কিন্তু দ্রবণে মোট আয়নীয় শক্তি (Ionic Strength) বেড়ে যাবে। Debye-Hückel তত্ত্ব অনুযায়ী আমরা জানি যে তাতে উভয় আয়নের সক্রিয়তা গুণাংক (activity coefficient) কমে যাবে কারণ $\log f_i = -AZ_i^2\sqrt{I}$ [এখানে $f_i = i$ আয়নের সক্রিয়তা গুণাংক, $A =$ ধ্রুবক, $Z_i = i$ আয়নের যোজ্যতা, $I =$ মোট আয়নীয় শক্তি অর্থাৎ দ্রবণে তড়িৎক্ষেত্রের পরিমাপক]।

সুতরাং সামান্য দ্রবণীয় লবণের দ্রাব্যতা এইক্ষেত্রে বেড়ে যাবে। এইভাবে তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থযোগে দ্রাব্যতা বৃদ্ধিকে বলা হয় লবণ প্রভাব (Salt effect)। দ্রবণে অপর কোন লবণের গাঢ়ত্ব যদি 0.2-0.3 মোলারের বেশি না হয় তাহলে দ্রাব্যতা গুণফলের উপর লবণ প্রভাব অগ্রাহ্য করা হয়।

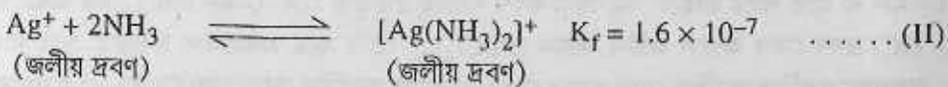
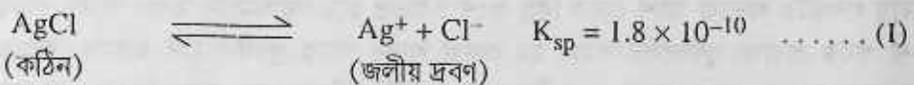
Ag_2SO_4 এর সম্পৃক্ত দ্রবণে গাঢ় (> 0.3 মোলার) $AgNO_3$ দ্রবণ যোগ করলে Ag_2SO_4 দ্রাব্যতা হ্রাস পায় কিন্তু সাধারণ আয়নের প্রভাবে যতটা হ্রাস পাওয়ার কথা তার তুলনায় অনেকটা কম হ্রাস পায়। অর্থাৎ লবণ প্রভাব (Salt effect) সাধারণ আয়ন প্রভাবকে (Common ion effect) অনেকটাই নাকচ করেছে। $AgNO_3$ দ্রবণের বদলে KNO_3 দ্রবণ যোগ করলে Ag_2SO_4 এর দ্রাব্যতা বৃদ্ধি পায় এবং KNO_3 এর বদলে $Mg(NO_3)_2$ দ্রাব্যতা আরও বেশি বৃদ্ধি করে। এই দ্রাব্যতা বৃদ্ধি লবণ প্রভাবের জন্য ঘটে। আবার Ag_2SO_4 দ্রবণে $MgSO_4$ দ্রবণ যোগ করলে Ag_2SO_4 এর দ্রাব্যতা অতি সামান্য হ্রাস পায় অর্থাৎ এখানে লবণ প্রভাব সাধারণ আয়ন প্রভাবকে (SO_4^{2-} এর জন্য) প্রায় নাকচ করে ফেলেছে।

3.5 দ্রাব্যতার উপর জটিল আয়ন গঠনের প্রভাব

আজিক অজৈব বিশ্লেষণে জটিল আয়ন তৈরির গুরুত্ব অপরিসীম। মাঝারী গাঢ়ত্বের জলীয় NH_3 দ্রবণে $AgCl$ অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয়ে নিম্নলিখিত সাম্যাবস্থায় পৌঁছায়।



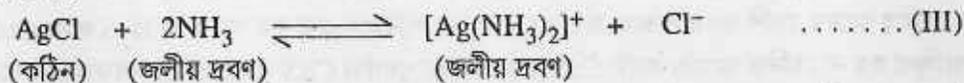
$AgCl$ এর Ag^+ আয়ন দুটি NH_3 অণুর সঙ্গে মিলিত হয়ে জলে দ্রাব্য জটিল আয়ন $[Ag(NH_3)_2]^+$ গঠন করে। এইজন্য জলীয় NH_3 দ্রবণে $AgCl$ অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয়। এই বিষয়টি ভালভাবে বোঝার জন্য আমরা নিম্নলিখিত দুটি সাম্যাবস্থা একসঙ্গে আলোচনা করব।



জটিল আয়ন $[Ag(NH_3)_2]^+$ এর সংগঠন ধ্রুবকের (K_f) মান যথেষ্ট বেশি, এইজন্য সাম্যাবস্থা (II) খুব সহজে ডানদিকে পরিচালিত হয়ে জটিল আয়ন তৈরি হয়। সাম্যাবস্থা (I) এ Ag^+ এর গাঢ়ত্ব এত কমে যায় যে

আয়ন গাঢ়ত্ব গুণফল $[Ag^+][Cl^-]$ দ্রাব্যতা গুণফলে পৌছাতে পারে না এবং $AgCl$ দ্রবীভূত হতে থাকে। দ্রাব্যতার উপর জটিল আয়ন গঠনের প্রভাব সম্বন্ধে ভাল ধারণা পাওয়ার জন্য এক মোলার গাঢ়ত্ব বিশিষ্ট জলীয় NH_3 দ্রবণে $AgCl$ এর দ্রাব্যতা গণনা করব।

জলীয় NH_3 দ্রবণে $AgCl$ এর দ্রবীভূত হওয়ার বিক্রিয়াকে বিক্রিয়াসাম্য (I) ও (II) এর জোট হিসাবে দেখা যেতে পারে অর্থাৎ



তাহলে সামগ্রিক সাম্যধ্রুবক K (overall equilibrium constant) হল K_{sp} ও K_f এর গুণফলের সমান।

$$\therefore K = K_{sp} \times K_f = 2.9 \times 10^{-3}$$

ধরা যাক $AgCl$ এর দ্রাব্যতা x মোলার, তাহলে রাসায়নিক সাম্য (III) অনুসারে, দ্রবণে $[Ag(NH_3)_2]^+$ ও Cl^- এর প্রতিটির গাঢ়ত্বও x মোলার হবে। জটিল আয়ন $[Ag(NH_3)_2]^+$ তৈরি হওয়ার জন্য ব্যবহৃত NH_3 দ্রবণের গাঢ়ত্ব হবে $2x$ মোলার।

রাসায়নিক সাম্য (III) হতে লিখতে পারি

$$K = \frac{[Ag(NH_3)_2]^+ [Cl^-]}{[NH_3]^2}$$

সাম্যাবস্থায় গাঢ়ত্ব :

NH_3	$[Ag(NH_3)_2]^+$	Cl^-
$(1-2x)$	x	x

$$\text{অতএব } 2.9 \times 10^{-3} = \frac{x \cdot x}{(1-2x)^2}, \text{ উভয়পক্ষের বর্গমূল নিয়ে পাই}$$

$$5.4 \times 10^{-2} = \frac{x}{1-2x}$$

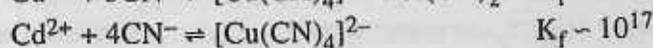
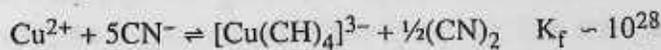
$$\text{বা } 5.4 \times 10^{-2}(1-2x) = x$$

$$\text{বা } 5.4 \times 10^{-2} - 0.108x = x$$

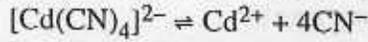
$$\text{বা } x = \frac{5.4 \times 10^{-2}}{1.108} = 4.9 \times 10^{-2}$$

অতএব 1(M) জলীয় NH_3 দ্রবণে $AgCl$ এর দ্রাব্যতা 4.9×10^{-2} (M) যা জলে দ্রাব্যতার $[1.37 \times 10^{-5}(M)]$ তুলনায় প্রায় 3700 গুণ বেশি। এই ধর্ম ব্যবহার করে NH_3 দ্রবণের সাহায্যে $AgCl$ কে Hg_2Cl_2 থেকে পৃথক করা হয়।

দ্রবণে Cu^{2+} হতে Cd^{2+} পৃথক করার জন্য ওই দ্রবণে KCN দ্রবণ যোগ করে প্রথম দুটি জটিল সায়ানাইড আয়ন তৈরি করা হয়।



দ্রবণে জটিল $[Cd(CN)_4]^{2-}$ আয়নের সংগঠন ধ্রুবকের মান $[Cu(CN)_4]^{3-}$ এর সংগঠন ধ্রুবকের মান থেকে অনেক কম। দ্রবণে $[Cd(CN)_4]^{2-}$ আয়ন অনেকটা বিয়োজিত অবস্থায় থাকে।



দ্রবণে H_2S গ্যাস চালনা করলে Cd^{2+} আয়ন হলুদ CdS অধঃক্ষেপ হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং জটিল আয়ন $[Cd(CN)_4]^{2-}$ বিয়োজিত হয়ে সমস্ত Cd^{2+} দ্রবণ থেকে CdS হিসাবে পৃথক হয়। $[Cd(CN)_4]^{3-}$ এর স্থায়িত্ব অনেক বেশি হওয়ার জন্য দ্রবণে Cu^{2+} এর পরিমাণ এত কম থাকে যা H_2S দ্বারা CuS হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হয় না। যদিও আমরা জানি CuS এর দ্রাব্যতা গুণফল CdS এর দ্রাব্যতা গুণফলের থেকে অনেক কম।

3.6 আঙ্গিক অজৈব বিশেষণে ধাতবমূলকগুলির বিভিন্ন বিশ্লেষক শ্রেণিতে বিভাগীকরণের নীতি

দ্রবণ থেকে কোন লবণের অদ্রাব্য অধঃক্ষেপ তৈরির ক্ষেত্রে যথাক্রমে দ্রাব্যতা গুণফল, সাধারণ আয়ন প্রভাব ও জটিল আয়ন গঠন এই তিনটি ধারণা সম্বন্ধে এই এককের 3.3, 3.4 এবং 3.5 অংশে বিশদ আলোচনা করা হয়েছে। এই ধারণাগুলির উপর ভিত্তি করে ধাতবমূলকগুলির এক এক ধরনের লবণ অধঃক্ষেপণের মাধ্যমে তাদের বিভিন্ন বিশ্লেষক শ্রেণিতে বিভাজন করা হয়।

3.6.1 বিশ্লেষকশ্রেণি I ধাতবমূলকগুলির অধঃক্ষেপণ

অন্যান্য ধাতবমূলকের ক্লোরাইড লবণের তুলনায় Hg_2Cl_2 ($K_{sp} \sim 10^{-18}$), $AgCl$ ($K_{sp} \sim 10^{-10}$) এবং $PbCl_2$ ($K_{sp} \sim 10^{-5}$) এর দ্রাব্যতা গুণফল অনেক কম। দ্রবণে বিভিন্ন ধাতবমূলকের উপস্থিতিতে HCl দ্রবণ যোগ করলে Hg_2Cl_2 , $AgCl$, $PbCl_2$ এর দ্রাব্যতা গুণফল শূন্য অতিক্রান্ত হয়। এইজন্য Hg_2^{2+} , Ag^+ ও Pb^{2+} আয়নগুলিকে বিশ্লেষক শ্রেণি I এর ধাতবমূলক হিসাবে গণ্য করা হয়।

ধরা যাক 0.2 মোলার Cl^- দ্রবণ যোগ করা হল বিশ্লেষকশ্রেণি I এর দ্রবণে, তাদের ক্লোরাইড লবণ অধঃক্ষেপণের পর দ্রবণে অবশিষ্ট Hg_2^{2+} , Ag^+ ও Pb^{2+} এর গাঢ়ত্ব আমরা জানতে পারব তাদের দ্রাব্যতা গুণফলের সাহায্যে।

আমরা জানি $AgCl$ -এর দ্রাব্যতা গুণফল $K_{sp} = 1.8 \times 10^{-10}$

$$\text{অতএব } [Ag^+][Cl^-] = K_{sp}$$

$$\text{বা } [Ag^+] = \frac{K_{sp}}{[Cl^-]} = \frac{1.8 \times 10^{-10}}{0.2}$$

$$= 9.0 \times 10^{-10} \text{ মোলার}$$

অতএব 0.2 মোলার Cl^- আয়ন যোগ করার পর দ্রবণে অবশিষ্ট Ag^+ এর গাঢ়ত্ব 9.0×10^{-10} মোলার, যা অতি নগণ্য। অতএব আমরা বলতে পারি Ag^+ সম্পূর্ণ অধঃক্ষিপ্ত হয়েছে। Hg_2^{2+} এর ক্ষেত্রে এই অবশিষ্ট গাঢ়ত্ব আরও অনেক কম হবে কারণ Hg_2Cl_2 এর দ্রাব্যতা গুণফল $AgCl$ এর তুলনায় আরও অনেক কম।

$$\text{PbCl}_2 \text{ এর ক্ষেত্রে } K_{sp} = [\text{Pb}^{2+}] [\text{Cl}^-]^2$$

$$\text{বা } [\text{Pb}^{2+}] = \frac{K_{sp}}{[\text{Cl}^-]^2}$$

$$= \frac{1.6 \times 10^{-5}}{0.2 \times 0.2} \quad [\text{যেহেতু } \text{PbCl}_2 \text{ এর } K_{sp} = 1.6 \times 10^{-5}]$$

$$= 4.0 \times 10^{-4} \text{ মোলার।}$$

অতএব Hg_2^{2+} এবং Ag^+ এর তুলনায় Pb^{2+} আংশিক অধঃক্ষিপ্ত হবে। যেহেতু দ্রবণে অবশিষ্ট Pb^{2+} এর গাঢ়ত্ব দ্রবণে যুক্ত Cl^- এর গাঢ়ত্বের বর্গের সহিত বিপরীত ভেদে থাকে তাহলে Cl^- এর গাঢ়ত্ব বাডালে দ্রবণে অবশিষ্ট Pb^{2+} এর গাঢ়ত্ব কমবে, অর্থাৎ বেশি করে PbCl_2 অধঃক্ষিপ্ত হবে। কিন্তু সমস্যা হল, অধিক পরিমাণ Cl^- এর উপস্থিতিতে জটিল আয়ন $[\text{PbCl}_4]^{2-}$ গঠন ও লবণ প্রভাবের (Salt effect) জন্য PbCl_2 অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হতে থাকবে, এমনকি AgCl ও Hg_2Cl_2 অধঃক্ষেপও দ্রবীভূত হবে। অতএব Pb^{2+} কে সম্পূর্ণ অধঃক্ষিপ্ত করার জন্য অধিক পরিমাণ Cl^- আয়ন কখনও যোগ করা হয় না। শ্রেণি I এ Pb^{2+} সবসময় PbCl_2 হিসাবে আংশিক অধঃক্ষিপ্ত হয়—দ্রবণের অবশিষ্ট Pb^{2+} শ্রেণি II তে PbS হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হয়। এইজন্য Pb^{2+} বিশ্লেষক শ্রেণি I ও II উভয়েরই সদস্য।

3.6.2 বিশ্লেষক শ্রেণি II(A + B) এবং বিশ্লেষক শ্রেণি IIIB ধাতবমূলকগুলির অধঃক্ষেপণ

শ্রেণি II (A : Hg^{2+} , Pb^{2+} , Bi^{3+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , B : As^{3+} , As^{5+} , Sb^{3+} , Sb^{5+} , Sn^{2+} , Sn^{4+}) এবং শ্রেণি IIIB (Co^{2+} , Ni^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+}) এর ধাতবমূলকগুলি অদ্রাব্য সালফাইড হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হয়। শ্রেণি II এর ক্ষেত্রে দ্রবণে H_2S গ্যাস চালনা করা হয় লঘু HCl মাধ্যমে। অ্যামোনিয়াম দ্রবণ মাধ্যমে H_2S চালনা করলে শ্রেণি IIIB এর ধাতবমূলকগুলি অধঃক্ষিপ্ত হয়। দুটি শ্রেণির ধাতবমূলকগুলি সালফাইড হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হলেও তা ঘটে দুটি ভিন্ন পরিস্থিতিতে। এই প্রশ্নের সমাধান দুটি শ্রেণির সালফাইড লবণের দ্রাব্যতা গুণফলের পার্থক্য থেকে জানবার চেষ্টা করতে হবে।

তালিকা : দ্রাব্যতা গুণফল : শ্রেণি II এর কয়েকটি ও শ্রেণি IIIB সালফাইড

শ্রেণি II		শ্রেণি IIIB	
সালফাইড	দ্রাব্যতা গুণফল	সালফাইড	দ্রাব্যতা গুণফল
Sb_2S_3	2.0×10^{-93}	ZnS	1.1×10^{-21}
Bi_2S_3	2.0×10^{-72}	NiS	3.0×10^{-21}
HgS	3.0×10^{-54}	CoS	6.0×10^{-21}
CuS	1.0×10^{-44}	MnS	5.0×10^{-15}
CdS	4.0×10^{-29}		
SnS	8.0×10^{-29}		
PbS	8.0×10^{-28}		

উপরের तालिका থেকে দেখা যাচ্ছে শ্রেণি II এর বেশির ভাগ সালফাইডের (PbS, CdS ও SnS ছাড়া) দ্রাব্যতা গুণফল শ্রেণি IIIB সালফাইডের দ্রাব্যতা গুণফলের তুলনায় অনেক কম। এইজন্য অনেক কম পরিমাণ S²⁻ এর উপস্থিতিতে বেশিরভাগ শ্রেণি II ধাতবমূলক অধঃক্ষিপ্ত হবে। এইক্ষেত্রে PbS, CdS ও SnS এর অধঃক্ষেপ না হওয়ার সম্ভাবনা থাকে কারণ এদের দ্রাব্যতা গুণফল অপেক্ষাকৃত বেশি। আবার S²⁻ এর পরিমাণ বেশি হলে দুটি শ্রেণির সালফাইড একসঙ্গে অধঃক্ষিপ্ত হবে। এইজন্য S²⁻ এর গাঢ়ত্ব সতর্কতার সঙ্গে নিয়ন্ত্রণ করতে হয় দুটি শ্রেণির আলাদাভাবে অধঃক্ষেপ তৈরির জন্য।

তালিকাতে শ্রেণি II এর মধ্যে PbS এর দ্রাব্যতা গুণফল সবচেয়ে বেশি এবং শ্রেণি IIIB তে ZnS এর দ্রাব্যতা গুণফল সর্বনিম্ন। যদি S²⁻ এর গাঢ়ত্ব এমনভাবে রাখা হয় যে আয়ন গাঢ়ত্ব গুণফল কেবল PbS এর দ্রাব্যতা গুণফলকে অতিক্রম করবে এবং এর ZnS দ্রাব্যতা গুণফলের থেকে কম হবে। অর্থাৎ এই অবস্থায় শ্রেণি II এবং ধাতবমূলকগুলি কেবল অধঃক্ষিপ্ত হবে এবং শ্রেণি IIIB এর ধাতবমূলকগুলি দ্রবণে থাকবে।

ধরা যাক 0.02 মোলার গাঢ়ত্ববিশিষ্ট Zn²⁺ এর দ্রবণে প্রয়োজনীয় S²⁻ এর গাঢ়ত্ব নির্ণয় করব ZnS অধঃক্ষেপণ শুরুর জন্য। ZnS লবণের জন্য আমরা জানি $K_{sp} = [Zn^{2+}] [S^{2-}]$

$$\begin{aligned} \text{বা } [S^{2-}] &= \frac{K_{sp}}{[Zn^{2+}]} = \frac{1.1 \times 10^{-21}}{0.02} \\ &= 5.5 \times 10^{-20} \text{ মোলার} \end{aligned}$$

অর্থাৎ S²⁻ এর গাঢ়ত্ব 5.5×10^{-20} মোলার হলে 0.02 মোলার Zn²⁺ এর দ্রবণ থেকে অধঃক্ষেপণ শুরু হবে কিন্তু S²⁻ এর গাঢ়ত্ব 5.5×10^{-20} মোলারের কম হলে ZnS এর অধঃক্ষেপণ হবে না। আমরা এখন দেখব 0.02 মোলার Pb²⁺ এর দ্রবণে 5.5×10^{-20} মোলার গাঢ়ত্ববিশিষ্ট S²⁻ আয়ন যোগ করলে কী ঘটবে।

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি PbS এর আয়ন গাঢ়ত্ব গুণফল} &= [Pb^{2+}] [S^{2-}] \\ &= 0.02 \times 5.5 \times 10^{-20} \\ &= 1.1 \times 10^{-21} \end{aligned}$$

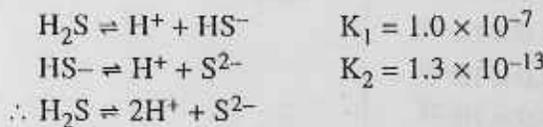
যেহেতু PbS এর আয়ন গাঢ়ত্ব গুণফল > PbS এর দ্রাব্যতা গুণফল (8.0×10^{-28})

অতএব PbS এর অধঃক্ষেপণ ঘটবে।

দ্রবণে S²⁻ এর গাঢ়ত্ব নিয়ন্ত্রণ

S²⁻ এর গাঢ়ত্ব 5.5×10^{-20} মোলারের অল্প কম হলে Pb²⁺ ও শ্রেণি II এর অন্যান্য ধাতবমূলকগুলি অধঃক্ষিপ্ত হবে এবং Zn²⁺ ও শ্রেণি IIIB এর অন্য ধাতবমূলকগুলি দ্রবণে থাকবে। আবার S²⁻ এর গাঢ়ত্ব 5.5×10^{-20} মোলারের থেকে বেশি কম হলে শ্রেণি II এর Pb²⁺, Cd²⁺ সালফাইড হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হবে না। এইজন্য S²⁻ এর গাঢ়ত্ব সঠিকভাবে নিয়ন্ত্রণ করতে হয়।

আমরা জানি H₂S একটি ক্ষীণ অ্যাসিড, আয়নিত হয় এইভাবে :



অতএব সার্বিক বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবক KH_2S কে উপরোক্ত দুটি একক ধাপ বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবকদ্বয়ের (K_1 ও K_2) এর গুণফল হিসাবে লেখা যাবে।

$$\frac{[H^+]^2[S^{2-}]}{[H_2S]} = K_1K_2 = 1.3 \times 10^{-20}$$

$$\text{বা, } [S^{2-}] = \frac{K_{H_2S} \times [H_2S]}{[H^+]^2} = \frac{1.3 \times 10^{-20} [H_2S]}{[H^+]^2}$$

আমরা জানি সংপৃক্ত H_2S এর জলীয় দ্রবণের প্রারম্ভিক গাঢ়ত্ব 0.1 মোলার যেহেতু H_2S একটি ক্ষীণ তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থ (অর্থাৎ মৃদু অম্ল), তাহলে নিরাপদভাবে আমরা ধরে নিতে পারি যে সাম্যাবস্থায় $[H_2S] = 0.1$ মোলার।

$$\therefore [S^{2-}] = \frac{1.3 \times 10^{-20} \times 0.1}{[H^+]^2} = \frac{1.3 \times 10^{-21}}{[H^+]^2}$$

অতএব সংপৃক্ত H_2S জলীয় দ্রবণে S^{2-} এর গাঢ়ত্ব H^+ আয়ন গাঢ়ত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক, H^+ এর গাঢ়ত্ব কমালে বা বাড়ালে S^{2-} এর গাঢ়ত্ব যথাক্রমে বাড়বে বা কমবে।

এখন ধরা যাক দ্রবণে $[H^+] = 0.3$ মোলার।

$$\text{তাহলে } [S^{2-}] = \frac{1.3 \times 10^{-21}}{[0.3]^2} = 1.44 \times 10^{-20} \text{ মোলার}$$

S^{2-} এর এই গাঢ়ত্ব শুধু শ্রেণি II এর ধাতবমূলকগুলিকে সালফাইড হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত করার জন্য প্রয়োজনীয় এবং যথেষ্ট। এক্ষেত্রে শ্রেণি IIIB এর ধাতবমূলকগুলির কোন অধঃক্ষেপ তৈরি হবে না। এইজন্য শ্রেণি II সালফাইড অধঃক্ষেপণের পূর্বে দ্রবণের $[H^+]$ এর মাত্রা 0.3 মোলারের খুব কাছাকাছি করে নেওয়া অত্যন্ত জরুরী।

দ্রবণে NH_4OH যোগ করে $[H^+]$ এর মাত্রা কমিয়ে দিলে H_2S এর বিয়োজন মাত্রা বেড়ে গিয়ে S^{2-} এর গাঢ়ত্ব অনেক বাড়বে। ধরা যাক NH_4OH দ্রবণ মাধ্যমে $[H^+]$ এর মাত্রা কমে গিয়ে 1×10^{-8} মোলার হল তাহলে ওই দ্রবণে

$$[S^{2-}] = \frac{1.3 \times 10^{-21}}{(1 \times 10^{-8})^2} = 1.3 \times 10^{-5} \text{ মোলার}$$

S^{2-} এর এই গাঢ়ত্বমাত্রা শ্রেণি IIIB এর ধাতবমূলকগুলিকে সহজেই সালফাইড হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত করবে।

3.6.3 বিশ্লেষক শ্রেণি IIIA ধাতবমূলকগুলির অধঃক্ষেপণ

শ্রেণি IIIA এর ধাতবমূলকগুলি (Fe^{3+} , Cr^{3+} এবং Al^{3+}) অদ্রাব্য হাইড্রক্সাইড হিসাবে পৃথক করা হয়। অত্যন্ত বেশি গাঢ় NH_4^+ এর উপস্থিতিতে লঘু NH_4OH দ্রবণ বিকারকরূপে ব্যবহার করা হয়। এই অবস্থায় কেন কেবলমাত্র IIIA ধাতবমূলকগুলি হাইড্রক্সাইডরূপে অধঃক্ষিপ্ত হয় তা ব্যাখ্যা করার জন্য আমরা শ্রেণি IIIA, IIIB, IV এর ধাতবমূলকগুলির এবং শ্রেণি IV এর ম্যাগনেসিয়াম V এর হাইড্রক্সাইড লবণগুলির দ্রাব্যতা গুণফল বিবেচনা করব।

তালিকা : দ্রাব্যতা গুণফল

শ্রেণি	সংকেত	K_{SP}
IIIA	$Fe(OH)_3$	6.3×10^{-38}
	$Al(OH)_3$	1.9×10^{-33}
	$Cr(OH)_3$	7.0×10^{-31}
IIIB	$Zn(OH)_2$	4.5×10^{-17}
	$Co(OH)_2$	2.0×10^{-16}
$Ni(OH)_2$	2.0×10^{-15}	
	$Mn(OH)_2$	4.0×10^{-14}
IV	$Ca(OH)_2$	7.9×10^{-6}
	$Sr(OH)_2$	3.2×10^{-4}
	$Ba(OH)_2$	5.0×10^{-3}
	$Mg(OH)_2$	1.5×10^{-11}

বেশি পরিমাণ NH_4^+ এর উপস্থিতিতে ক্ষীণ তড়িৎবিশ্লেষ্য NH_4OH এর বিয়োজন নিবৃদ্ধ হয়। এইজন্য NH_4OH দ্রবণে উৎপন্ন OH^- এর গাঢ়ত্ব এর কমে যায় যে তার দ্বারা কেবলমাত্র শ্রেণি IIIA ধাতবমূলকগুলির হাইড্রক্সাইড লবণের দ্রাব্যতা গুণফল অতিক্রান্ত হয়। যদিও প্রাথমিকভাবে এই ব্যাখ্যা যথার্থ মনে হয় কিন্তু পরবর্তী আলোচনায় দেখা যাবে যে এই ব্যাখ্যা সম্পূর্ণ সত্যতা প্রকাশ করছে না, আরও কারণ রয়েছে।

এখন ধরা যাক আমরা 1.5 মোলার NH_4^+ এর উপস্থিতিতে 0.1 মোলার NH_4OH দ্রবণ থেকে উদ্ভূত OH^- এর গাঢ়ত্ব নির্ণয় করব। আমরা জানি ক্ষীণ তড়িৎবিশ্লেষ্য NH_4OH হতে উৎপন্ন NH_4^+ এর গাঢ়ত্ব দ্রবণে উপস্থিত NH_4^+ এর গাঢ়ত্বের তুলনায় নগণ্য। অতএব NH_4OH এর বিয়োজন সাম্য থেকে আমরা পাই

$$K = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_4OH]} \quad [K = \text{বিয়োজন সাম্য ধ্রুবক}] = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$\text{বা } 1.8 \times 10^{-5} = \frac{1.5 \times [OH^-]}{0.1}$$

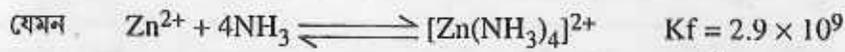
অতএব OH^- এর গাঢ়ত্ব = 1.2×10^{-6} মোলার।

এখন ধরা যাক, দ্রবণে ধাতবমূলক M^{2+} বা M^{3+} এর গাঢ়ত্ব 0.1 মোলার। তাহলে 0.1 মোলার NH_4OH ও 1.5 মোলার NH_4^+ এর উপস্থিতিতে

(i) $M(OH)_2$ লবণের আয়ন গাঢ়ত্ব গুণফল = $0.1 \times (1.2 \times 10^{-6})^2 = 1.44 \times 10^{-13}$

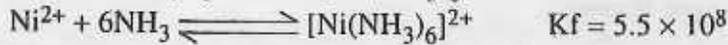
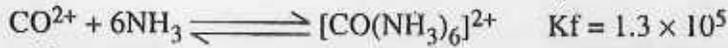
(ii) $M(OH)_3$ লবণের আয়ন গাঢ়ত্ব গুণফল = $0.1 \times (1.2 \times 10^{-6})^3 = 1.7 \times 10^{-19}$

উপরোক্ত দ্রাব্যতা গুণফলের তালিকা থেকে দেখা যাচ্ছে যে $M(OH)_2$ ও $M(OH)_3$ লবণদ্বয়ের আয়ন গাঢ়ত্ব গুণফল যথাক্রমে শ্রেণি IIIB ও শ্রেণি IIIA এর ধাতবমূলকগুলির হাইড্রক্সাইডের দ্রাব্যতা গুণফলের থেকে বেশি হয়। অতএব 1.5 মোলার NH_4^+ এর উপস্থিতিতে 0.1 মোলার NH_4OH দ্রবণ দ্বারা শ্রেণি IIIA ও শ্রেণি IIIB এর ধাতবমূলকগুলি হাইড্রক্সাইড হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হওয়া উচিত। কিন্তু কার্যত শ্রেণি IIIA এর ধাতবমূলকগুলি কেবলমাত্র অধঃক্ষিপ্ত হয়। দ্রাব্যতা গুণফলের উপর ভিত্তি করে ভবিষ্যদ্বাণী প্রযোজ্য না হওয়ার কারণ হল দ্রবণে অ্যামোনিয়া অণুর উপস্থিতিতে শ্রেণি IIIB ধাতবমূলকগুলির সুস্থির অ্যামোনিয় জটিল আয়ন গঠন। NH_4OH দ্রবণে যথেষ্ট সংখ্যক NH_3 অণু থাকে, এমনকি NH_4OH অণুর থেকে NH_3 অণুর সংখ্যা যথেষ্ট বেশি।



সংগঠক

ধ্রুবক



এইজন্য দ্রবণে শ্রেণি IIIB ধাতবমূলকগুলির গাঢ়ত্ব এত কমে যায় যে তাদের হাইড্রক্সাইডের আয়নগাঢ়ত্ব গুণফল দ্রাব্যতা গুণফলকে অতিক্রম করতে পারে না। এই অবস্থায় H_2S দ্বারা শ্রেণি IIIB ধাতবমূলকগুলি সালফাইড হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হয় কারণ তাদের সালফাইডের দ্রাব্যতা গুণফল তাদের হাইড্রক্সাইডের দ্রাব্যতা গুণফলের তুলনায় অনেক কম।

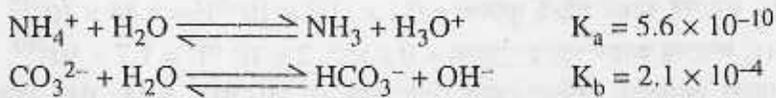
3.6.4 বিশ্লেষক শ্রেণি IV ধাতবমূলকগুলির অধঃক্ষেপণ

শ্রেণি IV ধাতবমূলকগুলি (Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+}) অদ্রাব্য কার্বনেট লবণ হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হয়। বিকারক হিসাবে অল্প লঘু NH_4OH দ্রবণ ও সদ্যপ্রস্তুত সংপৃক্ত $(NH_4)_2CO_3$ দ্রবণের মিশ্রণ ব্যবহার করা হয়। শ্রেণি V এর Mg^{2+} মূলক কার্বনেটরূপে অধঃক্ষিপ্ত হয় না কারণ $MgCO_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফল অতিক্রান্ত হয় না, শ্রেণি IV এর ধাতবমূলকগুলির কার্বনেটের দ্রাব্যতা গুণফলের তুলনায় $MgCO_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফল অনেক বেশি।

তালিকা : দ্রাব্যতা গুণফল

লবণ	K_{SP}
$MgCO_3$	4.0×10^{-5}
$BaCO_3$	8.1×10^{-9}
$CaCO_3$	4.8×10^{-9}
$SrCO_3$	9.4×10^{-9}

অধঃক্ষেপক $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ দ্রবণে বিয়োজিত হয়ে NH_4^+ ও CO_3^{2-} আয়ন তৈরি করে। জলীয় দ্রবণে NH_4^+ ও CO_3^{2-} এর আর্দ্রবিয়োজন (hydrolysis) নিম্নলিখিতভাবে ঘটবে।



K_a ও K_b যথাক্রমে NH_4^+ ও CO_3^{2-} এর আর্দ্রবিয়োজন ধুবক। অতএব $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ এর জলীয় দ্রবণে যথেষ্ট পরিমাণ CO_3^{2-} আয়ন থাকে না যা শ্রেণি IV ধাতবমূলকগুলির কার্বনেট হিসাবে অধঃক্ষেপণের জন্য যথেষ্ট। NH_3 দ্রবণের উপস্থিতিতে HCO_3^- তৈরির প্রবণতা অনেক কমে যাবে এবং CO_3^{2-} এর গাঢ়ত্ব যথেষ্ট পরিমাণ হয় যা শ্রেণি IV এর ধাতবমূলকগুলির কার্বনেট অধঃক্ষেপন ঘটাবে। এইজন্য সদ্যপ্রস্তুত সংপৃক্ত $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ দ্রবণের সঙ্গে অল্প NH_3 দ্রবণ মিশিয়ে বিকারক হিসাবে ব্যবহার করা হয়।

3.7 ধাতবমূলকগুলির জন্য প্রাথমিক পরীক্ষা

প্রাথমিক পরীক্ষাগুলি করবার পূর্বে কঠিন যৌগ বা মিশ্রিত উপাদান গুঁড়া অবস্থায় না থাকলে ভাল করে গুঁড়া করে নিতে হবে।

3.7.1 শুষ্ক পরীক্ষানলে উত্তাপন

এই পরীক্ষার জন্য অল্প পরিমাণ (10-15 মিলিগ্রাম) কঠিন লবণ একটি শুষ্ক পরীক্ষানলে এমনভাবে নিতে হবে যাতে লবণের গুঁড়া পরীক্ষানলের গায়ে না লেগে তলদেশে পৌঁছায়। পরীক্ষানলটিকে প্রায় অনুভূমিক রেখায় রেখে বুনসেন দীপশিখার উচ্চ তপ্ত মণ্ডলে ধরা হয়। ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করে তাপমাত্রা বাড়িয়ে পরিবর্তন লক্ষ করা হয়।

পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
[A] লবণের রঙ পরিবর্তন হয়	
1. গরম অবস্থায় হলুদ, ঠাণ্ডা অবস্থায় সাদা।	1. ZnO এবং কিছু Zn^{2+} লবণ।
2. গরম অবস্থায় হলুদে বাদামী, ঠাণ্ডা অবস্থায় হলুদ।	2. Bi_2O_3 অথবা SnO_2 ।
3. গরম অবস্থায় বাদামী, ঠাণ্ডা অবস্থায় হলুদ।	3. PbO এবং কিছু Pb এর লবণ।
4. হালকা রঙের লবণ উত্তাপনে গাঢ় রঙের লবণে পরিবর্তিত হয়। যেমন নীল রঙের $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ লবণকে উচ্চতাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে CuO এর কালো অবশেষ পাওয়া যায়।	4. সন্ধিগত (transition) মৌলের (Cu , Fe , Co , Ni প্রভৃতি) লবণ।

পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
<p>[B] উৎক্ষেপ (Sublimate) তৈরি হয়</p> <ol style="list-style-type: none"> সাদা রঙের উৎক্ষেপ ছাই রঙের উৎক্ষেপ, ঘষলে তরল মারকারীর বর্তুল পাওয়া যায়। হলুদ উৎক্ষেপ বেশি উত্তাপে সাদা উৎক্ষেপের সঙ্গে ছাই রঙের চকচকে আয়নার মত অংশ রসুনের গন্ধযুক্ত। উত্তপ্ত অবস্থায় পরীক্ষানলে কয়েক সেকেন্ডের জন্য H_2S গ্যাস চালনা করলে উৎক্ষেপের রঙ নিম্নলিখিত রূপে পরিবর্তিত হবে। <ol style="list-style-type: none"> বলো হল হলুদ হল কমলা হল 	<ol style="list-style-type: none"> NH_4^+ এর লবণ Hg_2Cl_2, $HgCl_2$, As_2O_3, Sb_2O_3 মারকারী লবণ থেকে মুক্ত ধাতব Hg। As_2S_3, HgI_2 (কাঁচের দণ্ড দিয়ে ঘষলে লাল হয়ে যায়।) আর্সেনিক লবণ থেকে মুক্ত As, (বিশেষত As_2O_3)। (i) Hg লবণ (ii) As লবণ (iii) Sb লবণ
<p>[C] গ্যাস বা বাষ্প নির্গত হয়</p> <ol style="list-style-type: none"> জলীয় বাষ্প নির্গত হয়। লিটমাস কাগজ দিয়ে পরীক্ষা করা হয়। <ol style="list-style-type: none"> ক্ষারীয় আম্লিক বাদামী গ্যাস নির্গত হয় এবং পটপট শব্দ শোনা যায়। শ্বাসরোধকারী লাল রঙের গ্যাস নির্গত হয়, যা ফ্লোরেসিন কাগজকে লাল করে। বেগুনী গ্যাস নির্গত হয়, পরীক্ষানলের ঠান্ডা অংশে কালো কেলাস জমে যায়। শ্বাসরোধকারী পীতভা গ্যাস নির্গত হয়। KI-স্টার্চ কাগজ নীল হয়ে যায়। ঝাঁঝালো গন্ধযুক্ত বর্ণহীন গ্যাস নির্গত হয়। লাল লিটমাস কাগজ নীল হয়, মারকিউরাস নাইট্রেট কাগজ কালো হয়। গন্ধক পোড়া গন্ধযুক্ত গ্যাস নির্গত হয়। আম্লিক $K_2Cr_2O_7$ কাগজ সবুজ হয়। 	<ol style="list-style-type: none"> সঞ্চিত জলীয় বাষ্প বা কেলাস জলের উপস্থিতি। <ol style="list-style-type: none"> অ্যামোনিয়াম বা ক্ষারীয় লবণ। সহজে বিয়োজিত শক্তিশালী অ্যাসিডের লবণ। ভারী ধাতুর নাইট্রেট বা নাইট্রাইট লবণ। সহজে বিয়োজিত বা জারক দ্রব্যের উপস্থিতিতে ব্রোমাইড লবণ। আয়োডাইড লবণ। সহজে বিয়োজিত বা জারক দ্রব্যের উপস্থিতিতে ক্লোরাইড লবণ। অ্যামোনিয়াম লবণ বা জটিল অ্যামিন যৌগ। সালফাইট বা থায়োসালফেট লবণ

পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
<p>[D] রঙ পরিবর্তিত হয় না</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. সাদা রঙের লবণ সাদাই থাকে। 2. তাপে লবণটি গলে যায় এবং ঠান্ডা করলে পুনরায় কঠিন আকার পায় কিন্তু আয়তন কমে যায়। 3. লবণটি প্রথমে ফেঁপে ওঠে, পরে বিগলিত হয় এবং ঠান্ডাবস্থায় কঠিন হয়। 4. সবুজ রঙের লবণ সবুজই থাকে। 5. কালো রঙের লবণ কালোই থাকে। 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mg, Ca, Sr, Ba বা Al ধাতুর লবণ। 2. ক্ষারধাতুর (Na, K) কোন লবণ বা $PbCrO_4$ ও লেড হ্যালাইড যৌগ। 3. বোরাক্স বা অ্যালাম (ফটকিরি) 4. Cr_2O_3 হতে পারে। 5. CuO, MnO_2, Ni ও CO এর অক্সাইড হতে পারে।

3.7.2 বালব-নল পরীক্ষা

শুদ্ধ পরীক্ষানলে উত্তাপনে যদি সাদা রঙের উৎক্ষেপ তৈরি হয় তাহলে কঠিন নমুনার অল্প পরিমাণের (10-15 মি. গ্রা) সঙ্গে চারগুণ পরিমাণ নিরুদক Na_2CO_3 মিশিয়ে শুষ্ক বালব-নল বা পরীক্ষা-নলের তলদেশে এমনভাবে নিতে হবে যাতে নলের গায়ে মিশ্রণের গুঁড়া না লাগে। উত্তাপে উৎক্ষেপ সৃষ্টিকারী যৌগ বিজারিত হয়ে ধাতুতে পরিণত হয়, অ্যামোনিয়াম লবণ NH_3 গ্যাস নির্গত করে। অল্প কঠিন KCN মিশ্রালে বিজারণ সহজসাধ্য হয়। ধীরে ধীরে মিশ্রণকে উত্তপ্ত করে পরিবর্তন লক্ষ করা হয়।

পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
<ol style="list-style-type: none"> 1. ছাইরঙের ধাতুর প্রলেপ (বাইরের দিক আয়নার মত চকচকে) কাচদণ্ড দিয়ে নাড়লে বর্তুল পাওয়া যায়। 2. NH_3 গ্যাস নির্গত হয়। 3. চকচকে কালচে বাদামী রঙের প্রলেপ। উত্তপ্ত অবস্থায় H_2S গ্যাস চালিত করলে তা হলুদ রঙের হয়। 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hg লবণ। 2. অ্যামোনিয়াম লবণ। 3. আসেনিক লবণ।

3.7.3 সোহাগাগুটি পরীক্ষা

লবণ যদি রঙীন বা রঙীন উপাদানের মিশ্রণ হয়, তাহলে এই পরীক্ষা করা যেতে পারে।

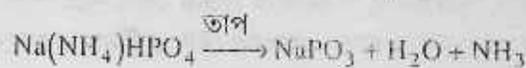
প্রথমে প্রাটিনাম তারের আগায় একটি ছোট রিং তৈরি করে দীপ্তিহীন দীপ শিখায় উত্তপ্ত করে সোহাগার গুঁড়ায় উত্তপ্ত অবস্থায় ঠেকিয়ে নিয়ে আবার ওই দীপশিখায় উত্তপ্ত করতে হবে। রিং এর মধ্যে সোহাগার একটি স্বচ্ছ বর্ণহীন গুটি তৈরি হবে। প্রাটিনাম তারে অপদ্রব্য থাকলে প্রথমে অস্বচ্ছ রঙীন গুটি তৈরি হবে তখন উত্তপ্ত (লাল রঙ) অবস্থায় টোকা দিয়ে উত্তপ্ত নরম গুটিকে রিং থেকে মুক্ত করা হয়। এটি খুব সাবধানে করতে হয় কারণ

অত্যন্ত গরম গুটি চামড়ার সংস্পর্শে এলে গভীর ক্ষত তৈরি করবে। আবার গরম রিংকে সোহাগার গুড়ায় ঠেকিয়ে নিয়ে উত্তপ্ত করতে হবে—এরকম কয়েকবার করতে হবে যতক্ষণ না রিং এর মধ্যে স্বচ্ছ বর্ণহীন গুটি তৈরি হয়। এবার গরম গুটিকে পরীক্ষণীয় লবণের সংস্পর্শে এমনভাবে আনা হয় যাতে একটি বা দুটি খুবই ছোট কণা গুটিতে লেগে থাকে। এবার গুটিকে বিজারণ শিখায় উত্তপ্ত করা হয় যাতে লবণের কণা গুটির সঙ্গে মিশে যায়। গরম ও ঠান্ডা অবস্থায় গুটির রঙ লক্ষ করা হয়। আবার ওই গুটিকে জারক শিখায় ধরে অনুরূপ পরীক্ষা করা হয়।

বিজারক শিখা	জারক শিখা	সিদ্ধান্ত
1. গরম ও ঠান্ডা অবস্থায় গাঢ় নীল।	1. গরম ও ঠান্ডা অবস্থায় গাঢ় নীল।	1. কোবাল্ট যৌগ
2. গরম ও ঠান্ডা অবস্থায় পান্না সবুজ।	2. গরম ও ঠান্ডা অবস্থায় পান্না সবুজ।	2. ক্রোমিয়াম যৌগ
3. অস্বচ্ছ (opaque) লাল।	3. গরম অবস্থায় সবুজ, ঠান্ডা হলে নীল।	3. কপার যৌগ
4. গরম ও ঠান্ডা অবস্থায় সবুজ।	4. গরম অবস্থায় লাল, ঠান্ডা হলে হলুদ।	4. আয়রন যৌগ
5. গরম ও ঠান্ডা অবস্থায় বর্ণহীন।	5. গরম ও ঠান্ডা অবস্থায় লালাভ বেগুনী।	5. ম্যাঙ্গানিজ যৌগ
6. ঠান্ডা অবস্থায় অস্বচ্ছ ধূসর।	6. ঠান্ডা অবস্থায় লালাভ।	6. নিকেল যৌগ

মন্তব্য : প্রতিটি ধাতবমূলকের পরীক্ষার জন্য নতুন করে সোহাগা গুটির তৈরি করতে হবে। উচ্চতাপে বোরাক্স বিয়োজিত হয়ে সোডিয়াম মেটাবোরেট (NaBO_2) ও বোরন ট্রাই অক্সাইড (B_2O_3) তৈরি হয়। স্বচ্ছ কাচের মত গুটি NaBO_2 ও B_2O_3 এর মিশ্রণ। উচ্চতাপে লবণের ধাতব অক্সাইডে রূপান্তর ঘটে। এই ধাতব অক্সাইড গুটির সঙ্গে বিক্রিয়া করে ধাতব মেটাবোরেট তৈরি করে। কোবাল্ট ও ক্রোমিয়ামের ক্ষেত্রে জারণ ও বিজারণ উভয় শিখাতে $\text{Co}(\text{BO}_2)_2$ এবং $\text{Cr}(\text{BO}_2)_3$ অপরিবর্তিত থাকে সেইজন্য উভয় শিখাতে তাদের রঙ এক। আয়রন ও ম্যাঙ্গানিজ এর ক্ষেত্রে জারণ শিখায় যথাক্রমে ফেরিক ও ম্যাঙ্গানিজ মেটাবোরেট এবং বিজারণ শিখায় ফেরাস ও ম্যাঙ্গানাস মেটাবোরেট তৈরি হয় এইজন্য এদের দূরকম রঙ পাওয়া যায়। কপার ও নিকেলের ক্ষেত্রে জারণ শিখায় যথাক্রমে কিউপ্রিক ও নিকেল মেটাবোরেট তৈরি হয়, যা বিজারণ শিখায় ধাতুতে বিজারিত হয়।

মাইক্রোকসমিক-গুটি পরীক্ষা : অনেকে সোহাগা গুটির পরিবর্তে মাইক্রোকসমিক লবণের ($\text{NaNH}_4\text{HPO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) গুটিতে উপরোক্ত পরীক্ষাগুলি অনুমোদন করেন। যদিও দূরকামের পরীক্ষায় দুই শিখায় একই রঙ পাওয়া যায় কিন্তু মাইক্রোকসমিক গুটির রঙের উজ্জ্বলতা বেশি। সোহাগা গুটি পরীক্ষার মত একইরকমভাবে গুটি তৈরি করতে হয়। কাচের মত স্বচ্ছ NaPO_3 গুটি উত্তপ্ত অবস্থায় সাধারণত SiO_2



কে দ্রবীভূত করে না এইজন্য রঙীন গুটির মধ্যে সাদা অস্বচ্ছ কণা থাকলে বুঝতে হবে নমুনার মিশ্রণে সিলিকেট আছে। অবশ্য এমন অনেক সিলিকেট আছে যা NaPO_3 তে গরম অবস্থায় দ্রবীভূত হয়, অতএব গুটিতে অস্বচ্ছ কণার অনুপস্থিতি নির্দেশ করে না যে সিলিকেট অনুপস্থিত।

3.7.4 শিখা পরীক্ষা :

সবু কাচদণ্ডের মাথায় সংযুক্ত প্রায় দুই ইঞ্চি দৈর্ঘ্যের একটি পরিষ্কার প্লাটিনাম তারের অগ্রভাগ ঘড়ি-কাচে (watch-glass) রাখা বিশুদ্ধ ঘন HCl এ ডুবিয়ে দীপ্তিহীন দীপশিখায় উত্তপ্ত করা হল। দীপশিখায় কোন রঙ দেখা না গেলে বুঝতে হবে প্লাটিনাম তারে শিখা পরীক্ষায় বাধাদানকারী কোন অশুদ্ধি নেই। এবার প্লাটিনাম তারের অগ্রভাগ ঘন HCl এ ডিজিয়ে নমুনা চূর্ণে এমনভাবে স্পর্শ করান হল যাতে নমুনার একটি বা দুটি ছোটো কণা প্লাটিনাম তারে লেগে থাকে, তারপর প্লাটিনাম তারটির অগ্রভাগ দীপ্তিহীন দীপশিখার নিচের দিকে ধরা হল। নিম্নোক্ত পর্যবেক্ষণগুলি করা যাবে।

পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. উজ্জ্বল ও স্থায়ী সোনালী হলুদ বর্ণের শিখা। দুটি কোবাল্ট কাচের ভিতর দিয়ে দেখলে শিখা বর্ণহীন দেখায়।	1. সোডিয়াম লবণ।
2. হালকা বেগুনী শিখা, কোবাল্ট কাচের ভিতর দিয়ে দেখলে শিখা গাঢ় লালবর্ণের দেখায়।	2. প টাশিয়াম লবণ।
3. অস্থায়ী পোড়া ইটের মত লালবর্ণের শিখা।	3. ক্যালসিয়াম লবণ।
4. স্থায়ী গাঢ়-লাল বর্ণের শিখা।	4. স্ট্রন্ডিয়াম লবণ।
5. স্থায়ী হরিদ্রাভ-সবুজ বর্ণের শিখা।	5. বেরিয়াম লবণ।
6. উজ্জ্বল সবুজ বর্ণের শিখা।	6. কপার লবণ বা বোরিক অ্যাসিড (বা বোরের লবণ)
7. নীলাভ-সাদা বর্ণের অস্থায়ী শিখা।	7. লেড, আর্সেনিক, বিসমাথ বা অ্যান্টিমনির লবণ
8. ফিকে নীলাভ-সবুজ রঙের, সাপের জিভের মত দুভাগ করা এবং মাঝে কালো সূতোর মত শিখা।	8. টিনের লবণ।

মন্তব্য : যে সকল যৌগ ঘন HCl এর সহিত সহজে ক্লোরাইড যৌগে পরিণত হয় না তারা শিখা পরীক্ষায় সাড়া দেয় না। যেমন অদ্রাব্য BaSO_4 ও SrSO_4 —এদেরকে চারকোল গুঁড়া বা ফিল্টার পেপারের টুকরোর সঙ্গে পোড়ালে সহজে BaS ও SrS এ বিজারিত হয়। BaS ও SrS নিয়ে সহজে শিখা পরীক্ষা করা যায়।

কপার, লেড, আর্সেনিক, অ্যান্টিমনি, বিসমাথ ও টিনের যৌগ নিয়ে শিখা পরীক্ষা করলে প্লাটিনাম তার ধীরে ধীরে ক্ষয়প্রাপ্ত হয় এবং ভঙ্গুর হয়ে পড়ে। এইসকল মৌল প্লাটিনাম এর সঙ্গে ধাতুসংকর তৈরি করে বলে

প্রাটিনাম তার এইরূপ ক্ষতিগ্রস্ত হয়। এইজন্য PI^- তারের বদলে আজবেস্টস্ সুতো নিয়ে শিখা পরীক্ষা করা হয় এইসবক্ষেত্রে।

প্রতিটি ধাতবমূলকের শিখা পরীক্ষার জন্য পরিষ্কার প্রাটিনাম তার ব্যবহার করতে হয়। নিম্নলিখিতভাবে প্রাটিনাম তারকে অশুদ্ধি মুক্ত করা হয়। উত্তপ্ত প্রাটিনাম তারের কিছু অংশ সোহাগা বা $KHSO_4$ এর গুঁড়া লবণে নিমজ্জিত করা হয়, —এতে বেশ কিছু পরিমাণ লবণ তারে লেগে থাকে। এবার তারটি দীপ শিখায় উত্তপ্ত করলে গুঁড়া গলে গিয়ে আঁঠাল তরলে পরিণত হয়। এই উত্তপ্ত তরলকে তারের একপ্রান্ত থেকে আরেকপ্রান্ত পর্যন্ত কয়েকবার চালনা করা হয় এবং তারপর আজুলের টোকা দিয়ে সাবধানে ফেলে দেওয়া হয়। এরপর প্রাটিনাম তারটি কয়েকবার বিশুদ্ধ ঘন HCl এ ডুবিয়ে বুনসেন শিখায় উত্তপ্ত করা হয়। শিখা বর্ণহীন হলেই বোঝা যাবে প্রাটিনাম তার পরিষ্কার হয়েছে আর তা না হলে আবার প্রক্রিয়াটি পুনরায় করতে হবে যতক্ষণ পর্যন্ত না শিখা বর্ণহীন হয়।

নমুনায় সোডিয়াম যৌগ বর্তমান থাকলে তার উজ্জ্বল সোনালী হলুদ শিখা অন্যান্য মূলকের শিখার বর্ণকে সম্পূর্ণরূপে ঢেকে ফেলে। বিশেষত পটাশিয়ামের হালকা বেগুনী শিখা দেখাই যায় না। এই অসুবিধা দূর করার জন্য দুটি কোবাল্ট কাচের ভিতর দিয়ে শিখা দেখতে হবে।

খালি চোখে	দুটি কোবাল্ট কাচের ভিতর দিয়ে	সিদ্ধান্ত
1. উজ্জ্বল সোনালী হলুদ	1. বর্ণহীন	1. সোডিয়াম যৌগ
2. হালকা বেগুনী	2. গাঢ় লাল	2. পটাশিয়াম যৌগ
3. হালকা লাল	3. হালকা সবুজ	3. ক্যালসিয়াম যৌগ
4. গাঢ় লাল	4. বেগুনী	4. স্ট্রন্টিয়াম যৌগ
5. হরিদ্রাভ সবুজ	5. নীলাভ সবুজ	5. বেরিয়াম যৌগ

3.7.5 ম্যাঙ্গানীজ ও ক্রোমিয়ামের গলন পরীক্ষা :

উত্তাপন পরীক্ষা বা সোহাগা গুটি পরীক্ষায় যদি ম্যাঙ্গানীজ এবং / অথবা ক্রোমিয়ামের উপস্থিতির ইঙ্গিত পাওয়া যায় তাহলে গলন পরীক্ষায় এদের সঠিক সনাক্তকরণ করা যায়। লবণের অল্প পরিমাণ (50 মিগ্রা) সমপরিমাণ KNO_3 এবং দ্বিগুণ পরিমাণ অনার্দ্র Na_2CO_3 এর সঙ্গে মিশিয়ে অভ্রপাতে বা ভাঙ্গা পোসেলীন মুচির টুকরোর উপর রেখে তাপপ্রভাবে সম্পূর্ণরূপে বিগলিত করা হয়। গলিত পদার্থের বর্ণ সবুজ হলে ম্যাঙ্গানীজের এবং হলুদ হলে ক্রোমিয়ামের উপস্থিতি নির্দেশ করে। কিন্তু নমুনায় একসঙ্গে Mn ও Cr উপস্থিত থাকলে গলিত পদার্থের ঘন সবুজ বর্ণ হলুদ বর্ণকে সম্পূর্ণরূপে ঢেকে ফেলে।

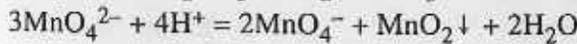
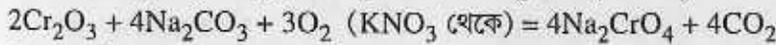
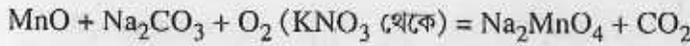
সবুজ অবশেষকে ঠাণ্ডা করে জলীয় দ্রবণ তৈরি করা হয়। এই দ্রবণকে লঘু HNO_3 বা CH_3COOH যোগে আম্লিক করা হয়। দ্রবণ ঘীরে ঘীরে বেগুনী বর্ণ ধারণ করে। ইহাই প্রমাণ করে নমুনায় Mn লবণের উপস্থিতি। হলুদ অবশেষকেও অনুরূপভাবে ঠাণ্ডা করে জলীয় দ্রবণ তৈরি করা হয়। দ্রবণকে লঘু CH_3COOH দ্বারা আম্লিক করে উত্তপ্ত করে CO_2 অপসারণ করা হয়। এরপর দ্রবণে অল্প পরিমাণ লেড অ্যাসিটেট দ্রবণ যোগ করা হয়। হলুদবর্ণের $PbCrO_4$ অধঃক্ষেপ তৈরি হয়।

ম্যাঙ্গানিজের উপস্থিতিতে ক্রোমিয়ামের সনাক্তকরণ : সবুজ অবশেষ থেকে জলীয় দ্রবণ তৈরি করে দুভাগ করা হল। প্রথম ভাগ দ্রবণে লঘু HNO_3 যোগ করে আক্লিক করা হল, —দ্রবণ ধীরে ধীরে বেগুনী বর্ণ ধারণ করল। এই দ্রবণের মধ্যে কয়েক ফোঁটা H_2O_2 দ্রবণ ও অল্প পরিমাণ অ্যামাইল অ্যালকোহল যোগ করে মিশ্রণটিকে ভালভাবে ঝাঁকানো হল। উপরের জৈবস্তর গাঢ় নীলবর্ণ ধারণ করল (পারক্রোমিক অ্যাসিড পরীক্ষা)। নমুনায় Cr এর উপস্থিতি নির্দেশ করে।

দ্বিতীয় ভাগ জলীয় দ্রবণকে লঘু CH_3COOH দ্বারা অ্যাসিডীয় করা হল। দ্রবণ ধীরে ধীরে বেগুনী বর্ণ ধারণ করল। এবার এই দ্রবণে অল্প পরিমাণ BaCl_2 দ্রবণ যোগ করা হল। অধঃক্ষেপ তৈরি হয় এবং পরিষ্কার করে দেখা গেল ইহা হলুদবর্ণের BaCrO_4 । এই পরীক্ষা প্রমাণ করে যে নমুনায় ক্রোমিয়াম বর্তমান।

উচ্চতাপমাত্রায় ম্যাঙ্গানিজ ও ক্রোমিয়াম লবণ বিয়োজিত হয়ে যথাক্রমে MnO ও Cr_2O_3 তৈরি করে। গলিত Na_2CO_3 ও KNO_3 এর সঙ্গে বিক্রিয়া করে এই অক্সাইড দুটি যথাক্রমে সবুজ ম্যাঙ্গানেট (MnO_4^{2-}) এবং হলুদ ক্রোমেট (CrO_4^{2-}) তৈরি করে। এই গলন বিক্রিয়ায় KNO_3 জারক পদার্থরূপে Mn^{2+} কে Mn^{6+} এ এবং Cr^{3+} কে Cr^{6+} এ জারিত করে।

অ্যাসিড মাধ্যমে সবুজ MnO_4^{2-} থেকে বেগুনী বর্ণের HMnO_4 তৈরি হয়। হলুদ CrO_4^{2-} অ্যাসিড মাধ্যমে (CH_3COOH) কমলাবর্ণের $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ তৈরি করে। লঘু অ্যাসেটিক অ্যাসিড মাধ্যমে $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ থেকে লেড অ্যাসিটেট বা BaCl_2 এর বিক্রিয়ায় হলুদ বর্ণের PbCrO_4 বা BaCrO_4 তৈরি হয়। $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ এর সহিত H_2O_2 এর বিক্রিয়ায় নীলবর্ণের CrO_5 তৈরি হয়। CrO_5 অ্যামাইল অ্যালকোহলে দ্রবীভূত হয়ে উহার বর্ণকে নীল করে।



3.7.6 অ্যামোনিয়াম মূলকের পরীক্ষা :

অল্প পরিমাণ নমুনার সঙ্গে সোডালাইম বা NaOH দ্রবণ যোগ করে উত্তপ্ত করলে ঝাঁকালো গন্ধযুক্ত NH_3 গ্যাস নির্গত হয় যা লাল লিটমাস কাগজকে নীল করে, $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ দ্রবণ সিস্ত কাগজকে কালো করে এবং নেসলার দ্রবণে বাদামী অধঃক্ষেপ তৈরি করে।

3.8 আর্দ্র পরীক্ষার জন্য লবণ মিশ্রণের দ্রবণ প্রস্তুতি

অজানা লবণগুলির মিশ্রণে ধাতবমূলকগুলির সনাক্তকরণ ও বিশেষত রীতিবন্ধ বিশ্লেষণের জন্য দ্রবণের প্রয়োজন হয়। দ্রবণ তৈরির জন্য নিম্নলিখিত দ্রাবক ব্যবহার করা যেতে পারে।

(i) পাতিত জল (ii) লঘু [5–6(N)] HCl দ্রবণ

(iii) অম্লরাজ (aqua regia) [1 আয়তন গাঢ় HNO_3 + 3 আয়তন গাঢ় HCl]

অল্প পরিমাণ লবণ মিশ্রণ (~100 mg) নিয়ে জল সহযোগে দ্রাব্যতা পরীক্ষা করতে হয়। জলীয় দ্রবণের কয়েক ফোঁটা ঘড়ি কাঁচে (Watch glass) নিয়ে বাষ্পীভবন করলে যদি কোন অবশেষ না থাকে তাহলে লবণ

মিশ্রণ জলে সম্পূর্ণ অদ্রাব্য। ঠান্ডা অবস্থায় সম্পূর্ণ বা আংশিক দ্রাব্য না হলে জল ও লবণের মিশ্রণকে 10-15 মিনিট উত্তপ্ত জলগাহে (Water bath) রাখা যেতে পারে। লবণ সম্পূর্ণ দ্রবীভূত হলে জলীয় দ্রবণ নিয়ে সমস্ত আর্দ্র পরীক্ষা করা যাবে। এইক্ষেত্রে অন্য কোন দ্রাবকের প্রয়োজন হবে না।

লবণ আংশিক দ্রাব্য হলে পরিষ্কাবণ বা অপকেন্দ্রণ প্রক্রিয়ার দ্বারা অদ্রাব্য অংশকে জলীয় দ্রবণ থেকে পৃথক করা হয়।

<p>অবশেষ : কয়েকবার জল দিয়ে ধুয়ে অবশেষকে জলীয় দ্রবণে দ্রবীভূত ধাতবমূলক থেকে মুক্ত করা হয়। এই ধৌত অবশেষের সঙ্গে লঘু HCl দ্রবণ যোগ করে গরম করা হয়। তিনটি অবস্থায় সৃষ্টি হতে পারে। অবশেষ (i) সম্পূর্ণ অদ্রাব্য বা (ii) আংশিক দ্রবীভূত বা (iii) সম্পূর্ণ দ্রবীভূত হতে পারে।</p> <p>সম্পূর্ণ দ্রবীভূত হলে লঘু HCl এর দ্রবণ নিয়ে বিশ্লেষণ করা যাবে।</p> <p>সম্পূর্ণ অদ্রবীভূত অবস্থা নির্ণয় করতে হলে মিশ্রণ থেকে কয়েক ফোঁটা স্বচ্ছ লঘু HCl দ্রবণ ড্রপারের সাহায্যে নিয়ে অ্যামোনীয় করে তার সঙ্গে কয়েক ফোঁটা PO_4^{3-} এর দ্রবণ যোগ করতে হবে। যদি কোন অধঃক্ষেপ না তৈরি হয়, তাহলে লবণের অদ্রাব্য অবস্থা নির্দেশিত হয়।</p>	<p>জলীয় দ্রবণ</p>
<p>অবশেষ আংশিক দ্রবীভূত হলে তা দ্রবণ থেকে পৃথক করা হয় অপকেন্দ্রণ বা পরিষ্কাবণের দ্বারা।</p>	
<p>অবশেষকে কয়েকবার লঘু HCl দ্রবণ দিয়ে ধুয়ে নিতে হবে লঘু HCl দ্রবণে দ্রবীভূত ধাতবমূলকগুলি থেকে মুক্ত করার জন্য। ধৌত অবশেষ অল্প পরিমাণ অল্পরাজের সঙ্গে পোসেলিন মুচিতে নিয়ে উত্তপ্ত করে ভেজা ময়দার অবস্থায় নিয়ে যাওয়া হয়। তারপর ঠান্ডা করে অবশেষকে অল্প গাঢ় HCl দ্রবণ দিয়ে ভিজিয়ে উত্তপ্ত করা হয় বাদামী NO_2 গ্যাস বিতাড়িত করার জন্য। গাঢ় HCl দ্রবণ সহযোগে উত্তাপন কয়েকবার করতে হয় যে পর্যন্ত বাদামী NO_2 গ্যাস বাহির না হয়। অবশ্য কোন অবস্থায় অবশেষকে বেশি উত্তপ্ত (বা ভর্জিত) করা হয় না কারণ তখন অদ্রবণীয় ধাতব অক্সাইড লবণ তৈরির সম্ভাবনা দেখা দিতে পারে।</p> <p>এরপর অবশেষকে লঘু HCl দ্রবণ সহযোগে গরম করা হয়। যদি অবশেষ সম্পূর্ণ দ্রবীভূত না হয় তাহলে অবশেষকে পৃথক করতে হবে দ্রবণ থেকে।</p>	<p>লঘু HCl এর দ্রবণ : ধাতব মূলকগুলির বিশ্লেষণের জন্য ব্যবহার করা হয়।</p> <p>সতর্কতা : লঘু HCl দ্রবণ নিয়ে ধাতব মূলকগুলির রীতিবন্ধ বিশ্লেষণের সময় অ্যাসিডের মাত্রা কমিয়ে $[-0.3(N)]$ নিয়ে শ্রেণি II থেকে শুরু করতে হয়। কিন্তু অ্যাসিডের মাত্রা বেশি কমে গেলে বিসমাথ ও অ্যান্টিমনির অক্সিফ্লোরাইড হিসাবে সাদা রঙের অধঃক্ষেপণ শুরু হতে পারে।</p>
<p>অবশেষকে দু-একবার গরম লঘু HCl দিয়ে ধুয়ে নিতে হবে। এই অবশেষকে অদ্রবণীয় লবণের বিশ্লেষণের জন্য [3.16] দেখুন।</p>	<p>দ্রবণ নিয়ে অ্যাসিডের মাত্রা কমিয়ে $[-0.3(N)]$ নিয়ে ধাতবমূলকগুলির জন্য রীতিবন্ধ বিশ্লেষণ শুরু করা যেতে পারে।</p>

মন্তব্য : (1) কয়েকটি লবণ যথা কমলা অ্যান্টিমনি সালফাইড, হলুদ টিন সালফাইড এবং কালো MnO_2 গাঢ় HCl দ্রবণে উত্তপ্ত অবস্থায় দ্রবীভূত হয়। এইসব লবণের উপস্থিতি সন্দেহ হলে লঘু HCl এর বদলে গাঢ় HCl দ্রবণ ব্যবহার করতে হবে। তারপর দ্রবণে অ্যাসিডের মাত্রা কমিয়ে [-0.3(N)] বিশ্লেষণের জন্য ব্যবহার করতে হবে।

3.9 অধঃক্ষেপণের সাহায্যে ধাতবমূলকগুলির বিশ্লেষক শ্রেণিতে পৃথকীকরণ

প্রত্যেকটি শ্রেণির ধাতবমূলকগুলিকে নির্দিষ্ট বিকারকের সাহায্যে অদ্রাব্য লবণ হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত করা হয়। পরিষ্কার বা অপকেন্দ্রণ (Centrifuge) প্রক্রিয়ার দ্বারা দ্রবণ থেকে অধঃক্ষেপকে পৃথক করা হয়। পরিষ্কৃত বা অপকেন্দ্র প্রক্রিয়াজাত দ্রবণ থেকে ঠিক পরবর্তী শ্রেণির ধাতবমূলকগুলিকে নির্দিষ্ট বিকারকের সাহায্যে অদ্রাব্য লবণ হিসাবে পৃথক করা হয়। এইভাবে পরবর্তী শ্রেণির ধাতবমূলকগুলিকে অদ্রাব্য লবণ হিসাবে নির্দিষ্ট অধঃক্ষেপকের সাহায্যে আলাদা করা হয়। প্রত্যেকটি শ্রেণির ধাতবমূলকগুলিকে অধঃক্ষেপ হিসাবে সম্পূর্ণরূপে পৃথক করার জন্য সবসময় প্রয়োজনের তুলনায় ঠিক বেশি অধঃক্ষেপক যোগ করতে হবে।

বিশ্লেষক শ্রেণি I : Pb^{2+} , Ag^+ এবং Hg_2^{2+}

উপরোক্ত ধাতবমূলকগুলি লঘু [0.2–0.3(M)] HCl দ্রবণের দ্বারা অদ্রাব্য ক্লোরাইড লবণ হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হয়। পরবর্তী শ্রেণির ধাতবমূলকগুলি দ্রবণে তাকে কারণ তাদের ক্লোরাইড লবণ জলে দ্রাব্য। সম্পূর্ণ Pb^{2+} কে $PbCl_2$ হিসাবে অপসারিত করা যায় না কিছু অংশ জটিল $PbCl_4^{2-}$ হিসাবে দ্রবণে দ্রবীভূত থাকে যা বিশ্লেষক শ্রেণি II এ অপসারিত হয়।

বিশ্লেষক শ্রেণি II : IIA : Hg^{2+} , Pb^{2+} , Bi^{3+} , Cu^{2+} , Cd^{2+}

IIIB : As^{3+} , As^{5+} , Sb^{3+} , Sb^{5+} , Sn^{2+} , Sn^{4+}

0.3(M) HCl মাধ্যমে গরম (70–80° C) অবস্থায় H_2S গ্যাস দ্বারা দ্রবণ সংপৃক্ত করলে বিশ্লেষক শ্রেণি II এর ধাতবমূলকগুলি অদ্রাব্য সালফাইড হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হয়। অ্যাসিডের মাত্রা 0.3(M) এর কম হলে শ্রেণি IIIB ধাতব মূলকগুলির কম অদ্রাব্য সালফাইডের অধঃক্ষেপণ ঘটতে পারে আবার অ্যাসিডের মাত্রা 0.3(M) এর বেশি হলে শ্রেণি II এর Pb^{2+} , Cd^{2+} ও Sn^{2+} মূলকগুলির অদ্রাব্য সালফাইড হিসাবে অধঃক্ষেপণ না হওয়ার সম্ভাবনা দেখা দেবে। কারণ ইহাদের সালফাইডের দ্রাব্যতা গুণফল শ্রেণি II এর অন্যান্য মূলকের থেকে অনেকটা বেশি। H_2S গ্যাস চালিত করার পূর্বে দ্রবণে HCl এর গাঢ়ত্ব 0.3(M) এর কাছাকাছি ঠিক করে নিতে হবে। নিম্নলিখিতভাবে অ্যাসিডের গাঢ়ত্ব ঠিক করা যেতে পারে।

কাচের দণ্ড দিয়ে নাড়ানো অবস্থায় দ্রবণে ফোঁটা ফোঁটা গাঢ় NH_3 দ্রবণ যোগ করতে হবে যতক্ষণ না দ্রবণ হালকা ক্ষারীয় হয়। অত্যন্ত হালকা স্থায়ী অধঃক্ষেপ তৈরি হবে এই অবস্থায়। এবার ফোঁটা ফোঁটা লঘু দ্রবণ HCl [5(M)] যোগ করা হল দ্রবণে নাড়ানো অবস্থায় যে পর্যন্ত না দ্রবণ আম্লিক হয় (লিটমাস কাগজ পরীক্ষা)। এবার দ্রবণের মোট আয়তন অনুযায়ী লঘু [5(M)] HCl যোগ করে দ্রবণের অ্যাসিড গাঢ়ত্ব মাত্রা 0.3(M) এর কাছাকাছি নিয়ে যেতে হবে।

আবার H_2S গ্যাস চালনার পূর্বে নিম্নলিখিত বিষয়ে খেয়াল রাখতে হবে।

Sn^{2+} এর সালফাইড অধঃক্ষেপ আঠাল এবং 2(M) KOH দ্রবণে আংশিক দ্রাব্য। হলুদ অ্যামোনিয়াম সালফাইড দ্রবণে অবশ্য SnS সহজে দ্রাব্য কারণ SnS জারিত হয়ে SnS_2 তৈরি করে হলুদ অ্যামোনিয়াম সালফাইডের দ্বারা। শ্রেণি IIA ও IIB ধাতব মূলকের সালফাইড লবণগুলির পৃথকীকরণ করা হয় হলুদ অ্যামোনিয়াম সালফাইড দ্রবণ বা অধিকতর কার্যকারী 2(M) KOH দ্রবণের সাহায্যে।

এইজন্য H_2S চালনার পূর্বে অল্প H_2O_2 দ্রবণ যোগ করে Sn^{2+} কে Sn^{4+} এ জারিত করা হয়। অতিরিক্ত H_2O_2 কে বিয়োজিত করা হয় দ্রবণকে ফুটিয়ে (গ্যাস বার্নার থেকে দ্রবণকে সরিয়ে আনলে যদি দেখা যায় দ্রবণে কোন বুদবুদ তৈরি হচ্ছে না তাহলে বুঝতে হবে অতিরিক্ত H_2O_2 সম্পূর্ণ বিয়োজিত হয়েছে।) অতিরিক্ত H_2O_2 এর বিয়োজন জরুরী কারণ H_2O_2 এর দ্বারা H_2S জারিত হয়ে সালফারের অধঃক্ষেপ তৈরি করবে।

আবার প্রাথমিক পরীক্ষায় যদি কোন জারক দ্রব্যের (CrO_4^{2-} , AsO_4^{3-} , Fe^{3+}) উপস্থিতি জানা থাকে তাহলে H_2S চালনার পূর্বে দু-ফোঁটা 100% NH_4I দ্রবণ যোগ করতে হবে। NH_4I এর উপস্থিতিতে H_2S অতি সহজে জারক দ্রব্যকে বিজারিত করে। অ্যাসিড মাধ্যমে H_2S খুব ধীরে ধীরে জারক দ্রব্যকে বিজারিত করে। বিকল্প ব্যবস্থা হিসাবে SO_2 গ্যাস দ্রবণে প্রবাহিত করলে জারক দ্রব্য বিজারিত হবে এবং অতিরিক্ত SO_2 কে বিতাড়িত করতে হবে দ্রবণকে ফুটিয়ে (অ্যাসিডীয় $K_2Cr_2O_7$ কাগজ দ্বারা পরীক্ষা) তা নাহলে ইহা H_2S এর সঙ্গে বিক্রিয়া করে সালফার উৎপন্ন করবে। এই প্রক্রিয়ায় সবসময় কিছুটা SO_4^{2-} তৈরি হয় যা দ্রবণে উপস্থিত Pb^{2+} , Ba^{2+} ও Sr^{2+} কে অদ্রাব্য সালফেট লবণরূপে পৃথক করে দেয়। এইজন্য SO_2 গ্যাসের পরিবর্তে NH_4I এর ব্যবহার অনেক বেশি কার্যকারী।

শ্রেণি II এর ধাতবমূলকগুলির সালফাইড লবণগুলিকে দ্রবণ থেকে পৃথক করার পর H_2S গ্যাস সংপৃক্ত 5% NH_4Cl দ্রবণ দিয়ে দু একবার ধুয়ে নিতে হয় যাতে ভেজা সালফাইড বাতাসের সংস্পর্শে সালফেটে (বিশেষত $CuS \rightarrow CuSO_4$) পরিবর্তিত হতে না পারে। দ্রবণে পরবর্তী শ্রেণির ধাতব মূলকগুলি দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে।

বিচ্ছেদক শ্রেণি IIIA : Fe^{3+} , Cr^{3+} , Al^{3+} :

শ্রেণি II এর ধাতবমূলকগুলি সালফাইড হিসাবে পৃথক করার পর দ্রবণকে ফুটিয়ে H_2S মুক্ত করা হয় [$Pb(Ac)_2$ কাগজ দিয়ে পরীক্ষা করে দেখতে হবে]। এরপর 1-2 cm³ গাড় HNO_3 দ্রবণে যোগ করে ফোঁটানো হল Fe^{2+} কে Fe^{3+} এ জারিত করার জন্য কারণ Fe^{2+} অ্যামোনিয়া মাধ্যমে অসম্পূর্ণভাবে অধঃক্ষিপ্ত হয়। মূল দ্রবণে Fe^{3+} উপস্থিত থাকলেও H_2S এর সংস্পর্শে তা Fe^{2+} এ বিজারিত হয় এইজন্য NH_4Cl ও NH_3 দ্রবণ যোগ করার পূর্বে দ্রবণকে সবসময় গাড় HNO_3 দিয়ে ফুটিয়ে নিতে হবে। অর্থাৎ ক্ষারীয় মাধ্যমে শ্রেণি IIIA এর ধাতব মূলকগুলি অদ্রাব্য হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন করে। ক্ষারীয় দ্রবণে শ্রেণি IIIB, IV ও Mg^{2+} এর বোরোট, ফ্লোরাইড, সিলিকেট ও ফসফেট অদ্রবণীয়, সেজন্য শ্রেণি IIIA এর সাথে এদের অধঃক্ষেপণ হবে। অতএব বোরোট, ফ্লোরাইড, সিলিকেট ও ফসফেট অ্যাসিডমূলক উপস্থিত থাকলে শ্রেণি IIIA ধাতবমূলকগুলির পৃথকীকরণের পূর্বে উপরোক্ত অ্যাসিডমূলকগুলির অপসারণ [2.6.1, 2.6.2, 2.6.3.1 বা 2.6.3.2 দেখুন] করতে হবে। NH_4Cl এর উপস্থিতিতে NH_4OH দ্রবণ দ্বারা শুধুমাত্র শ্রেণি IIIA ধাতবমূলকগুলি হাইড্রক্সাইড হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হবে।

শ্রেণি IIIA এর ধাতবমূলকগুলি হাইড্রক্সাইড হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত করে পৃথক করার পর দ্রবণে পরবর্তী

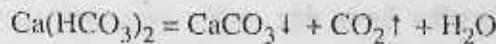
শ্রেণির ধাতবমূলকগুলি দ্রবীভূত তাকে। গাঢ় HNO_3 দিয়ে ফোটারোর সময় Mn^{2+} জারিত হয়ে কিছুটা Mn^{4+} তৈরি করে এবং শ্রেণি IIIA হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষেপের সঙ্গে Mn^{4+} অধঃক্ষিপ্ত হয় $\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ হিসাবে।
বিশ্লেষক শ্রেণি IIIB : Co^{2+} , Ni^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+}

শ্রেণি IIIA ধাতবমূলকগুলি পৃথক করার পর দ্রবণে অল্প লঘু ($1-2 \text{ cm}^3$) NH_3 দ্রবণ যোগ করা হয়। উত্তপ্ত অবস্থায় দ্রবণের মধ্যে H_2S গ্যাস 30 সেকেন্ড— 1 মিনিট সময় ধরে চালনা করা হল। ক্ষারীয় মাধ্যমে সহজে H_2S দ্রবীভূত হয় এবং অ্যাসিডীয় মাধ্যমের তুলনায় বেশি পরিমাণ S^{2-} তৈরি হয় এবং যা এই শ্রেণির ধাতব মূলকগুলির সালফাইড হিসাবে অধঃক্ষেপণের পক্ষে যথেষ্ট। বেশীক্ষণ ধরে H_2S চালনা করলে আংশিকভাবে কলয়েডীয় NiS তৈরি হবে। দ্রবণ রঙীন ও ঘোলাটে হলে বুঝতে হবে NiS এর কলয়েডীয় দ্রবণ তৈরি হয়েছে। ইহা পরিষ্কার বা অপকেন্দ্রণ প্রক্রিয়ার দ্বারা দ্রবণ থেকে পৃথক করা যায় না। ওই ঘোলাটে দ্রবণে লঘু CH_3COOH অ্যাসিড যোগ করে অ্যাসিডীয় করে ফেটালে NiS এর অধঃক্ষেপ ঘনীভূত (Coagulated) হবে। ফিল্টার কাগজ টুকরো করে জলে ফেটালে কাগজের মণ্ড তৈরি হবে। এবার CH_3COOH মিশ্রিত দ্রবণের মধ্যে এই মণ্ড যোগ করে পরিষ্কার করলে স্বচ্ছ পরিস্ফুট পাওয়া যাবে। এই অধঃক্ষেপ নিয়ে আলাদাভাবে Ni এর পরীক্ষা করা যেতে পারে বা মূল অধঃক্ষেপের সঙ্গে মেশানোর পর Ni এর পরীক্ষা করা যায়। শ্রেণি IIIB ধাতবমূলকগুলি পৃথক করার পর প্রাপ্ত দ্রবণ শীঘ্র লঘু HCl দিয়ে অ্যাসিডীয় করে ফেটালে H_2S দ্রবীভূত হবে। দেরী করলে আমোনিয়াম সালফাইড বাতাস থেকে অক্সিজেন গ্রহণ করে জারিত হয়ে $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ তৈরি করবে। তখন দ্রবণে Ba^{2+} ও Sr^{2+} থাকলে অদ্রবণীয় সালফেটের অধঃক্ষেপণ হবে। এছাড়া দ্রবণ অ্যাসিডীয় করার জন্য বাতাস থেকে CO_2 শোষণ দ্বারা $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ তৈরি হবে না। $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ তৈরি হলে তা শ্রেণি IV এর ধাতবমূলকগুলির অদ্রবণ কার্বনেট অধঃক্ষেপ তৈরি করত।

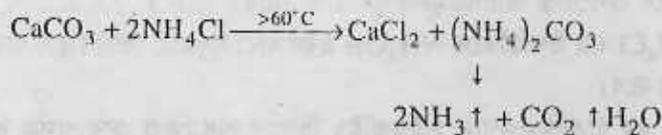
শ্রেণি IIIB ধাতবমূলকগুলির সালফাইড অধঃক্ষেপকে পৃথক করার পর H_2S গ্যাস সংপৃক্ত 1% NH_4Cl দ্রবণ দিয়ে দু-একবার ধুয়ে নিতে হবে যাতে ভেজা সালফাইড বাতাসের সংস্পর্শে সালফেটে পরিবর্তিত হতে না পারে।
বিশ্লেষক শ্রেণি IV ; Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+}

শ্রেণি IIIB ধাতবমূলকগুলি সালফাইড হিসাবে পৃথক করার পর প্রাপ্ত দ্রবণকে আম্লিক করে ফুটিয়ে H_2S অপসারণ করা হয়। এই দ্রবণকে NH_3 দ্রবণ যোগ করে ক্ষারীয় করার পর সদ্যপ্রস্তুত সংপৃক্ত $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ এর দ্রবণ যোগ করে Ba^{2+} , Sr^{2+} ও Ca^{2+} এর কার্বনেট হিসাবে অধঃক্ষেপণ সম্পূর্ণ করা হয়। এরপর অধঃক্ষেপ সহ দ্রবণকে $50-60^\circ\text{C}$ তাপমাত্রায় পাঁচমিনিট মত রাখা হয়।

দ্রবণটি $50-60^\circ\text{C}$ তাপমাত্রায় গরম করলে যদি কোন দ্রাব্য বাইকার্বনেট লবণ তৈরি হয় তা বিয়োজিত হয়ে গিয়ে অদ্রাব্য কার্বনেট তৈরি করবে।



আবার 60°C এর বেশি উত্তপ্ত করলে বা ফেটালে অদ্রাব্য কার্বনেট দ্রবীভূত হতে থাকবে নিম্নলিখিত বিক্রিয়ার জন্য।



শ্রেণি IIIB হইতে প্রাপ্ত দ্রবণে প্রচুর পরিমাণে অ্যাসিডধর্মী NH_4^+ থাকে। ইহা CO_3^{2-} এর সহিত বিক্রিয়া করে বাইকার্বনেট উৎপন্ন করে। কার্বনেটের গাঢ়ত্ব কমে যায় এবং ধাতবমূলকগুলির (Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+}) কার্বনেট হিসাবে আংশিক অধঃক্ষেপণ হয়।



এইজন্য শ্রেণি IIIB হইতে প্রাপ্ত দ্রবণের বেশিরভাগ NH_4^+ কে দূরীভূত করতে হয় প্রথমে তারপর কার্বনেট অধঃক্ষেপণের জন্য ওই দ্রবণ কাজে লাগানো হয়। একটি পোসেলিন মুচিতে শ্রেণি IIIB হইতে প্রাপ্ত দ্রবণ নিয়ে উত্তপ্ত করে প্রায় শুষ্ক করা হয়। তারপর ঠাণ্ডা করে ড্রপারের সাহায্যে $3-4\text{cm}^3$ গাঢ় HNO_3 মুচির চারপাশের দেওয়ালের গা বেয়ে এমনভাবে যোগ করা হয় যাতে মুচির দেওয়ালের গায়ে জমে থাকা কঠিন লবণ ধুয়ে মুচির তলদেশে চলে আসে। এবার আবার উত্তপ্ত করে দ্রবণকে শুষ্ক করা হয়। NH_4NO_3 লবণ সহজে কম তাপমাত্রায় বিয়োজিত হয়।



মুচিকে ঠাণ্ডা করে জল বা লঘু HCl দ্রবণ দিয়ে অবশেষ থেকে দ্রবণ তৈরি করা হয় গরম করে। এরপর এই দ্রবণে পরিমাণমত NH_4Cl , NH_4OH ও $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ যোগ করে কার্বনেটের অধঃক্ষেপণ সম্পূর্ণ করা হয়।

অল্পমাত্রায় শ্রেণি IV ধাতবমূলকের কার্বনেটের দ্রবণীয়তা থাকে অ্যামোনিয়াম লবণের দ্রবণে। এইজন্য কার্বনেট হিসাবে তাদের পৃথক করার পরেও পরিস্রুত দ্রবণে খুব অল্প পরিমাণ Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} দ্রবীভূত থাকে যা পরবর্তী শ্রেণি V এর Na^+ ও K^+ এর শিখা পরীক্ষায় এবং Mg^{+2} এর সহিত Na_2HPO_4 পরীক্ষায় বিঘ্ন ঘটায়। এইজন্য পরিস্রুত দ্রবণের সহিত অল্প $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ দ্রবণ ও $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ দ্রবণ মিশিয়ে গরম করা হয়। যদি অধঃক্ষেপ পাওয়া যায় তা হেঁকে পৃথক করতে হবে। তাহলে Ba^{2+} , Sr^{2+} ও Ca^{2+} এর জন্য বিঘ্নের সম্ভাবনা থাকবে না।

বিশ্লেষক শ্রেণি V : Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , NH_4^+

শ্রেণি IV ধাতবমূলকগুলি পৃথক করে প্রাপ্ত দ্রবণে প্রচুর পরিমাণ NH_4^+ থাকে যা Mg^{2+} ও Na^+ এর পরীক্ষার সুবেদিতা (Sensitivity) কমিয়ে দেয় এবং K^+ এর পরীক্ষার সরাসরি বিঘ্ন ঘটায়। এইজন্য দ্রবণ থেকে NH_4^+ কে দূরীভূত করতে হয়। পোসেলিন মুচিতে দ্রবণ নিয়ে উত্তপ্ত করে প্রায় শুষ্ক করে ভিজে ময়দার মত করা হয়। এরপর ঠাণ্ডা করে $3-4\text{cm}^3$ গাঢ় HNO_3 দিয়ে সমস্ত অবশেষ মুচির তলদেশে জড় করে আবার উত্তপ্ত করে শুষ্ক করা হয়। উদ্বায়ী NH_4NO_3 বিয়োজিত হয়। ঠাণ্ডা অবস্থায় সাদা অবশেষ শ্রেণি V ধাতব মূলকের উপস্থিতি প্রমাণ করে। অবশেষের অলীয় দ্রবণ তৈরি করা হয়। এই শ্রেণির জন্য কোন নির্দিষ্ট বিকারক নেই। দ্রবণের একটি করে অংশ নিয়ে Mg^{2+} , Na^+ ও K^+ এর পরীক্ষা করা হয়। NH_4^+ যদিও শ্রেণি V-এর অন্তর্ভুক্ত কিন্তু পূর্ববর্তী কয়েকটি শ্রেণির পৃথকীকরণের সময় NH_4^+ যোগ করা হয়েছে এইজন্য আদি দ্রবণে বা লবণে NH_4^+ এর পরীক্ষা করতে হয়।

অধঃক্ষেপকে দ্রবণ থেকে আলাদা করার জন্য পরিস্রাবণ বা অপকেন্দ্রণ প্রক্রিয়া গ্রহণ করা হয়। লেখচিত্রে শুধু পরিস্রাবণের কথা উল্লেখ করা হয়েছে। এই অধ্যায়ে বিশ্লেষক শ্রেণির ধাতবমূলকগুলির অধঃক্ষেপ হিসাবে পৃথকীকরণের সময় ক্ষেত্রানুযায়ী শ্রেণি বিকারকের (Group Reagent) ব্যবহারবিধি, অধঃক্ষেপ ও পরিস্রুত

ধ্রুবণের নানারকম সমস্যা নিয়ে বিশদ আলোচনা করা হয়েছে। বিশ্লেষক শ্রেণির ধাতবমূলকগুলির অধঃক্ষেপ অনুযায়ী শ্রেণি হিসাবে বিভাগীকরণ ও পৃথকীকরণের পরিলেখ (Outline) দেওয়া হয়েছে।

ধাতবমূলকগুলির বিশ্লেষক শ্রেণিতে বিভাগীকরণ :

বিশ্লেষক শ্রেণি	শ্রেণি বিকারক	মূলক	অধঃক্ষেপ
I	0.2–0.3(M) HCl	Pb ²⁺	PbCl ₂ (সাদা)
		Ag ⁺	AgCl (সাদা)
		Hg ₂ ²⁺	Hg ₂ Cl ₂ (সাদা)
II	0.3(M)HCl + H ₂ S	Hg ²⁺	Hgs (কালো)
		Pb ²⁺	PbS (কালো)
		Bi ³⁺	Bi ₂ S ₃ (কালো)
		Cu ²⁺	CuS (কালো)
		Cd ²⁺	CdS (হলুদ)
		As ³⁺	As ₂ S ₃ (হলুদ)
		As ⁵⁺	As ₂ S ₅ (হলুদ)
		Sb ³⁺	Sb ₂ S ₃ (কমলা)
		Sb ⁵⁺	Sb ₂ S ₅ (কমলা)
		Sn ²⁺	SnS (হলুদ)
		Sn ⁴⁺	SnS ₂ (হলুদ)
IIIA	NH ₄ Cl + NH ₄ OH	Fe ³⁺	Fe(OH) ₃ (বাদামী)
		Al ³⁺	Al(OH) ₃ (সাদা)
		Cr ³⁺	Cr(OH) ₃ (সবুজ)
IIIB	NH ₄ Cl + NH ₄ OH, H ₂ S	Co ²⁺	CoS (কালো)
		Ni ²⁺	NiS (কালো)
		Mn ²⁺	MnS (বেগুনী)
		Zn ²⁺	ZnS (সাদা)
IV	NH ₄ Cl + NH ₄ OH, (NH ₄) ₂ CO ₃	Ba ²⁺	BaCO ₃ (সাদা)
		Sr ²⁺	SrCO ₃ (সাদা)
		Ca ²⁺	CaCO ₃ (সাদা)
V	কোন বিকারক নাই	Mg ²⁺	
		Na ⁺	
		K ⁺	
		NH ₄ ⁺	

I নং লেখচিত্র

ধাতবমূলকগুলির বিশ্লেষক শ্রেণিতে পৃথকীকরণের লেখচিত্র :

ধাতবমূলকগুলির (শ্রেণি I-V) দ্রবণ

0.2-0.3 (M) HCl

দ্রবণ

পরিশ্রাবণ

অধঃক্ষেপ

শ্রেণি I এর অদ্রব্য ধাতব ক্লোরাইড
PbCl₂, AgCl, Hg₂Cl₂

পরিশ্রুত দ্রবণ

শ্রেণি II-V এর ধাতবমূলক

0.3(M) HCl + 3% H₂O₂, উত্তপ্ত
বিয়োজিত করে H₂S চালনা করা হয়
অধঃক্ষেপণ সম্পূর্ণ হওয়া পর্যন্ত

পরিশ্রাবণ

অধঃক্ষেপ

শ্রেণি II এর অদ্রব্য ধাতব সালফাইড
HgS, PbS, Bi₂S₃, CuS, CdS,
As₂S₃, As₂S₅, Sb₂S₃, Sb₂S₅, SnS₂

পরিশ্রুত দ্রবণ

শ্রেণি IIIA-V এর ধাতবমূলক

দ্রবণ ফুটিয়ে H₂S দূরীভূত, গাঢ়
HNO₃(1-2 cm³) দিয়ে ফোটানো,
ঠান্ডা করার পর NH₄Cl + NH₄OH

পরিশ্রাবণ

অধঃক্ষেপ

শ্রেণি IIIA এর অদ্রব্য ধাতব
হাইড্রক্সাইড Fe(OH)₃, Cr(OH)₃,
Al(OH)₃ এবং অল্প MnO₂xH₂O

পরিশ্রুত দ্রবণ

শ্রেণি IIIB-V এর ধাতবমূলক

NH₄OH + গরম অবস্থায় H₂S চালনা
করা হয় 30 সেকেন্ড-এক মিনিট পর্যন্ত

পরিশ্রাবণ

অধঃক্ষেপ

শ্রেণি IIIB এর অদ্রব্য ধাতব সালফাইড
ZnS, MnS, NiS, CoS

পরিশ্রুত দ্রবণ

শ্রেণি IV-V এর ধাতবমূলক

NH₄ + কে দূরীভূত করে NH₄Cl +
NH₄OH + (NH₄)₂CO₃

পরিশ্রাবণ

পরিশ্রুত দ্রবণ

শ্রেণি IV এর অদ্রব্য ধাতব কার্বনেট
BaCO₃, SrCO₃, CaCO₃

পরিশ্রুত দ্রবণ

শ্রেণি V এর ধাতবমূলক

2 নং লেখচিত্র

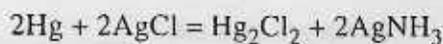
3.10 বিশ্লেষক শ্রেণি I ধাতবমূলকগুলির পৃথকীকরণ ও সনাক্তকরণ

3.10.1 পৃথকীকরণ :

$PbCl_2$, $AgCl$ ও Hg_2Cl_2 এর সাদা অধঃক্ষেপের মিশ্রণকে একবার লঘু HCl এবং পরে 2-3 বার জল দিয়ে ভালভাবে ধুয়ে নিতে হবে পরবর্তী শ্রেণির ধাতবমূলকের অপদ্রব্য থেকে মুক্ত করার জন্য। $PbCl_2$ গরম জলে দ্রবীভূত হয় এইজন্য অধঃক্ষেপের মিশ্রণকে অল্প পরিমাণ জলে নিয়ে ফোটানো হয়। উত্তপ্ত অবস্থায় $PbCl_2$ এর দ্রবণকে Hg_2Cl_2 ও $AgCl$ এর অধঃক্ষেপ থেকে পরিষ্কার বা অপকেন্দ্রণ প্রক্রিয়ায় পৃথক করা হয়। এই দ্রবণ নিয়ে Pb^{2+} এর সনাক্তকরণের পরীক্ষা করা হয়। Hg_2Cl_2 ও $AgCl$ এর অধঃক্ষেপকে গরম জল দিয়ে ভালভাবে ধুয়ে নিতে হবে যতক্ষণ পর্যন্ত অধঃক্ষেপ Pb^{2+} মুক্ত না হয় [যৌত দ্রবণে Pb^{2+} এর উপস্থিতি K_2CrO_4 দ্রবণ দিয়ে পরীক্ষা করতে হবে]। অধঃক্ষেপকে যৌত দ্রবণ থেকে পৃথক করা হল পরিষ্কার দ্বারা। এবার অধঃক্ষেপের উপর অল্প গরম লঘু NH_3 দ্রবণ ঢালা হল। Hg_2Cl_2 অধঃক্ষেপ NH_3 দ্রবণের সংস্পর্শে অসমঞ্জস্য বিক্রিয়ার (Disproportionation) দ্বারা সাদা $HgNH_2Cl$ অধঃক্ষেপ ও মিহি কালো কণা বিশিষ্ট ধাতব মার্কান্টারী অবশেষ তৈরি করে। এইজন্য ফিন্টার পেপারের উপর কালো অবশেষ দেখা যায়। কিন্তু Hg_2Cl_2 এর সঙ্গে Pb^{2+} অশুদ্ধি হিসাবে থাকলে NH_3 দ্রবণের সংস্পর্শে সাদা রঙের বেসিক লেড ক্লোরাইড $Pb(OH)Cl$ ও লেড হাইড্রক্সাইড তৈরি হয়। ইহাদের পরিমাণ একটু বেশি হলে কালো রঙের বদলে ধূসর রঙের অবশেষ দেখা যায়। এইজন্য Hg_2Cl_2 ও $AgCl$ অধঃক্ষেপের মিশ্রণ থেকে NH_3 দ্রবণ যোগ করার আগে অশুদ্ধি Pb^{2+} এর অপসারণ দরকার।

NH_3 দ্রবণের সংস্পর্শে $AgCl$ অধঃক্ষেপ দ্রবণীয় জটিল $[Ag(NH_3)_2]^+$ যৌগে পরিণত হয়।

মন্তব্য : যদি Hg_2Cl_2 এর পরিমাণ $AgCl$ এর তুলনায় অনেক বেশি হয় তখন NH_3 দ্রবণের সাহায্যে তাদের পৃথক করা যায় না। কারণ NH_3 দ্রবণের সংস্পর্শে উৎপন্ন ধাতব Hg অল্পপরিমাণ $AgCl$ এর সহিত বিক্রিয়ায় Hg_2Cl_2 ও Ag তৈরি করে।

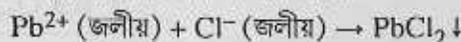


Ag ধাতু NH_3 দ্রবণের সঙ্গে বিক্রিয়া করে না। তখন NH_3 দ্রবণে Ag_+ এর উপস্থিতি সনাক্ত করা যায় না। এইক্ষেত্রে $HgNH_2Cl$ ও Hg এর কালো অবশেষকে অম্লরাজের সঙ্গে বিক্রিয়া করিয়ে $HgCl_2$ কে দ্রবণ হিসাবে অপসারিত করার পর যে অবশেষ ($AgCl$) থাকে তার সঙ্গে NH_3 দ্রবণের বিক্রিয়ায় Ag^+ এর উপস্থিতি জানা যায়।

3.10.2 সনাক্তকরণ :

3.10.2.1 লেড :

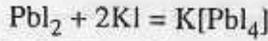
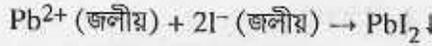
(i) জলীয় দ্রবণে লঘু HCl যোগ করলে ঠান্ডা অবস্থায় $PbCl_2$ এর সাদা অধঃক্ষেপ তৈরি হয়, গরম করলে তা দ্রবীভূত হয়, ঠান্ডা করলে সূচের ন্যায় সাদা কেলাস পাওয়া যায়।



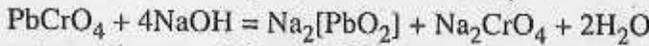
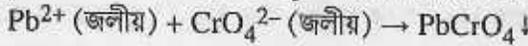
গাঢ় HCl এর উপস্থিতিতে $PbCl_2$ দ্রবীভূত হয়ে জটিল যৌগ উৎপন্ন করে। আবার জল মিশালে $PbCl_2$ এর অধঃক্ষেপ ফিরে আসে।



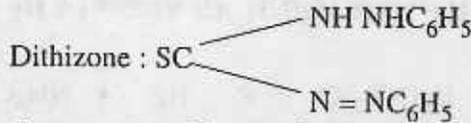
(ii) জলীয় দ্রবণে KI এর দ্রবণ যোগ করলে হলুদ বর্ণের PbI_2 অধঃক্ষিপ্ত হয়। গরম করে ফোঁটালে পরিমিত পরিমাণে অধঃক্ষেপ দ্রবণীয় হয়ে বর্ণহীন দ্রবণ তৈরি করে। ঠান্ডা করলে দ্রবণে সোনালী চুমকি (golden spangle) রূপে অধঃক্ষেপ ফিরে আসে। অতিরিক্ত বিকারকে অধঃক্ষেপ দ্রবণীয় হয় (জটিল যৌগ তৈরি হয়)। জল মিশালে আবার অধঃক্ষেপ ফিরে আসে।



(iii) জলীয় দ্রবণে K_2CrO_4 দ্রবণ যোগ করলে হলুদ বর্ণের PbCrO_4 অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। অধঃক্ষেপ CH_3COOH ও NH_4OH এ অদ্রাব্য কিন্তু HNO_3 ও ক্ষারীয় হাইড্রক্সাইডে দ্রাব্য।



(iv) ডাইফিনাইল থায়োক্যার্বাজেন বা ডিথিজেন পরীক্ষা :



পরীক্ষানলে 1cm^3 প্রশম বা লঘু ক্ষারীয় দ্রবণ নিয়ে, ছোটো কয়েক দানা KCN যোগ করার পর 2 ফোঁটা বিকারক যোগ করে 30 সেকেন্ড মত বাকালে সবুজ বিকারক লাল হয়ে যায় জটিল যৌগ তৈরি হওয়ার জন্য।

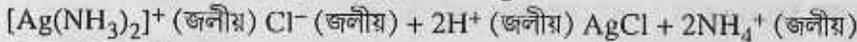
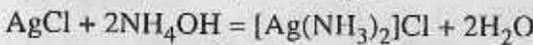
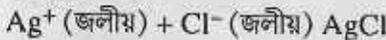
সুবেদিতা : 0.1 মাইক্রোগ্রাম (μg), গাঢ়ত্বসীমা : 1 : 250 000

বিকারক দ্রবণ : 2-5 মিলিগ্রাম ডিথিজেন 100cm^3 CCl_4 বা CHCl_3 দ্রাবকে নিয়ে সদ্য তৈরি করে ব্যবহার করতে হয়। দ্রবণ অবস্থায় ডিথিজেন রাখা যায় না।

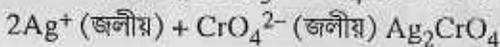
মন্তব্য : প্রশম বা ক্ষারীয় দ্রবণে ইটের মত লাল জটিল তৈরি হয়। ভারী ধাতু (Ag, Cu, Hg, Cd, Sb, Ni, Zn ইত্যাদি) বিঘ্ন ঘটায় কিন্তু CN^- এর উপস্থিতিতে বিঘ্ন ঘটায় না। Zn এর জন্য অতিরিক্ত NaOH দ্রবণ প্রয়োজন।

3.10.2.2 সিলভার :

(i) জলীয় দ্রবণে লঘু HCl দই এর মত সাদা AgCl অধঃক্ষেপ তৈরি করে। অধঃক্ষেপ HNO_3 দ্রবণে অদ্রাব্য কিন্তু অতিরিক্ত NH_4OH দ্রবণে দ্রাব্য। আবার ওই দ্রবণ HNO_3 মিশিয়ে আম্লিক করলে পুনরায় অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়।



(ii) জলীয় দ্রবণে K_2CrO_4 এর দ্রবণ যোগ করলে Ag_2CrO_4 এর লাল রঙের অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। অধঃক্ষেপ CH_3COOH এ অদ্রাব্য কিন্তু HNO_3 ও NH_4OH এ দ্রাব্য।



Pb^{2+} ও Hg_2^{2+} এর উপস্থিতিতে K_2CrO_4 এর দ্বারা Ag^+ এর সনাক্তকরণ সম্ভব।

স্পট প্লেটের ছোটো গর্তে পরীক্ষণীয় দ্রবণের দুই ফোঁটা নিয়ে তার সাথে দুই ফোঁটা $(NH_4)_2CO_3$ দ্রবণ মিশিয়ে কাঁচদণ্ড নিয়ে নাড়তে হবে। Pb^{2+} ও Hg_2^{2+} থাকলে অদ্রাব্য কার্বনেট তৈরি করবে। অধঃক্ষেপ থিতিয়ে পড়লে উপরের স্বচ্ছ দ্রবণের এক ফোঁটা ড্রপারের সাহায্যে স্পট প্লেটের অন্য একটি ছোটো গর্তে রাখা হল এবং এক ফোঁটা K_2CrO_4 দ্রবণ মিশান হল। লাল রঙের Ag_2CrO_4 তৈরি হল। বিক্রিয়াটি স্পট প্লেটের বদলে ফিলটার পেপারের উপরও করা যেতে পারে তখন কাগজের উপর একটি লাল রঙের রিং পাওয়া যাবে।

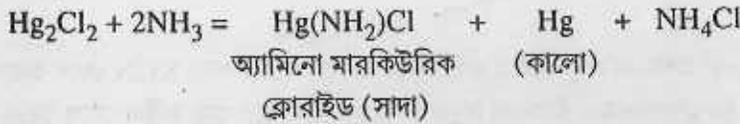
সুবেদিতা : 2.0 μg গাঢ়ত্বসীমা : 1 : 25000

বিকারক দ্রবণ : 1% k_2CrO_4 দ্রবণ 1(N) CH_3COOH দ্রাবকে।

3.10.2.3 মারকারী (Hg_2^{2+}) [আস]

জলীয় দ্রবণে লঘু HCl সাদা অধঃক্ষেপ Hg_2Cl_2 তৈরি করে। অধঃক্ষেপ গরম জলে ও লঘু ঠাণ্ডা অ্যাসিডে অদ্রাব্য কিন্তু অম্লরাজে দ্রাব্য। অম্লরাজ Hg_2^{2+} কে জারিত করে Hg_2^{2+} কে জারিত করে Hg^{2+} তৈরি করে। $HgCl_2$ জলে দ্রাব্য।

Hg_2Cl_2 অধঃক্ষেপ NH_3 দ্রবণের সংস্পর্শে কালো হয়ে যায়। Hg_2^{2+} এর অসমঞ্জস্য বিক্রিয়ার (Disproportionation reaction) জন্য Hg^{2+} [সাদা $Hg(NH_2)Cl$ অধঃক্ষেপ] ও Hg [ছোটো ছোটো কালো রঙের কণা] তৈরি হয়।



3.10.3 শ্রেণি I ধাতবমূলকগুলির রীতিবদ্ধ বিশ্লেষণ :

$PbCl_2$, $AgCl$ ও $Hg_2Cl_2(1)$ এর অধঃক্ষেপ জল সহযোগে উত্তপ্ত করে ফোঁটানো হল এবং সঙ্গে সঙ্গে গরম অবস্থায় পরিশ্রাবণ করা হয়।

অধঃক্ষেপ : Hg_2Cl_2 ও $AgCl$ এবং অদ্রবীভূত অবস্থায় কিছু $PbCl_2$ থাকতে পারে। অধঃক্ষেপ গরম জলে নিয়ে ফুটন্ত জলগাহের (Waterbath) মধ্যে দু-একমিনিট রাখলে $PbCl_2$ দ্রবীভূত হবে। Hg_2Cl_2 ও $AgCl$ এর অধঃক্ষেপ পরিশ্রাবণ বা অপকেন্দ্রণ প্রক্রিয়ায় পৃথক করা হয়। অধঃক্ষেপের সঙ্গে অল্প পরিমাণ গরম NH_4OH দ্রবণ যোগ করে পরিশ্রাবণ বা অপকেন্দ্রণ করা হল।

অধঃক্ষেপ : (4) কালো রঙের এবং ইহা Hg এবং $Hg(NH_2)Cl$ এর মিশ্রণ Hg_2^{2+} বর্তমান।

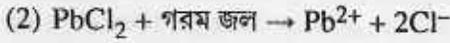
পরিষ্কৃত দ্রবণে (3) লঘু HNO_3 দ্রবণ যোগ করে অ্যাসিডীয় করা হয়। দই এর মত সাদা $AgCl$ অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়—অধঃক্ষেপ NH_4OH দ্রবণে দ্রবণীয়। Ag^+ বর্তমান।

পরিষ্কৃত দ্রবণ : (2) দ্রবণকে কয়েকভাগে ভাগ করে নিম্নলিখিত পরীক্ষাগুলি করা যেতে পারে।

(i) একভাগে K_2CrO_4 দ্রবণ যোগ করলে হলুদ $PbCrO_4$ অধঃক্ষেপ তৈরি হয় যা লঘু CH_3COOH দ্রবণে অদ্রাব্য। Pb^{2+} বর্তমান।

(ii) বাকী দুটি ভাগ নিয়ে যথাক্রমে KI পরীক্ষা [3.10.2.1 (ii) দেখুন] ও ডিথিজোন পরীক্ষা [3.10.2.1 (iv) দেখুন] করা হল Pb^{2+} এর উপস্থিতি নিশ্চিত হওয়ার জন্য।

মন্তব্য : (1) AgCl ও Hg₂Cl₂ গরম জলে অদ্রবণীয়। PbCl₂ গরম জলে দ্রবণীয়।



(3) AgCl দ্রবীভূত হয় NH₄OH দ্রবণে, জটিল যৌগ [Ag(NH₃)₂]⁺ তৈরি হয়। দ্রবণে অ্যাসিডের উপস্থিতিতে জটিল যৌগ বিয়োজিত হয়ে AgCl এর অধঃক্ষেপ পুনরায় তৈরি হয়।

(4) Hg₂Cl₂ অধঃক্ষেপ NH₄OH দ্রবণের সংস্পর্শে কালো হয়ে যায় কারণ NH₃ এর দ্বারা Hg₂²⁺ এর অসমঞ্জস্য (disproportionation) বিক্রিয়ায় কালো রঙের ধাতব Hg কণা এবং সাদা রঙের Hg(NH₂)Cl অধঃক্ষেপ তৈরি হয়।

3.11 বিশ্লেষক শ্রেণি II ধাতবমূলকগুলির পৃথকীকরণ ও সনাক্তকরণ

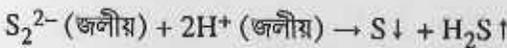
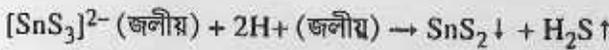
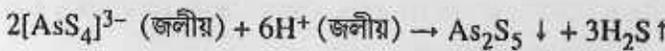
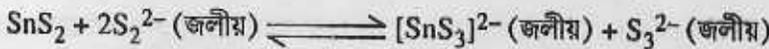
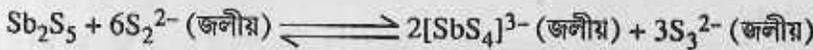
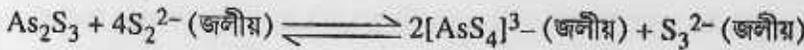
3.11.1 IIA ও IIB উপশ্রেণিতে পৃথকীকরণ :

হলুদ অ্যামোনিয়াম সালফাইড বা 2(M) KOH দ্রবণে শ্রেণি II ধাতবমূলকগুলির সালফাইডের দ্রাব্যতার ভিত্তিতে ওই শ্রেণির ধাতবমূলকগুলিকে দুটি উপশ্রেণীতে ভাগ করা হয়।

শ্রেণি IIA : Hg²⁺, Pb²⁺, Bi³⁺, Cu²⁺, Cd²⁺ এদের সালফাইড উপরোক্ত দ্রবণে অদ্রাব্য (যদিও HgS 2(M) KOH দ্রবণে কিছুটা দ্রাব্য)।

শ্রেণি IIB : As³⁺, As⁵⁺, Sb³⁺, Sb⁵⁺, Sn²⁺, Sn⁴⁺ এদের সালফাইড উপরোক্ত দ্রবণে দ্রাব্য (যদিও SnS 2(M) KOH দ্রবণে অদ্রাব্য)।

শ্রেণি IIB সালফাইডগুলি হলুদ (NH₄)₂S₂ দ্রবণে দ্রবণীয় থাকায় লবণ তৈরি করে। ওই দ্রবণ আয়নিক করলে সালফাইড অধঃক্ষেপ ফিরে আসে এবং বেশ কিছু পরিমাণ সালফারের অধঃক্ষেপও সঙ্গে তৈরি হয়।



হলুদ অ্যামোনিয়াম সালফাইডের সংকেত (NH₄)₂S_x হিসাবে লেখা হয় কিন্তু বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের সময় (NH₄)₂S₂ সংকেত ব্যবহার করা হয়।

(A) হলুদ $(NH_4)_2S_x$ দ্রবণের সাহায্যে শ্রেণি IIA ও শ্রেণি IIB ধাতব সালফাইডের পৃথকীকরণের সারণী

সদ্য তৈরি হলুদ $(NH_4)_2S_x$ দ্রবণের অল্প পরিমাণ ($\sim 5 \text{ cm}^3$) একটি ছোটো বিকারে নেওয়া শ্রেণি II সালফাইডের অধঃক্ষেপের সঙ্গে মিশিয়ে $50-60^\circ\text{C}$ উষ্ণতায় 2-3 মিনিট রাখা হয় এবং ওই সময় মিশ্রণকে সবসময় কাঁচদণ্ড দিয়ে নাড়তে হয়। পরিপ্রাণ করে অদ্রাব্য অধঃক্ষেপ পৃথক করা হল।

অধঃক্ষেপ শ্রেণি IIA এর সালফাইড। অধঃক্ষেপ লঘু (1 : 100) হলুদ $(NH_4)_2S_x$ দিয়ে একবার ধুয়ে নিয়ে তারপর দু-একবার 1% NH_4NO_3 দ্রবণ দিয়ে ধুতে হবে। এই অধঃক্ষেপ নিয়ে শ্রেণি IIA এর বিশ্লেষণের জন্য ব্যবহার করা হয়।

পরিষ্কৃত দ্রবণে শ্রেণি IIB এর দ্রবীভূত থায়ো লবণ থাকে। গাঢ় HCl দ্রবণ ফোঁটা ফোঁটা যোগ করে পরিষ্কৃতকে আম্লিক (লিটমাস পরীক্ষা) করে অল্প গরম করা হয়। শ্রেণি IIB এর হলুদ বা কমলা রঙের সালফাইড অধঃক্ষেপ তৈরি হল। পরিপ্রাণ করে অধঃক্ষেপ পৃথক করে দু-একবার H_2S সংপৃক্ত জল দিয়ে ধুয়ে নেওয়া হল। এই অধঃক্ষেপ শ্রেণি IIB বিশ্লেষণের জন্য ব্যবহার করা হয়। পরিষ্কৃত বর্জন করা হয়।

হলুদ $(NH_4)_2S_x$ দ্রবণ প্রস্তুতি : 150 cm^3 গাঢ় NH_3 দ্রবণ H_2S দ্বারা সংপৃক্ত করা হল। এরপর 10 গ্রাম গুঁড়ো সালফার ও 250 cm^3 গাঢ় NH_3 দ্রবণ যোগ করে ঝাঁকানো হল যতক্ষণ না সালফার গুঁড়ো দ্রবীভূত না হয়। তারপর জল দিয়ে দ্রবণ লঘু করে আয়তন 1000 cm^3 করা হল।

হলুদ $(NH_4)_2S_x$ দ্রবণ ব্যবহারের অসুবিধাগুলি :

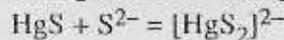
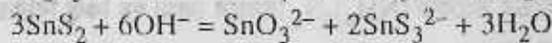
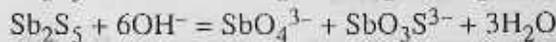
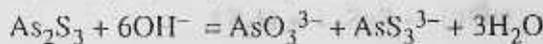
(i) এই দ্রবণ আম্লিক করলে প্রচুর পরিমাণ সালফার অধঃক্ষিপ্ত হয় যা অল্প পরিমাণ শ্রেণি IIB সালফাইড মিশ্রণের বিশ্লেষণে বিঘ্ন ঘটায়।

(ii) বেশি পরিমাণ শ্রেণি IIA মূলক উপস্থিত থাকলে অল্প পরিমাণ টিনের উপস্থিতি সনাক্ত করা যায় না।

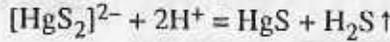
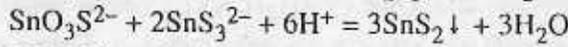
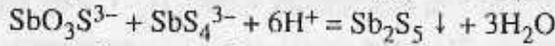
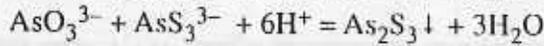
(iii) কিছুটা CuS ও HgS হলুদ $(NH_4)_2S_x$ দ্রবণে দ্রবীভূত হয়। অবশ্য এইজন্য শ্রেণি IIB বিশ্লেষণে কোন অসুবিধে হয় না।

(iv) সদ্য প্রস্তুত $(NH_4)_2S_x$ দ্রবণ ব্যবহার না করলে শ্রেণি IV এর Ba^{2+} ও Sr^{2+} অদ্রাব্য সালফেট হিসাবে অপসারিত হয় কারণ পুরানো দ্রবণে সবসময় প্রচুর পরিমাণে SO_4^{2-} মূলক থাকে।

এইজন্য হলুদ $(NH_4)_2S_x$ দ্রবণের পরিবর্তে বেশি কার্যকারী 2(M) KOH দ্রবণ ব্যবহার করা হয়। শ্রেণি IIB সালফাইডগুলি 2(M) KOH দ্রবণে দ্রবীভূত হয়ে থায়ো ও অক্সো লবণ তৈরি করে। NaOH দ্রবণ ব্যবহার করা হয় না কারণ সোডিয়াম অ্যান্টিমোনেট লবণ অদ্রাব্য। অবশ্য কিছুটা HgS দ্রবীভূত হয় 2(M) KOH দ্রবণে। PbS যাতে দ্রবীভূত না হয় এইজন্য শ্রেণি II সালফাইড 2(M) KOH দিয়ে গরম করার শেষ পর্যায়ে অল্প H_2S সংপৃক্ত জল যোগ করতে হয়। SnS দ্রবীভূত হয় না 2(M) KOH দ্রবণে এইজন্য শ্রেণি II সালফাইড অধঃক্ষিপ্ত করার পূর্বে Sn^{2+} কে জারিত করে Sn^{4+} তৈরি করে নিতে হয়।



দ্রবণ আয়নিক করলে আবার শ্রেণি IIB এর সালফাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়।



(B) 2(M) KOH দ্রবণের দ্বারা শ্রেণি IIA ও শ্রেণি IIB ধাতব সালফাইডের পৃথকীকরণ :

শ্রেণি II সালফাইড একটি ছোটো বীকারে নিয়ে তার সঙ্গে অল্প পরিমাণ (~10 cm³) 2(M) KOH দ্রবণ যোগ করে অতি সাবধানে ছোটো শিখায় 2-3 মিনিট ফোটাতে হবে এবং সবসময় মিশ্রণকে কাঁচের দণ্ড দিয়ে নাড়াতে হবে কারণ অধঃক্ষেপসহ ফুটন্ত দ্রবণ সবসময় লাফিয়ে ওঠে। এরপর 3-4 cm³ সদ্য তৈরি সংপৃক্ত H₂S জলীয় দ্রবণ যোগ করে নাড়িয়ে জোড়া ফিণ্টার পেপারের মধ্য দিয়ে পরিষ্কাষণ করা হয়।

অধঃক্ষেপ শ্রেণি IIA এর সালফাইড। এই অধঃক্ষেপ জল দিয়ে ধুয়ে শ্রেণি IIA বিশ্লেষণের জন্য ব্যবহার করা হয়।

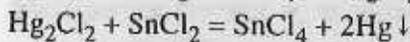
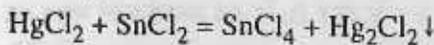
পরিস্ফুটকে ফোঁটা ফোঁটা গাঢ় HCl দ্রবণ যোগ করে আয়নিক (লিটমাস পরীক্ষা) করা হল, —এরপর দ্রবণ অল্প গরম করে 1-2 মিনিট H₂S চালনা করা হল সালফাইড অধঃক্ষেপণ সম্পূর্ণ করার জন্য। যদি কোন অধঃক্ষেপ না তৈরি হয় বা শুধু কালো HgS এর অল্প অধঃক্ষেপ তৈরি হয় তাহলে শ্রেণি IIB এর অনুপস্থিতি নির্দেশ করবে। অধঃক্ষেপ পরিষ্কাষণ প্রক্রিয়ার সাহায্যে পৃথক করে জল দিয়ে ধুয়ে নিয়ে শ্রেণি IIB বিশ্লেষণে ব্যবহার করা হয়। পরিস্ফুট বর্জন করা হয়।

সাবধানতা : KOH দ্রবণসহ অধঃক্ষেপ উত্তপ্ত করলে দ্রবণ ছিটকে আসার সম্ভাবনা থাকে। সেজন্য দ্রবণটিকে সবসময় নাড়তে হবে এবং ধূমপ্রকোষ্ঠে (Fume cupboard) উত্তপ্ত করা উচিত। উত্তপ্ত করার সময় বীকারের উপর চোখ নিয়ে যাওয়া উচিত নয় কারণ KOH দ্রবণ চোখে লাগলে চোখ নষ্ট হবে।

3.11.2 শ্রেণি IIA ধাতব মূলকের সনাক্তকরণের পরীক্ষা :

3.11.2.1 মারকারী (Hg²⁺) [ইক]

(i) HgCl₂ দ্রবণে SnCl₂ দ্রবণ যোগ করলে প্রথমে সাদা Hg₂Cl₂ অধঃক্ষেপ যা অতিরিক্ত বিকারকের দ্বারা কালো হয়ে যায়।



স্পট পরীক্ষা : স্পট প্লেটে এক ফোঁটা পরীক্ষণীয় দ্রবণ, এক ফোঁটা স্বচ্ছ অ্যানিলিন এবং এক ফোঁটা SnCl₂ দ্রবণ যোগ করা হল—গাঢ় বাদামী বা কালো অধঃক্ষেপ।

সুবেদিতা : 1.0 µg

গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 50000

বিকারক : (i) 5% SnCl₂ গাঢ় HCl দ্রাবকে, (ii) স্বচ্ছ বর্ণহীন অ্যানিলিন।

মন্তব্য : বেশি Ag থাকলে বিঘ্ন ঘটে। অ্যানিলিন pH ঠিক রাখে এবং Sb^{3+} এর দ্বারা অনুরূপ বিক্রিয়া ঘটতে দেয় না।

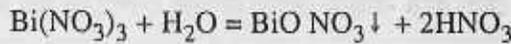
(ii) কোবাল্টঅ্যাসিটেট-অ্যামোনিয়াম থায়োসায়ানেট পরীক্ষা : Hg^{2+} দ্রবণে গাঢ় কোবাল্টঅ্যাসিটেট ও কঠিন NH_4CNS যোগ করলে গাঢ় নীল বর্ণের $CO[Hg(CNS)_4]$ কেলাস পাওয়া যায়। স্পট প্লেটে এক ফোঁটা পরীক্ষণীয় দ্রবণ নিয়ে কয়েকটি দানা NH_4CNS ও কঠিন $CO(Ac)_2$ মিশালে গাঢ় নীল রঙ তৈরি হয়।

সুবেদিতা : 0.5 μg

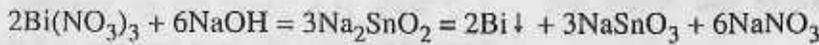
গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 100 000

3.11.2.2 বিসমাথ

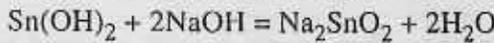
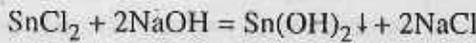
(i) যখন বিসমাথ লবণের হালকা আয়নিক স্বচ্ছ দ্রবণ ফোঁটা ফোঁটা বেশি পরিমাণ জলে যোগ করা হয় তখন অনুরূপ ক্ষারীয় লবণের সাদা অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়। এই অধঃক্ষেপ টারটারিক অ্যাসিড (Sb^{3+} হতে পার্থক্য) ও ক্ষারীয় হাইড্রক্সাইড (Sn^{2+} , Sn^{4+} হতে পার্থক্য) দ্রবণে অদ্রব্য কিন্তু খনিজ অ্যাসিডে দ্রব্য।



(ii) সোডিয়াম স্ট্যানাইট দ্রবণ পরীক্ষা : Bi^{3+} দ্রবণে সোডিয়াম স্ট্যানাইট দ্রবণ যোগ করলে সূক্ষ্ম কালো ধাতব Bi কণিকার অধঃক্ষেপ তৈরি হয়।



বিকারক দ্রবণ : $SnCl_2$ দ্রবণে $NaOH$ দ্রবণ যোগ করে প্রথমে সাদা অধঃক্ষেপ তৈরি হয় তারপর অতিরিক্ত $NaOH$ দ্রবণ মিশিয়ে যখন সবেমাত্র অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয় তখন ওই দ্রবণকে বিকারক দ্রবণ হিসাবে ব্যবহার করা হয়।



মন্তব্য : Ag, Cu ও Hg বিঘ্ন ঘটায়।

(iii) সিনকোনি-আয়োডাইড পরীক্ষা : সিনকোনি BiI_3 এর সহিত অদ্রব্য কমলা রঙের লবণ তৈরি করে। ফিল্টার পেপারের উপর এক ফোঁটা বিকারক দ্রবণ যোগ করা হল, তারপর ওই জায়গায় উপর হালকা অ্যাসিডযুক্ত পরীক্ষণীয় দ্রবণে কাঁচদণ্ড ডুবিয়ে স্পর্শ করা হল। কমলা রঙের দাগ তৈরি হল।

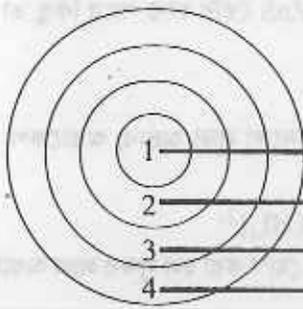
সুবেদিতা : 0.15 μg

গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 350 000

বিকারক দ্রবণ : 1 গ্রাম সিনকোনি 100 cm^3 গরম জলের মধ্যে কয়েক ফোঁটা গাঢ় HNO_3 যোগ করে দ্রবণীয় করে ঠান্ডা করে 2 গ্রাম KI যোগ করে দ্রবীভূত করা হল।

মন্তব্য : Cu^{2+} , Pb^{2+} ও Hg^{2+} বিঘ্ন ঘটায় কিন্তু তাদের উপস্থিতিতে Bi^{3+} এর সনাক্তকরণ সম্ভব হয় কারণ উহাদের বিভিন্ন গতিসম্পন্ন ব্যাপন ক্রিয়ার ফলে পেপারের বিভিন্ন অংশে প্রত্যেকটি মূলকের নির্দিষ্ট রঙীন অধঃক্ষেপ সমকেন্দ্রিক বৃত্তাকার বলয়রূপে অবস্থান করে। আয়নের পরিমাণের উপর নির্ভর করে বলয়ের ক্ষেত্রফল।

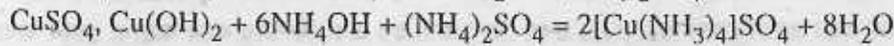
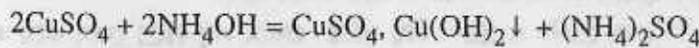
ফিল্টার পেপারের উপর এক ফোঁটা বিকারক দ্রবণ রেখে, এক ফোঁটা পরীক্ষণীয় মিশ্রণের দ্রবণ ওই একই জায়গায় দেওয়া হল। নিম্নলিখিত চারটি রঙের বলয় তৈরি হল।



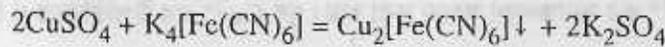
- 1 → সাদা বা খুব হালকা হলুদ Hg^{2+} এর জন্য কেন্দ্রীয় বলয়
 2 → কমলা বলয় Bi^{3+} এর জন্য
 3 → হলুদ বলয় Pb^{2+} এর জন্য
 4 → বহিঃস্থ বাদামী বলয় I_2 মুক্ত হওয়ার জন্য Cu^{2+} এর দ্বারা

3.11.2.3 কপার

(i) $CuSO_4$ এর জলীয় দ্রবণে NH_4OH দ্রবণ যোগ করলে প্রথমে ক্ষারীয় ফিকে নীল অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। অতিরিক্ত বিকারকে অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয়ে টেট্রামিন কিউপ্রিক আয়নের গাঢ় নীল দ্রবণ পাওয়া যায়।



(ii) $CuSO_4$ এর জলীয় দ্রবণে $K_4[Fe(CN)_6]$ দ্রবণ যোগ করা হল, চকোলেট বাদামী রঙের $Cu_2[Fe(CN)_6]$ অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। অধঃক্ষেপ লঘু CH_3COOH -এ অদ্রাব্য।



(iii) অ্যামোনিয়াম মারকিউরি-থায়োসায়ানেটে পরীক্ষা : একটি স্পট প্লেটে এক ফোঁটা অ্যাসিডীয় Cu^{2+} এর দ্রবণ নিয়ে এক ফোঁটা 1% জিঙ্ক অ্যাসিটেট দ্রবণ ও এক ফোঁটা বিকারক দ্রবণ যোগ করে একটি কাঁচদণ্ডের সাহায্যে মিশ্রণকে নাড়ানো হল। বেগুনী রঙের অধঃক্ষেপ [সহ অধঃক্ষেপ $Zn\{Hg(CNS)_4\} + Cu\{Hg(CNS)_4\}$] তৈরি হল।

সুবেদিতা : 0.1 μg

গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 500 000

বিকারক দ্রবণ : 8 গ্রাম $HgCl_2$ ও 9 গ্রাম NH_4CNS 100 cm^3 জলে দ্রবীভূত করা হল।

মন্তব্য : Zn^{2+} বা Cd^{2+} এর উপস্থিতিতে গাঢ় বেগুনী রঙের অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। Co^{2+} , Ni^{2+} ও Fe^{3+} বিঘ্ন ঘটায়। F⁻ যোগ করলে Fe^{3+} এর বাধা দূর হয়।

3.11.2.4 ক্যাডমিয়াম

(i) সালফাইড পরীক্ষা :

Cd^{2+} এর জলীয় দ্রবণে বা নিম্নমাত্রার [$\leq 0.3(N)$] আল্লিক দ্রবণে H_2S হলুদ রঙের CdS অধঃক্ষেপ তৈরি করে। সাধারণত পরীক্ষণীয় দ্রবণে বেশি করে NH_4OH দ্রবণ যোগ করে অপকেন্দ্রণ করে নিতে হবে। অপকেন্দ্রণ প্রক্রিয়াজাত দ্রবণ যদি রঙীন হয় তাহলে KCN দ্রবণ যোগ করে বর্ণহীন করতে হবে। এই দ্রবণের এক ফোঁটা ফিল্টার পেপারের উপর দিয়ে ওই একই জায়গায় এক ফোঁটা 10% Na_2S দ্রবণ যোগ করতে হবে। হলুদ রঙের দাগ তৈরি হয়।

সুবেদিতা : 0.1 μg

গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 500 000

মন্তব্য : যে সমস্ত মূলক সালফাইড তৈরি করে তারা নিষ্ক্রিয় হয়, শুধু ZnS তৈরি হতে পারে কিন্তু তা হলুদ রঙকে ঢাকতে পারে না।

(ii) ফেরাস ডাইপিরিডিন পরীক্ষা :

ফেরাস ডাইপিরিডিন আয়ন আয়োডাইডের উপস্থিতিতে Cd^{2+} এর সঙ্গে লাল অদ্রাব্য অধঃক্ষেপ

$[Fe(\alpha, \alpha'-dip)_3]^{2+} [CdI_4]^{2-}$ তৈরি করে।

$[Fe(\alpha, \alpha'-dip)_3]^{2+} + 4I^- + Cd^{2+} \rightarrow [Fe(\alpha, \alpha'-dip)_3]^{2+} [CdI_4]^{2-}$

স্পট প্লেটে এক ফোঁটা পরীক্ষণীয় দ্রবণ নিয়ে এক ফোঁটা বিকারক দ্রবণ যোগ করা হল সুন্দর লাল অধঃক্ষেপ তৈরি হয়।

সুবেদিতা : 0.05 μg

গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 1000 000

বিকারক দ্রবণ : 0.25 গ্রাম α, α' -dipyridyl এবং 0.146 গ্রাম $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 50cm³ জলে দ্রবীভূত করে 10 গ্রাম KI যোগ করে 30 মিনিট ঝাঁকানো হল। ফিল্টার করে লাল রঙের দ্রবণ রাখা হয়। অনেকদিন রাখার ফলে যদি দ্রবণ ঘোলাটে হল তাহলে তা ফিল্টার করে ব্যবহার করতে হবে।

মন্তব্য : Ag^+ , Pb^{2+} , Hg_2^{2+} এবং Cu^{2+} ও Zn^{2+} বিয় ঘটায়। প্রথমে লঘু HCl যোগ করে অদ্রাব্য ক্লোরাইড পৃথক করে দ্রবণে বেশি NH_4OH দ্রবণ যোগ করা হয় এবং ফিল্টার করে অদ্রাব্য কোন অধঃক্ষেপ থাকলে অপসারণ করতে হয়। দ্রবণে $[Cd(NH_3)_4]^{2+}$ বিকারকের সঙ্গে বিক্রিয়া করে লাল অধঃক্ষেপ তৈরি করে কিন্তু $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ ও $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$ নিষ্ক্রিয় থাকে বিকারকের উপস্থিতিতে। অতএব NH_3 দ্রবণ মাধ্যমে Cu^{2+} এর উপস্থিতিতে Cd^{2+} এর সনাক্তকরণ সহজে করা যায়। গুণ Cu^{2+} এর উপস্থিতিতে 0.08 μg Cd^{2+} এর সনাক্তকরণ সম্ভব।

3.11.3 শ্রেণি IIA ধাতবমূলকগুলির রীতিবদ্ধ বিশ্লেষণ

শ্রেণি IIA এর সালফাইড অধঃক্ষেপ (HgS , Bi_2S_3 , PbS , CuS , CdS) একটি ছোটো বীকারে নিয়ে অল্প (~5 cm³) লঘু (1 : 3) HNO_3 দ্রবণ (I) যোগ করে কয়েক মিনিট ফোঁটানো হল। পরিষ্কার বা অপকেন্দ্রণ করা হল অধঃক্ষেপ জল দিয়ে ধুয়ে নেওয়া হল।

কালরঙের অধঃক্ষেপ HgS । গাঢ় HCl দ্রবণে ফোঁটা ফোঁটা এর জলীয় দ্রবণ যোগ করে গরম অবস্থায় অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত করা হল। দ্রবণকে ফুটিয়ে অতিরিক্ত অপসারিত করা হল। দ্রবণ লঘু করে দুভাগ করা হল। একভাগ নিয়ে পরীক্ষা দেখুন করা হল। কালো অধঃক্ষেপ তৈরি হল।

দ্রবণে $Pb(NO_3)_2$, $Bi(NO_3)_3$, $Cu(NO_3)_2$, $Cd(NO_3)_2$ থাকবে। অতিরিক্ত পরিমাণ NH_4OH দ্রবণ (2) যোগ করা হয়। পরিষ্কার বা অপকেন্দ্রণ করা হল। অধঃক্ষেপ জল দিয়ে ধুয়ে নেওয়া হয়।

সাদা অধঃক্ষেপ $Bi(OH)_3$ ও $Pb(OH)_2$ । 5cm³ NaOH দ্রবণ দিয়ে গরম করা হল। পরিষ্কার বা অপকেন্দ্রণ করে অধঃক্ষেপ পৃথক করা হল।

দ্রবণে $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ ও $[Cd(NH_3)_4]^{2+}$ থাকতে পারে। দ্রবণ নীলবর্ণ না হলে শুধু Cd^{2+} থাকবে। তখন দ্রবণে H_2S চালনা করলে হলুদ CdS অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। দ্রবণ নীলবর্ণ হলে দু-ভাগ করে একভাগ নিয়ে Cu^{2+} এর এবং অন্য ভাগ নিয়ে Cd^{2+} এর পরীক্ষা করা হয়।

<p>অপরভাগ নিয়ে কোবাল অ্যাসিটেট-অ্যামোনিয়াম থায়ো-সায়ানেট পরীক্ষা [3.11.2.1 (ii) দেখুন] দেখুন করা হল গাঢ় নীল রঙ তৈরি হয়। মারকারী Hg^{2+} বর্তমান</p>	<p>অধঃক্ষেপ $Bi(OH)_3$ জল দিয়ে ধুয়ে নিয়ে দু-ভাগ নিয়ে সোডিয়াম স্ট্যানাইট পরীক্ষা [3.11.2.2 (ii) দেখুন] করা হল। কালো অধঃক্ষেপ। অপরভাগ লঘু HNO_3 দ্রবণে দ্রবীভূত করে সিনকোনি-আয়োডাইড পরীক্ষা [3.11.2.2 (iii) দেখুন] করা হল কমলা বলয়। বিসমাথ বর্তমান</p>	<p>দ্রবণে PbO_2^{2-} থাকে। দ্রবণ দুভাগ করে একভাগ লঘু CH_3COOH অ্যাসডীয় করে K_2CrO_4 দ্রবণ যোগ করা হয়। হলুদ $PbCrO_4$ অধঃক্ষেপ দ্রবণের অপরভাগ নিয়ে ডিথিজোন পরীক্ষা পরীক্ষা [3.10.2.1 (iv) দেখুন] করা হল। সবুজ বিকারক লাল হয়ে গেল। লেড বর্তমান</p>	<p>নীল দ্রবণের এক অংশ নিয়ে লঘু CH_3COOH দ্রবণ যোগ করে অ্যাসিডীয় করে $K_4[Fe(CN)_6]$ দ্রবণ যোগ করা হল। চকোলেট রঙের অধঃক্ষেপ। দ্বিতীয় অংশ নিয়ে অ্যামোনিয়াম মারকারী থায়োসায়ানেট পরীক্ষা [3.11.2.3(iii) দেখুন] করা হল বেগুনী অধঃক্ষেপ। কপার বর্তমান</p>	<p>নীল দ্রবণকে দু-ভাগে ভাগ করা হয়। দ্রবণের প্রথম অংশে ফোঁটা ফোঁটা KCN_3 দ্রবণ যোগ করে দ্রবণ বর্ণহীন করে H_2S চালনা করা হল, হলুদ CdS অধঃক্ষেপ তৈরি হল। অপর অংশ নিয়ে ফেরাস ডাইপিরিডিন পরীক্ষা [3.11.2.4 (ii) দেখুন] করা হল। লাল অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। ক্যাডমিয়াম বর্তমান</p>
---	---	--	--	---

মন্তব্য : (i) HgS লঘু HNO_3 এ অদ্রবণীয়, বাকী সালফাইডগুলি দ্রবণীয়। অনেক সময় দ্রবণে কালো প্লাস্টিক সালফারের কণা ভাসতে দেখা যায়। বেশীক্ষণ ফোঁটালে দ্রবণে কালো সালফারের বেশিরভাগ অংশ দ্রবীভূত হয়ে যায়। অল্পকিছু অংশ থাকলে তা HgS এর সঙ্গে পৃথক হয়ে যায় এবং HgS এর সঙ্গে দ্রবীভূত হয়ে যায় যখন HgS এর দ্রবণ তৈরি করা হয়।

(ii) NH_4OH দ্রবণে Pb^{2+} ও Bi^{3+} সাদা হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষেপ তৈরি করে এবং Cu^{2+} ও Cd^{2+} যথাক্রমে নীল ও বর্ণহীন জটিল দ্রবণীয় $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ ও $[Cd(NH_3)_4]^{2+}$ তৈরি করে।

(iii) CN^- এর উপস্থিতিতে নীলবর্ণের $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ আয়ন খুবই সুস্থির বর্ণহীন $[Cu(CN)_4]^{3-}$ আয়ন তৈরি করে যা H_2S এর সঙ্গে বিক্রিয়া করে না কিন্তু $[Cd(NH_3)_4]^{2+}$ হতে উৎপন্ন $[Cd(CN)_4]^{2-}$ বিয়োজিত হয় H_2S এর সংস্পর্শে এবং হলুদ CdS অধঃক্ষেপ তৈরি করে।

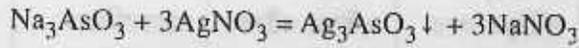
KCN এর ব্যবহার ছাড়া শ্রেণি IIA বিশ্লেষণে Cu^{2+} ও Cd^{2+} এর পৃথকীকরণ : NH_3 দ্রবণ যুক্ত Cu^{2+} ও Cd^{2+} এর নীল দ্রবণকে লঘু HCl দ্রবণ যোগ করে দ্রবণের অ্যাসিড মাত্রা 0.3(N) এর চেয়ে বেশ কিছুটা

বেশি করা হয় এবং গরম করে H_2S চালনা করে Cu^{2+} এর CuS হিসাবে অধঃক্ষেপণ সম্পূর্ণ করতে হবে। $0.3(N)$ এর বেশি অ্যাসিড মাত্রায় দ্রবণ থেকে শুধু Cu^{2+} অধঃক্ষিপ্ত হবে H_2S এর দ্বারা। পরিষ্ারণ করে CuS পৃথক করে নিয়ে Cu^{2+} এর সনাক্তকরণ করা হয়। পরিশুদ্ধ দ্রবণে জল যোগ করে বা অল্প NH_4OH দ্রবণ যোগ করে অ্যাসিডের মাত্রা কমিয়ে [$< 0.3 (N)$] H_2S চালনা করলে CdS এর অধঃক্ষেপ তৈরি হবে। অনেকসময় দ্রবণে অ্যাসিডমাত্রা কমানোর সঙ্গে সঙ্গে CdS এর আংশিক অধঃক্ষেপণ শুরু হয়।

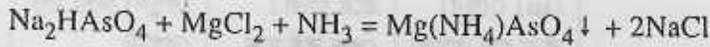
3.11.4 শ্রেণি IIB ধাতবমূলকগুলির সনাক্তকরণের পরীক্ষা :

3.11.4.1 আর্সেনিক

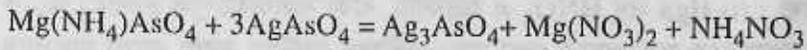
(i) $AgNO_3$ পরীক্ষা : প্রথম আর্সেনাইট (AsO_3^{3-}) দ্রবণ থেকে $AgNO_3$ দ্রবণ হলুদ Ag_3AsO_3 অধঃক্ষেপ তৈরি করে। অধঃক্ষেপ NH_4OH দ্রবণে ও HNO_3 দ্রবণে দ্রবীভূত হয়। প্রথম আর্সেনেট (AsO_4^{3-}) দ্রবণ থেকে HNO_3 দ্রবণে দ্রবীভূত হয়। প্রথম আর্সেনেট (AsO_4^{3-}) দ্রবণ থেকে $AgNO_3$ দ্রবণ বাদামী লাল Ag_3AsO_4 অধঃক্ষেপ তৈরি করে। অধঃক্ষেপ NH_4OH দ্রবণ ও অ্যাসিডে দ্রবণীয়, অবশ্য CH_3COOH এ অদ্রাব্য।



(ii) ম্যাগনেসিয়া মিশ্রণ $MgCl_2 + NH_4Cl + NH_4OH$ পরীক্ষা : ম্যাগনেসিয়া মিশ্রণ AsO_4^{3-} এর প্রথম বা অ্যামোনিয় দ্রবণ থেকে সাদা কেলাসাকার $Mg(NH_4)AsO_4 \cdot 6H_2O$ অধঃক্ষেপ তৈরি করে। AsO_3^{3-} এর দ্রবণ থেকে কোন অধঃক্ষেপ তৈরি করে না (আর্সেনেট ও আর্সেনাইট এর পার্থক্য)।



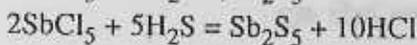
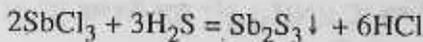
ম্যাগনেসিয়া মিশ্রণের বদলে ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রেট [$Mg(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + NH_4OH$] দ্রবণ ব্যবহার করলে যে সাদা অধঃক্ষেপ তৈরি হয় তা পৃথক করে তার সঙ্গে কয়েকফোঁটা লঘু CH_3COOH ও $AgNO_3$ দ্রবণ যোগ করলে অধঃক্ষেপ বাদামী লাল বর্ণ ধারণ করে।



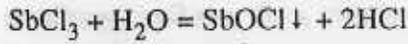
মন্তব্য : ম্যাগনেসিয়া মিশ্রণ ব্যবহার করলে সঙ্গে Cl^- আয়ন $AgNO_3$ এর সঙ্গে বিক্রিয়ায় একগাদা সাদা $AgCl$ অধঃক্ষেপ তৈরি করবে তখন Ag_3AsO_4 এর বাদামী লাল রঙ সহজে দেখা যাবে না।

3.11.4.2 অ্যান্টিমনি

(i) লঘু HCl এর দ্রবণে H_2S চালনা করলে কমলা রঙের Sb_2S_3 বা Sb_2S_5 অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। অধঃক্ষেপ গাঢ় HCl এ দ্রবীভূত হয়।



(ii) HCl এর আংশিক দ্রবণ বেশি পরিমাণ জলে ঢাললে অল্প লবণের সাদা অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। ওই অধঃক্ষেপ HCl ও টারটারিক অ্যাসিডে দ্রাব্য [Bi হতে পার্থক্য] :



(iii) রোডামিন—B পরীক্ষা : একটি স্পট প্লেটে এক ফোঁটা পরীক্ষণীয় দ্রবণ নিয়ে দুফোঁটা গাঢ় HCl যোগ করুন। তারপর কয়েকটি দানা NaNO_2 মিশান। দু-একফোঁটা বিকারক দ্রবণ যোগ করলে বিকারকের রঙ লাল থেকে গাঢ় বেগুনী হয়ে যায়।

সুবেদিতা : 0.5 μg .

গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 100 000

বিকারক দ্রবণ : 0.01 গ্রাম Rhodamine B 100 cm^3 জলে দ্রবীভূত করা হয়।

মন্তব্য : Sb^{5+} আয়ন Rhodamine B এর সঙ্গে বেগুনী রঙের যোগ তৈরি করে। সুতরাং Sb^{3+} থাকলে গাঢ় HCl মাধ্যমে NaNO_2 দিয়ে জারিত করে নিতে হয়। Hg^{2+} বিয় ঘটায়।

3.11.4.3 টিন

(i) HgCl_2 দ্রবণে পরীক্ষণীয় দ্রবণ (SnCl_2) যোগ করলে প্রথমে সাদা Hg_2Cl_2 অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। অতিরিক্ত পরীক্ষণীয় দ্রবণের উপস্থিতিতে অধঃক্ষেপ কালো হয়ে যায়।

স্পট পরীক্ষা : [3.11.2.1(i) দেখুন]।

(ii) ক্যাকোথেলিন পরীক্ষা : একটি স্পট প্লেটে দুফোঁটা অ্যাসিডীয় [$\sim 2(\text{N})\text{HCl}$] Sn^{2+} দ্রবণ নিয়ে তার সঙ্গে এক ফোঁটা বিকারক যোগ করা হয়। বেগুনী রঙের দ্রবণ তৈরি হয়।

সুবেদিতা : 0.2 μg

গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 250 000

বিকারক দ্রবণ : 0.25% জলীয় দ্রবণ।

মন্তব্য : Sn^{4+} বিকারকের সঙ্গে বেগুনী দ্রবণ তৈরি করে না। সেজন্য Sn^{4+} থাকলে ধাতব Fe বা Al বা Mg দিয়ে বিজারিত করে Sn^{2+} তৈরি করে নিতে হয়। ছেকে নিয়ে Sn^{2+} এর দ্রবণ ব্যবহার করা হয়। শক্তিশালী বিজারক দ্রব্য মাত্রই বিয় ঘটায় এইজন্য শ্রেণি IIB পৃথক করার পর Sn^{2+} নিয়ে পরীক্ষা করা উচিত, অবশ্য Sb^{3+} কে বিজারিত করে ধাতব Sb হিসাবে অপসারিত করতে হবে। লোহার থেকে Al বা Mg সহজে Sb^{3+} কে বিজারিত করে। দ্রবণ থেকে Sb^{3+} সম্পূর্ণ অপসারিত হয়েছে কিনা রোডামিন B দ্বারা পরীক্ষা করে নেওয়া উচিত।

3.11.5 শ্রেণি IIB ধাতবমূলকগুলির রীতিবদ্ধ বিশ্লেষণ

শ্রেণি IIB ধাতবমূলকের সালফাইডের সঙ্গে অল্প পরিমাণ (5–10 cm^3) গাঢ় HCl(1) যোগ করে আস্তে আস্তে 5 মিনিট ফোঁটাতে হবে। অল্প জল দিয়ে লঘু করে পরিশ্রাবণ করা হল।

অধঃক্ষেপ হলুদ (As_2S_3) বা কালচে হলুদ ($\text{HgS} + \text{As}_2\text{S}_3$) (2) জল দিয়ে অধঃক্ষেপ ধুয়ে ফিল্টার পেপারের অধঃক্ষেপের উপর অল্প পরিমাণ (4–5 cm^3) গরম লঘু NH_4OH দ্রবণ (3) ঢালা হল। পরিশ্রুত নিয়ে আবার ফিল্টার পেপারের উপর ঢালা হল। এইভাবে তিন চারবার ঢালা হলে দেখা যাবে হলুদ (As_2S_3) অধঃক্ষেপ সম্পূর্ণ দ্রবীভূত

পরিশ্রুত দ্রবণে $\text{H}[\text{SbCl}_4]$ ও $\text{H}_2[\text{SnCl}_6]$ থাকতে পারে। দ্রবণ ফুটিয়ে H_2S অপসারিত করা হল।

(i) দ্রবণের একটি অংশ নিয়ে NH_4OH দ্রবণ যোগ করে অ্যাসিডের মাত্রা কিছুটা কমিয়ে নিয়ে 1–2 গ্রাম কঠিন অক্সালিক অ্যাসিড (4) যোগ করে ফুটিয়ে H_2S চালনা করা হল। কমলা রঙের Sb_2S_3 অধঃক্ষেপ।

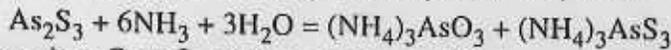
হয়েছে। কালচে হলুদ অধঃক্ষেপ হলে ফিন্টার পেপারের উপর কালো (HgS) অংশ অদ্রাব্য পড়ে থাকবে। তা নিয়ে Hg^{2+} এর সনাক্তকরণ করতে হবে শ্রেণি IIA এর মত। NH_4OH এর পরিস্রুতের সঙ্গে $1-2 \text{ cm}^3$ 3% H_2O_2 দ্রবণ মিশিয়ে উত্তপ্ত করা হল AsO_3^{3-} কে জারিত করে AsO_4^{3-} তৈরির জন্য। দ্রবণ ঠাণ্ডা করে ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রেট দ্রবণ যোগ করা হল। সাদা অধঃক্ষেপ পৃথক করে তার সঙ্গে কয়েক ফোঁটা লঘু CH_3COOH ও $AgNO_3$ দ্রবণ যোগ করা হল। বাদামী লাল রঙের অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়।
আর্সেনিক বর্তমান

(ii) দ্রবণের অপর একটি অংশ নিয়ে রোডামিন B পরীক্ষা [3.11.4.2 (iii) দেখুন] করা হল। বেগুনী দ্রবণ পাওয়া গেল। অ্যান্টিমনি বর্তমান।
আম্লিক দ্রবণের বাকী অংশের সাথে লোহার পেরেক বা অ্যালুমিনিয়াম (বা ম্যাগনেসিয়াম) গুঁড়া মিশিয়ে বেশ কিছুক্ষণ ফোঁটানো হল (5)। Sn^{4+} বিজারিত হয়ে Sn^{2+} তৈরি করে। Sb^{3+} বিজারিত হয়ে কালো রঙের গুঁড়া ধাতব Sb ভেসে ওঠে। দ্রবণকে ছেকে নিয়ে এক ভাগে $HgCl_2$ পরীক্ষা [3.11.4.3 (i) দেখুন] করা হল। ধূসর বা কালো অধঃক্ষেপ তৈরি হয়।
অপর অংশ নিয়ে ক্যাকোথেলিন পরীক্ষা [3.11.4.3 (ii) দেখুন] করা হল। বেগুনী দ্রবণ পাওয়া গেল।
টিন বর্তমান

মন্তব্য : (1) As_2S_3 গাঢ় HCl দ্রবণে দ্রবীভূত হয় না কিন্তু Sb_2S_3 ও SnS_2 দ্রবীভূত হয়ে জটিল $[SbCl_4]^-$ ও $[SnCl_6]^{2-}$ আয়ন তৈরি করে।

(2) 2(M) KOH দ্রবণ দ্বারা শ্রেণি IIA ও IIB পৃথক করলে কিছুটা HgS দ্রবীভূত হয় এবং তা শ্রেণি IIB সালফাইডের সঙ্গে পুনরায় অধঃক্ষিপ্ত হয়। এইজন্য শ্রেণি IIB সালফাইড অধঃক্ষেপ গাঢ় HCl দ্রবণ দ্বারা ফোঁটালে যে অবশেষ থাকে। তার মধ্যে হলুদ As_2S_3 ও কালো HgS থাকার জন্য অদ্রাব্য অংশ কালচে হলুদ দেখায়।

(3) As_2S_3 গরম লঘু NH_4OH দ্রবণে দ্রবীভূত হয় কিন্তু অদ্রাব্য অবস্থায় থাকে।



(4) টিন-অক্সিজেনেটের সুস্থির জটিল যৌগ H_2S এর সঙ্গে বিক্রিয়া করে না। এইজন্য দ্রবণের মধ্যে Sn^{4+} দ্রবীভূত থাকে কিন্তু অ্যান্টিমনি-অক্সিজেনেটের জটিল যৌগ সুস্থির নয়— H_2S এর সঙ্গে বিক্রিয়ায় কমলা রঙের Sb_2S_3 অধঃক্ষিপ্ত হয়।

(5) Sb^{3+} টিনের জন্য ক্যাকোথেলিন পরীক্ষায় বাধা সৃষ্টি করে। Sb^{3+} কে বিজারিত করে Sb হিসাবে অপসারিত করা হয়। Sb^{3+} এর সম্পূর্ণ অপসারণ ফোঁটানো দ্রবণে রোডামিন B পরীক্ষা দ্বারা নিশ্চিত করে নিতে হবে।

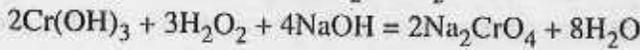
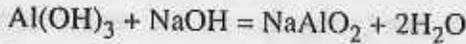
3.12 বিশ্লেষক শ্রেণি IIIA ধাতবমূলকগুলির পৃথকীকরণ ও সনাক্তকরণ

3.12.1 শ্রেণি IIIA অধঃক্ষেপে থাকে $Fe(OH)_3$, $Cr(OH)_3$, $Al(OH)_3$ এবং অল্প পরিমাণ $MnO_2 \cdot xH_2O$ । মূল দ্রবণে ম্যাঙ্গানীজ উপস্থিত থাকলে শ্রেণি IIIA এর অধঃক্ষেপের সঙ্গে অল্পপরিমাণ $MnO_2 \cdot xH_2O$ ।

অধঃক্ষিপ্ত হয়। শ্রেণি IIIA এর অধঃক্ষেপনের আগে দ্রবণের Fe^{2+} কে জারিত করার জন্য গাঢ় HNO_3 দ্রবণ অল্প পরিমাণে যোগ করে ফেটানো হয়। এইজন্য অল্প পরিমাণ Mn^{2+} জারিত হয়ে Mn^{4+} তৈরি হয়, যা শ্রেণি IIIA অধঃক্ষেপের সঙ্গে $MnO_2 \cdot xH_2O$ হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হয়। Mn^{2+} শ্রেণি IIIB এর অন্য মূলক (CO^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+}) গুলির মত অ্যামিনো জটিল যৌগ হিসাবে দ্রবণে দ্রবীভূত থাকে।

অধঃক্ষেপ নিয়ে $NaOH$ দ্রবণ এবং অল্প পরিমাণ H_2O_2 (লঘু 3%) দ্রবণ [বা অল্প পরিমাণ কঠিন Na_2O_2] যোগ করে ফেটানো হল। $Al(OH)_3$ দ্রবীভূত হয়ে AlO_2^- তৈরি করে। $Cr(OH)_3$ জারিত হয়ে হলুদবর্ণের CrO_4^{2-} দ্রবণ তৈরি করে। দ্রবণের অতিরিক্ত H_2O_2 কে বিয়োজিত করা হয় ফুটিয়ে তা নাহলে দ্রবণ আঙ্গিক করলে H_2O_2 এর দ্বারা কিছু CrO_4^{2-} বিজারিত হয়ে যাবে। প্রথম ক্ষণস্থায়ী নীলরঙের পারক্সিক্রোমিক অ্যাসিড তৈরি হয় যা প্রায় সঙ্গে সঙ্গে ভেঙ্গে গিয়ে সবুজ Cr^{3+} তৈরি করে।

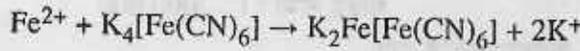
$Fe(OH)_3$ এ $MnO_2 \cdot xH_2O$ র অধঃক্ষেপ অদ্রব্য থাকে।



3.12.2 শ্রেণি IIIA ধাতবমূলকের সনাক্তকরণের পরীক্ষা

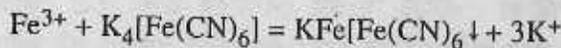
3.12.2.1 আয়রন :

(i) Fe^{2+} এর দ্রবণে $K_4[Fe_3(CN)_6]$ দ্রবণ যোগ করলে ফিকে নীলরঙের অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। বায়ুর সম্পূর্ণ অনুপস্থিতিতে বিশুদ্ধ Fe^{2+} দ্রবণ থেকে সাদা অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। সাদা অধঃক্ষেপ বায়ুর সংস্পর্শে এলে নীলবর্ণ ধারণ করতে শুরু করে। অর্থাৎ সাদা অধঃক্ষেপ $K_2Fe^{II}[Fe(CN)_6]$ আংশিক জারিত হয়ে $KFe^{III}[Fe(CN)_6]$ তৈরি করে।



Fe^{2+} দ্রবণে $K_3[Fe(CN)_6]$ দ্রবণ যোগ করলে গাঢ় নীলরঙের অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। পূর্বে এই অধঃক্ষেপকে বলা হত "Turnbull's blue" এবং লেখা হত পটাশিয়াম ফেরাস ফেরিসায়ানাইড $KFe^{II}[Fe^{III}(CN)_6]$ । কিন্তু বর্তমানে জানা গেছে যে ইহা "Prussian blue" $KFe^{III}[Fe^{II}(CN)_6]$ হতে অভিন্ন।

(ii) Fe^{3+} দ্রবণে $K_4[Fe(CN)_6]$ দ্রবণ যোগ করলে "Prussian blue" এর গাঢ় নীল অধঃক্ষেপ $KFe^{III}[Fe^{II}(CN)_6]$ পাওয়া যায়। এই অধঃক্ষেপ অতিরিক্ত বিকারক $K_4[Fe(CN)_6]$ গাঢ় HCl ও অক্সালিক অ্যাসিডে দ্রবণীয় কিন্তু লঘু HCl এ অদ্রবণীয়। এই অধঃক্ষেপ $NaOH$ এবং KOH দ্রবণের দ্বারা বিয়োজিত হয়ে $Fe(OH)_3$ ও $[Fe(CN)_6]^{4-}$ উৎপন্ন হয়।



(iii) Fe^{3+} দ্রবণে NH_4CNS বা $KCNS$ যোগ করলে গাঢ় লাল রঙের দ্রবণ পাওয়া যায়। Fe^{2+} এর সঙ্গে CNS^- কোন রঙ তৈরি করে না। লাল রঙের যৌগকে প্রকাশ করা হয় $[Fe(CNS)]^{2+}$ হিসাবে। PO_4^{3-} , AsO_4^{3-} , IO_3^- , SO_4^{2-} , বোরট, অজ্জালেট, অ্যাসিটেট, সাইট্রেট, টারট্রেট, F^- ও $HgCl_2$ বিঘ্ন ঘটায়। যেমন $Fe^{3+} + 6F^- \rightleftharpoons [FeF_6]^{3-}$ বিক্রিয়া দ্রবণের লাল রঙ নষ্ট করে দেয়।

সতর্কতা : আম্লিক দ্রবণে NO_2^- আয়ন থায়োসায়ানেটের সঙ্গে নাইট্রোসিল থায়োসায়ানেট (NO.CNS) তৈরি করে এবং দ্রবণের রঙ লাল হয়। সুতরাং NO_2^- এর উপস্থিতিতে বিঘ্ন ঘটবে, সালফামিক অ্যাসিড দিয়ে NO_2^- কে বিয়োজিত করে অপসারিত করতে হবে।

স্পট পরীক্ষা : স্পট প্লেটে বা ফিল্টার পেপারে এক ফোঁটা পরীক্ষণীয় দ্রবণ ও এক ফোঁটা বিকারক দ্রবণ যোগ করলে গাঢ় লাল রঙ বা দাগ তৈরি হয়।

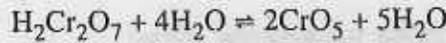
সুবেদিতা : 0.25 μg

গাঢ়ত্ব সীমা : 1 ; 200 000

মন্তব্য : রঙীন আয়ন Cu^{2+} , Cr^{3+} , Co^{2+} এবং Ni^{2+} এই পরীক্ষার সুবেদিতা কমিয়ে দেয়।

3.12.2.2 ক্রোমিয়াম :

(i) Cr^{3+} দ্রবণকে জারিত করে [(i) $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2$ বা (ii) লঘু $\text{H}_2\text{SO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ + সামান্য AgNO_3] হলুদ রঙের ক্রোমেট তৈরি করার পর, দ্রবণের আম্লিক অবস্থায় 1-2 cm^3 অ্যামাইল অ্যালকোহল এবং কয়েক ফোঁটা H_2O_2 মিশিয়ে নাড়লে উপরের জৈবস্তর নীল হয়ে যায়। ক্ষণস্থায়ী ক্রোমিয়াম পার অক্সাইড CrO_5 জল অপেক্ষা অ্যামাইল অ্যালকোহলে অধিক দ্রাব্য। এইজন্য জৈবস্তর গাঢ় নীল দেখায়।



মন্তব্য : অ্যামাইল অ্যালকোহলের বদলে ডাই ইথাইল ইথার ব্যবহার করা যেতে পারে কিন্তু সেক্ষেত্রে মনে রাখতে হবে যে ইথারের মধ্যে অশুদ্ধি হিসাবে পারঅক্সাইড থাকে সেজন্য ইথারের অশুদ্ধি দূর করার জন্য ব্যবহারের আগে ইথারকে গাঢ় Fe^{2+} দ্রবণ দিয়ে ঝাঁকিয়ে নিতে হবে।

(ii) ডাইফিনাইল কার্বাজাইড পরীক্ষা : এক ফোঁটা অ্যাসিডীয় [$\sim 2(\text{N}) \text{H}_2\text{SO}_4$] ক্রোমেট দ্রবণ স্পট প্লেটে নিয়ে এক ফোঁটা বিকারক দ্রবণ যোগ করা হল। বেগুনী দ্রবণ তৈরি হয়।

সুবেদিতা : 0.25 μg

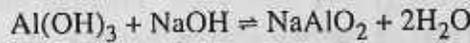
গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 2000 000

বিকারক দ্রবণ : 1% অ্যালকোহলীয় দ্রবণ

মন্তব্য : Cr^{3+} হিসাবে থাকলে তা জারিত করে ক্রোমেট তৈরি করে নিতে হবে।

3.12.2.3 অ্যালুমিনিয়াম :

(i) NaOH দ্রবণ পরীক্ষা : Al^{3+} এর দ্রবণে NaOH দ্রবণ যোগ করলে প্রথমে সাদা আঠাল $\text{Al}(\text{OH})_3$ অধঃক্ষেপ তৈরি হয়, অতিরিক্ত বিকারকে দ্রবণীয় হয়ে AlO_2^- তৈরি হয়। এই দ্রবণে NH_4Cl



যোগ করলে দ্রবণের OH^- এর গাঢ়ত্ব কমতে শুরু করে এবং বিক্রিয়াসাম্য ডানদিক হতে বাম দিকে প্রসারিত হয় ফলে পুনরায় $\text{Al}(\text{OH})_3$ অধঃক্ষিপ্ত হয়।

(ii) অ্যালিজারিন পরীক্ষা : একটি ফিল্টার পেপারের উপর 1-2 ফোঁটা অ্যালিজারিনের সংপৃক্ত অ্যালকোহলীয় দ্রবণ যোগ করে শুকিয়ে নিতে হবে। এক ফোঁটা আম্লিক পরীক্ষণীয় দ্রবণ ফিল্টার পেপারের উপরোক্ত জায়গায় যোগ করে কাগজের ওই অংশকে NH_3 গ্যাসের উপর ধরতে হবে যতক্ষণ না ওই জায়গাটি বেগুনী (অ্যামোনিয়াম অ্যালিজারিনেটের রঙ বেগুনী) হয়ে যায়। এরপর কাগজের ওই অংশটি বুনসেন শিখার উপর এমনভাবে ধরতে হবে যাতে প্রায় 100°C তাপমাত্রায় অ্যামোনিয়াম অ্যালিজারিনেট বিয়োজিত হয়ে বেগুনী রঙ অপসারিত হয়ে লাল রঙের রঞ্জন (lake) দেখা যায়।

সুবেদিতা : 0.15 µg গাঢ় সীমা : 1 : 333000

বিকারক : অ্যালকোহলীয় সংপৃক্ত দ্রবণ

মস্তব্য : Fe³⁺, Cr³⁺ এবং Mn²⁺ বিঘ্ন ঘটায়।

(iii) অ্যালিজারিন সালফোনেট পরীক্ষা : স্পট প্লেটে এক ফোঁটা NaAlO₂ দ্রবণ নিয়ে এক ফোঁটা বিকারক দ্রবণ যোগ করা হল। এরপর কয়েক ফোঁটা লঘু CH₃COOH দ্রবণ যোগ করা হয় যতক্ষণ পর্যন্ত না বেগুনী রঙ অদৃশ্য হয় এবং শেষে এক ফোঁটা বেশি CH₃COOH দ্রবণ মিশাতে হবে। লাল দ্রবণ বা অধঃক্ষেপ দেখা যাবে।

সুবেদিতা : 0.7 µg

গাঢ় সীমা : 1 : 80 000

বিকারক দ্রবণ : 0.1% জলীয় দ্রবণ

মস্তব্য : Cu, Bi, Fe, Be, Co, Zn, Ca, Ba, Sr বিরল মৃত্তিকা (rare earth) ধাতুর লবণগুলির বিঘ্ন ঘটায়।

3.12.3 শ্রেণি IIIA ধাতবমূলকগুলির রীতিবদ্ধ বিশ্লেষণ

শ্রেণি IIIA এর অধঃক্ষেপ [Fe(OH)₃, Cr(OH)₃, Al(OH)₃ এবং অল্প পরিমাণ MnO₂ xH₂O] নিয়ে NaOH দ্রবণ ও অল্প পরিমাণ 3% H₂O₂ দ্রবণ [বা বেশি কিছুটা কঠিন Na₂O₂ লবণ ও জল] (1) মিশিয়ে ধীরে ধীরে ফোঁটানো হল যতক্ষণ পর্যন্ত না বুদবুদন বন্ধ হয় উত্তপ্ত মিশ্রণকে কুনসেন শিখা থেকে সরিয়ে নেওয়া পর (2)। অদ্রব্য অংশকে দ্রবণ থেকে পৃথক করা হল এবং দু-একবার গরম জল দিয়ে ধুয়ে নেওয়া হয়।

অধঃক্ষেপ Fe(OH)₃ এবং MnO₃ xH₂O। লঘু (1 : 1) HNO₃ দ্বারা অধঃক্ষেপ এর একটি অংশ দ্রবীভূত করা হল। জল দিয়ে দ্রবণকে কিছুটা লঘু ও ঠান্ডা করে অল্প পরিমাণ কঠিন সোডিয়াম বিসমুথেট NaBiO₃ লবণ মিশানো হল। দ্রবণ বেগুনী বর্ণের হল। (3) ম্যাঙ্গানিজ বর্তমান। অধঃক্ষেপের অপর অংশকে লঘু HCl এ দ্রবীভূত করে দু-ভাগ করে একভাগে NH₄CNS দ্রবণ যোগ করা হল। গাঢ় লালবর্ণের দ্রবণ পাওয়া গেল। অপর অংশে K₄[Fe(CN)₆] দ্রবণ যোগ করা হল গাঢ় নীল অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। আয়রন বর্তমান

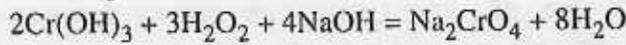
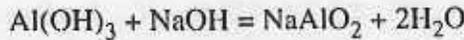
দ্রবণে Na₂CrO₄ (হলুদ) এবং NaAlO₂ (বর্ণহীন) থাকবে। দ্রবণ বর্ণহীন হলে Cr থাকবে না এইজন্য Cr এর পরীক্ষা করার প্রয়োজন হবে না। যদি দ্রবণ হলুদ রঙের হয়, তাহলে দু-ভাগ করে এক ভাগ নিয়ে Cr ও অন্যভাগে Al এর পরীক্ষা করতে হবে।

(i) হলুদ দ্রবণের একটি অংশ নিয়ে CH₃COOH দ্রবণ যোগ করে আঙ্গিক করা হল এবং কয়েক ফোঁটা লেড অ্যাসিটেট দ্রবণ যোগ করা হল। হলুদ অধঃক্ষেপ।

(ii) দ্রবণের অপর অংশ নিয়ে লঘু HNO₃ দ্রবণ দিয়ে অ্যাসিডীয় করে দ্রবণ ঠান্ডা করা হল, তারপর 1 cm³ অ্যামাইল অ্যালকোহল ও কয়েকফোঁটা 3% H₂O₂ দ্রবণ যোগ করে মিশ্রণকে ভালভাবে ঝাঁকানো হল। নীল রঙের জৈবস্তর দ্রবণের উপরে ভাসবে। ক্রোমিয়াম বর্তমান

দ্রবণের মধ্যে কঠিন NH₄Cl ও NH₄Cl অল্পমাত্রায় যোগ করে ঝাঁকানো হল এবং একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ NH₄Cl যোগ করার পর সাদা আঠাল অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। দ্রবণ থেকে তা পৃথক করে ধুয়ে নিয়ে দু-ভাগ করা হল। (i) একভাগের সঙ্গে NaOH দ্রবণ যোগ করা হল অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হল এবং NH₄Cl যোগ করে ঝাঁকালে অধঃক্ষেপ আবার ফিরে আসে। (ii) দ্বিতীয়ভাগ নিয়ে লঘু H₂SO₄ এ দ্রবীভূত করে অ্যালিজারিন-এস পরীক্ষা [3.12.2.3 (iii) দেখুন] করা হল। লাল দ্রবণ বা অধঃক্ষেপ। অ্যালুমিনিয়াম বর্তমান

মন্তব্য : (1) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ এবং $\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ দ্রবীভূত হয় না ক্ষারীয় দ্রবণে কিন্তু $\text{Al}(\text{OH})_3$ দ্রবীভূত হয়ে AlO_2^- তৈরি করে। $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ক্ষারীয় দ্রবণের দ্বারা H_2O_2 এর উপস্থিতিতে জারিত হয়ে দ্রবণীয় CrO_4^{2-} তৈরি করে।



(2) অতিরিক্ত H_2O_2 বিয়োজিত করে অপসারণ করা হয় কারণ তা নাহলে CrO_4^{2-} দ্রবণ আক্সিক করলে H_2O_2 সঙ্গে সঙ্গে ক্ষণস্থায়ী CrO_5 তৈরি করে যা বিয়োজিত হয়ে Cr^{3+} তৈরি করে।

(3) NaBiO_3 ম্যাঙ্গানিজকে জারিত করে বেগুনী বর্ণের MnO_4^- তৈরি করে।

3.13 বিশ্লেষক শ্রেণি IIIB ধাতবমূলকগুলির পৃথকীকরণ ও সনাক্তকরণ

3.13.1 পৃথকীকরণ :

ধাতব সালফাইডগুলির (CoS , NiS , MnS ও ZnS) সঙ্গে ঠাণ্ডা অতি লঘু (1 : 15 বা 16) HCl মিশিয়ে 2-3 মিনিট নাড়িয়ে অদ্রাব্য অংশ (CoS , NiS) দ্রবণ থেকে পৃথক করা হয়। MnS এবং ZnS ঠাণ্ডা লঘু (1 : 15 বা 16) HCl এ দ্রবণীয়। CoS ও NiS এর বেশিরভাগ অংশই অদ্রবণীয়, শুধু অতি অল্পপরিমাণ CoS ও NiS লঘু HCl এ দ্রবীভূত হয়। দ্রবণে অল্প পরিমাণ Co^{2+} ও Ni^{2+} এর উপস্থিতি Mn^{2+} ও Zn^{2+} এর সনাক্তকরণে অবশ্য বিঘ্ন ঘটায় না। অদ্রাব্য CoS ও NiS কে অম্লরাজে (Aqua regia) দ্রবীভূত করে দ্রবণ প্রস্তুত করে Co^{2+} ও Ni^{2+} এর সনাক্তকরণ করা হয়। Co^{2+} ও Ni^{2+} এর দ্রবণে একের উপস্থিতিতে অন্যের সনাক্তকরণে কোন বিঘ্ন সাধারণত ঘটে না। লঘু HCl এর দ্রবণে MnCl_2 , ZnCl_2 ও নগণ্য পরিমাণ CoCl_2 এবং NiCl_2 থাকে। প্রথমে দ্রবণকে ফুটিয়ে H_2S মুক্ত করে, অল্প H_2O_2 দ্রবণ যোগ করে আবার গরম করতে হয় Co^{2+} ও Mn^{2+} কে যথাক্রমে Co^{3+} ও Mn^{4+} রূপে জারিত করার জন্য। পরবর্তী ধাপে দ্রবণে বেশি NaOH দ্রবণ যোগ করতে হয়। Zn^{2+} দ্রবণে ZnO_2^{2-} দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। $\text{Ni}(\text{OH})_2$, $\text{Co}(\text{OH})_2$ ও $\text{Mn}(\text{OH})_2$ এর অধঃক্ষেপ তৈরি হয় কিন্তু $\text{Co}(\text{OH})_2$ অল্প-পরিমাণে NaOH দ্রবণে দ্রবণীয় এবং $\text{Mn}(\text{OH})_2$ কলয়েডীয় দ্রবণ তৈরি করে কিন্তু H_2O_2 দ্বারা Co^{2+} কে Co^{3+} ও Mn^{2+} কে Mn^{4+} এ রূপান্তরিত করলে অদ্রাব্য $\text{Co}(\text{OH})_3$ ও $\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ রূপে NaOH দ্রবণে অধঃক্ষিপ্ত হয়ে অপসারিত হয়। NaOH দ্রবণ নিয়ে Zn^{2+} এর সনাক্তকরণ করা হয়। অধঃক্ষেপ [$\text{Co}(\text{OH})_3$, $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ও $\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$] নিয়ে লঘু HNO_3 দ্রবীভূত করে দ্রবণ নিয়ে ম্যাঙ্গানিজের সনাক্তকরণ করা হয়। $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ও $\text{Co}(\text{OH})_3$ সহজে লঘু HNO_3 এ দ্রবীভূত হয় না। এইজন্য দ্রবণ নিয়ে ম্যাঙ্গানিজের সনাক্তকরণ করা হয় এবং কোন অদ্রাব্য কালো অবশেষ থাকলে তা অগ্রাহ্য করা হয়।

3.13.2 শ্রেণি IIIB ধাতবমূলকগুলির সনাক্তকরণের পরীক্ষা

3.13.2.1 কোবাল্ট

(i) অ্যামোনিয়াম থায়োসায়ানেট পরীক্ষা : Co^{2+} এর দ্রবণে কয়েক ফোঁটা গাঢ় HCl দ্রবণ মিশিয়ে দ্রবণ ভালভাবে অ্যাসিডীয় করে NH_4CNS এর গাঢ় দ্রবণ বা কিছু কঠিন দানা যোগ করে ঝাঁকানো হল, উজ্জ্বল

নীলবর্ণের দ্রবণ তৈরি হল $[\text{Co}(\text{CNS})_4]^{2-}$ জটিল যৌগ গঠনের জন্য। দ্রবণকে অল্প পরিমাণ অ্যামাইল অ্যালকোহল বা ইথার দ্বারা বাঁকালে নীল রঙ জৈব স্তরে স্থানান্তরিত হয় কারণ $\text{H}_2[\text{Co}(\text{CNS})_4]$ জলের তুলনায় জৈব স্তরে (ইথার বা অ্যামাইল অ্যালকোহলে) বেশি দ্রব্য। এইজন্য অ্যাসিডীয় মাধ্যমে পরীক্ষাটি করা হয়। স্পট পরীক্ষা হিসাবে উপরোক্ত পরীক্ষা করা যায়। এখানে জৈব তরল যোগ করা হয় না।

সুবেদিতা : 0.5 μg

গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 100 000

মন্তব্য : Fe^{3+} বিঘ্ন ঘটায়। F^- যোগ করলে $[\text{FeF}_6]^{3-}$ তৈরি হয়ে বিঘ্ন অপসারিত হয়।

(ii) সোডিয়াম 1-নাইট্রোসো, 2-হাইড্রোক্সি ন্যাপথলিন 3, 6 ডাইসালফোনেট (Nitroso-R-লবণ) পরীক্ষা : স্পট প্লেটে এক ফোঁটা প্রশম পরীক্ষণীয় দ্রবণ (সোডিয়াম অ্যাসিটেট বাফার দ্রবণ মিশ্রিত) নিয়ে 2-3 ফোঁটা বিকারক দ্রবণ যোগ করা হল। গাঢ় লাল দ্রবণ তৈরি হয়।

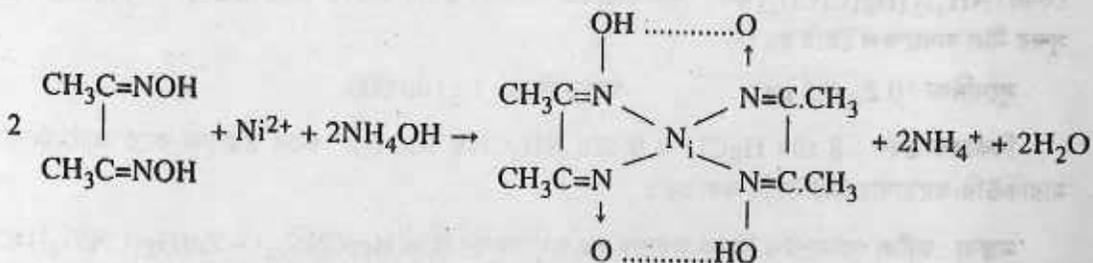
গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 500 000

বিকারক দ্রবণ : 1% জলীয় দ্রবণ

মন্তব্য : নিকেলের উপস্থিতিতে কোনরকমে বিঘ্ন ঘটে না।

3.13.2.2 নিকেল

ডাইমিথাইল গ্লাইক্সাইম পরীক্ষা : Ni^{2+} এর প্রশম বা অ্যাসিডীয় দ্রবণে অল্প বিকারক দ্রবণ যোগ করে মিশ্রণকে লঘু NH_3 দ্রবণ যোগ করে অ্যামোনিয় করা হল। সুন্দর গোলাপী লাল রঙের অধঃক্ষেপ তৈরি হয়।



স্পট প্লেটেও উপরোক্ত পরীক্ষা করা যেতে পারে।

সুবেদিতা : 0.16 μg

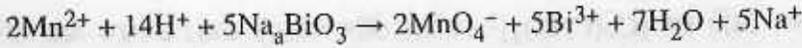
গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 300 000

বিকারক দ্রবণ : 1% অ্যালকোহলীয় দ্রবণ

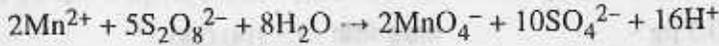
মন্তব্য : Fe^{2+} , Bi^{3+} এবং Co^{2+} যখন অধিক পরিমাণে থাকে তখন বিঘ্ন ঘটে।

3.13.2.3 ম্যাঙ্গানিজ

(i) সোডিয়াম বিসমুথেট পরীক্ষা : লঘু HNO_3 বা H_2SO_4 এ ক্লোরাইডমুক্ত Mn^{2+} এর ঠান্ডা দ্রবণে কিছুটা কঠিন NaBiO_3 যোগ করে নাড়ানো হল। কঠিন অবশেষ থিত্তিয়ে পড়ার সঙ্গে সঙ্গে দ্রবণের রঙ বেগুনী হয়। Mn^{2+} জারিত হয়ে MnO_4^- তৈরি হয়।



(ii) অ্যামোনিয়াম পারসালফেট পরীক্ষা : Ag^+ অনুঘটকের উপস্থিতিতে উত্তপ্ত অবস্থায় $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ -সালফিউরিক অ্যাসিড মাধ্যমে Mn^{2+} কে জারিত করে MnO_4^- তৈরি করে।



একটি ছোটো পোসেলিন মুচিতে এক ফোঁটা পরীক্ষণীয় দ্রবণ নিয়ে তার সঙ্গে এক ফোঁটা গাঢ় H_2SO_4 এবং এক ফোঁটা 0.1(N) AgNO_3 দ্রবণ যোগ করা হল। তারপর কয়েকদানা কঠিন $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ যোগ করে অল্প গরম করা হল। বেগুনী বর্ণের দ্রবণ তৈরি হল।

সুবেদিতা : 0.1 μg

গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 500 000

মন্তব্য : Cl^- , Br^- এবং I^- অন্য যে সব আয়ন যারা Ag^+ কে অধঃক্ষিপ্ত করে তারা বিঘ্ন ঘটায়।

3.13.2.4 জিঙ্ক

(i) H_2S প্রশম বা ক্ষারীয় দ্রবণ থেকে সাদা ZnS অধঃক্ষেপ তৈরি করে। অধঃক্ষেপ লঘু CH_3COOH অম্ল বা কিছু লঘু অজৈব অ্যাসিডে দ্রাব্য।

(ii) অ্যামোনিয়াম মারকিউরি থায়োসায়ানেট + কোবাল্ট সালফেট পরীক্ষা : স্পট প্লেটে এক ফোঁটা মৃদু অ্যাসিডীয় (H_2SO_4) পরীক্ষণীয় দ্রবণ নিয়ে এক ফোঁটা 0.02% CoSO_4 দ্রবণ যোগ করা হল, এরপর 1-2 ফোঁটা $(\text{NH}_4)_2[\text{Hg}(\text{CNS})_4]$ দ্রবণ যোগ করা হল। এরপর একটি কাচদণ্ড দিয়ে মিশ্রণকে নাড়লে ধীরে ধীরে সুন্দর নীল অধঃক্ষেপ তৈরি হয়।

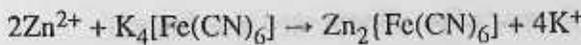
সুবেদিতা : 0.2 - 0.5 μg

গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 100 000

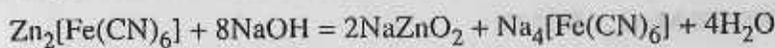
বিকারক দ্রবণ : 8 গ্রাম HgCl_2 ও 9 গ্রাম NH_4CNS 100 cm^3 জলে দ্রবীভূত করে অ্যামোনিয়াম মারকিউরি-থায়োসায়ানেট তৈরি করা হয়।

মন্তব্য : জটিল কোবাল্ট ও জিঙ্ক লবণের সহ অধঃক্ষেপণ [$\text{Co}[\text{Hg}(\text{CNS})_4] + \text{Zn}[\text{Hg}(\text{CNS})_4]$] হয়ে নীলরঙের মিশ্রিত কেলাস তৈরি করে। কোবাল্ট সালফেটের বদলে কপার সালফেটের (0.1%) দ্রবণ ব্যবহার করলে বেগুনী রঙের অধঃক্ষেপ তৈরি হয়।

(iii) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ পরীক্ষা : Zn^{+2} দ্রবণ থেকে সাদা $\text{Zn}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ এর অধঃক্ষেপণ হয়, অতিরিক্ত বিকারকে আরও কম দ্রবণীয় জিঙ্ক পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড পাওয়া যায়।



অধঃক্ষেপ লঘু অ্যাসিডে অদ্রবণীয় কিন্তু কসটিক অ্যালকালি দ্রবণে দ্রবীভূত হয়।



3.13.3 শ্রেণি IIIB ধাতবমূলকগুলির রীতিবদ্ধ বিশ্লেষণ

শ্রেণি IIIB এর সদ্যজাত সালফাইড (CoS, NiS, MnS, ZnS) অধঃক্ষেপের সঙ্গে ঠাণ্ডা লঘু (1 : 15) HCl দ্রবণ মিশিয়ে 2-3 মিনিট ধরে নেড়ে অদ্রাব্য অংশকে পৃথক করা হল।

<p>কালো রঙের অবশেষ CoS ও NiS থাকতে পারে। অধঃক্ষেপ নিয়ে জারক শিখায় বোরাক্স বীড পরীক্ষা করা হল। নীল গুটিকা হলে কোবাল্ট আছে বাদামী রঙের গুটিকা হলে নিকেল আছে। অবশেষকে অল্পরাজে দ্রবীভূত করে গাঢ় HCl এর সাহায্যে নাইট্রাস ফিউম সম্পূর্ণ অপসারিত করে জলীয় দ্রবণ প্রস্তুত করে এক ভাগ নিয়ে নিকেলের জন্য ডাইমিথাইলগ্লাইকসাইম পরীক্ষা [3.13.2.2 দেখুন] করা হল। গোলাপী লাল অধঃক্ষেপ নিকেল বর্তমান। অপরভাগ নিয়ে অ্যামোনিয়াম থায়োসায়ানেট পরীক্ষা [3.13.2.1 (i) দেখুন] করা হল। গাঢ় নীল জৈব স্তর। কোবাল্ট বর্তমান।</p>	<p>দ্রবণে $MnCl_2$, $ZnCl_2$ ও অত্যন্ত কম পরিমাণ $CoCl_2$ ও $NiCl_2$ থাকতে পারে। দ্রবণ ফুটিয়ে H_2S মুক্ত করা হয়। এরপর অল্প H_2O_2 দ্রবণ ও বেশি পরিমাণে NaOH দ্রবণ যোগ করে 2-3 মিনিট ফেটানো হয়। অদ্রাব্য অংশকে পৃথক করা হয়।</p> <p>অদ্রাব্য অবশেষের বেশিরভাগ অংশ $MnO_2 \cdot xH_2O$ এবং অত্যন্ত অল্প অংশ $Ni(OH)_2$ এবং $Co(OH)_3(1)$ অবশেষকে লঘু (1 : 1) HNO_3 দ্রবণে দ্রবীভূত করে দ্রবণে ম্যাঙ্গানিজের সনাক্তকরণের জন্য।</p> <p>(i) $NaBiO_3$ পরীক্ষা [3.13.2.3(i) দেখুন] করা হল। বেগুনী দ্রবণ। বা (ii) অ্যামোনিয়াম পারসালফেট পরীক্ষা [3.13.2.3(ii) দেখুন] করা হল। বেগুনী দ্রবণ। ম্যাঙ্গানীজ বর্তমান।</p>	<p>দ্রবণে Na_2ZnO_2 থাকে। দুভাগ করে একভাগ নিয়ে CH_3COOH দিয়ে আম্লিক করে H_2S চালনা করা হল। সাদা অধঃক্ষেপ ZnS এর।</p> <p>(ii) দ্রবণের অন্যভাগ লঘু H_2SO_4 দ্বারা আম্লিক করে অ্যামোনিয়াম মারকিউরি থায়োসায়ানেট + কোবাল্ট সালফেট পরীক্ষা [3.13.2.4(ii) দেখুন] করা হয়। নীল অধঃক্ষেপ বর্তমান। জিঙ্ক বর্তমান।</p>
--	---	---

মন্তব্য : (1) $MnO_2 \cdot xH_2O$, $Co(OH)_3$ এবং $Ni(OH)_2$ এর মিশ্রণ থেকে Mn কে পৃথক করার প্রয়োজন হয় না। দ্রবণে কোবাল্ট ও নিকেলের উপস্থিতিতে ম্যাঙ্গানিজের সনাক্তকরণে বিঘ্ন ঘটে না। তাছাড়া $Co(OH)_3$ ও $Ni(OH)_2$ সহজে লঘু HNO_3 দ্রবণে দ্রবীভূত হয় না। এইজন্য দ্রবণ নিয়ে ম্যাঙ্গানিজের সনাক্তকরণ করা হয় এবং কোন অদ্রাব্য কালো অবশেষ থাকলে তা অগ্রাহ্য করা হয়।

3.14 বিশ্লেষক IV ধাতবমূলকগুলির পৃথকীকরণ ও সনাক্তকরণ

3.14.1 পৃথকীকরণ : অধঃক্ষেপ ($BaCO_3$, $SrCO_3$, এবং $CaCO_3$) গরম লঘু 2(N) CH_3COOH দ্রবণে দ্রবীভূত করা হয়। গরম দ্রবণে K_2CrO_4 এর দ্রবণ যোগ করলে শুধু হলুদ $BaCrO_4$ অধঃক্ষিপ্ত হবে। $BaCrO_4$ (দ্রাব্যতা গুণফল 1.6×10^{-10}) লঘু CH_3COOH দ্রবণে অদ্রাব্য কিন্তু $SrCrO_4$ (দ্রাব্যতা গুণফল 3.6×10^{-5}) এবং $CaCrO_4$ (দ্রাব্যতা গুণফল 2.3×10^{-2}) দ্রাব্য। লঘু CH_3COOH এ $[2CrO_4^{2-} + 2H^+ + Cr_2O_7^{2-} + H_2O]$ CrO_4^{2-} এর গাঢ়ত্ব এমনভাবে নিয়ন্ত্রিত হয় যা কেবলমাত্র $BaCrO_4$ এর দ্রাব্যতা গুণফল অতিক্রম

করবে। লঘু CH_3COOH এর বদলে লঘু খনিজ অ্যাসিড (HCl) ব্যবহার করলে CrO_4^{2-} এর গাঢ়ত্ব এত কম হয় যা BaCrO_4 এর দ্রাব্যতা গুণফল অতিক্রান্ত করার জন্য যথেষ্ট নয়। এইজন্য খনিজ অ্যাসিড মাধ্যমে BaCrO_4 অধঃক্ষিপ্ত হয় না।

BaCrO_4 এর অধঃক্ষেপ নিয়ে Ba^{2+} এর সনাক্তকরণ করা হয়। BaCrO_4 এর অধঃক্ষেপ পৃথক করার পর দ্রবণ থেকে SrCO_3 এবং CaCO_3 এর অধঃক্ষেপ পৃথক করা হয় $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ বা Na_2CO_3 সহযোগে। অধঃক্ষেপ গরম লঘু 2(N) CH_3COOH দ্রবণে দ্রবীভূত করে দ্রবণে সংপৃক্ত $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ দ্রবণ যোগ করা হয় অল্প পরিমাণ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ সহযোগে। SrSO_4 এর অদ্রাব্য লবণ অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং দ্রবণে জটিল $(\text{NH}_4)_2[\text{Ca}(\text{SO}_4)_2]$ থাকে। $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ যোগ করার জন্য SrSO_4 এর সঙ্গে CaSO_4 এর সহ অধঃক্ষেপণের প্রবণতা কমে যায়। SrSO_4 এর অধঃক্ষেপ নিয়ে Sr^{2+} এর এবং দ্রবণ নিয়ে Ca^{2+} এর সনাক্তকরণ করা হয়।

3.14.2 শ্রেণি IV ধাতবমূলকগুলির সনাক্তকরণের পরীক্ষা

3.14.2.1 বেরিয়াম

(i) K_2CrO_4 দ্রবণ পরীক্ষা : প্রশম বা লঘু CH_3COOH এর দ্রবণ থেকে হলুদ অদ্রাব্য BaCrO_4 তৈরি হয় (স্ট্রনসিয়াম ও ক্যালসিয়াম থেকে পার্থক্য) K_2CrO_4 দ্রবণ যোগ করলে



(ii) সোডিয়াম রোডিজেনেট পরীক্ষা : ফিণ্টার পেপারের উপর এক ফোঁটা প্রশম পরীক্ষণীয় দ্রবণ নিয়ে এক ফোঁটা বিকারক দ্রবণ যোগ করা হল। লালাভ-বাদামী দাগ তৈরি হল। দু-ফোঁটা 0.5(N) HCl দ্রবণ যোগ করা হল ওই দাগের উপর। লালাভ-বাদামী দাগ উজ্জ্বল লাল রঙে রূপান্তরিত হল (স্ট্রনসিয়াম হতে পার্থক্য)।

সুবেদিতা : 0.25 μg

গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 200 000

বিকারক দ্রবণ : 0.5% জলীয় দ্রবণ। দ্রবণ সহজে বিয়োজিত হয়। এইজন্য প্রয়োজনমত দ্রবণ তৈরি করে নিতে হবে।

মন্তব্য : প্রশম অবস্থায় রোডিজেনিক অ্যাসিডের বেরিয়াম লবণ (লালাভ-বাদামী) অধঃক্ষিপ্ত হয়। Ca^{2+} ও Mg^{2+} বিয় ঘটায় না। Sr^{2+} বেরিয়ামের ন্যায় বিক্রিয়া ঘটায় কিন্তু 0.5(N) HCl দ্রবণে স্ট্রনসিয়ামের লালাভ-বাদামী রঙ অদৃশ্য হয়। অনেক ধাতবমূলক বিয় ঘটায় এইজন্য শ্রেণি IV এর পৃথকীকরণের পর এই বিকারক ব্যবহার করা উচিত।

3.14.2.2 স্ট্রনসিয়াম :

(i) K_2CrO_4 দ্রবণ পরীক্ষা : Sr^{2+} এর প্রশম গাঢ় দ্রবণ থেকে K_2CrO_4 দ্রবণ হলুদ SrCrO_4 অধঃক্ষেপ তৈরি করে। অধঃক্ষেপ লঘু CH_3COOH দ্রবণে অদ্রাব্য। (বেরিয়াম থেকে পার্থক্য)।



(ii) লঘু H_2SO_4 দ্রবণ পরীক্ষা : সাদা SrSO_4 অধঃক্ষেপ, লঘু অজৈব অ্যাসিড ও $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ দ্রবণে অদ্রাব্য (ক্যালসিয়াম থেকে পার্থক্য)। অধঃক্ষেপ গরম সংপৃক্ত $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ দ্রবণেও অদ্রাব্য (লেড থেকে পার্থক্য)।

মন্তব্য : Ba^{2+} মূলক বিয় ঘটাবে কারণ BaSO_4 এর দ্রাব্যতা উপরিলিখিত দ্রবণে একইরকম। এইজন্য সাদা অধঃক্ষেপ নিয়ে শিখা পরীক্ষার সাহায্যে Ba^{2+} ও Sr^{2+} এর পার্থক্য নির্ণয় করতে হবে।

(iii) সোডিয়াম রোডিজেনেট পরীক্ষা : বেরিয়ামের উপস্থিতিতে নিম্নলিখিতভাবে পরীক্ষা করতে হবে : একটুকরা মাত্রিক (quantitative) ফিল্টার পেপার সংপৃক্ত K_2CrO_4 দ্রবণে ভিজিয়ে শুকিয়ে নিতে হবে। এই কাগজের উপর এক ফোঁটা প্রশম পরীক্ষণীয় দ্রবণ নিয়ে, 1-2 মিনিট পরে ওই জায়গায় এক ফোঁটা বিকারক দ্রবণ যোগ করলে লালাভ-বাদামী দাগ তৈরি হবে।

বেরিয়াম না থাকলে ফিল্টার পেপারের উপর এক ফোঁটা পরীক্ষণীয় দ্রবণ ও এক ফোঁটা বিকারক দ্রবণ যোগ করলে লালাভ-বাদামী দাগ তৈরি হবে।

সুবেদিতা : 4.0 μg

গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 13 000

মন্তব্য : Ba^{2+} ও Sr^{2+} বিকারকের সঙ্গে একইরকমভাবে বিক্রিয়া করে। এইজন্য Ba^{2+} কে অদ্রাব্য $BaCrO_4$ হিসাবে অপসারিত করা হয়। সদ্য প্রস্তুত $SrSO_4$ প্রশম মাধ্যমে সোডিয়াম রোডিজেনেটের সঙ্গে লালাভ-বাদামী হয়ে যায়।

3.14.2.3 ক্যালসিয়াম :

(i) $(NH_4)_2C_2O_4$ দ্রবণ পরীক্ষা : লঘু দ্রবণ থেকে ধীরে ধীরে সাদা $CaC_2O_4 \cdot H_2O$ অধঃক্ষেপ তৈরি করে $[(NH_4)_2C_2O_4]$ দ্রবণ। অধঃক্ষেপ অজৈব অ্যাসিডে দ্রবণীয় কিন্তু CH_3COOH এ অদ্রবণীয় [বেরিয়াম হতে পার্থক্য]।

মন্তব্য : SrC_2O_4 এর সাদা অধঃক্ষেপ CH_3COOH দ্রবণে সামান্য দ্রাব্য (Sparingly soluble)। এইজন্য Sr^{2+} ও Ca^{2+} এর পার্থক্য নিরূপণ করার জন্য অধঃক্ষেপ নিয়ে শিখা পরীক্ষা করা উচিত।

(ii) সোডিয়াম রোডিজেনেট পরীক্ষা : Ba^{2+} ও Sr^{2+} এর উপস্থিতিতে Ca^{2+} এর সনাক্তকরণ নিম্নলিখিতভাবে করা হয়। ছোটো পোসেলীন মুচিতে কয়েকফোঁটা পরীক্ষণীয় দ্রবণ ও 0.5 গ্রাম পরিমাণ কঠিন $(NH_4)_2SO_4$ নিয়ে উত্তপ্ত করে শুষ্ক করা হয়। এরপর উত্তপ্ত করে অবশিষ্ট $(NH_4)_2SO_4$ কে বিয়োজিত করে অপসারিত করা হয়। মুচিটিকে ঠান্ডা করে এক ফোঁটা বিকারক দ্রবণ ও একফোঁটা লঘু $NaOH$ দ্রবণ যোগ করা হল। বেগুনী অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। Ca^{2+} এর ক্ষারীয় জটিল যৌগ উৎপন্ন হয়। ক্ষারীয় মাধ্যমে $BaSO_4$ ও $SrSO_4$ বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না। আবার প্রশম মাধ্যমে শুধু $SrSO_4$ বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে।

3.14.3 শ্রেণি IV ধাতবমূলকগুলির রীতিবন্ধ

শ্রেণি IV অধঃক্ষেপ ($BaCO_3$; $SrCO_3$ এবং $CaCO_3$) অল্পপরিমাণ গরম 2(N) CH_3COOH দ্রবণে দ্রবীভূত করা হল। দ্রবণের অল্পকিছু অংশ নিয়ে প্রায় ফুটন্ত অবস্থায় কয়েক ফোঁটা K_2CrO_4 দ্রবণ যোগ করা হল। হলুদ অধঃক্ষেপ (1) পাওয়া গেলে বুঝতে হবে বেরিয়াম আছে। যদি বেরিয়াম থাকে তখন দ্রবণের বাকী অংশকে উত্তপ্ত করে ফুটিয়ে ধীরে ধীরে K_2CrO_4 দ্রবণ মিশাতে হবে নাড়তে নাড়তে যতক্ষণ না পর্যন্ত দ্রবণটি সামান্য হলুদ বর্ণের হয়। অধঃক্ষেপ পৃথক করে জল দিয়ে ধুয়ে নিতে হবে।

হলুদ অধঃক্ষেপ $BaCrO_4$ ।
অধঃক্ষেপের অল্প অংশ
নিয়ে শিখা পরীক্ষা করা
হল।— পীতভ সবুজ শিখা
(Apple green flame)।
বেরিয়াম বর্তমান

দ্রবণে Sr^{2+} ও Ca^{2+} থাকবে। দ্রবণে NH_4OH যোগ করে ক্ষারীয় অবস্থায়
সঙ্গে সঙ্গে সংপৃক্ত $(NH_4)_2CO_3$ দ্রবণ বা কিছুটা কঠিন Na_2CO_3 যোগ
করে $SrCO_3$ ও $CaCO_3$ এর সাদা অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়। অধঃক্ষেপ পৃথক
করে গরম 2(N) CH_3COOH এ দ্রবীভূত করা হয়। দ্রবণ ফুটিয়ে অতিরিক্ত
 CO_2 তাড়িতে দিতে হবে।

যদি বেরিয়াম না থাকে তাহলে K_2CrO_4 দ্রবণ যোগ না করে মূল দ্রবণ
নিয়ে Sr^{2+} ও Ca^{2+} এর পৃথকীকরণ শুরু করতে হবে।

<p>Sr^{2+} ও Ca^{2+} এর পৃথকীকরণ : দ্রবণে সমপরিমাণ সংপৃক্ত $(NH_4)_2SO_4$ দ্রবণও 1-2 দানা কঠিন $Na_2S_2O_3$ যোগ করে (2) উত্তপ্ত করা হল 5 মিনিট ধরে জলগাছে রেখে। তারপর মিশ্রণকে 1-2 মিনিট রেখে $SrSO_4$ এর অধঃক্ষেপ পৃথক করা হল।</p>	
<p>সাদা অধঃক্ষেপ $SrSO_4$। জল দিয়ে দুভাগ করা হল। একভাগ নিয়ে বিজারিত করার পর শিখা পরীক্ষা করা হল। স্থায়ী গাঢ় লাল শিখা পাওয়া গেল। অপরভাগ নিয়ে সোডিয়াম রোডিজোনেট পরীক্ষা [3.14.2.2 (iii) দেখুন] করা হল। লালভাবাদামী অধঃক্ষেপ পাওয়া গেল। স্ট্রনসিয়াম বর্তমান</p>	<p>দ্রবণে Ca^{2+} এর দ্রবণীয় জটিল যৌগ $[Ca(SO_4)_2]^{2-}$ থাকে। দ্রবণকে দুভাগ করে একভাগ নিয়ে $(NH_4)_2C_2O_4$ দ্রবণ যোগ করে জলগাছে গরম করা হল। সাদা CaC_2O_4 অধঃক্ষেপ—শিখা পরীক্ষায় ক্ষণস্থায়ী পোড়া ইটের রঙের শিখা পাওয়া যায়। অপরভাগে নিয়ে সোডিয়াম রোডিজোনেট দ্রবণ ও লঘু $NaOH$ দ্রবণ যোগ করা হল। বেগুনী অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। ক্যালসিয়াম বর্তমান</p>

মন্তব্য : (1) লঘু CH_3COOH দ্রবণে $BaCrO_4$ অদ্রাব্য কিন্তু $SrCrO_4$ ও $CaCrO_4$ দ্রাব্য।

(2) $(NH_4)_2SO_4$ এর দ্রবণে Sr^{2+} অদ্রাব্য $SrSO_4$ হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং Ca^{2+} দ্রবণীয় জটিল যৌগে $[Ca(SO_4)_2]^{2-}$ রূপান্তরিত হয়। $Na_2S_2O_3$ যোগ করলে $SrSO_4$ এর সঙ্গে $CaSO_4$ এর সহঅধঃক্ষেপণের ক্ষমতা হ্রাস পায়।

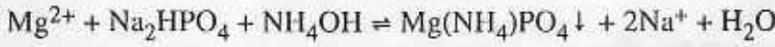
3.15 শ্রেণি V ধাতবমূলকগুলির সনাস্করণ

শ্রেণি IV ধাতব মূলকগুলি কার্বনেট অধঃক্ষেপ হিসাবে পৃথক করে প্রাপ্ত দ্রবণে শ্রেণি V ধাতবমূলকগুলি (Mg^{2+} , Na^+ ও K^+) থাকে। ওই দ্রবণে প্রচুর পরিমাণে NH_4^+ থাকে, যা Mg^{2+} ও Na^+ এর পরীক্ষার সুবেদিতা (Sensitivity) কমিয়ে দেয় এবং K^+ এর পরীক্ষায় সরাসরি বিঘ্ন ঘটায়। এইজন্য দ্রবণ থেকে NH_4^+ অপসারণ করতে হয়। পোসেলিন মুচিতে দ্রবণ নিয়ে উত্তপ্ত করে প্রায় শুষ্ক করা হয়। এরপর ঠান্ডা করে অল্প পরিমাণ ($3-4\text{ cm}^3$) গাঢ় HNO_3 দিয়ে সমস্ত অবশেষ মুচির তলদেশে জড় করে আবার উত্তপ্ত করে শুষ্ক করা হয়। উদ্বায়ী NH_4NO_3 বিয়োজিত হয়। ঠান্ডা অবস্থায় সাদা অবশেষ শ্রেণি V ধাতবমূলকের উপস্থিতি নির্দেশ করে। অবশেষের জলীয় দ্রবণ তৈরি করা হয়। এই শ্রেণির ধাতবমূলকগুলির অধঃক্ষেপণের জন্য কোন নির্দিষ্ট বিকারক নেই। দ্রবণের একটি করে অংশ নিয়ে Mg^{2+} , Na^+ ও K^+ এর সনাস্করণ করা হয়। NH_4^+ যদিও শ্রেণির V এর অন্তর্ভুক্ত কিন্তু পূর্ববর্তী কয়েকটি শ্রেণির ধাতবমূলকের পৃথকীকরণের সময় NH_4^+ যোগ করা হয়েছে। এইজন্য আদি দ্রবণে বা লবণে NH_4^+ এর সনাস্করণের পরীক্ষা করতে হয়।

শ্রেণি V ধাতব মূলকগুলির সনাস্করণের নিশ্চিত পরীক্ষা

3.15.1 ম্যাগনেসিয়াম

(i) Na_2HPO_4 দ্রবণ পরীক্ষা : NH_4Cl ও NH_4OH এর উপস্থিতিতে Mg^{2+} দ্রবণে Na_2HPO_4 দ্রবণ যোগ করে ঝাঁকালে বা কাচদণ্ড দিয়ে নাড়ালে ধীরে ধীরে সাদা কেলাসযুক্ত $Mg(NH_4)PO_4 \cdot 6H_2O$ অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়।



(ii) টাইটান ইয়েলো (Titan yellow) পরীক্ষা : স্পট প্লেটে এক ফোঁটা পরীক্ষণীয় প্রথম দ্রবণ নিয়ে এক ফোঁটা বিকারক দ্রবণ ও এক ফোঁটা 0.1(N) NaOH দ্রবণ যোগ করা হল। লাল রঙ বা অধঃক্ষেপ তৈরি হয়।

সুবেদিতা : 1.5 µg

গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 33 000

বিকারক দ্রবণ : 0.1% জলীয় দ্রবণ

মন্তব্য : $\text{Mg}(\text{OH})_2$ অধঃক্ষেপের উপরিতলে রঞ্জক শোষিত হয়ে লালরঙের অধঃক্ষেপ তৈরি করে, শ্রেণি I থেকে শ্রেণি IIIB পর্যন্ত ধাতব মূলকগুলির উপস্থিতি বিঘ্ন ঘটায়।

(iii) কুইন অ্যালিজারিন পরীক্ষা : স্পট প্লেটে বা ছোটো পরীক্ষণলে এক ফোঁটা পরীক্ষণীয় দ্রবণ নিয়ে দু-ফোঁটা বিকারক দ্রবণ যোগ করা হল। পরীক্ষণীয় দ্রবণ অ্যাসিডীয় হলে দ্রবণের বর্ণ হলুদাভ লাল হবে। এরপর 2(N) NaOH দ্রবণ যোগ করে দ্রবণের রঙ বেগুনী করা হল। তারপর অতিরিক্ত 2(N) NaOH দ্রবণ যোগ করে মিশ্রণের আয়তন 25-50% বাড়ানো হল। সুন্দর নীল অধঃক্ষেপ বা রঙ (Corn flower blue) পাওয়া গেল। Br^{2-} জল যোগ করলে দ্রবণ বর্ণহীন হয়।

সুবেদিতা : 0.25µg

গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 200 000

বিকারক দ্রবণ : 0.01-0.02% অ্যালকোহলীয় দ্রবণ বা 0.1(N) NaOH এ দ্রবীভূত 0.05% দ্রবণ।

মন্তব্য : (1) শ্রেণি I থেকে IIIB পর্যন্ত ধাতবমূলকগুলি, ফসফেট ও NH_4^+ বিঘ্ন ঘটায়।

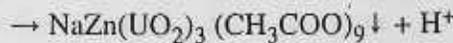
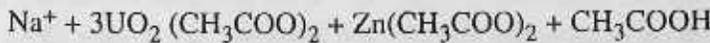
(2) পরীক্ষণীয় দ্রবণের বদলে এক ফোঁটা জল নিয়ে পাশাপাশি পরীক্ষা করলে নীল রঙের বদলে নীলাভ বেগুনী রঙ পাওয়া যাবে।

(3) বেরিলিয়াম ধাতবমূলক Mg^{2+} এর মত একইরকমভাবে বিকারকের সঙ্গে বিক্রিয়া করে কিন্তু সেক্ষেত্রে নীল রঙ Br_2^- জল দ্বারা বর্ণহীন হয় না।

3.15.2 সোডিয়াম

জিঙ্ক ইউরানিল অ্যাসিটেট পরীক্ষা :

5 ফোঁটা প্রথম পরীক্ষণীয় দ্রবণের সঙ্গে 2 cm³ পরিমাণ বিকারক দ্রবণ মিশিয়ে কাচদণ্ড দিয়ে নাড়তে হবে। সোডিয়াম জিঙ্ক ইউরানিল অ্যাসিটেট এর কেলাসযুক্ত হলুদ অধঃক্ষেপ বা ঘোলাটে দ্রবণ পাওয়া যাবে। কমপরিমাণ সোডিয়াম থাকলে অধঃক্ষেপের পরিবর্তে ঘোলাটে দ্রবণ পাওয়া যায় বেশিরভাগ ক্ষেত্রে।



সুবেদিতা : 12.5 µg

গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 4000

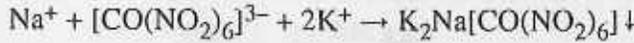
বিকারক দ্রবণ : 10% দ্রবণ জলে বা 1(N) CH_3COOH দ্রবণে তৈরি করা হয়।

মন্তব্য : পটাশিয়াম বেশি পরিমাণ (>5 gm/dm³) থাকলে একই ধরনের অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। এইজন্য অধঃক্ষেপ নিয়ে শিখা পরীক্ষা করা উচিত। Cu, Hg, Cd, Al, Co, Ni, Mn, Zn, Ca, Ba, Sr এবং NH_4^+ উপস্থিতি বিক্রিয়ার সুবেদিতা কমিয়ে দেয়।

3.15.3 পটাসিয়াম

সোডিয়াম কোবাল্টনাইট্রাইট পরীক্ষা :

প্রশম বা খুবই হালকা আয়নিক পরীক্ষণীয় দ্রবণে বিকারক দ্রবণ মিশালে হলুদবর্ণের অধঃক্ষেপ তৈরি হয়।



AgNO_3 দ্রবণ যোগ করলে বিক্রিয়ার সুবেদিতা প্রায় চারগুন বেড়ে যায় কারণ আরও বেশি অদ্রব্য $\text{K}_2\text{Ag}[\text{CO}(\text{NO}_2)_6]$ অধঃক্ষেপ তৈরি হয়।

কোবাল্টনু কাচে-এক ফোঁটা পরীক্ষণীয় দ্রবণ নিয়ে, এক ফোঁটা 0.05% AgNO_3 দ্রবণ এবং এক ফোঁটা বিকারক দ্রবণ যোগ করা হল—হলুদ অধঃক্ষেপ তৈরি হয়।

সুবেদিতা : 1.0 μg গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 50000

বিকারক দ্রবণ : (i) 0.05% AgNO_3 দ্রবণ

(ii) সোডিয়াম কোবাল্টনাইট্রাইট দ্রবণ প্রস্তুতি : (a) 7.5 গ্রাম $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 30 cm^3 জলে দ্রবীভূত করা হল। (b) 60 গ্রাম NaNO_2 30 cm^3 জলে দ্রবীভূত করা হল। এবার (ক) ও (খ) দ্রবণ মিশ্রিত করে 15 cm^3 গ্লেসিয়্যাল CH_3COOH যোগ করা হল এবং মিশ্রণকে বেশ কয়েকবার কিছুক্ষণ ধরে ঝাঁকানো হল। দ্রবণের রঙ হলুদাভ লাল হয়। এবার জল দিয়ে লঘু করে 200 cm^3 করা হল। প্রয়োজন হলে দ্রবণ পরিষ্কার করে নিতে হবে। দ্রবণের স্থায়ীত্ব খুব বেশি নয়—2-3 সপ্তাহের বেশি রেখে ব্যবহার করা যায় না।

মন্তব্য : NH_4^+ একইরকম অধঃক্ষেপ তৈরি করে। বিজারক পদার্থ I' প্রভৃতি বিঘ্ন ঘটায়।

3.15.4 অ্যামোনিয়াম আয়ন

নেসলারের বিকারক (Nessler's Reagent) পরীক্ষা :

স্পটপ্লেটে এক ফোঁটা পরীক্ষণীয় দ্রবণের সঙ্গে এক ফোঁটা গাঢ় NaOH দ্রবণ মিশিয়ে সঙ্গে সঙ্গে এক ফোঁটা বিকারক দ্রবণ যোগ করা হল। বাদামী দ্রবণ বা অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়।

সুবেদিতা : 0.3 μg NH_3

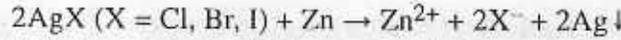
বিকারক দ্রবণ : 23 গ্রাম HgI_2 এবং 16 গ্রাম KI অ্যামোনিয়া মুক্ত 100 cm^3 জলে দ্রবীভূত করে ওই দ্রবণে 100 cm^3 6(N) NaOH দ্রবণ যোগ করে নাড়িয়ে 24 ঘণ্টা মিশ্রণকে রেখে দেওয়ার পর উপরের স্বচ্ছ দ্রবণ গড়িয়ে নিয়ে ব্যবহার করতে হয়। দ্রবণকে অন্ধকারে রাখতে হয়।

মন্তব্য : NH_4^+ এর জন্য সনাক্তকরণের পরীক্ষা শ্রেণি V এর দ্রবণ নিয়ে করা হয় না। লবণের মূল দ্রবণ নিয়ে পরীক্ষা করতে হবে। ধাতবমূলকগুলির রীতিবন্ধ শ্রেণি বিশ্লেষণের সময় অনেকবারই NH_4^+ যোগ করতে হয় লবণের দ্রবণে। এইজন্য দ্রবণ নিয়ে প্রথমে NH_4^+ এর সনাক্তকরণের পরীক্ষা করে রীতিবন্ধ শ্রেণিগুলির বিশ্লেষণ করতে হয়।

3.16 অদ্রব্য লবণের বিশ্লেষণ (Analysis of insoluble Salts)

যে সব লবণ অম্লরাজে দ্রবীভূত হয় না তাদের অদ্রব্য লবণ বলা হয়। অদ্রব্য লবণগুলির একটি তালিকা নিম্নলিখিতভাবে তৈরি করা যেতে পারে।

- (1) AgCl (সাদা), AgBr (হলুদ আভায়ুক্ত), AgI (হাল্কা হলুদ)।
- (2) BaSO₄ (সাদা), SrSO₄ (সাদা), PbSO₄ (সাদা), PbCl₂ (সাদা)।
- (3) তীব্র জ্বালিত অক্সাইডগুলি (Strongly ignited oxides) : যেমন Al₂O₃ (সাদা), Fe₂O₃ (গাঢ় লাল), Cr₂O₃ (সবুজ), SnO₂ (সাদা) Sb₂O₄ (সাদা)।
- (4) SiO₂ এবং অন্যান্য ধাতব সিলিকেটগুলি (সাদা), খনিজ CaF₂ (সাদা বা হাল্কা ধূসর)।
- (5) Cu₂[Fe(CN)₆] (চকোলেট), Zn₂[Fe(CN)₆] (সাদা), প্রুশীয় নীল।
- (i) অদ্রব্য লবণের রঙ সাদা এবং BaSO₄ ও SrSO₄ আছে সন্দেহ হলে নিম্নলিখিতরূপে শিখা পরীক্ষা করা হয়:
- প্লাটিনাম তারে কিছু লবণ নিয়ে দীপ শিখার বিজারক মণ্ডলে বেশ কিছুক্ষণ রেখে বা ফিল্টার পেপারের মোড়কে পুড়িয়ে লবণকে বিজারিত করা হয় (সালফেট লবণ সালফাইড লবণে রূপান্তরিত হয়)। তারপর বিজারিত লবণকে গাঢ় HCl এ সিল্ক করে শিখা পরীক্ষা করা হয়। BaSO₄ এর জন্য পীতভঙ্গ সবুজ শিখা এবং SrSO₄ এর জন্য স্থির গাঢ় লাল শিখা পাওয়া যায়।
- (ii) সাদা বা হাল্কা রঙের অদ্রব্য লবণে Pb²⁺ ও Ag⁺ এর উপস্থিতি জানতে হলে লবণের গায়ে অ্যামোনিয়াম সালফাইড (সদ্যপ্রস্তুত) দ্রবণে ভেজানো কাঁচদণ্ড স্পর্শ করানো হল। লবণের স্পর্শ করা অংশটি ধীরে ধীরে কালো হয়ে গেল। রঙ অপরিবর্তিত থাকলে Pb²⁺ ও Ag⁺ এর অনুপস্থিতি নির্দেশ করে।
- (iii) PbSO₄ ও PbCl₂ এর জন্য পরীক্ষা : অদ্রব্য লবণের সঙ্গে অ্যাসেটিক অ্যাসিডযুক্ত সম্পৃক্ত অ্যামোনিয়াম অ্যাসিটেট দ্রবণ মিশিয়ে গরম (≈70°C) অবস্থায় পরিব্রাণ করে পরিশ্রুত নিয়ে Pb²⁺, SO₄²⁻ ও Cl⁻ এর জন্য পরীক্ষা করা হয়।
- মন্তব্য : লেড সিলিকেট ও গলিত লেড ক্রোমেট সম্পৃক্ত CH₃COONH₄ দ্রবণে অদ্রবীভূত থাকে।
- (iv) প্লাটিনাম তারের আগায় একটি ছোটো বলয়ের (loop) এর মধ্যে অনার্দ্র Na₂CO₃ এর গুটি তৈরি করে গরম অবস্থায় কিছু অদ্রব্য লবণ গুটির সাথে লাগিয়ে নিয়ে উত্তপ্ত করা হল, এরপর গুটির সাথে কিছুটা কঠিন NaOH লাগিয়ে নিয়ে দীপশিখায় উচ্চতাপে গুটিকে গলিয়ে (fused) নিতে হবে। ঠাণ্ডা করে গুটিটি অল্পপরিমাণ জলে দ্রবীভূত করা হল। বেশিরভাগ ক্ষেত্রেই গুটি সম্পূর্ণ দ্রবীভূত হয়। দ্রবণ নিয়ে নিম্নলিখিত পরীক্ষাগুলি করা যেতে পারে।
- (a) Al₂O₃ এর জন্য অ্যালিজারিন-সালফোনেট পরীক্ষা [3.12.1.3 (iii)]
- (b) Cr₂O₃ এর জন্য পারক্লিক্রোমেট বা ডাইফিনাইল কার্বাজাইড পরীক্ষা [3.12.2]
- (c) SnO₂ এর জন্য HgCl₂ দ্রবণ বা ক্যাকোথেলীন পরীক্ষা [3.11.4.3]
- (4) Sb₂O₄ এর জন্য H₂S পরীক্ষা বা রোডামিন B পরীক্ষা [3.11.4.2]
- (v) AgCl, AgBr ও AgI এর জন্য পরীক্ষা : বিকারে জিঙ্কের ছিবড়ের উপর লবণ রেখে লঘু H₂SO₄ দ্রবণ যোগ করে গরম করা হয় এবং কিছুক্ষণ অপেক্ষা করলে দেখা যাবে সিলভার লবণের Ag⁺ বিজারিত হয়ে কালো রঙের Ag কণা তৈরি করে। লবণকে সবসময় জিঙ্কের ছিবড়ের সংস্পর্শে রাখতে হবে বিক্রিয়ার সময় কাঁচদণ্ডের সাহায্যে। পরিব্রাণের সাহায্যে Ag কণা পৃথক করা হয়।



পরিশ্রুত দ্রবণে Cl^{-} , Br^{-} ও I^{-} এর পরীক্ষা করা হয়। কালো অবশেষ লঘু HNO_3 দ্রবণে দ্রবীভূত করে দ্রবণে Ag^{+} এর পরীক্ষা করা হয়।

(vi) অদ্রাব্য লবণ গাঢ় লাল হলে Fe_2O_3 থাকার সম্ভাবনা থাকে। গাঢ় HCl দিয়ে লবণকে ফোটাতে Fe_2O_3 আংশিক দ্রবীভূত হয়। এই দ্রবণ নিয়ে Fe^{3+} এর পরীক্ষা করা হয়।

(vii) অদ্রাব্য লবণে SnO_2 এর উপস্থিতির সম্ভাবনা থাকলে নিম্নলিখিত দুটি পরীক্ষা করা যেতে পারে।

প্রতিপ্রভা পরীক্ষা (Fluorescence Test) : একটি ছোটো 100 মিলি বীকারে অদ্রবণীয় লবণের অল্প পরিমাণ নিয়ে 50-60 মিলি 5-6(N) HCl দ্রবণ ও কয়েক টুকরো বিশুদ্ধ* (টিন বিহীন) জিঙ্কের ছিবড়ে যোগ করা। একটি পরীক্ষনালের (test tube) অর্ধেক ঠাণ্ডা জলে ভর্তি করে বীকারের মিশ্রণে ডুবিয়ে পরীক্ষনাল দ্বারা মিশ্রণটি ভালভাবে কিছুক্ষণ নাড়িয়ে ওই পরীক্ষনালের তলাটি (যা মিশ্রণের মধ্যে ডুবে ছিল) বুনসেন দীপের অদীপ্ত শিখায় উত্তপ্ত করা হল। যদি পরীক্ষনালের তলা ও গা থেকে নীলবর্ণের প্রতিপ্রভা নির্গত হয়, তবে বুঝতে হবে যে ওই মিশ্রণে SnO_2 আছে।

মন্তব্য : *জিঙ্ক ছিবড়েতে সাধারণত টিন অশুদ্ধি হিসেবে থাকে, সেজন্য পাশাপাশি পরীক্ষণীয় বস্তু ছাড়া (blank) পরীক্ষা করা প্রয়োজন।

গলন পরীক্ষা : অপ্রপাতের (Mica foil) উপর লবণের অল্প অংশের সঙ্গে অনার্দ্র Na_2CO_3 ও সালফার চূর্ণ মিশিয়ে উত্তপ্ত করে গলিত করা হল। গলিত মিশ্রণ ঠাণ্ডা করে জলে দ্রবীভূত ও পরিশ্রাবণ করা হল। স্বচ্ছ দ্রবণের মধ্যে লঘু HCl দ্রবণ যোগ করে অ্যাসিডীয় করা হল এবার SnS_2 এর হলুদ অধঃক্ষেপ পাওয়া গেলে SnO_2 এর উপস্থিতি প্রমাণ করবে।

এই সমস্ত বিশেষ পরীক্ষা ছাড়া সাধারণত লবণও অনার্দ্র Na_2CO_3 বা গালক মিশ্র [Fusion Mixture : এক ভাগ অনার্দ্র Na_2CO_3 ও একভাগ অনার্দ্র K_2CO_3 এর মিশ্রণ] নিয়ে গলন পরীক্ষা করা যেতে পারে।

অদ্রাব্য লবণের গলন পরীক্ষা :

নিকেল মুচিতে (Crucible) অদ্রবণীয় লবণের সাথে তিন বা চারগুণ অনার্দ্র Na_2CO_3 বা গালক মিশ্র (fusion mixture) মিশিয়ে ফুৎনল শিখার (Blowpipe flame) সাহায্যে উত্তপ্ত করে মিশ্রণকে গলিত তরল অবস্থায় কমপক্ষে পাঁচমিনিট রাখা হয়। এরপর মিশ্রণকে ঠাণ্ডা করে জল দিয়ে ফোটারোর পর পরিশ্রাবণ করা হয়।

অবশেষ : $BaCO_3$, $SrCO_3$, $CaCO_3$, অন্যান্য কার্বনেট, দ্রবণীয় Fe_2O_3 এবং অপরিবর্তিত SiO_2 , CaF_2 , SnO_2 , Sb_2O_4 , Al_2O_3 ইত্যাদি থাকতে পারে। অবশেষকে প্রথমে 2% Na_2CO_3 দ্রবণ এবং তারপর গরম জল দিয়ে ধুয়ে নিতে হবে। এরপর লঘু HNO_3 দ্রবণ মিশিয়ে গরম করে পরিশ্রাবণ করা হয়।

দ্রবণ : Na_2CrO_4 , $NaAlO_2$, Na_2SnO_3 , Na_2PbO_2 , NaF , Na_2SiO_3 এবং Na_2SO_4 থাকতে পারে, (গালক মিশ্র নিয়ে গলন পরীক্ষা করলে উপরোক্ত Na - লবণের সঙ্গে K - লবণও থাকবে)। দ্রবণের অল্প অংশ নিয়ে গাঢ় HCl দিয়ে আঙ্গিক করলে দ্রবণ যদি কলয়েডীয় হল তাহলে Na_2SiO_3 এর উপস্থিতি নির্দেশিত হয়। তখন সমস্ত দ্রবণে গাঢ় HCl যোগ করে আঙ্গিক করে বাষ্পীভবন করে প্রায় শুষ্ক করা হয়। ঠাণ্ডা করে আবার গাঢ় HCl অল্প যোগ করে পুনরায় শুষ্ক করা হয়। এইভাবে দ্রাব্য SiO_3^{2-} কে অদ্রাব্য SiO_2 তে রূপান্তরিত করা হয়। জল মিশিয়ে গরম করে পরিশ্রাবণ করা হল।

<p>অবশেষ : অপরিবর্তিত CaF_2, SnO_2, Sb_2O_4, Al_2O_3, SiO_2 থাকতে পারে। অবশেষ ও কঠিন NaOH নিয়ে গলন পরীক্ষা করা যেতে পারে। ঠাণ্ডা করে গলিত অবশেষকে জলে দ্রবীভূত করা হয়। দ্রবণে NaF, NaAlO_2, Na_2SnO_3, NaSbO_2, Na_2SiO_3 থাকতে পারে। দ্রবণ নিয়ে নির্দিষ্ট বিকারক মিশিয়ে পরীক্ষা করা যেতে পারে।</p>	<p>দ্রবণ : এই দ্রবণকে বাষ্পীভবন করে প্রায় শুষ্ক করা হয় এরপর গাঢ় HCl দ্রবণ মিশিয়ে এক-দুবার আবার, শুষ্ক করা হয় HNO_3 সম্পূর্ণরূপে দূরীভূত করার জন্য। এরপর লঘু HCl এ দ্রবণ প্রস্তুত করে ধাতব মূলকগুলির জন্য বিশ্লেষকশ্রেণি পরীক্ষা ($\text{II} \rightarrow \text{Mg}^{2+}$) করা হয়।</p>	<p>অবশেষ : অদ্রাব্য SiO_2 অবশেষ নিয়ে SiF_4 পরীক্ষা করা যেতে পারে।</p>	<p>দ্রবণ : দ্রবণ নিয়ে ধাতব মূলকগুলি বিশ্লেষকশ্রেণি (II ও IIIA এবং IIIB (যদি মূলক দ্রবণে Na_2ZnO_2 থাকে) এর পরীক্ষা করা যেতে পারে।</p>
<p>মন্তব্য : (i) অদ্রাব্য লবণে (i) $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ থাকলে দ্রবণে থাকবে $\text{Na}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ এবং অবশেষ থাকবে CuO। দ্রবণে $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ এর জন্য পরীক্ষা করতে হবে। অবশেষ CuO কে HCl এ দ্রবীভূত করে Cu^{+2} এর পরীক্ষা করতে হবে।</p> <p>(ii) $\text{Zn}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ থাকলে দ্রবণে থাকবে Na_2ZnO_2 এবং $\text{Na}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$। নির্দিষ্ট বিকারকের সাহায্যে পরীক্ষা করতে হবে।</p> <p>(iii) প্রুশীয়নীল থাকলে দ্রবণে থাকবে $\text{Na}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ এবং অবশেষ থাকবে $\text{Fe}(\text{OH})_3$।</p>		<p>মন্তব্য : মূল দ্রবণে Na_2SiO_3 না থাকলে দ্রবণের এক একটি অংশ নিয়ে নির্দিষ্ট বিকারক মিশিয়ে Na_2CrO_4 প্রভৃতির পরীক্ষা করা যেতে পারে।</p>	

3.17 অজানা অজৈব লবণ মিশ্রণে মূলকগুলির সনাস্করণ পদ্ধতির রূপরেখা

(1) লবণ মিশ্রণের ভৌত বিশেষত্ব :

- (i) যেমন রঙ, কেলাস বা পাউডার অবস্থা।
- (ii) দ্রবণীয়তা : (a) জলে (b) জলে অদ্রবণীয় অংশ লঘু HCl দ্রবণে। (c) লঘু HCl দ্রবণে অদ্রবণীয় অংশ অম্লরাজে (aqua regia) (d) অম্লরাজ যদি কোন অংশ দ্রবীভূত না হয় সেই অংশকে অদ্রাব্য লবণ (Insoluble Salt) বলা হয়। জ।

(2) প্রাথমিক পরীক্ষা :

- (a) ধাতবমূলকগুলির জন্য।
- (b) অ্যাসিডমূলকগুলির (বিয়সৃষ্টিকারী মূলকগুলিসহ) জন্য।

(3) অ্যাসিডমূলকগুলির জন্য আর্দ্রপরীক্ষা :

- (a) লবণের জলীয় দ্রবণে।
- (b) জলে লবণের অদ্রবণীয় অংশের জন্য Na_2CO_3 নির্যাস দ্রবণে।

মন্তব্য : উপরোক্ত দুই দ্রবণে যখন কোন অ্যাসিডমূলক সনাক্ত হয় তখন তার সমগোত্রীয় অন্য কোন মূলক ওই দ্রবণে উপস্থিত বা অনুপস্থিতি দেখানো উচিত। যেমন NO_2^- থাকলে NO_3^- এর উপস্থিতি বা অনুপস্থিতি দেখাতে হবে।

- (4) ধাতবমূলকগুলির জন্য আর্দ্রপরীক্ষা : (a) লবণের জলীয় দ্রবণে।
(b) লবণের লঘু HCl দ্রবণে।
(c) অম্লরাজে প্রস্তুত দ্রবণে।

অম্লরাজে লবণের দ্রবণ প্রস্তুতি : অল্প পরিমাণ অম্লরাজে লবণ দ্রবীভূত করা হয় উত্তাপ প্রয়োগে। এরপর দ্রবণকে বাষ্পীভবন করে প্রায় শুষ্ক করা হয়, অল্প ঠাণ্ডা করে অবশেষের উপর অল্প পরিমাণ গাঢ় HCl দ্রবণ যোগ করে পুনরায় বাষ্পীভবন করে শুষ্ক করা হয়। এই শেষোক্ত প্রক্রিয়া কয়েকবার করতে হয় HNO_3 কে সম্পূর্ণরূপে দ্রবীভূত করার জন্য। এরপর লঘু HCl দ্রবণে অবশেষ দ্রবীভূত করা হয় উত্তপ্ত করে। অবশেষকে শুষ্ক অবস্থায় বেশি উত্তপ্ত করা চলবে না। কারণ অনেকক্ষেত্রে অদ্রাব্য ধাতব অক্সাইড তৈরি হওয়ার সম্ভাবনা থাকে।

- মন্তব্য : (i) ধাতবমূলকগুলির সনাক্তকরণের জন্য উপরোক্ত প্রত্যেকটি দ্রবণে রীতিবদ্ধ শ্রেণি বিশ্লেষণ (Systematic group analysis) করা হয়। যদি দ্রবণে কোন বিঘ্নসৃষ্টিকারী অ্যাসিডমূলক থাকে তাহলে তা শ্রেণি II এর পৃথকীকরণের পর বিতাড়িত করতে হবে দ্রবণ থেকে [2.6]।
(ii) জলীয় দ্রবণের অল্প অংশ নিয়ে PO_4^{3-} ও NH_4OH দ্রবণ যোগ করা হলে যদি কোন অধঃক্ষেপ না পড়ে তাহলে দ্রবণে Na^+ , K^+ , NH_4^+ মূলকগুলির মধ্যে এক বা একাধিক উপস্থিত থাকতে পারে।
(iii) লঘু HCl দ্রবণে শ্রেণি II এর পৃথকীকরণের পর যদি অল্প অংশ নিয়ে H_2S দূরীকরণের পর PO_4^{3-} এর সঙ্গে NH_4OH দ্রবণ যোগ করে অ্যামোনীয় করা হয় এবং কোন অধঃক্ষেপ না তৈরি হয় তাহলে শ্রেণি IIIA থেকে Mg^{2+} পর্যন্ত ধাতবমূলকগুলি অনুপস্থিত থাকবে।

(5) লবণ মিশ্রণে কোন অদ্রাব্য (Insoluble) অংশ থাকলে তার জন্য পরীক্ষা করতে হবে:

মন্তব্য : বেশির ভাগ ক্ষেত্রে বিশেষ পরীক্ষার সাহায্যে অদ্রাব্য অংশের সংযুক্তি জানা যায়।

(6) সনাক্তমূলকগুলির প্রত্যেকটির জন্য নিশ্চিত পরীক্ষা (Confirmatory test) করতে হবে।

(7) মিশ্রণের ভৌত বিশেষত্ব ও উপরোক্ত রূপরেখায় বিশ্লেষণের পর্যবেক্ষণগুলির ভিত্তিতে মিশ্রণের সম্ভাব্য সংযুক্তি (Composition) লিখতে পারা যায়।

(8) লবণ মিশ্রণের সংযুক্তি (Composition) যদি জানানোর প্রয়োজন না থাকে এবং সনাক্ত মূলকগুলি [অ্যাসিড ও ধাতব] জানালাই চলবে তাহলে বিভিন্ন দ্রবণের জন্য বিশ্লেষণের প্রয়োজন নেই ধাতবমূলকগুলির সনাক্তকরণের ক্ষেত্রে। সমস্ত রকমের দ্রবণ একসঙ্গে মিশিয়ে বা লবণে পরপর দ্রাবক যোগ করে একটিমাত্র দ্রবণ তৈরি করে ধাতবমূলকগুলির জন্য রীতিবদ্ধ বিশ্লেষণ করতে হবে।

(9) NaOH দ্রবণে লবণ মিশ্রণ দ্রবীভূত করে পরিস্কৃত নিয়ে অনুমোদিত শর্তে (Permissible condition) Pb^{2+} , As^{3+} , Sb^{3+} , Sn^{2+} , Sn^{4+} , Al^{3+} ও Zn^{2+} এর সনাক্তকরণ রীতিবদ্ধভাবে করা যেতে পারে।

3.18 সারাংশ

এই অধ্যায় পাঠ করে আপনি নিম্নলিখিত বিষয়ে বিশদ জ্ঞান বা দক্ষতা অর্জন করতে পারবেন।

- লবণের দ্রাব্যতা ও দ্রাব্যতা গুণফল এবং তাদের মধ্যে সম্বন্ধ।
- দ্রাব্যতার উপর সাধারণ লবণ ও জটিল আয়ন গঠনের প্রভাব।
- ভৌত ধারণার ভিত্তিতে ধাতবমূলকগুলির বিভিন্ন বিশ্লেষক শ্রেণিতে বিভাগীকরণ এবং এক একটি বিশ্লেষক শ্রেণির ধাতবমূলকগুলির নির্বাচনাত্মক (Selective) অধঃক্ষেপ হিসাবে অন্য শ্রেণি থেকে পৃথকীকরণের নীতি।
- প্রাথমিক পরীক্ষাগুলির সাহায্যে লবণে ধাতবমূলকগুলির উপস্থিতির সম্ভাবনা বিষয়ে সিদ্ধান্ত।
- বিভিন্ন দ্রাবকে লবণ বা লবণ মিশ্রণের দ্রবণ তৈরি। এক একটি শ্রেণির অধঃক্ষেপ থেকে শ্রেণিভুক্ত ধাতবমূলকগুলির পরস্পরের থেকে পৃথকীকরণ এবং প্রত্যেকের নিশ্চিতরূপে সনাক্তকরণ। বেশিরভাগ ক্ষেত্রেই প্রতিটি ধাতবমূলকের জন্য একাধিক নিশ্চিত পরীক্ষা দেওয়া হয়েছে তাদের সনাক্তকরণের জন্য।
- অদ্রাব্য লবণের বিশ্লেষণের প্রয়োগবিধি।
- অজানা অজৈব লবণ মিশ্রণে মূলকগুলির (অ্যাসিড ও ধাতব) সনাক্তকরণ পদ্ধতির বুপরেখার ব্যবহারিক প্রয়োগ।

একক 4 □ জৈব রসায়নাগারে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি এবং বিভিন্ন পরীক্ষাগত পদ্ধতি

গঠন

- 4.1 প্রস্তাবনা, উদ্দেশ্য
- 4.2 জৈব রসায়নগারে ব্যবহৃত বিভিন্ন যন্ত্রপাতি
 - 4.2.1 যন্ত্রপাতির সাধারণ পরিচয়
 - 4.2.2 কাঁচের যন্ত্রপাতির পরিষ্করণ ও শুষ্ককরণ
- 4.3 সাধারণ রসায়নাগার পদ্ধতি
 - 4.3.1 উত্তাপন
 - 4.3.2 পুনঃপাতন প্রক্রিয়ায় উত্তাপন
 - 4.3.3 শীতলীকরণ পদ্ধতি
 - 4.3.4 আলোড়িত করার পদ্ধতি
 - 4.3.5 পরিমাবণ বা ছাঁকন
- 4.4 উত্তরমালা

4.1 প্রস্তাবনা

জৈব যৌগের গুণগত বিশ্লেষণের জন্য এবং জৈব প্রস্তুতির জন্য বিভিন্ন রসায়নাগার পদ্ধতির প্রয়োগ করা হয়। এইসব রসায়নাগার পদ্ধতির জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি এখানে আলোচনা করা হল। এইসব পদ্ধতির সাধারণ তত্ত্ব ও এই পদ্ধতিগুলি কিভাবে করা হয় তাও সংক্ষেপে বলা হল। কাঁচের যন্ত্রপাতি কিভাবে পরিষ্কার ও শুষ্ক করা যায় তাও আলোচনা করা হল।

জৈব রসায়নাগারে কিছু সাধারণ পদ্ধতি যেমন উত্তাপন, শীতলীকরণ, আলোড়িতকরণ ইত্যাদি প্রয়োগ করা হয়। আবার পৃথকীকরণের জন্য দ্রাবক নিষ্কাশন পদ্ধতি, কেলাসন, উর্ধ্বপাতন, পাতন ও আংশিক পাতন পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয়। এই একক থেকে এই পদ্ধতিগুলি সম্বন্ধে আপনার ধারণা হবে। আবার কোন জৈব কঠিন বিশুদ্ধি কি না তার গলনাঙ্ক থেকে তার সম্বন্ধে ধারণা করা যায়। কোন জৈব তরলের স্ফুটনাঙ্ক থেকে তার বিশুদ্ধতা সম্বন্ধে জানা যায়। এই একক অধ্যয়ন করে কিভাবে গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয় করা যায় সে সম্বন্ধেও আপনার ধারণা হবে।

উদ্দেশ্য

এই এককটি অধ্যয়ন করে আপনি যে যে বিষয়ে জানতে পারবেন সেগুলি হল—

- জৈব রসায়নাগারে যেসব যন্ত্রপাতি ব্যবহৃত হয় তাদের নাম।
- ব্যবহৃত যন্ত্রপাতিগুলি, তা সাধারণ যন্ত্রপাতিই হোক বা বিশেষ ধরনের যন্ত্রপাতিই হোক, কী উপায়ে পরিষ্কার করা হয়।
- কোন যন্ত্রটি কখন কীভাবে ব্যবহার হবে—যেমন ধরুন পাতন, পুনঃপাতন বা আংশিক পাতনের জন্য কোন যন্ত্রটি আপনি বেছে নেবেন।
- কাঁচের যন্ত্রপাতি সজ্জিত করা ও খোলার সময় কী সতর্কতা অবলম্বন করবেন।
- সাধারণ রসায়নাগারে পদ্ধতিগুলি কী কী এবং তাদের প্রয়োগ পদ্ধতি।

যেমন ধবন উত্তাপন। এই পদ্ধতিতে কোন জৈব যৌগের মিশ্রণকে কি ধরনের পাত্রে নিতে হবে এবং কখন তারজালিতে, কখন জলগাহে, কখন তৈলগাহে বা কখন বালিগাহে উত্তপ্ত করতে হবে।

আবার পরিষ্কারণ পদ্ধতিতে পৃথকীকরণের জন্য বিশেষভাবে ডাঁজ করা ফিলটার কাগজ (Fluted filter paper) কখন ব্যবহার করা হয় এবং এর সুবিধা কি।

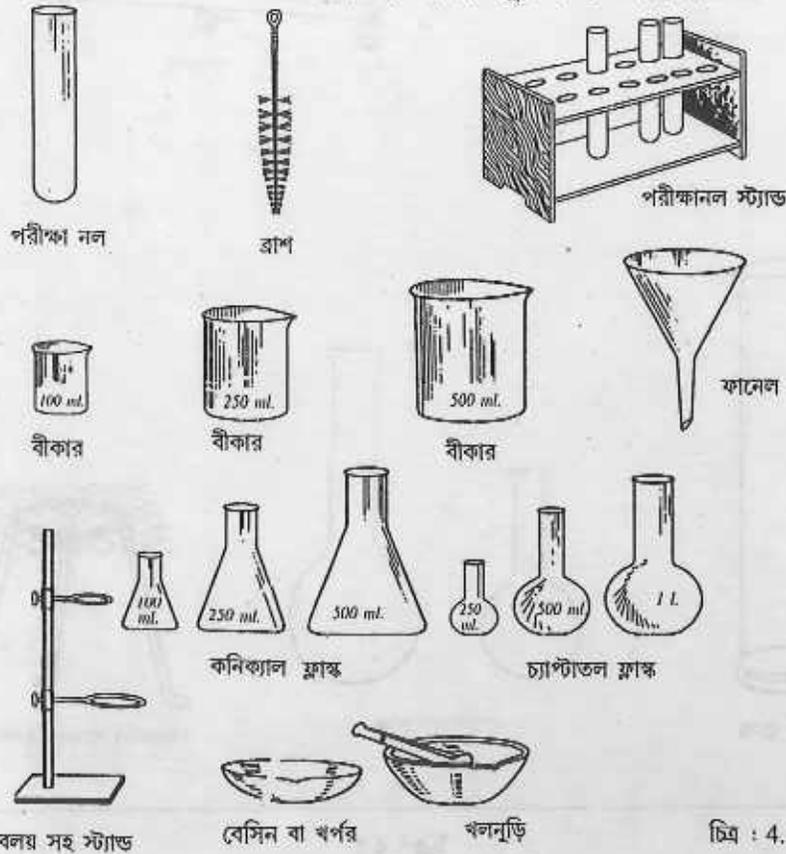
- কিভাবে জৈব যৌগগুলি মিশ্রণ বা অপদ্রব্য থেকে পৃথক করা হয় এবং কিভাবে এদের বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া যায়। শীতক কেন ব্যবহার করা হয়; শীতক ব্যবহারের সুবিধা কি।
- জৈব যৌগের গলনাঙ্ক ও শুটনাঙ্ক কিভাবে নির্ণয় করতে হয় এবং এর জন্য কোন কোন বিশেষ যন্ত্র ব্যবহৃত হয়।

4.2 জৈব রসায়নাগারে ব্যবহৃত বিভিন্ন যন্ত্রপাতি :

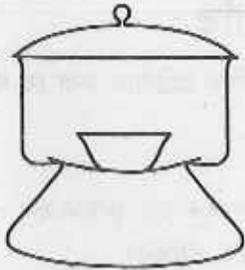
জৈব গুণগত বিশ্লেষণের জন্য, জৈব প্রস্তুতির জন্য এবং রসায়নাগারে বিভিন্ন প্রক্রিয়ার জন্য যে যন্ত্রপাতিগুলি সাধারণতঃ প্রয়োজন হয় নিচে সেগুলি দেখান হল :

4.2.1. যন্ত্রপাতির সাধারণ পরিচয় :

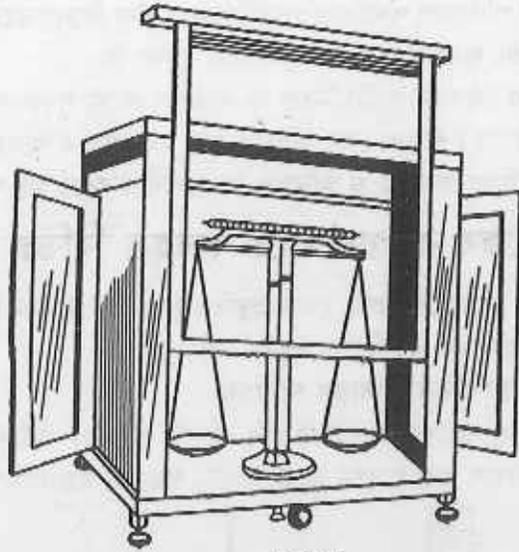
নিচে কিছু সাধারণ যন্ত্রপাতির ছবি, যেগুলি সচরাচর পরীক্ষাগারে ব্যবহৃত হয়, দেখান হল। প্রত্যেকটির নিচে নাম উল্লেখ করা হয়েছে যাতে আপনি সহজেই যন্ত্রপাতিগুলি চিনতে পারেন।



চিত্র : 4.1



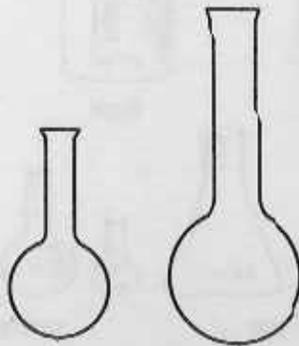
শেষিকাঘর



তুলাযন্ত্র



মাপক চোঙ

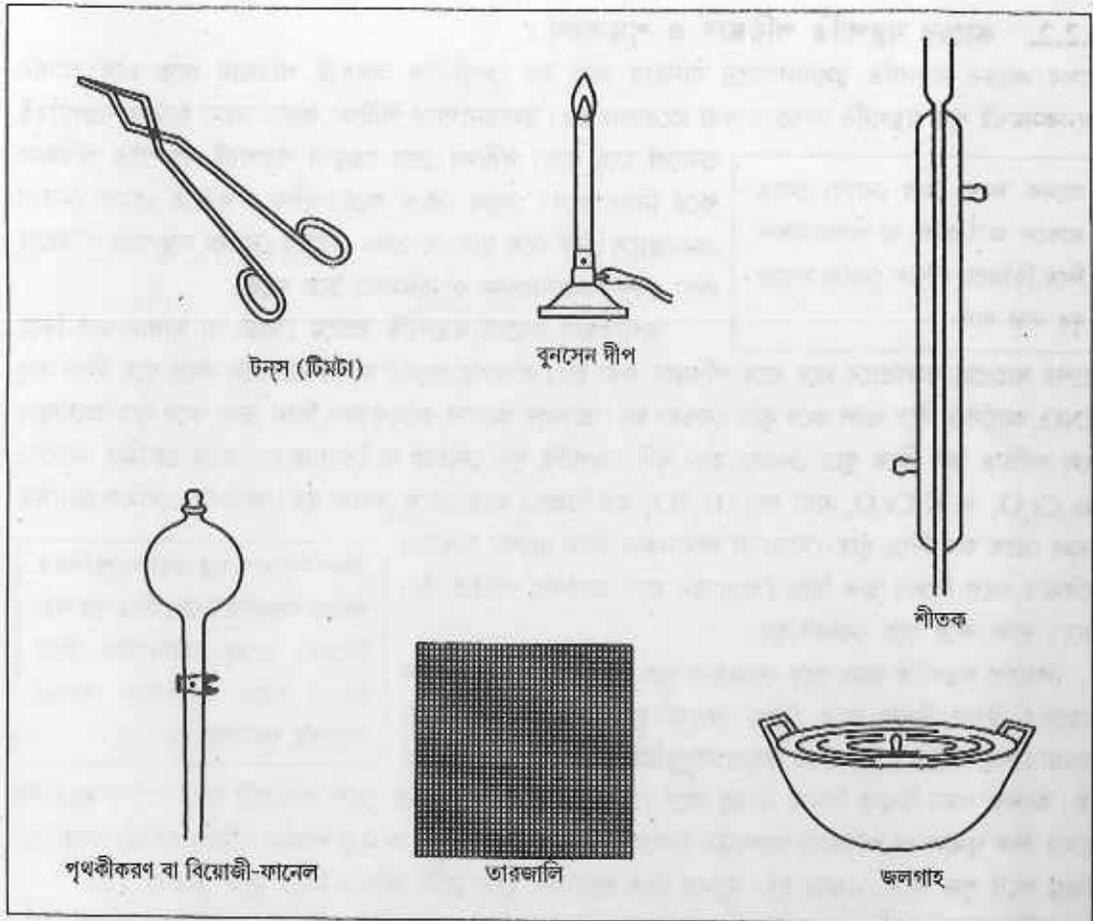


গোলতল ফ্লাস্ক

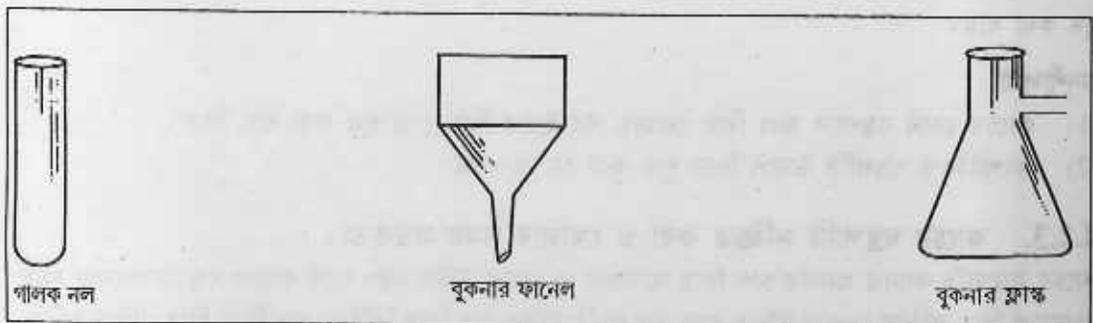


তারজালি সমেত ত্রিপদ স্ট্যান্ড

চিত্র : 4.2



চিত্র : 4.3



চিত্র : 4.4

4.2.2. কাচের যন্ত্রপাতি পরিষ্কার ও শুষ্ককরণ :

যেসব কাচের যন্ত্রপাতি রসায়নাগারে ব্যবহার করা হয় সেগুলিকে অবশ্যই পরিষ্কার হতে হবে আবার অনেকসময়ই শুষ্ক যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা প্রয়োজন হয়। রসায়নাগারে পরীক্ষা করার সময় অনেক যন্ত্রপাতিই

অনেক সময় জৈব নোংরা লেগে থাকলে অ্যাসিটোন বা অ্যালকোহল দিয়ে ভিজিয়ে রাখলে নোংরা সহজে দূর করা যায়।

নোংরা হয়ে যায়। পরীক্ষা শেষ হওয়ার পরপরই যন্ত্রপাতি পরিষ্কার করে নিতে হবে। ফেলে রেখে পরে পরিষ্কার করতে গেলে নোংরা এমনভাবে এঁটে বসে যায় যে তখন এইসব নোংরা যন্ত্রপাতি পরিষ্কার করা বেশ সময়সাপেক্ষ ও কষ্টসাধ্য হয়ে পড়ে।

অপরিষ্কার কাচের যন্ত্রপাতি প্রথমে সোডা বা সাবান-জল দিয়ে ব্রাশের সাহায্যে ভালভাবে ঘষে ঘষে পরিষ্কার করা হয়। তারপর কলের জল দিয়ে ভাল করে ধুয়ে নিয়ে লঘু HNO_3 অ্যাসিড দিয়ে ভাল করে ধুয়ে নেওয়া হয়। তারপর আবার কলের জল দিয়ে ভাল করে ধুয়ে নিয়ে প্রয়োজন হলে পাতিত জল দিয়ে ধুয়ে নেওয়া হয়। যদি যন্ত্রপাতি খুব নোংরা বা তৈলাক্ত হয় তবে ক্রোমিক অ্যাসিড $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ বা $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ এবং গাঢ় (H_2SO_4) -এর মিশ্রণ ভরে রেখে দেওয়া হয়। তারপর ক্রোমিক অ্যাসিড ঢেলে রেখে জল দিয়ে ধুয়ে সোডা বা সাবানজল দিয়ে ব্রাশের সাহায্যে পরিষ্কার করে কলের জল দিয়ে (প্রয়োজন হলে তারপর পাতিত জল দিয়ে) ভাল করে ধুয়ে নেওয়া হয়।

প্রমাণ-সংযোগ যুক্ত এবং অংশাঙ্কিত কাচের যন্ত্রপাতি উত্তাপ দিয়ে শুষ্ক করা নিষেধ। এদের অ্যাসিটোন দিয়ে নিংড়ে নিয়ে অ্যাসিটোন ঝরিয়ে বায়ুতেই শুষ্ক করা হয়।

কাচের যন্ত্রপাতি ভাল করে ধোওয়ার পর জল ঝরনার জন্য কোন ধারকের উপর উপর করে রেখে দেওয়া হয়। জলে সম্পূর্ণ ঝরে যাওয়ার পর $110^\circ\text{-}120^\circ$ সেত উত্তপ্ত বায়ুচুল্লিতে রেখে দিয়ে শুষ্ক করা হয়। অনেক সময় উন্মুক্ত শিখায় উত্তপ্ত করে (flame dried) শুষ্ক করা বেশি কার্যকরী হয়। কাচের পাত্রটির মুখের দিক ব্রুমালা বা পরিষ্কার কাপড়ের টুকরো দিয়ে ধরে অপর দিকে মুক্ত শাখায় ঘুরিয়ে ঘুরিয়ে সাবধানে উত্তপ্ত করে শুষ্ক করে নেওয়া হয়। মুখের জল প্রয়োজন হলে ব্লটিং কাগজ দিয়ে মুছে নেওয়া হয়।

যদি খুব তাড়াতাড়ি শুষ্ক করার প্রয়োজন হয় তবে জল দিয়ে ধোওয়ার পর যতটা সম্ভব জল ঝরিয়ে নিয়ে অল্প অ্যাসিটোন দিয়ে ভালভাবে নিংড়ে নেওয়া হয়। অ্যাসিটোন ঝরিয়ে নিয়ে আগের মতই বায়ুচুল্লিতে বা মুক্ত শিখায় উত্তপ্ত করে শুষ্ক করে নেওয়া হয়।

উত্তপ্ত বায়ুপ্রবাহ সৃষ্টিকারী যন্ত্রের (hot blower) সাহায্যে উত্তপ্ত বায়ুপ্রবাহিত করেও কাচের যন্ত্রপাতির শুষ্ক করা যায়।

অনুশীলনী :

- (1) কাচের কোন যন্ত্রপাতি জল দিয়ে ধোয়ার পর ইথার দিয়ে ধুয়ে শুষ্ক করা যায় কি?
- (2) অংশাঙ্কিত যন্ত্রপাতি উত্তাপ দিয়ে শুষ্ক করা হয় না কেন?

4.2.3. কাচের যন্ত্রপাতি সজ্জিত করা ও খোলার সময় সতর্কতা :

কাচের যন্ত্রপাতি কখনও অনর্থক চাপ দিয়ে আটকান বা খোলা উচিত নয়। কর্কে কাচের যন্ত্র ঢোকানোর সময় তোয়ালে দিয়ে জড়িয়ে নেওয়া উচিত এবং জল বা গ্লিসারিন-জল দিয়ে ভিজিয়ে খুব ধীরে ধীরে ঘুরিয়ে ঘুরিয়ে কর্কের ভিতর যন্ত্রটি ঢোকানো উচিত।

অনুশীলনী :

(3) কাচের নল কর্কের মধ্যে ঢোকাতে নলটি তোয়ালে দিয়ে জড়িয়ে নেওয়া উচিত কেন?

4.3 সাধারণ রসায়নাগার পদ্ধতি

4.3.1. উত্তাপন :

রসায়নাগারে উত্তাপন একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ভৌত প্রক্রিয়া যেমন পাতন, উদ্ভূতপাতন করার জন্য উত্তাপ প্রয়োগের প্রয়োজন হয়। গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয় করার জন্যও উত্তাপ প্রয়োগের প্রয়োজন হয়। আবার অনেক জৈব বিক্রিয়াই সাধারণ তাপমাত্রাতে খুব ধীরে ঘটে। জৈব বিক্রিয়াগুলি অজৈব বিক্রিয়ার মত আয়নীয় বিক্রিয়া নয়। জৈব বিক্রিয়ায় সমযোজী বন্ধনের ভাঙ্গন ঘটে আবার সমযোজী বন্ধন গঠিত হয়। তাই অনেক জৈব বিক্রিয়াতেই উত্তাপ প্রয়োগের প্রয়োজন হয়। এখানে উত্তাপের কয়েকটি পদ্ধতির সঙ্গে আপনাকে পরিচিত করান হল।

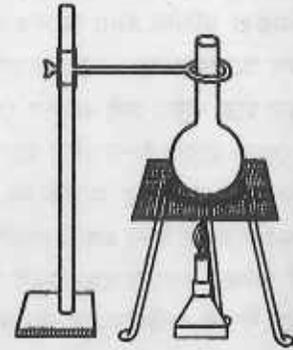


গোলতল ফ্লাস্ক

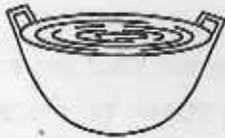
মুক্ত শিখায় উত্তাপন :

যদি কোন অদ্রায পদার্থ বা মিশ্রণকে উত্তপ্ত করার প্রয়োজন হয় তবে মুক্ত শিখায় উত্তপ্ত করা হয়।

একটি তারজালির পাত্রটি রেখে বুনসেন শিখায় উত্তপ্ত করলে তাপ ছড়িয়ে পড়ে পাত্রটিকে সর্বত্র সমানভাবে উত্তপ্ত করতে পারে। পাত্রটি যদি গোলতল ফ্লাস্ক হয় তবে পাত্রের তরল সর্বত্র সমানভাবে উত্তপ্ত হয়। সুতরাং মুক্ত শিখায় উত্তপ্ত করতে তারজালির উপর উত্তপ্ত করাই বাঞ্ছনীয়। তারজালির উপর কনিক্যাল ফ্লাস্ক রেখেও উত্তপ্ত করা যায়।



চিত্র : 4.5
মুক্তশিখায় তারজালির
উপর উত্তাপন



জলগাহ
চিত্র : 4.6

জলগাহে উত্তাপন :

যে মাধ্যমে বিক্রিয়াটি ঘটানো হচ্ছে যদি দাহ্য হয় এবং স্ফুটনাঙ্ক যদি 100° সে, এর কম হয় তবে জলগাহে উত্তপ্ত করা হয়। আবার 100° সে. এর কম তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করার প্রয়োজন জলগাহ ব্যবহার করা হয়।

জলগাহের চিত্র পাশে দেওয়া হল। জলগাহ বিদ্যুতের সাহায্যে উত্তপ্ত করার ব্যবস্থা থাকে এবং জলগাহে জলের পরিমাণ যাতে স্থির থাকে তারও ব্যবস্থা থাকে। জলগাহ কপার বা স্টীলের তৈরি হতে পারে। জলগাহের সঙ্গে বিভিন্ন মাপের আংটা থাকে যাতে বিভিন্ন আকৃতির পাত্র জলগাহের উপর বসান যায়।

তৈলগাহ ও বালিগাহে উত্তাপন :

100° সে. এর উপরে সর্বত্র সমানভাবে উত্তপ্ত করার জন্য তৈলগাহ ও বালিগাহ ব্যবহার করা হয়। তেল এবং বালি তাপকে ধরে রাখতে পারে এবং এদের সাহায্যে সর্বত্র সমানভাবে উত্তপ্ত করা সম্ভব হয়।

জলগাহ হিসেবে যে কপারের পাত্র ব্যবহার করা হয় তৈলগাহ হিসেবে তা' ব্যবহার করা যায়। অথবা অ্যালুমিনিয়াম বা লোহার বাটি বা সরাও ব্যবহার করা যেতে পারে। বালিগাহ হিসেবে লোহার সরা ব্যবহার করা যায়।

তৈলগাহে পাম্প অয়েল (প্যারারফিন অয়েল) ব্যবহার করা যায়। সব থেকে ভাল সিলিকন তেল ব্যবহার করা। আবার উপযুক্ত ব্যবস্থার মাধ্যমে তৈলগাহের তেল আলোড়িত করার ব্যবস্থা করা যায়। উচ্চ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করার জন্য বালিগাহ ব্যবহার করা হয়। (বালিগাহ ব্যবহারের অসুবিধা হল এতে স্থানীয়ভাবে উত্তাপনের (local heatup)-সম্ভাবনা থাকে।)

অনুশীলনী :

- (4) একটি অ্যালকোহলীয় দ্রবণকে কীভাবে উত্তপ্ত করবেন?
- (5) তৈলগাহে তেল হিসেবে কি ব্যবহার করবেন?
- (6) তৈলগাহে ও বালিগাহে উত্তপ্ত করার সুবিধা কী?

4.3.2 পুনঃপাতন প্রক্রিয়ায় উত্তাপন (Heating under reflux) :

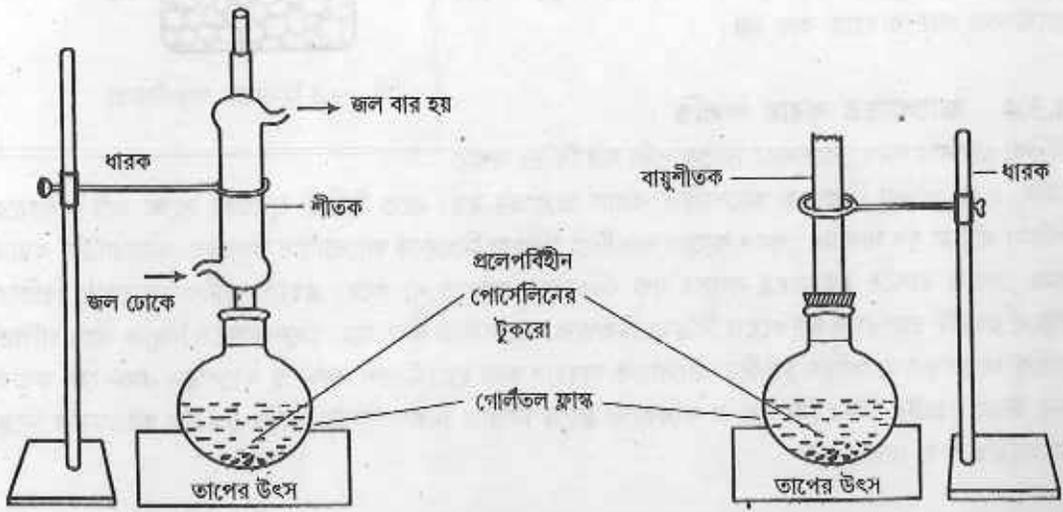
জৈব বিক্রিয়া ঘটানোর জন্য অনেক সময় বিক্রিয়া-মিশ্রণকে (যার একটি উপাদান অংশই তরল) অনেকক্ষণ ফোটানোর প্রয়োজন হয়। এতে দ্রাবকটি, বিশেষত দ্রাবকটির যদি কম স্ফুটনাঙ্ক সম্পন্ন হয়, ফুটে বাষ্পীভূত হয়ে বার হয়ে যায়। তাই এইসব ক্ষেত্রে এমন ব্যবস্থা নেওয়া প্রয়োজন যাতে অনেকক্ষণ ফুটলেও বিক্রিয়া-মিশ্রণ থেকে দ্রাবক অপসারিত হয়ে যাবে না। এইজন্য পুনঃপাতন পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয়। যে পদ্ধতিতে স্ফুটনের ফলে দ্রাবকের আয়তনের হ্রাস হয় না তাকে পুনঃপাতন বলে।

পুনঃপাতনের জন্য একটি গোলতল ফ্লাস্কে বিক্রিয়া-মিশ্রণটি নেওয়া হয় (বিক্রিয়া মিশ্রণের একটি উপাদান অবশ্যই তরল) এবং ফ্লাস্কের মুখে খাড়া করে একটি শীতক আটকান হয়। আজকাল সাধারণত ফুটো করা কর্ক দিয়ে শীতক আটকান হয় না। বাজার থেকে প্রমাণ-সংযোগযুক্ত যন্ত্রপাতি (Standard joint apparatus) পাওয়া যায় যেমন, B-10, B-14, B-19, B-24 মুখমুক্ত গোলতল ফ্লাস্ক এবং তাদের মুখে আটকানোর উপযুক্ত B-10, B-14, B-19, B-24 সংযোগযুক্ত শীতক পাওয়া যায়। মাপগুলো হল ছোট থেকে বড় মাপ সূচক বিক্রিয়া-মিশ্রণের পরিমাণ অনুসারে উপযুক্ত গোলতল ফ্লাস্ক ও শীতক বেছে নেওয়া হয়। সাধারণত B-24 ফ্লাস্ক ও B-24 শীতক বেশি কাজে লাগে।

গোলতল ফ্লাস্কে অর্ধেকের বেশি তরল নেওয়া উচিত নয়। শীতকের মধ্যে দিয়ে জল চালনা করা হয়। খুব কম স্ফুটনাঙ্ক যুক্ত তরলের, যেমন ইথারের ক্ষেত্রে, বরফশীতল জল চালনা করা প্রয়োজন হয়। শীতকের নিচের পার্শ্বনল দিয়ে জল প্রবেশ করে এবং উপরের পার্শ্বনল দিয়ে জল বার হয়ে যায়। যে সব ক্ষেত্রে শীতকের মধ্য দিয়ে জল চালনা করলে শীতকের মধ্যে কঠিন জমে যায় সেইসব ক্ষেত্রে শীতকের মধ্য দিয়ে জল চালনা করা উচিত নয়। খুব উচ্চ স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট তরলের ক্ষেত্রে জল-শীতকের পরিবর্তে বায়ু-শীতক ব্যবহার করা যায়। বড় ছিদ্রযুক্ত কাচের নল বায়ুশীতক হিসেবে ব্যবহার করা যায়। সাধারণ শীতকের মধ্যে দিয়ে জল চালনা না করলেও তা বায়ুশীতকের কাজ করে (চিত্র. 4.7)।

অনেক সময় কোন তরলের শুষ্কীকরণের জন্যও পুনঃপাতন করা হয়। যেমন, সোডিয়ামের টুকরো সহযোগে পুনঃপাতন করে বেনজিনকে জলমুক্ত করা হয়। আবার, ম্যাগনেসিয়ামের ছিবড়া দিয়ে পুনঃপাতন করে অনার্দ্র অ্যালকোহলকে 'অতি শুষ্ক' ('Super dry') অ্যালকোহলে পরিণত করা হয়।

বিক্রিয়া মিশ্রণ যুক্ত গোলতল ফ্লাস্কের মুখে শীতকটি খুব সামান্য গ্রীজ (সিলিকোন গ্রীজ ব্যবহার করাই বাঞ্ছনীয়) দিয়ে খাড়াভাবে আটকান হয়। তারপর তারজালি, জলগাহ, তৈলগাহ বা বালিগাহ যেমনটি প্রয়োজন তার উপর শীতকযুক্ত ফ্লাস্কটি বসিয়ে একটি লোহার দণ্ডের সঙ্গে আংটা দিয়ে শীতকটি আটকিয়ে দেওয়া হয়।



জলশীতক দিয়ে পুনঃপাতন পদ্ধতি উত্তাপন

বায়ুশীতক দিয়ে পুনঃপাতন পদ্ধতিতে উত্তাপন

চিত্র : 4.7 পুনঃপাতন পদ্ধতিতে উত্তাপন

যদি বিক্রিয়া মিশ্রণটি পুরোটাই তরল হয় তবে তার মধ্যে কয়েকটি প্রলেপ বিহীন পোসেলিনের টুকরো দিয়ে দেওয়া হয়। আবার বিক্রিয়া করলে যদি জলীয় বাষ্প নিরোধের ব্যবস্থা করার প্রয়োজন হয় তবে শীতকের শেষপ্রান্তে অনার্দ্র CaCl_2 -যুক্ত একটি রক্ষক নল যোগ করে দেওয়া হয়। এই রক্ষক নল ও প্রমাণ সংযোগ যুক্ত (Standard-joint) পাওয়া যায়।

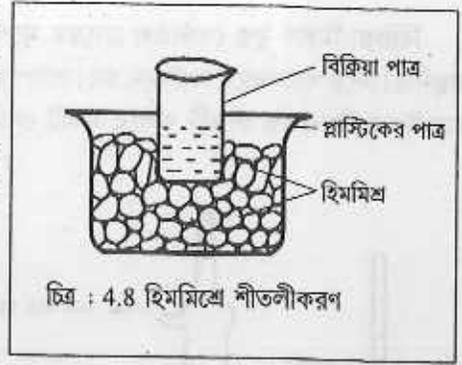
অনুশীলনী :

(7) একটি এস্টারের আর্দ্র-বিচ্ছেদ ঘটানোর জন্য অ্যালকোহলীয় KOH দ্রবণ দিয়ে আধ ঘন্টা ফেটাতে হবে। আপনি জলগাহের উপর প্রত্যক্ষ উত্তাপন ও পুনঃপাতন পদ্ধতিতে উত্তাপনের মধ্যে কোন পদ্ধতিটি বেছে নেবেন? কেন?

4.3.3. শীতলীকরণ পদ্ধতি :

অনেক বিক্রিয়া আছে যেগুলি তাপ-উদ্গারী। এই বিক্রিয়াগুলি ঘটানোর সময় শীতল করার প্রয়োজন হয়। শীতল করার জন্য প্রয়োজন অনুসারে জল, বরফ-জল বা বরফের গুড়া ব্যবহার করা হয়। তাপমাত্রা যদি

0-5° সে. এর মধ্যে রাখার প্রয়োজন হয় তবে শীতল করার জন্য বরফের গুঁড়ো ব্যবহার করা যায়। আরও নিম্নতর তাপমাত্রায় শীতল করার জন্য হিম-মিশ্র ব্যবহার করা হয়। বরফের গুঁড়োর সঙ্গে খাদ্যলবণ মিশিয়ে হিম-মিশ্র প্রস্তুত করে নেওয়া হয়। প্রতিটি ক্ষেত্রেই প্রয়োজনমত উপযুক্ত মাপের প্লাস্টিকের পাত্র ব্যবহার করা হয়।



4.3.4 আলোড়িত করার পদ্ধতি :

বিক্রিয়া ঘটানোর সময়, বিশেষতঃ বিক্রিয়াগুলি যদি বিভিন্ন দশায় থাকে, তবে বিক্রিয়া মিশ্রণকে আলোড়িত করার প্রয়োজন হয়। এতে বিক্রিয়া দ্রুততার সঙ্গে ঘটে। বিকারে বিক্রিয়া ঘটালে খুব সাধারণ ক্ষেত্রে কাচের দণ্ড দিয়ে বিক্রিয়া মিশ্রণকে আলোড়িত করা হয়। আলোড়িত করার সময় খেয়াল রাখতে হয় যাতে কাচের দণ্ড বিকারকে আঘাত না করে। এছাড়া কনিক্যাল ফ্লাস্কে বিক্রিয়া ঘটালে ফ্লাস্কটি ভালভাবে ঝাঁকিয়েও বিক্রিয়া মিশ্রণকে আলোড়িত করা যায়। অনেকক্ষেত্রে বিদ্যুত দিয়ে চালিত যান্ত্রিক আলোড়ক বা তড়িৎ-চুম্বকীয় আলোড়ক ব্যবহার করা হয়। উত্তাপ প্রদান ও আলোড়ন একসঙ্গে করার জন্য উত্তপ্ত প্লেটের উপর বিকারে বা কনিক্যাল ফ্লাস্কে বিক্রিয়া মিশ্রণ বসিয়ে তড়িৎ-চুম্বকীয় আলোড়ক দিয়ে আলোড়িত করা যায়।

4.3.5 পরিষ্কাবণ বা ছাঁকন (Filtration) :

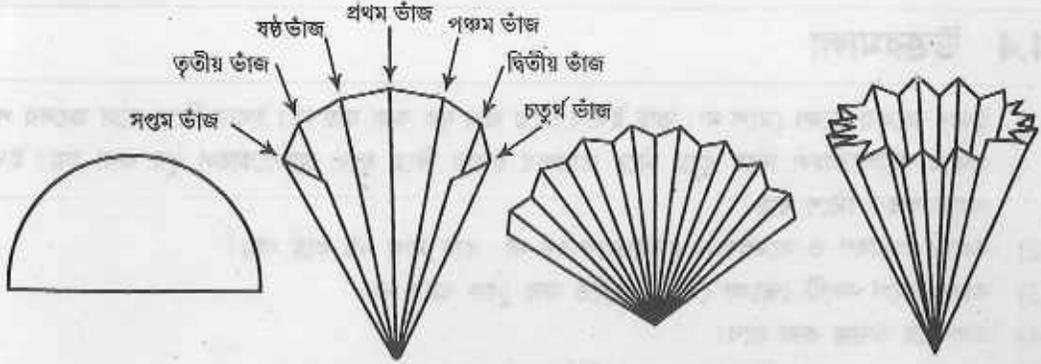
জৈব রসায়নাগারে পরিষ্কাবণ একটি সাধারণ পদ্ধতি। জৈব বিশ্লেষণের সময় এবং জৈব প্রস্তুতির সময় কঠিন ও তরলের মিশ্রণ থেকে কঠিন পদার্থকে পৃথক করার জন্য পরিষ্কাবণ পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয়। প্রয়োজন অনুসারে পরিষ্কাবণ সাধারণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপে বা নিম্নচাপে করা হয়।

সাধারণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপে পরিষ্কাবণ :

(1) সাধারণ গুণগত বিশ্লেষণের সময় অল্প পরিমাণ পদার্থকে দ্রুত পরিষ্কাবণ করে নেওয়ার প্রয়োজন হলে সাধারণভাবে ভাঁজ করে ফিল্টার কাগজের সাহায্যে পরিষ্কাবণ করে নেওয়া হয়। একটি ফিল্টার কাগজ নিয়ে প্রথমে সমান দুভাগে ভাঁজ করা হয়। তারপর একে আবার সমান দুভাগে ভাজ করা হয়। এখন এক ভাগ একদিকে এবং তিনভাজ অন্যদিকে রেখে শঙ্কুর আকারে ভাঁজ খুলে একটি ফানেলের মধ্যে আজুলের সাহায্যে আঁট করে বসান হয়। পরিষ্কাবণ করার আগে ফিল্টার কাগজকে উপযুক্ত দ্রাবক দিয়ে ভিজিয়ে নেওয়া হয়। আপনার উপদেষ্টা এ বিষয়ে আপনাকে সাহায্য করবেন।

(2) অনেক সময় বিশেষতঃ জৈব প্রস্তুতির সময় অনেকটা পদার্থকে দ্রুত পরিষ্কাবণ করার প্রয়োজন হয় এইজন্য বিশেষভাবে খাঁজ কেটে ভাজ করা ফিল্টার কাগজ (fluted filter paper) ব্যবহার করতে হয়। এইভাবে খাঁজ কাটা ফিল্টার কাগজ ব্যবহার করলে ফিল্টার কাগজের পৃষ্ঠ ক্ষেত্রফল বেড়ে যায় এবং তার

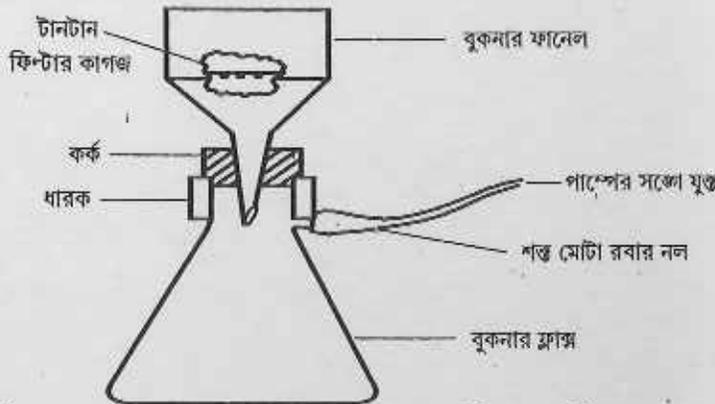
ফলে পরিষ্কারণ দ্রুত ঘটে। আপনার উপদেষ্টা এই বিশেষভাবে ফিল্টার কাগজ ভাঁজ করতে আপনাকে সাহায্য করবেন। পরিষ্কারণ করার আগে সবসময় ফিল্টার কাগজ দ্রাবক দিয়ে ভিজিয়ে নিতে হয়।



চিত্র : 4.9 বিশেষভাবে ভাঁজ করা ফিল্টার কাগজ

নিম্নচাপে পরিষ্কারণ :

নিম্নচাপে পরিষ্কারণ করলে পরিষ্কারণ অনেক দ্রুততার সঙ্গে ঘটে এবং পরিষ্কারণ করে প্রাপ্ত কঠিন থেকে দ্রাবককে বহুলাংশে টেনে বার করে দেওয়া সম্ভব হয়। এর ফলে পরবর্তী পর্যায়ে এই কঠিনকে শুষ্ক করা সহজতর হয়। এইভাবে ফিল্টার করার জন্য বুকনার ফানেল ও বুকনার ফ্লাস্ক ব্যবহার করা হয় (চিত্র. 4.10)। ফ্লাস্কের মুখে বুকনার ফানেলটি রবারের কর্কের সাহায্যে বায়ু নিরোধকভাবে আঁটো করে লাগিয়ে দেওয়া হয়। বুকনার ফানেলের পার্শ্বনলটি মোটা ও শক্ত চাপসহ রবারের নলের সাহায্যে শোষক-পাম্পের সঙ্গে যোগ করে দেওয়া হয়। একটি ফিল্টার কাগজ বুকনার ফানেলটির মাপ অনুযায়ী গোল করে কেটে ভাল করে চেপে ফানেলের মধ্যে বসিয়ে দেওয়া হয়। খেয়াল রাখা হয় ফিল্টার কাগজটির ধার যেন ফানেলের মধ্যে উঁচু না থাকে এবং ফিল্টার কাগজটি আঁটো ও টানটানভাবে ফানেলে আটকে থাকে। উপযুক্ত দ্রাবক দিয়ে ফিল্টার কাগজটি ভালভাবে ভিজিয়ে নেওয়া হয়। প্রথমে শোষক পাম্প চালু করা হয় এবং তারপর মিশ্রণটি বুকনার ফানেলের উপর ঢালা হয়। পরিষ্কারণ করার সময় মিশ্রণটি দিয়ে বুকনার ফানেলের তিন-চতুর্থাংশের বেশি ভর্তি করা হয় না।



চিত্র : 4.10 বুকনার ফানেল ও ফ্লাস্ক ব্যবহার করে নিম্নচাপে পরিষ্কারণ

অনুশীলনী :

(8) বিশেষভাবে খাঁজকেটে ভাজ করা ফিন্টার কাগজের সাহায্যে পরিষ্কাবণ করার সুবিধা কী?

4.4 উত্তরমালা

- (1) ইথার জলের সঙ্গে মেশে না। তাই ইথার দিয়ে জল দূর করা যায় না। ইথার দিতে হলে জলের পরে প্রথমে অ্যালকোহল দিয়ে ধুয়ে নিয়ে তারপর ইথার দিয়ে ধুয়ে অ্যালকোহল দূর করা হয়। ইথার অ্যালকোহল মিশে যায়।
- (2) কাচের প্রসারণ ও সংকোচন একইভাবে হয় না। তাই মাপ নষ্ট হয়ে যায়।
- (3) কারণ চাপে নলটি ভেঙ্গে গেলেও হাতে কাচ ঢুকে যাবে না।
- (4) জলগাহে উত্তপ্ত করা হবে।
- (5) পাম্প অয়েল (প্যারাফিন অয়েল) বা সিলিকোন তেল।
- (6) তেল ও বালি তাপ ধরে রাখে এবং তৈলগাহ ও বালিগাহের সাহায্যে কোন পদার্থকে সর্বত্র সমানভাবে উত্তপ্ত করা হয়।
- (7) পুনঃপাতন পদ্ধতিতে উত্তাপন। কারণ এই পদ্ধতিতে উত্তাপন করলে আধঘণ্টাতেও দ্রাবক বাষ্পীভূত হয়ে অপসারিত হয়ে যাবে না।
- (8) ফিন্টার কাগজের পৃষ্ঠ-ক্ষেত্রফল বেড়ে যায়। ফলে দ্রুত পরিষ্কাবণ করা যায়।

একক 5 □ জৈব যৌগের গুণগত বিশ্লেষণ (Organic qualitative analysis)

গঠন

- 5.1 প্রস্তাবনা, উদ্দেশ্য
- 5.2 জৈব যৌগের ভৌত বৈশিষ্ট্য সমূহের পরীক্ষা
- 5.3 প্রাথমিক পরীক্ষা
- 5.4 জৈব যৌগে উপস্থিত কতিপয় বিশেষ মৌল, যেমন—নাইট্রোজেন, সালফার, ক্লোরিন, ব্রোমিন ও আয়োডিন সনাক্তকরণ।
 - 5.4.1 নীতি ও রাসায়নিক বিক্রিয়া
 - 5.4.1.1 হ্যালোজেন সনাক্তকরণের জন্য বাইলস্টাইন পরীক্ষার (Beilstein test)
 - 5.4.1.2 নাইট্রোজেন, সালফার ও হ্যালোজেন সনাক্তকরণের জন্য লাসাইন পরীক্ষার নীতি (Lassaigne test)
 - 5.4.2 জৈব যৌগে উপস্থিত ক্লোরিন, ব্রোমিন, আয়োডিন, নাইট্রোজেন ও সালফার সনাক্তকরণের পরীক্ষা
সারণি : 1 হ্যালোজেনের বাইলস্টাইন পরীক্ষা।
সারণি : 1 লাসাইন পরীক্ষা।
- 5.5 জৈব যৌগের দ্রাব্যতা পরীক্ষা
- 5.6 কার্যকরী মূলক সনাক্তকরণ : নীতি, বিক্রিয়া এবং পরীক্ষা পদ্ধতি।
 - 5.6.1 কার্যকরী মূলক সনাক্তকরণের নীতি ও বিক্রিয়া
 - 5.6.1.1 নাইট্রোজেনযুক্ত কার্যকরী মূলক
 - (1) প্রাইমারি- NH_2 মূলক সনাক্তকরণ
 - (2) অ্যামিডো ($-\text{CONH}_2$)
 - (3) নাইট্রো ($-\text{NO}_2$) মূলক সনাক্তকরণ
 - 5.6.2 নাইট্রোজেন বিহীন কার্যকরী মূলক
 - (1) ফেনোলিক হাইড্রক্সিল মূলক ($-\text{OH}$) সনাক্তকরণ
 - (2) কার্বক্সিল মূলক ($-\text{COOH}$) সনাক্তকরণ
 - (3) কার্বনিল মূলক (অ্যালডিহাইড, $-\text{COOH}$ ও কিটো, $>\text{C}=\text{O}$) মূলক সনাক্তকরণ
 - (4) এস্টার মূলক সনাক্তকরণ
 - 5.6.3 কার্যকরী মূলক সনাক্তকরণের পরীক্ষা পদ্ধতি
 - (1) নাইট্রোজেনযুক্ত কার্যকরী মূলকের সনাক্তকরণ
 - (2) নাইট্রোজেন বিহীন কার্যকরী মূলকের সনাক্তকরণ
 - 5.7 নমুনা জৈব যৌগের গুণগত বিশ্লেষণ করার পদ্ধতি।
 - 5.8 সর্বশেষ প্রণাবলি
 - 5.9 উত্তরমালা

5.1 প্রস্তাবনা

জৈব যৌগে উপস্থিত একটি মৌল অবশ্যই কার্বন।

এছাড়া অনেক জৈব যৌগেই অক্সিজেন ও হাইড্রোজেন উপস্থিত থাকে। আবার নাইট্রোজেন, সালফার, ক্লোরিন, ব্রোমিন, আয়োডিন ইত্যাদি কতিপয় বিশেষ মৌল যুক্ত জীব যৌগও আছে। জৈব যৌগে কোন মৌলের একটি পরমাণু বা একাধিক মৌলের দুটি বা তার অধিক পরমাণু জোট বেঁধে কার্যকরী মূলক হিসেবে উপস্থিত থাকে। জৈব যৌগের ধর্ম ও বিক্রিয়া তার গঠনের উপর নির্ভরশীল। জৈব যৌগের গঠন নির্ণয়ের প্রাথমিক পদক্ষেপ হিসেবে জৈব যৌগে উপস্থিত মৌলগুলির ও কার্যকরী মূলকের সনাক্ত করা প্রয়োজন। আবার কোন অজ্ঞাত জৈব যৌগের সনাক্তকরণের জন্য উপরোক্ত দুটি তথ্য ছাড়াও জৈব যৌগের ভৌত বৈশিষ্ট্য, দ্রাব্যতা, গলনাঙ্ক এবং জৈব যৌগের উপযুক্ত কোন জাতক প্রস্তুত করে তার গলনাঙ্ক নির্ণয় করা প্রয়োজন।

অধুনা বর্ণালী বিশ্লেষণ পদ্ধতি জৈব যৌগের গঠন নির্ণয় করার জন্য মূলত ব্যবহার করা হয়। কিন্তু কিছু প্রথাগত পদ্ধতির গুরুত্ব থেকেই যায়। এতে জৈব যৌগের প্রকৃতি সম্বন্ধে হাতে-কলমে যেমন ধারণা পাওয়া যায় তেমন রসায়নাগারে কাজ করার দক্ষতাও অর্জন করা যায়। এই পর্যায়ে জৈব বিশ্লেষণের জন্য মূলত প্রথাগত পদ্ধতি প্রয়োগ করা হবে।

উদ্দেশ্য

এই এককের পরীক্ষাগুলি করে আপনি

- কোন কঠিন জৈব যৌগের ভৌত বৈশিষ্ট্যগুলি যেমন, কেলাসীয় না অনিয়তাকার, গন্ধ, বর্ণ পর্যবেক্ষণ করে জৈব যৌগটি সম্বন্ধে প্রাথমিক ধারণা করতে পারবেন।
- জৈব যৌগের গলনাঙ্ক নির্ণয় করতে পারবেন।
- জৈব যৌগের কিছু প্রাথমিক পরীক্ষা করতে পারবেন এবং এর থেকে জৈব যৌগের প্রকৃতি সম্বন্ধে ধারণা করতে পারবেন।
- জৈব যৌগে নাইট্রোজেন, সালফার, ক্লোরিন, ব্রোমিন ও আয়োডিনের উপস্থিতি নিরূপণ করতে পারবেন।
- বিভিন্ন দ্রাবকে জৈব যৌগের দ্রাব্যতা নির্ণয় করতে পারবেন এবং এর থেকে জৈব যৌগের প্রকৃতি সম্বন্ধে ধারণা করতে পারবেন।
- জৈব যৌগ উপস্থিত নাইট্রোজেন যুক্ত এবং নাইট্রোজেনবিহীন কার্যকরী মূলকগুলিকে নিরূপণ করতে পারবেন।
- জৈব যৌগ উপস্থিত কার্যকরী মূলক অনুসারে জৈব যৌগের জাতক প্রস্তুত করতে পারবেন এবং একে কেলাসনের মাধ্যমে বিশুদ্ধ করতে পারবেন এবং এর গলনাঙ্ক নির্ণয় করতে পারবেন।
- অজ্ঞাত জৈব যৌগের প্রথাগত পদ্ধতিতে প্রণালীবদ্ধভাবে বিশ্লেষণ করতে পারবেন এবং বিশ্লেষণের ফলাফল ল্যাবরেটরী নোটবুকে লিখতে পারবেন।

5.2 জৈব যৌগের ভৌত বৈশিষ্ট্য সমূহের পরীক্ষা

জৈব যৌগের নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্যগুলি পরীক্ষা করা হয় :

(i) সাধারণ অবস্থায় ভৌতাবস্থা (গঠন) : আপনাকে কঠিন জৈব যৌগ দেওয়া হবে। জৈব যৌগটি কেলাসীয়, মোমের মত কঠিন পদার্থ না অনিয়তাকার লক্ষ করুন।

(ii) বর্ণ : জৈব যৌগের বর্ণ ভাল করে লক্ষ করুন। জৈব যৌগের বর্ণ থেকে জৈব যৌগের প্রকৃতি সম্বন্ধে মূল্যবান তথ্য পেতে পারেন। যেমন, নাইট্রোজেন যুক্ত যৌগগুলির মধ্যে নাইট্রো-যৌগগুলির বর্ণ সাধারণত হলুদ; অ্যামিনো যৌগগুলি বিশুদ্ধ অবস্থায় সাধারণত বর্ণহীন হলেও বায়ুর জারণ দ্বারা উৎপন্ন রঙীন পদার্থের সামান্য পরিমাণে উপস্থিতির জন্য বাদামী, বা গাঢ় রক্ত-বেগুনি (dark purple) বা কালো বর্ণের হয়; অ্যামিডো, অ্যানিলিডো যৌগগুলি সাদা বর্ণের হয়।

নাইট্রোজেন-বিহীন যৌগগুলির মধ্যে অ্যালডিহাইড, কিটোন, কার্বক্সিলিক অ্যাসিড, এস্টার যৌগগুলি সাধারণত বর্ণহীন: α -ডাইকিটোন (যেমন, বেঞ্জিল, $C_6H_5COCOC_6H_5$) হালকা হলুদ; ফেনলগুলি বিশুদ্ধ অবস্থায় সাধারণত বর্ণহীন, কিন্তু বায়ুর জারণ দ্বারা উৎপন্ন সামান্য রঙীন পদার্থের উপস্থিতির জন্য গোলাপী, বাদামী বা গাঢ় রক্ত বেগুনি বর্ণের হয়।

কয়েকটি রঙীন জৈব যৌগের নাম ও বর্ণ নিচে দেওয়া হল :

	জৈবযৌগ	বর্ণ
প্যারা	ক্রোরোনাইট্রোবেঞ্জিন	খুব হালকা হলুদ
অর্থো	নাইট্রোঅ্যানিলিন	কমলা
মেটা ও প্যারা	নাইট্রোঅ্যানিলিন	হলুদ
অর্থো	নাইট্রোফেনল	উজ্জ্বল হলুদ
মেটা	নাইট্রোফেনল	হালকা হলুদ
অর্থো	নাইট্রোবেনজ্যালডিহাইড	হলুদ
	পিকরিক অ্যাসিড (2, 4, 6-ট্রাইনাইট্রোফেনল)	হলুদ

এছাড়া কুইনোনগুলি হলুদ থেকে লাল, নাইট্রোসো যৌগ হলুদ, অ্যাজো যৌগগুলি হলুদ থেকে লাল বর্ণের হয়।

(iii) গন্ধ : জৈব যৌগের গন্ধ ভালভাবে পরীক্ষা করুন। জৈব যৌগের গন্ধ থেকে জৈব যৌগের প্রকৃতি ও জৈব যৌগে উপস্থিত কার্যকরী মূলক সম্বন্ধে কিছু ধারণা পেতে পারেন। অনেক জৈব যৌগই গন্ধহীন। কিন্তু অনেক জৈব যৌগের সুগন্ধ আছে। আবার অনেক জৈব যৌগের কটু ও দুর্গন্ধ আছে। যেমন, অনেক এস্টারের ফলের মত সুগন্ধ আছে, কার্বনিল মূলক যুক্ত অনেক যৌগের সুগন্ধ আছে। (ভ্যানিলিনে ভ্যানিলার সুগন্ধ পাওয়া যায়), আবার আইসোসায়ানাইড যৌগের অতি দুর্গন্ধ আছে। বৈশিষ্ট্যপূর্ণ গন্ধ দিয়ে অনেক

জৈব যৌগ চেনা যায়। যেমন, গন্ধ শূঁকেই ফেনল (কার্বলিক অ্যাসিড) ন্যাপথলিন, ইথাইল অ্যালকোহল, ক্রোরোফর্ম, ইথাইল অ্যাসিটেট, অ্যাসিটোন, ইত্যাদি যৌগকে সনাক্ত করা যা়।

গন্ধ সাধারণত বলে বোঝান যায় না। অভ্যাসের মাধ্যমে ব্যক্তিগতভাবে বিশেষ গন্ধের সঙ্গে পরিচিত হতে হয়।

পরীক্ষা 1 : আপনাকে 6টি কঠিন জৈব যৌগ দেওয়া হল। আপনি এদের সাধারণ ভৌতাবস্থা, বর্ণ ও গন্ধ পর্যবেক্ষণ করুন এবং এথেকে জৈব যৌগের সম্ভাব্য প্রকৃতি সম্বন্ধে আন্দাজ করুন। নিচের ছকে রিপোর্ট করুন।

নমুনা	সাধারণ ভৌতাবস্থা (গঠন)	বর্ণ	গন্ধ	সিদ্ধান্ত
নমুনা 1				
নমুনা 2				
নমুনা 3				
নমুনা 4				
নমুনা 5				
নমুনা 6				

অনুশীলনী-1

- কঠিন জৈব যৌগের ভৌত প্রকৃতি কী কী ধরনের হতে পারে?
- নিচের কোন ধরনের যৌগগুলির সুগন্ধ থাকার সম্ভাবনা আছে? আইসোসায়ানাইড যৌগ, এস্টার যৌগ, কার্বনিল যৌগ।
- নিচের জৈব যৌগগুলির বর্ণ উল্লেখ করুন :
গ্লুকোজ, অক্সালিক অ্যাসিড, বেঞ্জিন, মেটা-নাইট্রোঅ্যানিলিন, পিকরিক অ্যাসিড।
- ক্রমাঙ্কীয় না অক্রমাঙ্কীয় কোন যৌগগুলি সাধারণত রঙীন হয়?

5.3 প্রাথমিক পরীক্ষা

জৈব যৌগের গুণগত বিশ্লেষণে কয়েকটি প্রাথমিক পরীক্ষা জৈব যৌগের প্রকৃতি সম্বন্ধে মূল্যবান তথ্য সরবরাহ করে। আবার এই পরীক্ষা কিছু ভ্রান্তির হাত থেকেও রক্ষা করে। যেমন কিছু অ্যামিডো যৌগ সোডিয়াম দিয়ে গলনের সময় কতিপয় মৌলের সনাক্তকরণ পরীক্ষা—পরে দেখুন। কোন কোন ক্ষেত্রে অ্যামোনিয়া নির্গত হয়। ফলে নাইট্রোজেনের পরীক্ষায় পাওয়া যায় না। প্রাথমিক পরীক্ষায় সোডা-লাইম দিয়ে যৌগকে উত্তপ্ত করলে যদি অ্যামোনিয়া নির্গত হয় এবং পরে নাইট্রোজেনের পরীক্ষায় নাইট্রোজেন যদি না পাওয়া যায়, তবে নাইট্রোজেনের পরীক্ষাটি সতর্কতার সঙ্গে পুনর্ব্যবহার করে ডুল সংশোধন করে নেওয়ার অবকাশ থাকে। নিচে প্রাথমিক পরীক্ষাগুলি দেওয়া হল :

সারণি : প্রাথমিক পরীক্ষা

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
1. মুক্ত শিখায় জ্বলন পরীক্ষা : সামান্য নমুনা একটি কাচদণ্ডে বা Pt-ভারে নিয়ে বুনসেন বার্নারের মুক্ত শিখায় ধরা হল।	(i) নমুনাটি ধোঁয়াযুক্ত শিখায় জ্বলে উঠল। (ii) নমুনাটি দীপ্তিহীন শিখায় জ্বলল।	(i) অ্যারোমেটিক বা অতি অসম্পৃক্ত যৌগ। (ii) অ্যালিফেটিক যৌগ।
2. লিটমাস পরীক্ষা : একটি পরীক্ষানলে সামান্য নমুনা জলে অথবা রেকটিফায়েড স্পিরিট দ্রবীভূত করে নীল এবং লাল লিটমাস কাগজ দিয়ে আলাদা পরীক্ষা করা হল।	2. (i) নীল লিটমাস কাগজ লাল হয়ে গেল। (ii) লাল লিটমাস নীল হয়ে গেল। (iii) লিটমাস কাগজের বর্ণের কোন পরিবর্তন হলনা।	2. (i) নমুনাটি আম্লিক। নমুনাটি কার্বক্সিলিক অ্যাসিড বা নাইট্রোফেনল হতে পারে। (ii) নমুনাটি ক্ষারকীয় হতে পারে। (iii) নমুনাটি লিটমাস কাগজের সাপেক্ষে প্রশম।
3. সোডালাইম পরীক্ষা : সামান্য নমুনাকে সোডালাইম সহযোগে উত্তপ্ত করা হল।	অ্যামোনিয়া গন্ধ নির্গত হল।	অ্যামোডো/ইমিডো মূলক উপস্থিতি।
4. ইথিলিনীয় অসম্পৃক্তির পরীক্ষা :		
(i) সামান্য নমুনাকে কার্বন টেট্রাক্লোরাইডে দ্রবীভূত করে কার্বন টেট্রাক্লোরাইডে ব্রোমিনের লঘু লবণ ফোঁটা ফোঁটা করে যোগ করা হল।	ব্রোমিনের রঙ বর্ণহীন হয়ে গেল।	ইথিলিনীয় অসম্পৃক্তি উপস্থিত। [বা, সক্রিয় (activated) বেঞ্জিন বলয়ে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার জন্যও ব্রোমিন বর্ণহীন হতে পারে।]
(ii) সামান্য নমুনাকে জলে (জলে (জলে দ্রবীভূত না হলে অ্যাসিটোনে) দ্রবীভূত করে পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের লঘু জলীয় দ্রবণ 2% ফোঁটা, ফোঁটা করে প্রায় এক মিলিলিটার যোগ করা হল। [এই পরীক্ষাটির দ্রাবক হিসেবে কখন ইথাইল অ্যালকোহল ব্যবহার করবেন না।]	পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের লালভ গোলাপী রঙ বর্ণহীন হয়ে গেল।	ইথিলিনীয় অসম্পৃক্তি উপস্থিত। [যৌগে সহজে জারণক্ষম মূলক উপস্থিত বা যৌগটি সামগ্রিকভাবে জারণের জন্য পারম্যাঙ্গানেটের রঙ বর্ণহীন হতে পারে।]

পরীক্ষা 3 : আপনাকে 3টি নমুনা দেওয়া হল। প্রাথমিক পরীক্ষাগুলি করুন এবং নিচের ছকে পৃথক পৃথকভাবে রিপোর্ট করুন।

নমুনা.....	তারিখ
প্রাথমিক পরীক্ষা :	
পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
	সিদ্ধান্ত
(1) মুক্ত শিখায় জ্বলন পরীক্ষা	
(2) লিটমাস পরীক্ষা	
(3) সোডালাইম পরীক্ষা	
(4) (i) অসম্পৃক্তির জন্য Br_2/CCl_4 পরীক্ষা	
(ii) অসম্পৃক্তির জন্য $KMnO_4$ এর 2% জলীয় দ্রবণ সাহায্যে পরীক্ষা	

অনুশীলনী-2 :

- যদি কোন জৈব যৌগ মুক্ত শিখায় কাল ধোঁয়াসহ জ্বলে তবে জৈব যৌগটির প্রকৃতি কি হতে পারে?
- কোন একটি যৌগ যে জৈব যৌগ একটি সহজ পরীক্ষার সাহায্যে তা কিভাবে বার করবেন?
- কোন জৈব যৌগ $KMnO_4$ -এর রঙ বর্ণহীন করলেই কি বলা যায় যৌগটিতে ইথিলিনীয় অসম্পৃক্তি আছে?
- কোন জৈব যৌগ ব্রোমিনের রঙ বর্ণহীন করলেই কি বলা যায়—যৌগটিতে ইথিলিনীয় অসম্পৃক্তি আছে?

5.4 জৈব যৌগে উপস্থিত কতিপয় বিশেষ মৌল যেমন নাইট্রোজেন, সালফার, ক্লোরিন, ব্রোমিন ও আয়োডিনের সনাক্তকরণ :

প্রথমে এই মৌলগুলির সনাক্তকরণের নীতি ও রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলি জেনে নিন, তারপর প্রকৃত নীতি ও পরীক্ষা করুন।

5.4.1. নীতি ও রাসায়নিক বিক্রিয়া :

5.4.1.1 হ্যালোজেন সনাক্তকরণের জন্য বাইলস্টাইন পরীক্ষার নীতি : হ্যালোজেন নিরূপনের জন্য প্রথমে এই পরীক্ষাটি করে নিন। এটি নিশ্চিত পরীক্ষা নয়, কিন্তু যথেষ্ট কার্যকরী পরীক্ষা। হ্যালোজেন নিরূপনে অনেক সময় অসুবিধা হয়, তাই এই পরীক্ষা করে হ্যালোজেন অনুপস্থিত কি না প্রথমে দেখে নেওয়া যায়।

কপারের তারকে বুনসেন দীপের জারন শিখায় উত্তপ্ত করলে কপার (II) অক্সাইড উৎপন্ন হয়

হ্যালোজেনযুক্ত কোন জৈব যৌগকে এই কপার (II) অক্সাইডের আন্তরণ যুক্ত কপারের তারে লাগিয়ে নিয়ে আবার বুনসেন শিখায় উত্তপ্ত করলে বিশুদ্ধ কপার (II) অক্সাইডের সঙ্গে বিক্রিয়া করে কপার (II) হ্যালাইড উৎপন্ন করে। উৎপন্ন কপার (II) হ্যালাইড উদ্বায়ী, তাই বুনসেন শিখায় গাঢ় সবুজ বা নীলাভ সবুজ রঙ সৃষ্টি করে।

$\text{CuO} + \text{হ্যালোজেন ঘটিত জৈব যৌগ} \rightarrow \text{CuX} [\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{বা I}]$ (উদ্বায়ী-বুনসেন শিখায় সবুজ রঙ উৎপন্ন করে)।

মনে রাখুন এই পরীক্ষাটি সব ক্ষেত্রেই নির্ভরযোগ্য নয়। হ্যালোজেন না থাকলেও অনেক জৈব যৌগ যেমন, পিরিডিন ও কুইনোলিন ঘটিত যৌগ, ইউরিয়া, অ্যাসিড, অ্যামাইড, সায়ানো যৌগ এই পরীক্ষায় বুনসেন শিখায় সবুজ রঙ উৎপন্ন করতে পারে। (সম্ভবত কপার (II) সায়ানাইড উৎপন্নের জন্য)। ফ্লোরিন এই পরীক্ষায় সাড়া দেয় না।

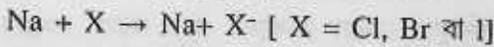
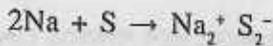
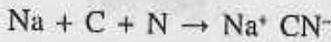
5.4.1.2 সপ্তম ভাঁজ নাইট্রোজেন, সালফার ও হ্যালোজেন সনাক্তকরণের জন্যে লাসাইন পরীক্ষার নীতি (Lassaigne test) : লাসাইন পরীক্ষায় জৈব যৌগকে ধাতব সোডিয়াম সহযোগে তাপ দিয়ে গলান হয়। গলিত পদার্থকে পাতিত জল/আয়নমুক্ত জল দিয়ে নিষ্কাশিত করে পরিশ্রুত নিয়ে নাইট্রোজেন, সালফার ও হ্যালোজেনের জন্য পরীক্ষা করা হয়।

কোন জৈব যৌগকে ধাতব সোডিয়াম সহযোগে তাপ প্রয়োগে গলালে জৈব যৌগে

(i) নাইট্রোজেন উপস্থিত থাকলে সোডিয়াম জৈব যৌগের কার্বন ও নাইট্রোজেনের সঙ্গে যুক্ত হয়ে সোডিয়াম সায়ানাইড,

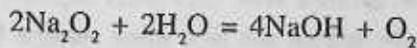
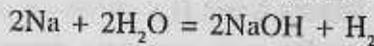
(ii) সালফার উপস্থিত থাকলে, সোডিয়াম সালফাইড, ও

(iii) হ্যালোজেন উপস্থিত থাকলে সোডিয়াম হ্যালাইড উৎপন্ন হয় :



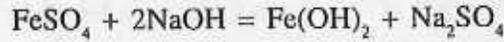
সোডিয়াম সায়ানাইড, সোডিয়াম সালফাইড ও সোডিয়াম হ্যালাইড বর্ণহীন ও জলে দ্রব্য।

গলিত পদার্থকে পাতিত জল দিয়ে নিষ্কাশিত করলে জলে সোডিয়াম সায়ানাইড, সোডিয়াম সালফাইড ও সোডিয়াম হ্যালাইড দ্রবীভূত হয়ে যায়, অর্থাৎ জলীয় দ্রবণে CN^- , S_2^- ও X^- আয়নগুলি থাকে। আবার, গালক নলে যে অতিরিক্ত সোডিয়াম থাকে এবং যে সোডিয়াম পারঅক্সাইড উত্তপ্ত করার সময় উৎপন্ন হয় নিষ্কাশনকালে তারা জলের সঙ্গে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন করে :

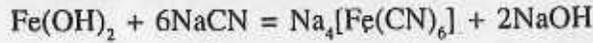


সুতরাং পরিশ্রুতে NaCN , Na_2S এবং NaX থাকে। দ্রবণে NaOH থাকার জন্য দ্রবণ ক্ষারকীয় হয়। পরিশ্রুত বর্ণহীন ও স্বচ্ছ হয়।

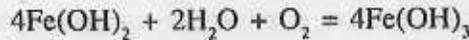
(1) জৈব যৌগে নাইট্রোজেন উপস্থিত থাকলে পরিশ্রুতে সোডিয়াম সায়ানাইড ও সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড থাকে। পরিশ্রুতে ফেরাস সালফেট যোগ করে ফুটিয়ে মিশ্রণকে লঘু H_2SO_4 দিয়ে অম্লায়িত করলে গাঢ় নীল বর্ণের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয়। গাঢ় নীল বর্ণের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হলে নাইট্রোজেনের উপস্থিতি প্রমানিত হয়। পরিশ্রুতে ফেরাস সালফেট যোগ করলে ফিকে সবুজ ফেরাস হাইড্রক্সাইডের অধঃক্ষেপ পড়ে।



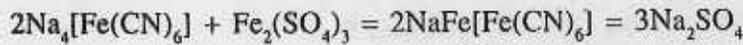
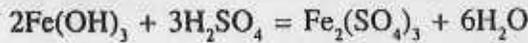
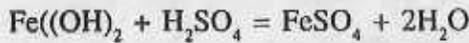
এই মিশ্রণকে ফোঁটালে ফেরাস সালফেটের সঙ্গে সোডিয়াম সায়ানাইডের বিক্রিয়ায় সোডিয়াম ফেরোসায়ানাইড উৎপন্ন হয়। ফোঁটানোর সময় আবার ক্ষারকের মাধ্যমে অক্সিজেন কিছুটা Fe^{2+} কে Fe^{3+} -এ জারিত করে দেয়।



সোডিয়াম ফেরোসায়ানাইড



মিশ্রণকে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড দিয়ে অম্লায়িত ফেরাস ও ফেরিক হাইড্রক্সাইড দ্রবীভূত হয়ে যায় এবং আম্লিক দ্রবণে সোডিয়াম ফেরোসায়ানাইড ফেরিক লবণের সঙ্গে বিক্রিয়া করে গাঢ় নীল বর্ণের সোডিয়াম ফেরিক ফেরোসায়ানাইড (প্রুশীয় নীল-Prussian blue) উৎপন্ন করে :



সোডিয়াম ফেরিক ফেরোসায়ানাইড

(প্রুশীয় নীল)

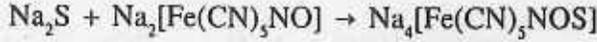
মনে রাখুন

- যদি নমুনাতে নাইট্রোজেনের সঙ্গে সালফারও উপস্থিত থাকে, তবে পরিশ্রুতে CN^- আয়নের সঙ্গে S^{2-} আয়নও উপস্থিত থাকে। এই পরিশ্রুতে ফেরাস সালফেট যোগ করলে ফেরাস সালফাইডের (FeS) কালো অধঃক্ষেপ পড়ে। ফেরাস সালফেট যোগ করলে যদি কালো অধঃক্ষেপ পড়ে তবে নমুনাতে সালফার আছে বলে ধরতে হয়। এক্ষেত্রে বেশি পরিমাণে ফেরাস সালফেট যোগ করার প্রয়োজন হয়।
- ফেরাস যুক্ত ক্ষারীয় মিশ্রণ ফোঁটানোর সময় যথেষ্ট পরিমাণে ফেরিক উৎপন্ন হয়। সেইজন্য প্রুশীয় নীল গঠনের জন্য বাইরের থেকে কোন ফেরিক লবণ (যেমন, $FeCl_3$) যোগ করার প্রয়োজন নাই।
- নমুনাতে নাইট্রোজেনের সঙ্গে সালফার উপস্থিত থাকলে অম্লায়িত করার সময় ফেরাস সালফাইডের সঙ্গে সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন H_2S ফেরিক-কে ফেরাসে বিজারিত করতে পারে এবং এক্ষেত্রে কয়েকফোঁটা ফেরিক ক্লোরাইড লবণ যোগ করার প্রয়োজন হতে পারে।
- যদি গলন ভাল না হয় বা বেশি আয়তন জল দিয়ে গলিত পদার্থকে নিষ্কাশিত করা হয় তবে পরিশ্রুতে CN^- -এর গাঢ়ত্ব কম থাকে। এক্ষেত্রে নীল অধঃক্ষেপ উৎপন্ন না হয়ে দ্রবণের রঙ নীল বা ফিকে সবুজও হতে পারে।

(2) সালফার সনাক্তকরণ :

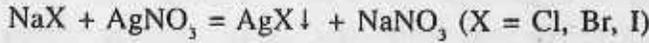
জৈব যৌগে সালফার উপস্থিত থাকলে পরিশ্রুতে সোডিয়াম সালফাইড ও সোডিয়াম হাইড্রসালফাইড থাকে (S^{2-} ও OH^- আয়ন)

পরিশ্রুতে দুই এক ফোঁটা সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইডের সদ্য প্রস্তুত জলীয় দ্রবণ যোগ করলে দ্রবণের রঙ বেগুনি হয়ে যায় :



(3) হ্যালোজেন (Cl, Br, I) সনাক্তকরণ :

জৈব যৌগে হ্যালোজেন (Cl, Br, I) উপস্থিত থাকলে পরিশ্রুতে সোডিয়াম হ্যালাইড ($Na^+ X^-$, X = Cl, Br, I) থাকে। এই দ্রবণ ক্ষারীয় (NaOH থাকে বলে)। পরিশ্রুত-কে লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড দিয়ে অম্লায়িত করে আম্লিক দ্রবণে সিলভার নাইট্রেটের জলীয় দ্রবণ যোগ করলে ক্লোরাইডের ক্ষেত্রে সিলভার ক্লোরাইডের সাদা অধঃক্ষেপ, ব্রোমাইডের ক্ষেত্রে সিলভার ব্রোমাইডের ফিকে হলুদ অধঃক্ষেপ এবং আয়োডাইডের ক্ষেত্রে সিলভার আয়োডাইডের হলুদ অধঃক্ষেপ পড়ে :



সিলভার ক্লোরাইড লঘু অ্যামোনিয়া দ্রবণে দ্রবীভূত হয়ে যায়।



সিলভার ব্রোমাইড গাঢ় অ্যামোনিয়া দ্রবণে দ্রাব্য এবং সিলভার আয়োডাইড গাঢ় অ্যামোনিয়া দ্রবণে অদ্রাব্য।

পরিশ্রুতে Br^- I উপস্থিত থাকলে এদের সনাক্তকরণের জন্য নিচের পরীক্ষাটিও করা যায় :

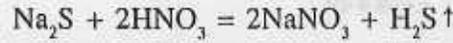
পরিশ্রুতকে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড দিয়ে অম্লায়িত করে CCl_4 , $CHCl_3$ করে CS_2 যোগ করলে তরলের দুটি স্তর উৎপন্ন হয়। জৈব তরলগুলি ভারী এবং জলে অদ্রাব্য, তাই এরা নিচের স্তর উৎপন্ন করে। এই মিশ্রণে ফোঁটা ফোঁটা করে ক্লোরিন-জল যোগ করে বাকালে (i) ব্রোমাইড থাকলে ব্রোমিন উৎপন্ন হয় এবং জৈব তরলে দ্রবীভূত হয়ে জৈব তরলের রঙ লালান্ন বাদামি করে। (ii) আয়োডাইড থাকলে আয়োডিন মুক্ত হয় এবং জৈব তরলে দ্রবীভূত হয়ে জৈব তরলের রঙ বেগুনি করে :



নাইট্রোজেন অথবা/এবং সালফার জৈব যৌগে উপস্থিত থাকলে হ্যালোজেনের সনাক্তকরণের জন্য সিলভার নাইট্রেট পরীক্ষায় অসুবিধা সৃষ্টি হয়। পরিশ্রুতে CN^- থাকলে অম্লায়িত পরিশ্রুতে $AgNO_3$ দ্রবণ যোগ করলে সিলভার সায়ানাইডের সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। সিলভার সায়ানাইডও অ্যামোনিয়া দ্রবণে দ্রাব্য এবং লঘু HNO_3 -তে অদ্রাব্য। তাই এক্ষেত্রে নমুনাতে ক্লোরিন না থাকলেও ক্লোরিনের উপস্থিত বলে ভুল সিদ্ধান্ত নেওয়ার সম্ভাবনা থাকে।

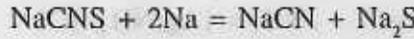
পরিষ্কৃত S^{2-} থাকলে $AgNO_3$ পরীক্ষায় সিলভার সালফাইডের কালো রঙের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয়। এতেও হ্যালোজেনের সনাক্তকরণ বিঘ্নিত হয়।

তাই পরিষ্কৃত CN^- এবং / বা S^{2-} থাকলে এদের দূর করার পর সিলভার নাইট্রেট পরীক্ষাটি করা হয়। পরিষ্কৃতকে লঘু HNO_3 দিয়ে অম্লায়িত করে বাষ্পীভবন প্রক্রিয়ায় দ্রবণের আয়তন প্রায় এক তৃতীয়াংশ করে ফেললে HCN ও H_2S হিসেবে যথাক্রমে CN^- এবং / বা S^{2-} দূর হয়ে যায়। কিন্তু HX সম্পূর্ণ দূরীভূত হয় না।



HCN ও H_2S দূর করার পর দ্রবণকে শীতল করে $AgNO_3$ দিয়ে হ্যালাইডের পরীক্ষাটি করা হয়।

- জৈব যৌগে নাইট্রোজেন ও সালফার উভয়েই উপস্থিত থাকলে লাসাইন পরীক্ষায় অনেকসময় বিভ্রান্তির সৃষ্টি হয়। গলনের সময় যথেষ্ট পরিমাণ সোডিয়াম ব্যবহার না করলে সোডিয়াম থায়োসায়ানেট উৎপন্ন হতে পারে। সোডিয়াম থায়োসায়ানেটে মুক্ত CN^- বা S^{2-} আয়ন দুটি না থাকায় প্রুশীয় নীল বা সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইড পরীক্ষা দুটিতে সাড়া মেলে না। কিন্তু প্রুশীয় নীল পরীক্ষায় ফেরিক আয়নের সঙ্গে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম থায়োসায়ানেট লাল রঙের দ্রবণ উৎপন্ন করতে পারে। সেক্ষেত্রে নমুনাকে অতিরিক্ত পরিমাণ সোডিয়ামের সঙ্গে আবার গলিত করা হয়। সোডিয়াম অতিরিক্ত পরিমাণ সোডিয়াম থায়োসায়ানেটের সঙ্গে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম সায়ানাইড ও সোডিয়াম সালফাইড উৎপন্ন করে।



সোডিয়াম গলন পদ্ধতিতে অতিরিক্ত পরিমাণ সোডিয়াম ব্যবহার করাই বাঞ্ছনীয়।

প্রকৃত পরীক্ষা আরম্ভ করার আগে নিচের বিষয়গুলি ভালোভাবে বুঝে নিন।

ধাতব সোডিয়াম বা নমুনাকে কখনও হাত দিয়ে ধরবেন না।

- নমুনা পদার্থ ও ধাতব সোডিয়াম প্রথমেই একত্রে গালকনলে নিয়ে গলিত করা হয় না। প্রথমে ধাতব সোডিয়াম গালকনলে নিয়ে অল্প তাপে গলিয়ে নেওয়া হয় এবং গলিত সোডিয়ামের উপর খুব ভাল করে গুড়ো করে নেওয়া সামান্য নমুনা পদার্থ যোগ করা হয়। অনেক জৈব যৌগ আছে যাদের গলনাঙ্ক খুব কম। একত্রে উত্তপ্ত করলে ধাতব সোডিয়াম গলার আগেই এই যৌগগুলি বিয়োজিত হয়ে বার হয়ে যেতে পারে। ফলে গলিত সোডিয়ামের সঙ্গে বিক্রিয়া করার সুযোগ পায় না।
- নমুনা পদার্থকে খুব ভাল করে গুড়ো করে নিতে হবে। খুব সামান্য (প্রায় 100 মিগ্রা.) নমুনা পদার্থ ব্যবহার করা উচিত। এই পদ্ধতিতে অবিয়োজিত বা আংশিক বিয়োজিত নমুনা পদার্থ থেকে গেলে অসুবিধা হয়। তাই এক চিমটে নমুনা পদার্থ ব্যবহার করা হয় এবং সমস্ত নমুনা পদার্থ বিয়োজিত করে দেওয়া হয়।
- খল এবং নুড়ি দুটিই পরিষ্কার করে পাতিত জল দিয়ে ধুয়ে নেওয়া হয়। কলের জল ব্যবহার করতে নেই, এতে ক্লোরিন চলে আসতে পারে। নিষ্কাশনের জন্য 6-7 মিলিলিটারের বেশি জল নেওয়া উচিত নয়। বেশি জল ব্যবহার করলে উৎপন্ন দ্রবণ লঘু হয় এবং এতে পরীক্ষার ফল ভাল হয় না।
- গালকনলকে খলে নেওয়া পাতিত জলে খুব সাবধানে ডোবাতে হবে যাতে অতিরিক্ত সোডিয়ামে আগুন

ধরলেও ছিটকে চোখে বা শরীরের কোন অংশে না পড়তে পারে। লোহিততণ্ড অবস্থায় গালকনলটিকে জলে ডোবাতে হয়।

- পরিশ্রুত স্বচ্ছ না হলে বা পরিশ্রুত রঙীন হলে বুঝতে হবে অসম্পূর্ণ গলন হয়েছে। এইরকম হলে নমুনাকে সোডিয়ামের সঙ্গে পুনরায় বেশিক্ষণ ধরে গলিয়ে নেওয়া হয়। মনে রাখতে হবে পরিশ্রুত স্বচ্ছ এবং বর্ণহীন হতেই হবে।

5.4.2 জৈব যৌগে উপস্থিত নাইট্রোজেন, সালফার, ক্লোরিন, ব্রোমিন, আয়োডিনের সনাক্তকরণের পরীক্ষা :

সারণি 1 : হ্যালোজেনের বাইলস্টাইন পরীক্ষা (Beilstein test for halogens)

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
একদিকে কর্কের সঙ্গে লাগান এবং খোলাদিক বাঁকান একটি শক্ত কপারের তারের বাঁকান অংশ বুনসেন জারন শিখার বহির্ভাগে উত্তপ্ত করা হয়। বুনসেন শিখায় কোন রঙ উৎপন্ন হওয়া বন্ধ হলে কপারের তারটি কিছুটা ঠান্ডা করে তারের বাঁকান অংশটি নমুনাতে ডুবিয়ে অল্প পরিমাণ নমুনা তারের গায়ে লাগিয়ে নেওয়া হয়। তারপর নমুনা লাগান তারের বাঁকান অংশটি আবার অদীপ্ত বুনসেন শিখায় উত্তপ্ত করা হয়।	বুনসেন শিখায় সবুজ বা নীলাভ সবুজ রঙ উৎপন্ন হয়।	ক্লোরিন, ব্রোমিন, বা আয়োডিন উপস্থিত থাকতে পারে।

সারণি 2 : লাসাইন পরীক্ষা (Lassaigne test) :

মটরের দানাকৃতি এক টুকরো পরিষ্কার ধাতব সোডিয়ামকে ব্লটিং কাগজ দিয়ে ভালভাবে চেপে কেরোসিন তেল মুক্ত করে একটি গালক নলে নেওয়া হয়। গালকনলকে চিমটে বা পাকান কাগজের সাহায্যে ধরে অদীপ্ত বুনসেন শিখায় খুব ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করা হয়। উত্তাপে সোডিয়াম গলে গেলে অর্থাৎ সোডিয়ামের টুকরোটি রূপোর মত চকচকে হয়ে উঠলে খুব সামান্য পরিমাণ (প্রায় 50 মিলিগ্রাম) খুব ভাল করে গুঁড়ো করা নমুনা গলিত সোডিয়ামের উপর যোগ করা হয়। তারপর গালকনলটিকে প্রথমে ধীরে ধীরে এবং পরে অদীপ্ত বুনসেন শিখার উষ্ণতম অঞ্চলে তীব্রভাবে উত্তপ্ত করে লোহিত-তণ্ড করা হয়। লোহিততণ্ড গালকনলটিকে চিনামাটির খলে নেওয়া 6-7 মিলিলিটার পাতিত জলে খুব সাবধানে ডোবান হয়। গালকনলটি ভেঙ্গে যায়। [অতিরিক্ত সোডিয়াম থাকলে আগুন ধরে যেতে পারে।] যদি গালকনলটি না ভাঙে নুড়ির আঘাতে ভেঙ্গে নেওয়া হয়। গালকনলের ভাঙা অংশকে খলে রাখ জলের মধ্যে নুড়ি দিয়ে ভাল করে গুঁড়ো করা হয়। মিশ্রণকে ফিল্টার কাগজের সাহায্যে ছেঁকে নেওয়া হয়। পরিশ্রুত নিয়ে নিচের পরীক্ষাগুলি করা হয়।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
(1) নাইট্রোজেনের পরীক্ষা : একটি পরীক্ষানলে ~2 মিলিলিটার পরিমিত নিয়ে ~2 মিলিলিটার ফেরাস সালফেটের সম্পূর্ণ জলীয় দ্রবণ যোগ করা হয়। মিশ্রণকে ঝাঁকাতে ঝাঁকাতে ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করে ফোটান হয়। উত্তপ্ত মিশ্রণকে (ঠান্ডা করে) লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড দিয়ে অম্লায়িত করা হয়।	(1) গাঢ় নীল বা সবুজ রঙের অধঃক্ষেপ পড়ে। [কোন কোন ক্ষেত্রে শুধু নীল বা সবুজ রঙ উৎপন্ন হয়।]	(1) নাইট্রোজেন নিশ্চিতরূপে উপস্থিত।
(2) সালফারের পরীক্ষা : একটি পরীক্ষানলে ~2 মিলিলিটার পরিমিত নিয়ে দুই-এক ফোঁটা সদ্য প্রস্তুত সোডিয়াম নাইট্রো-থ্রুসাইডের জলীয় দ্রবণ যোগ করা হয়।	(2) দ্রবণের রঙ বেগুনি (purple) হয় (রঙ ক্ষণস্থায়ী হতে পারে)।	(2) সালফার নিশ্চিতরূপে উপস্থিত।
(3) হ্যালোজেনের পরীক্ষা : (A) নমুনাতে নাইট্রোজেন ও সালফারের অনুপস্থিতিতে (অর্থাৎ পরিমূতে CN^- বা S^{2-} নাই)। (a) একটি পরীক্ষানলে ~2 মিলিলিটার পরিমিত নিয়ে লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড দিয়ে অম্লায়িত করা হয়। আয়নিক দ্রবণে অতিরিক্ত পরিমাণ সিলভার নাইট্রেটের জলীয় দ্রবণ যোগ করা হয়। (b) একটি পরীক্ষানলে ~2 মিলিলিটার পরিমিত নিয়ে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড দিয়ে অম্লায়িত করা হয়। দ্রবণে 0-1 মিলিলিটার CCl_4 (বা $CHCl_3$ বা CS_2) যোগ করা হয় এবং ফোঁটা ফোঁটা করে ক্লোরিন জল যোগ করে ঝাঁকান হয়।	(i) দুই এর মত সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। অধঃক্ষেপ ছেকে নিয়ে লঘু অ্যামোনিয়া দ্রবণ যোগ করে ঝাঁকালে অধঃক্ষেপটি দ্রবীভূত হয়ে যায়। এতে লঘু HNO_3 যোগ করলে আবার অধঃক্ষেপটি ফিরে আসে। (i) জৈব তরলের স্তর (নিচের স্তর) লালভ-বাদামি বর্ণ ধারণ করে। (ii) জৈব তরলের স্তর বেগুনি বর্ণ ধারণ করে।	(i) ক্লোরিন উপস্থিত। (i) ব্রোমিন নিশ্চিতভাবে উপস্থিত। (ii) আয়োডিন নিশ্চিতরূপে উপস্থিত।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
<p>● উপরের 3(A)(b) পরীক্ষায় নমুনাতে নাইট্রোজেন/সালফারের উপস্থিতি কোন বিঘ্ন সৃষ্টি করে না। নমুনাতে নাইট্রোজেন, সালফার, ক্লোরিনের উপস্থিতিতে অর্থাৎ, পরিস্রুতে CN^-, S^{2-}; Cl^--এর উপস্থিতিতে 3(A)(b) পরীক্ষার সাহায্যে ব্রোমিন ও আয়োডিনের উপস্থিতি নির্ণয় করা যায়।</p> <p>● যদি এই পরীক্ষায় জৈব তরলের রঙের কোন পরিবর্তন না হয় এবং যদি 3(A)(a) পরীক্ষায় $AgNO_3$ যোগ করলে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে তবে সিদ্ধান্ত করা যায় যে নমুনাতে ক্লোরিন নিশ্চিতরূপে উপস্থিত।</p> <p>(B) নমুনাতে নাইট্রোজেন/সালফারের উপস্থিতিতে (অর্থাৎ পরিস্রুতে CN^-/S^{2-}-এর উপস্থিতিতে) একটি পরীক্ষানলে ~2 মিলিলিটার পরিস্রুত নিয়ে লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড যোগ করে অল্পায়িত করা হয়। আয়নিক দ্রবণের আয়তনকে বাষ্পীভবন করে প্রায় অর্ধেক করা হয়। তারপর দ্রবণকে শীতল করে সম আয়তন পাতিত জল দিয়ে লঘু করে দ্রবণে সিলভার নাইট্রেটের জলীয় দ্রবণ যোগ করা হয়।</p>	<p>(i) সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। অধঃক্ষেপ লঘু অ্যামোনিয়া দ্রবণে দ্রাব্য।</p> <p>(ii) ফিকে হলুদ অধঃক্ষেপ পড়ে। অধঃক্ষেপ লঘু অ্যামোনিয়া দ্রবণে অদ্রাব্য, কিন্তু গাঢ় অ্যামোনিয়া দ্রবণে দ্রাব্য।</p> <p>(iii) হলুদ অধঃক্ষেপ পড়ে। অধঃক্ষেপ গাঢ় অ্যামোনিয়া দ্রবণে অদ্রাব্য।</p>	<p>(i) ক্লোরিন উপস্থিত।</p> <p>(ii) ব্রোমিন উপস্থিত।</p> <p>(iii) আয়োডিন উপস্থিত।</p>

পরীক্ষা 3 : আপনাকে 3টি নমুনা দেওয়া হল। এদের মধ্যে N, S, Cl, Br, ও I-এর উপস্থিতি/অনুপস্থিতি নির্ণয় করুন এবং নিচের ছকে রিপোর্ট করুন :

নমুনা.....

তারিখ.....

পরীক্ষা

পর্যবেক্ষণ

সিদ্ধান্ত

(1) নাইট্রোজেনের পরীক্ষা

(2) সালফারের পরীক্ষা

(3) হ্যালোজেনের পরীক্ষা

N এবং/বা S-এর উপস্থিতিতে

N এবং /বা S-এর অনুপস্থিতিতে

অনুশীলনী-3 :

- প্যারা-ক্লোরোঅ্যানিলিনকে সোডিয়াম দিয়ে গলিত করে পাতিত জল দিয়ে নিষ্কাশিত করা হল। পরিশ্রুতে কি কি রাসায়নিক পদার্থ থাকে?
- হাইড্রক্সিল্যামিন (NH_2OH)-এ উপস্থিত নাইট্রোজেন কি লাসাইন পরীক্ষায় নির্ণয় করা যায়? উত্তরের স্বপক্ষে যুক্তি দিন।
- অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইডের ক্ষেত্রে জলীয় দ্রবণে AgNO_3 যোগ করে ক্লোরিনের পরীক্ষা করা যায়, কিন্তু প্যারা-ক্লোরো অ্যানিলিনের ক্ষেত্রে তা সম্ভব নয় কেন?
- প্যারা-ক্লোরোবেনজোয়িক অ্যাসিডের ক্ষেত্রে লাসাইন পরীক্ষায় ক্লোরিনের পরীক্ষা করার সময় পরিশ্রুত লঘু HNO_3 তে অম্লায়িত করার প্রয়োজন আছে কি? কেন?
- নাইট্রোজেনের উপস্থিতিতে ক্লোরিনের পরীক্ষা বিঘ্নিত হয় কেন? কিভাবে এই বিঘ্ন দূর করা যায়?

5.5 জৈব যৌগের দ্রাব্যতা পরীক্ষা :

জৈব যৌগের দ্রাব্যতা পরীক্ষা থেকে জৈব যৌগের প্রকৃতি এবং জৈব যৌগে উপস্থিত কার্যকরী গ্রুপ সম্বন্ধে মূল্যবান তথ্য পাওয়া যায়। সাধারণতঃ নিচে দেওয়া দ্রাবকগুলিতে পরপর দ্রাব্যতা পরীক্ষা করা হয় (সব দ্রাব্যতাই সাধারণ তাপমাত্রায় দেখা হয়)।

জল, 5% HCl, 5% NaOH, 5% NaHCO_3 , গাঢ় H_2SO_4 ।

দ্রাব্যতা পরীক্ষা সাবধানে ও সতর্কতার সাথে করা প্রয়োজন। দ্রাব্যতা পরীক্ষা থেকে পাওয়া তথ্যগুলি পরবর্তী পরীক্ষাগুলির জন্য খুব গুরুত্বপূর্ণ।

সাধারণত 0.1 গ্রাম নমুনা নিয়ে 3 মিলি দ্রাবকে দ্রাব্যতা পরীক্ষা করা হয়। 0.1 গ্রাম নমুনা পরীক্ষানলে নিয়ে প্রতিবার 1 মিলি করে মোট 3 মিলি দ্রাবক যোগ করা হয় এবং জোরে ঝাঁকান হয়। নমুনা সম্পূর্ণ দ্রবীভূত হয়ে গেলে নমুনাটিকে ঐ দ্রাবকে দ্রাব্য বলে ধরা হয়।

দ্রাব্যতার একটি সাধারণ নিয়ম হল : সাধারণতঃ কোন যৌগ সেই দ্রাবকেই সব থেকে বেশি দ্রবীভূত হয়, যার গঠনের সঙ্গে যৌগটির গঠনের সাদৃশ্য সব থেকে বেশি (Like dissolves like)।

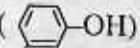
নিচের সারণিতে উপরে দেওয়া দ্রাবকগুলিতে জৈব যৌগের দ্রাব্যতা অনুসারে জৈব যৌগগুলির একটি সাধারণ শ্রেণিবিভাগ দেওয়া হল :

শ্রেণি	দ্রাব্যতা (সাধারণ তাপমাত্রায়)				
	জলে	5% NaOH-এ	5% NaHCO ₃ -তে	5% HCl-এ	গাঢ় H ₂ SO ₄ -এ
প্রথম	+	×	×	×	×
দ্বিতীয়	-	-	×	+	×
তৃতীয়	-	+	-	-	×
চতুর্থ	-	+	+	-	×
পঞ্চম	±	+	+	+	×
ষষ্ঠ	-	-	×	-	+

+ = দ্রাব্য, — = অদ্রাব্য, ± = আংশিক দ্রাব্য, × = দ্রাবকটিতে পরীক্ষা করা হল না।

ধ্রুবীয় যৌগগুলি এই শ্রেণির অন্তর্ভুক্ত

প্রথম শ্রেণি : এই শ্রেণিতে ধ্রুবীয় যৌগগুলি পড়ে। অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড, কিটোন, অ্যাসিড ফেনল এই সমগনীয় শ্রেণির নিম্নতর সদস্যরা জলে দ্রাব্য (এদের বেশির ভাগই তরল)। এছাড়া, একাধিক হাইড্রক্সি মূলক যুক্ত ফলনসমূহ

[যেমন, ()]

রিসারনিল HO হাইড্রোকুইনোন, (HO--OH)], বহু ক্ষারকীয় অ্যাসিডসমূহ [যেমন, অজ্বালিক

HOOC-COOH

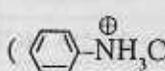
অজ্বালিক অ্যাসিড

HOOCCH₂CH₂COOH

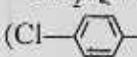
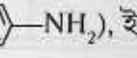
সাকসিনিক অ্যাসিড

CH₃CONH₂

অ্যাসিটামাইড

অ্যাসিড, সাকসিনিক অ্যাসিড, বহুহাইড্রক্সি অ্যালডিহাইড ও কিটোন সমূহ (শর্করা), কিছু অ্যামাইড (যেমন, অ্যাসিটামাইড) অ্যামিনো অ্যাসিড, লবণসমূহ [যেমন, অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইড ()] জলে দ্রাব্য।

দ্রাব্যতা পরীক্ষায় কোন যৌগ জলে দ্রাব্য হলে অন্য দ্রাবকে আর পরীক্ষার প্রয়োজন নাই।

দ্বিতীয় শ্রেণি : জৈব ক্ষারকগুলি এই শ্রেণির অন্তর্ভুক্ত। যেমন, —NH₂ মূলক যুক্ত যৌগগুলি ক্ষারকীয় এবং এরা 5% HCl-এ দ্রাব্য। উদাহরণ: প্যারা-ক্লোরো-অ্যানিলিন, (Cl--NH₂), প্যারা-টলুইডিন (CH₃--NH₂), ইত্যাদি। 5% NaOH-এ দ্রাব্য না হলে 5% NaHCO₃-এ দ্রাব্যতা দেখার প্রয়োজন

অ্যালিফেটিক ও আরোমেটিক অ্যামিনো যৌগ এই শ্রেণির অন্তর্ভুক্ত।

নাই। কারণ যে যৌগগুলি 5% NaOH-এ দ্রাব্য নয় তারা 5% NaHCO₃-তেও দ্রাব্য নয়। আবার 5% HCl-এ দ্রবীভূত হলে গাঢ় H₂SO₄-এ দ্রাব্য হবেই। তাই গাঢ় H₂SO₄-এ দ্রাব্যতা দেখার আর প্রয়োজন নেই।

জলে অদ্রাব্য ফেনোলিক —OH যুক্ত যৌগগুলি এই শ্রেণির অন্তর্ভুক্ত।

তৃতীয় শ্রেণি : মৃদু আম্লিক জৈব যৌগগুলি এই শ্রেণির সদস্য। ফেনোলিক—OH মূলক যুক্ত যৌগগুলি মৃদু আম্লিক। এরা 5% NaOH-এ দ্রবীভূত হয়ে যায় কিন্তু 5% NaHCO₃-এ দ্রবীভূত হয় না। নাইট্রোফেনল, ফেনোলিক অ্যালডিহাইড ও কিটোন ও 5% NaOH-এ দ্রবীভূত হয়ে যায়।

কার্বক্সিলিক (—COOH) যুক্ত যৌগগুলি এই শ্রেণির অন্তর্ভুক্ত।

চতুর্থ শ্রেণি : অপেক্ষাকৃত তীব্র আম্লিক জৈব যৌগগুলি এই শ্রেণির সদস্য। যেমন, —COOH ও —SO₃H মূলক যুক্ত যৌগগুলি 5% NaOH ও NaHCO₃ উভয়েতেই দ্রবীভূত হয়ে যায়। ফেনোলিক অ্যাসিডগুলিও 5% NaOH ও 5% NaHCO₃-এ দ্রবীভূত হয়।

এ দ্রবীভূত হয়।

উভধর্মী যৌগ যেমন, অ্যামিনো অ্যাসিডগুলি এই শ্রেণির অন্তর্ভুক্ত।

পঞ্চম শ্রেণি : উভধর্মী যৌগগুলি এই শ্রেণিতে পড়ে। এদের মধ্যে ক্ষারকীয় ও আম্লিক উভয় মূলকই থাকে, তাই এরা 5% HCl ও 5% NaOH উভয় দ্রাবকেই দ্রবীভূত হয়ে যায়। যেমন, অ্যানথ্রানিলিক অ্যাসিড (H₂N——COOH)। অ্যাসিডমূলকটি তীব্র হওয়ায় এরা 5% NaHCO₃-তেও দ্রবীভূত হয়। জলে এরা আংশিক দ্রাব্য।

ষষ্ঠ শ্রেণি : এই শ্রেণির যৌগগুলি প্রথম। এই যৌগগুলির অণুতে নাইট্রোজেন বা অক্সিজেন পরমাণু নিঃসঙ্গ ইলেকট্রনযুগল বহন করে। ফলে তীব্র অ্যাসিড, গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড এদের প্রোটন দান করতে

পরীক্ষা 4 : আপনাকে 6টি নমুনা দেওয়া হল। এদের দ্রাব্যতা পরীক্ষা করুন এবং নিচে দেওয়া ছকে আপনার পরীক্ষালব্ধ ফল রিপোর্ট করুন :

নমুনা	দ্রাব্যতা (সাধারণ তাপমাত্রায়)					সিদ্ধান্ত
	জলে	5% NaOH-এ	5% NaHCO ₃ -এ	5% HCl-এ	গাঢ় H ₂ SO ₄ -এ	
নমুনা 1						
নমুনা 2						
নমুনা 3						
নমুনা 4						
নমুনা 5						
নমুনা 6						

অ্যালিডো, অ্যানিলিডো, নাইট্রো, কার্বনিল, এস্টার যৌগগুলি এই শ্রেণির অন্তর্ভুক্ত।

পারে। অ্যামিডো, অ্যানিলিডো, নাইট্রো, কার্বনিল এস্টার যৌগগুলি এই শ্রেণিভুক্ত।

অনুশীলনী-4 :

- দ্রাব্যতা পরীক্ষায় একটি নমুনা শুধু 5% HCl দ্রাব্য হলে, নমুনাটি সম্বন্ধে আপনার ধারণা কি হয়?
- দ্রাব্যতা পরীক্ষায় কোন নমুনা 5% NaOH-এ দ্রাব্য না হলে আপনি কি 5% NaHCO₃ দিয়ে দ্রাব্যতা পরীক্ষা করবেন? এ সম্বন্ধে আপনার যুক্তি কি?
- দ্রাব্যতা পরীক্ষায় একটি নমুনা শুধু 5% NaOH না 5% NaHCO₃ দিয়ে পরীক্ষা করবেন? কেন?
- কোন জৈব যৌগ 5% HCl ও 5% NaOH উভয়েতেই দ্রাব্য হলে যৌগটিতে কি কি কার্যকরী মূলক থাকতে পারে?
- নাইট্রোজেনবিহীন কোন জৈব যৌগ 5% NaOH দ্রবণে দ্রবীভূত হয়, কিন্তু 5% NaHCO₃-তে অদ্রাব্য এই জৈব যৌগে কোন কার্যকরী মূলক থাকতে পারে?

5.6 কার্যকরী মূলকের সনাক্তকরণ : নীতি, বিক্রিয়া এবং পরীক্ষা পদ্ধতি

জৈব যৌগে বিভিন্ন কার্যকরী মূলক উপস্থিত থাকতে পারে। এই মূলকগুলি নাইট্রোজেন যুক্ত নাইট্রোজেন বিহীন হতে পারে।

নাইট্রোজেন যুক্ত কার্যকরী মূলক : (1) প্রাইমারি অ্যামিনো ($-\text{NH}_2$), অ্যানিলিডো ($-\text{CONHAr}$), অ্যামিডো ($-\text{CONH}_2$), নাইট্রো ($-\text{NO}_2$)।

নাইট্রোজেনবিহীন কার্যকরী মূলক : (1) ফেনোলিক মূলক ($-\text{OH}$) (2) কার্বক্সিলিক মূলক ($-\text{COOH}$),

(3) অ্যালডিহাইড মূলক ($\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C} = \text{O} \\ \text{H} \end{array}$), কিটো মূলক ($\begin{array}{c} \text{R} \\ \diagdown \\ \text{C} = \text{O} \\ \diagup \\ \text{R} \end{array}$), এস্টার মূলক ($-\text{COOR}$)।

প্রথমে এই মূলকগুলি নির্ণয়ের নীতি ও বিক্রিয়াগুলি ভাল করে জেনে নিন। তারপর প্রকৃত পরীক্ষাগুলি কবুন।

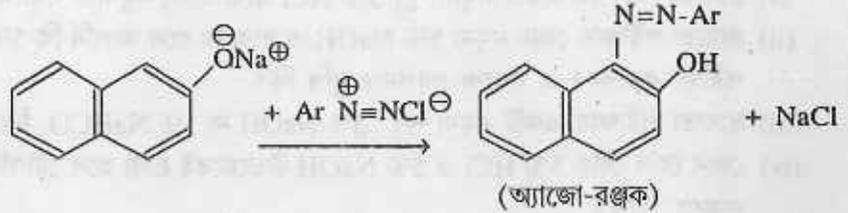
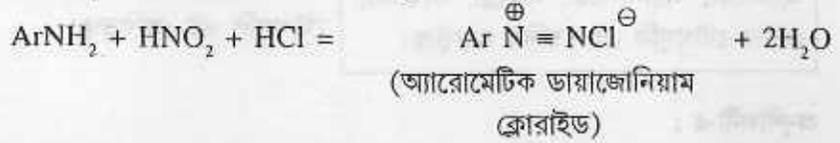
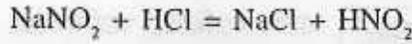
5.6.1 কার্যকরী মূলক সনাক্তকরণ নীতি ও বিক্রিয়া :

5.6.1.1 নাইট্রোজেনযুক্ত কার্যকরী মূলক :

(1) প্রাইমারি $-\text{NH}_2$ মূলক সনাক্তকরণ : অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিনো যৌগ নিম্নতর তাপমাত্রায় ($0^\circ-5^\circ$) হাইড্রোক্লোরিকের উপস্থিতিতে নাইট্রাস অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়া করে অ্যারোমেটিক ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন করে। উৎপন্ন অ্যারোমেটিক ডায়াজোনিয়াম যৌগ ক্ষারীয় মাধ্যমে 2-ন্যাপথলের সোডিয়াম ঘটিত লবণের সঙ্গে বিক্রিয়া করে লাল অ্যাজো রঞ্জক উৎপন্ন করে :

সব অ্যারোমেটিক
প্রাইমারি-অ্যামিনো
যৌগই লাল রঙের
অ্যাজো-বঞ্জক
উৎপন্ন করে না।
বেনজিডিন।

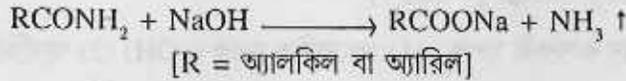
বেগুনি রঙের
অ্যাজো-বঞ্জক
উৎপন্ন করে।



[Ar = অ্যারিল]

নাইট্রাস অ্যাসিড একটি দুঃস্থিত পদার্থ, তাই বিক্রিয়া মাধ্যমেই নাইট্রাস অ্যাসিড তৈরি করে নেওয়া হয়। অ্যালিফেটিক প্রাইমারি-অ্যামিনো যৌগের ক্ষেত্রে এই পরীক্ষা প্রয়োগ করা যায় না। কারণ অ্যালিফেটিক প্রাইমারি-অ্যামিনো যৌগ অতি দুঃস্থিত ডায়াজেনিয়াম যৌগ উৎপন্ন করে এবং এটি সহজেই নাইট্রোজেন নির্গত করে বিয়োজিত হয়ে যায়।

(2) অ্যামিডো (CONH_2) : গাঢ় সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড দ্রবণ সহযোগে উত্তপ্ত করলে অ্যামিডো মূলক যুক্ত যৌগ আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয়ে যায়। উৎপন্ন হয় কার্বক্সিলিক অ্যাসিডের সোডিয়াম ঘটিত লবণ এবং কাঁবালো গন্ধযুক্ত অ্যামোনিয়া গ্যাস নির্গত হয় :



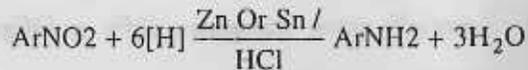
উদ্ভূত অ্যামোনিয়ার সনাক্তকরণের মাধ্যমে নমুনাতে অ্যামিডো মূলকের উপস্থিতি নির্ণয় করা হয়।

(3) নাইট্রো ($-\text{NO}_2$) মূলক সনাক্তকরণ :

(i) অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিনো মূলক অনুপস্থিত থাকলে : অ্যারোমেটিক নাইট্রো-যৌগকে

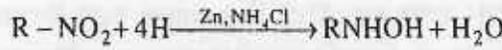
এই পরীক্ষায় অ্যাসিড হিসেবে
HCl ব্যবহার করা হয়। ধাতু
হিসেবে টিন ব্যবহার করা বাঞ্ছনীয়।

অ্যাসিডের মাধ্যমে ধাতু (যেমন, জিঙ্ক, টিন, ইত্যাদি) দিয়ে বিজারিত করলে অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিন উৎপন্ন হয়।



উৎপন্ন দ্রবণ নিয়ে অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিনো মূলকের জন্য অ্যাজো-বঞ্জক পরীক্ষা করা হয় (অ্যাজো-বঞ্জক পরীক্ষার বিক্রিয়া দ্রষ্টব্য)।

(ii) অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিনো মূলক উপস্থিত থাকলে : নাইট্রো-যৌগকে জিঙ্ক-রজ এবং অ্যামোনিয়া ক্লোরাইড দিয়ে জলীয় অ্যালকোহল মাধ্যমে উত্তপ্ত করলে $-\text{NO}_2$ মূলক বিজারিত হয়ে $-\text{NHOH}$ উৎপন্ন করে অর্থাৎ, নাইট্রো-যৌগ বিজারিত হয়ে হাইড্রক্সিল্যামিন জাতকে পরিণত হয় :



50% জলীয়

অ্যালকোহল

উৎপন্ন হাইড্রক্সিল্যামিন জাতক তীব্র বিজারণ গুণসম্পন্ন। এটি টোলেঙ্গ বিকারকে ধাতব সিলভারে বিজারিত করে :



এই পরীক্ষাটি অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিনো মূলকের অনুপস্থিতিতেও করা যায়। বিক্রিয়াটি অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক উভয় প্রকার নাইট্রো যৌগের ক্ষেত্রেই প্রযোজ্য। নাইট্রোফেনলগুলি এই পরীক্ষায় অ্যামিনো ফেনল উৎপন্ন করে, তাই নাইট্রোফেনলগুলির ক্ষেত্রে এই পরীক্ষা প্রযোজ্য নয়।

এই পরীক্ষায় অ্যামোনিয়া ক্লোরাইডের পরিবর্তে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ও ব্যবহার করা যায়।

5.6.2 নাইট্রোজেনবিহীন কার্যকরী মূলক :

(i) ফেনোলিয় —OH মূলকের ক্ষীণ অম্লধর্মিতা আছে। ফেনোলিয় —OH মূলক যুক্ত যৌগের জলীয় বা অ্যালকোহলীয় দ্রবন নীল লিটমাস সিন্ত কাগজকে শব্দ লাল করতে পারে। প্যারা বা উভয়স্থানেই শক্তিশালী

নীল লিটমাস-সিন্ত কাগজকে লাল না করলে ফেনোলিয় —OH মূলক নাই এই সিদ্ধান্ত কখনই করা যায় না।

ইলেকট্রন-আকর্ষী মূলক যেমন, —NO₂ মূলক থাকলে ফেনোলিয় —OH মূলকের আম্লিকতা অনেক বেড়ে যায়। যেমন, 2,4-ডাই নাইট্রোফেনল বা 2,4,6- ট্রাইনাইট্রোফেনল (পিকরিক অ্যাসিড) নীল লিটমাস-সিন্ত কাগজকে লাল করে দেয়।

(ii) ফেনোলীয় —OH মূলক যুক্ত জৈব যৌগের জলীয় বা অ্যালকোহলীয় দ্রবণে কয়েক ফোঁটা সদ্য

নমুনায় —NH₂ মূলক থাকলে —FeCl₃ -এর সঙ্গে রঙ উৎপন্ন করতে পারে। তাই অ্যারোমেটিক —NH₂ মূলক থাকলে সতর্কতার সঙ্গে সিদ্ধান্ত করতে হয়।

প্রস্তুত প্রশম ফেরিক ক্লোরাইডের দ্রবণ যোগ করলে দ্রবণের রঙ সাধারণত বেগুনি হয়ে যায় (সবুজ বা নীল রঙ ও অনেক সময় উৎপন্ন হয়)। জটিল [Fe(OAr)]³⁻ আয়ন উৎপন্ন হয় বলে রঙ বেগুনি হয়ে যায়।

কোন কোন ক্ষেত্রে FeCl₃ ফেনোলীয় —OH মূলক যুক্ত যৌগকে জারিত করে দেয়। যেমন, হাইড্রোকুইনোন FeCl₃ যোগ করলে হাইড্রোকুইনোন জারিত হয়ে যায় এবং ক্ষণস্থায়ী সবুজ বর্ণ উৎপন্ন হয়।

(iii) অ্যাজো রঞ্জক পরীক্ষা : অ্যাজো রঞ্জক পরীক্ষায় প্রকৃতপক্ষে অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিনো যৌগের থেকে উৎপন্ন অ্যারোমেটিক ডায়াজেনিয়াম যৌগের সঙ্গে কোন ফেনোলীয় —OH মূলক যুক্ত যৌগের (যেমন 2-ন্যাপথলের) সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটিয়ে অজানা প্রাইমারি অ্যামিনো মূলক সনাক্ত করা যায়। আবার, জানা অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিনো মূলক যুক্ত যৌগের (যেমন, অ্যানিলিনের) সাহায্যে অজানা ফেনোলিয় —OH মূলক সনাক্ত করা যায়।

সব ফেনোলিয় —OH মূলক যুক্ত যৌগই কিন্তু অ্যাজো রঞ্জক উৎপন্ন করতে পারে না। অ্যাজো রঞ্জক সৃষ্টির একটি অবশ্য শর্ত হল যে, ফিনোলিয় —OH মূলক যুক্ত যৌগের ফেনোলিয় —OH-এর সাপেক্ষে বেনজিন বলয়ে অর্থো বা প্যারা স্থান খালি থাকতে হবে।

অ্যানিলের হাইড্রোক্সিক্রোরিক অ্যাসিডের শীতল দ্রবণের মধ্যে সোডিয়াম নাইট্রাইটের জলীয় দ্রবণ যোগ করলে বেঞ্জিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। বেঞ্জিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডের শীতল দ্রবণকে ফেনোলিয় —OH মূলক যুক্ত যৌগের NaOH এ দ্রবীভূত শীতল দ্রবণে যোগ করলে ল্যুল অ্যাজো রঞ্জক উৎপন্ন হয়। (বিক্রিয়ার জন্য 6.7.1.1 দেখুন)

(2) কার্বক্সিল মূলক (—COOH) সনাস্করণ :

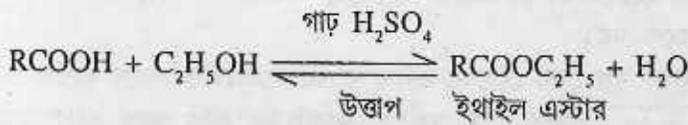
(i) —COOH মূলক যুক্ত যৌগ অ্যাসিডধর্মী। এদের জলীয় বা অ্যালকোহলীয় দ্রবণ নীল লিটমাসকে লাল করে দেয়।

(ii) —COOH মূলক যুক্ত যৌগ জলীয় দ্রবণে সোডিয়াম $[NaHCO_3]$ সঙ্গে বিক্রিয়া করে জৈব যৌগের সোডিয়াম ঘটিত লবণ উৎপন্ন করে। এই বিক্রিয়ায় বুদবুদাকারে CO_2 নির্গত হয়।



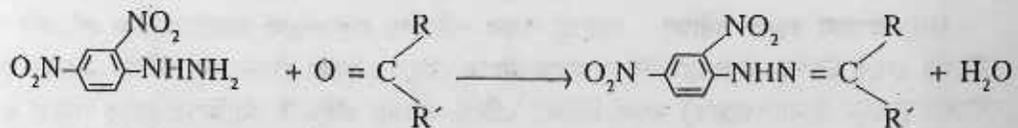
[—COOH মূলক যুক্ত যৌগ ছাড়াও — SO_3H (সালফোনিক অ্যাসিড) মূলক যুক্ত যৌগ, কিছু নাইট্রোফেনল (যেমন, 2,4-ডাইনাইট্রোফেনল, পিকরিক অ্যাসিড), অ্যামিনের লবণ (যেমন, অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইড) দ্রবণে $NaHCO_3$ -এর সঙ্গে বিক্রিয়ায় CO_2 নির্গত করে।

(iii) গাঢ় H_2SO_4 -এর উপস্থিতিতে অ্যালকোহলের সঙ্গে উত্তপ্ত করলে —COOH মূলক যুক্ত জৈব যৌগ এস্টার উৎপন্ন করে। অনেক এস্টারে ফলের মত মিষ্টি গন্ধ আছে এবং এই গন্ধের সাহায্যে এস্টার সনাস্কৃত করা যায়।



(3) কার্বনিল (অ্যালডিড ও কিটো) মূলক সনাস্করণ :

প্রথমে সাধারণভাবে নমুনায় কার্বনিল মূলকের অস্তিত্ব সনাস্কৃত করা হয়। তারপর পরীক্ষার সাহায্যে অ্যালডিহাইড ও কিটো মূলকের মধ্যে পার্থক্য করা হয়। কার্বনিল মূলক যুক্ত যৌগের সঙ্গে ব্র্যাডির বিকারকের (এতে 2,4-ডাইনাইট্রোফিনাইলহাইড্রাজিন থাকে) বিক্রিয়ায় 2,4-ডাইনাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজোন উৎপন্ন হয়। এগুলি নির্দিষ্ট গলনাঙ্ক-যুক্ত রঙীন (লাল, কমলা বা হলুদ) পদার্থ এবং এদের উৎপত্তি জৈব যৌগে কার্বনিল মূলকে উপস্থিতি চিহ্নিত করে।



ডাইনাইট্রোফিনাইলহাইড্রাজিন

R = H, অ্যালিকিল বা অ্যারিল মূলক; R' = H, অ্যালিকিল বা অ্যারিল মূলক;

অ্যালডিহাইড ও কিটোনের মধ্যে পার্থক্য

অ্যামোনিয়াযুক্ত সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ বা টোলেঙ্গ বিকারকের সাহায্যে : অ্যামোনিয়াযুক্ত সিলভার নাইট্রেট বা টোলেঙ্গ বিকারকের সঙ্গে অ্যালডিহাইডের বিক্রিয়া ঘটালে অ্যালডিহাইড টোলেঙ্গ বিকারককে বিজারিত করে ধাতব সিলভার অধঃক্ষিপ্ত করে। ধাতব সিলভার পরীক্ষানলের গায়ে বুপোলি দর্পন উৎপন্ন করে বা কালো অধঃক্ষেপ হিসেবে পৃথক হয়ে আসে।



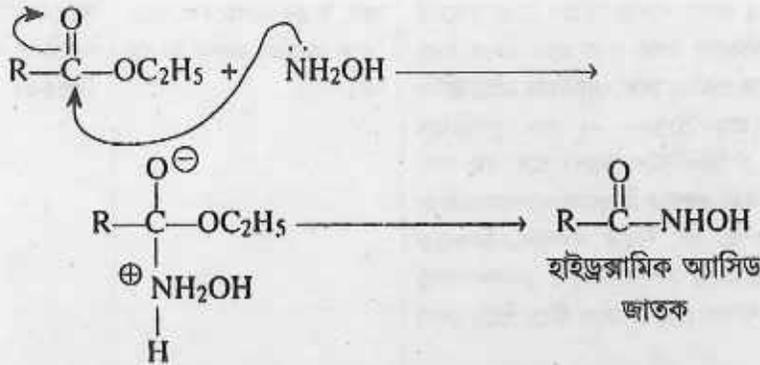
এই বিক্রিয়ায় কিটোন সাড়া দেয় না। যদি টোলেঙ্গ বিকারকের সঙ্গে বিক্রিয়ায় বুপোলি দর্পন বা কালো

α -হাইড্রক্সি-কিটোন ও (RCHOHCOR')
টোলেঙ্গ বিকারককে বিজারিত করে।

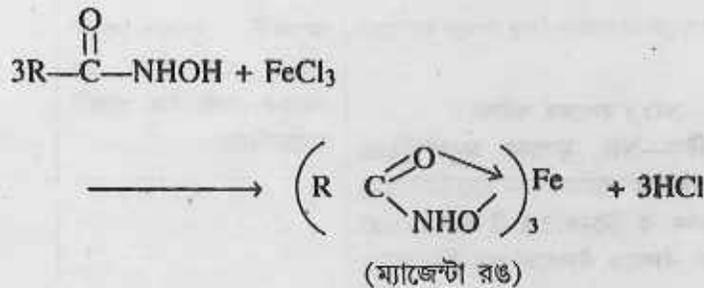
অধঃক্ষেপ না আসে তবে নমুনায় কিটো মূলক আছে বলে সিদ্ধান্ত করা হয়। কিটো মূলকের জন্য পৃথক কোন পরীক্ষা করা হয় না।

(4) এস্টার মূলকের সনাক্তকরণ (হাইড্রক্সামিক অ্যাসিড পরীক্ষা) :

এস্টারকে হাইড্রক্সিঅ্যামিন সহ উত্তপ্ত করলে হাইড্রক্সামিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয় :



অ্যাসিড মাধ্যমে এর মধ্যে সদ্যপ্রস্তুত FeCl_3 দ্রবণ যোগ করলে নিচের জটিল উৎপন্ন হওয়ার জন্য দ্রবণের রঙ ম্যাজেন্টা হয় :



5.7.3 কার্যকরী মূলক সনাক্তকরণের পরীক্ষা পদ্ধতি :

(1) নাইট্রোজেনযুক্ত কার্যকরী মূলকের সনাক্তকরণ :

[প্রাইমারি অ্যামিনো ($-\text{NH}_2$), অ্যামিডো ($-\text{CONH}_2$), অ্যানিলিডো ($-\text{CONHAr}$) এবং নাইট্রো ($-\text{NO}_2$) :

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
<p>(1) প্রাইমারি অ্যামিনো ($-\text{NH}_2$) মূলক অ্যাজো-রঞ্জক পরীক্ষা :</p> <p>একটি পরীক্ষানলে সামান্য নমুনা (প্রায় 0.2 গ্রাম) নিয়ে লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (প্রায় 3 মিলিলিটার) যোগ করে ঝাঁকান হয়। [যদি দ্রবীভূত হয় তবে দ্রবণ নিয়ে আর দ্রবীভূত না হলে মিশ্রণটি নিয়েই পরবর্তী ধাপগুলি করা হয়।] দ্রবণকে / মিশ্রণকে কলের জলের ধারায় (বরফে ঠান্ডা করলেই ভাল হয়) ভালভাবে ঠান্ডা করা হয়। ঠান্ডা দ্রবণ ঝাঁকাতে ঝাঁকাতে দ্রবণের মধ্যে সোডিয়াম নাইট্রাইটের জলীয় দ্রবণ (প্রায় 20%— ~1 গ্রাম সোডিয়াম নাইট্রাইট প্রায় 5 মিলিলিটার জলে) অল্প অল্প করে যোগ করা হয় এবং দ্রবণকে মিশ্রণকে ভালভাবে ঠান্ডা করা হয়। উৎপন্ন এই শীতল দ্রবণকে / মিশ্রণকে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণে দ্রবীভূত 2-ন্যাপথলের 3 মিলিলিটার শীতল দ্রবণের মধ্যে ধীরে ধীরে যোগ করা হয়।</p>	<p>লাল রঙের অধঃক্ষেপ পড়ে (লাল অ্যাজো রঞ্জক উৎপন্ন হয়)</p>	<p>অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিনো মূলক নিশ্চিতরূপে উপস্থিত।</p>
<p>(2) অ্যামিডো ($-\text{COH}_2$) মূলকের পরীক্ষা :</p> <p>একটি পরীক্ষানলে প্রায় (প্রায় 0.5 গ্রাম) নমুনা নিয়ে তার মধ্যে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের তিন-চারটি গুটি ও 0.5 মিলি জল যোগ করে উত্তপ্ত করা হয়।</p> <p>নির্গত গ্যাসে ফেনলথ্যালিন-সিন্ত কাগজ ধরা হয়।</p>	<p>অ্যামোনিয়ার ঝাঁকাল গন্ধ নির্গত হয়।</p> <p>কাগজটি লালভ-বেগুনি (pink) হয়ে যায়। এর থেকেও বোঝা যায় গ্যাসটি অ্যামোনিয়া।</p>	<p>অ্যামিডো মূলক (CONH_2) নিশ্চিতরূপে উপস্থিত।</p>
<p>(3) নাইট্রো ($-\text{NO}_2$) মূলকের পরীক্ষা :</p> <p>(i) অ্যারোমেটিক—NH_2 মূলকের অনুপস্থিতিতে একটি পরীক্ষানলে অল্প পরিমাণ (~ 200 মিলিগ্রাম) নমুনা এবং জিঙ্ক বা টিনের 2.3 টি দানা (~500 মিলিগ্রাম) নিয়ে ঝাঁকাতে ঝাঁকাতে প্রায় মিলিলিটার</p>		

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
<p>লঘু HCl (যদি Zn ধাতু ব্যবহার করা হয়) অল্প অল্প করে যোগ করা হয়। সাধারণ তাপমাত্রাতেই বিক্রিয়া শুরু হয়। (যদি Sn ধাতু ব্যবহার করা হয় তবে 3 মিলিলিটার গাঢ় HCl যোগ করে মিশ্রণটি 2 মিনিট ফেঁটাতে হবে।)</p> <p>বিক্রিয়া শেষে মিশ্রণটি খুব ভালভাবে ঠান্ডা করে উপর থেকে 2 মিলিলিটারের মত দ্রবণ অন্য একটি পরীক্ষানলে নিয়ে অ্যাজোরঞ্জক পরীক্ষা করতে হবে। (9.2.1- দেখুন)।</p> <p>(ii) আরোমেটিক মূলকের $-NH_2$ উপস্থিতিতে বা অনুপস্থিতিতে মুলিকেন-বার্কার পরীক্ষা (Muliken-Barker Test) :</p> <p>একটি পরীক্ষানলে অল্প পরিমাণ নমুনা (প্রায় 0.2 গ্রাম, কঠিন অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (প্রায় 0.2 গ্রাম)</p>	<p>লাল অ্যাজো রঞ্জক উৎপন্ন হয়।</p> <p>লাল অ্যাজো রঞ্জক উৎপন্ন হয়।</p> <p>টোলেঙ্গ বিকারক কালো হয়ে যায় অথবা ধূসর বা কালো অধঃক্ষেপ পড়ে। [পরীক্ষাটি ভালভাবে করলে পরীক্ষানলের গায়ে চকচকে বৃপালি আয়না জমা হয়।।</p>	<p>অ্যানিলিডো ($-CONH_2$) মূলক নিশ্চিতরূপে উপস্থিত।</p> <p>আরোমেটিক নাইট্রো ($-NO_2$) মূলক উপস্থিত।</p> <p>নাইট্রো ($-NO_2$) মূলক উপস্থিত।</p>
<p>এই পরীক্ষা করার আগে একটি ফাঁকা পরীক্ষা (Blank Test) অবশ্যই করনীয়। যে কোন একটি বিকারক যেমন, জিঙ্ক রজ যোগ না করে পুরো পরীক্ষাটিই করা হয়। হ্যাঁ সূচক ফল পেলে এই মত পরীক্ষাটি করা যায় না।</p> <p>কঠিন অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (প্রায় 0.2 গ্রাম) এবং জিঙ্ক রজ (প্রায় 0.2 গ্রাম) নিয়ে 5 মিলিলিটার মত 5% অ্যালকোহল যোগ করা হয়। মিশ্রণকে ফুটন্ত জলগাহে কিছুক্ষণ (প্রায় 5 মিনিট) উত্তপ্ত করে একটি পরিষ্কার পরীক্ষানলের মধ্যে নেওয়া টোলেঙ্গ বিকারকের মধ্যে (3-4 মিলিলিটার) ছাঁকা হয়। (সাবধানতা : ছাঁকার সময় যাতে জিঙ্ক রজ কিছুতেই পরীক্ষানলে না পড়ে) [টোলেঙ্গ বিকারক প্রস্তুতি] :</p>		

(2) নাইট্রোজেনবিহীন কার্যকরী মূলকের সনাক্তকরণ :

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
<p>(1) (i) ফেনোলীয় হাইড্রক্সিল ($-OH$) ও কার্বক্সিল ($-COOH$) মূলকের পরীক্ষা :</p> <p>শুধু ফেনোলীয় $-OH$ থাকলে নীল লিটমাসের বর্ণ পরিবর্তন নাও হতে পারে। O ও P-নাইট্রোফেনলের ক্ষেত্রে ফিকে লাল হয়। অ্যামিনের লবণ থাকলেও নীল লিটমাস লাল হয়।</p>	<p>নীল লিটমাস কাগজ লাল হয়ে যায়।</p>	<p>$-COOH$ গ্রুপ, ফেনোলীয় $-OH$ মূলক (খুব ফিকে লাল হয়) বা অন্য কোন আম্লিক মূলক থাকতে পারে।</p>
<p>আরোমেটিক $-NH_2$ মূলক উপস্থিত থাকলে (ii) ও (iii) নং পরীক্ষায় বিঘ্ন সৃষ্টি করতে পারে। অনেক সময় (ii)/(iii) পরীক্ষার রঙ খুব স্থায়ী হয়। তাই $FeCl_3$ দ্রবণ যোগ করার মুহূর্তেই রঙ লক্ষ করতে হয়।</p>	<p>দ্রবণের রঙ বেগুনি, লালাভ-বেগুনি, ফিকে লাল সবুজ বা নীল হয়। উৎপন্ন রঙ স্থায়ী বা ক্ষণস্থায়ী হতে পারে।</p> <p>লাল রঙ উৎপন্ন হয় বা অধঃক্ষেপ পড়ে।</p>	<p>ফেনোলীয় $-OH$ মূলক উপস্থিত।</p>
<p>$-OH$ মূলকের জন্য পশ্চাৎ অ্যাজো রঞ্জক পরীক্ষা (Back dye test) : একটি পরীক্ষানলে 1 ফোঁটা অ্যানিলিন প্রায় 3 মিলিলিটার লঘু হাইড্রোক্সারিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করে</p>	<p>দ্রবণকে খুব ঠান্ডা করা হয়। এই ঠান্ডা দ্রবণে সোডিয়াম নাইট্রাইটের লঘু ঠান্ডা দ্রবণ অল্প করে ঝাঁকাতে ঝাঁকাতে এবং ঠান্ডা করতে করতে যোগ করা হয়। উৎপন্ন শীতল দ্রবণ নমুনার সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডে পূর্বে প্রস্তুত অতিরিক্ত পরিমাণ শীতল দ্রবণে যোগ করা হয়।</p>	<p>লাল অ্যাজো রঞ্জক উৎপন্ন হয়।</p> <p>ফেনোলীয় $-OH$ মূলক উপস্থিত।</p>
<p>ফেনোলীয় $-OH$ মূলক যুক্ত সমস্ত যৌগই এই পরীক্ষায় সাড়া দেয় না। অ্যানিলিনের ভালভাবে 1-2 ফোঁটার বেশি কখনই নেওয়া উচিত নয়।</p>	<p>(iii) ফেনোলীয় ($-OH$) মূলকের জন্য পশ্চাৎ অ্যাজো রঞ্জক পরীক্ষা (Back dye test) : একটি পরীক্ষানলে 1 ফোঁটা অ্যানিলিন প্রায় 3 মিলিলিটার লঘু হাইড্রোক্সারিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করে</p>	<p>ফেনোলীয় $-OH$ মূলক উপস্থিত।</p>
<p>পর্যবেক্ষণের আগে নমুনাকে ডেজার সময় দেওয়া হল। o ও p-নাইট্রোফেনল ও অন্যান্য অ্যাসিড মূলকও এই পরীক্ষায় বুদবুদের উৎপন্ন করে।</p>	<p>(iv) $-COOH$ মূলকের জন্য $NaHCO_3$ পরীক্ষা : একটি পরীক্ষানলে সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেটের সম্পূর্ণ জলীয় দ্রবণ (3-4 মিলিলিটার) নিয়ে তার মধ্যে</p>	<p>$-COOH$ মূলক উপস্থিত।</p>
<p>সামান্য নমুনা যোগ করা হয়।</p>	<p>বুদ-বুদ দেখা যায়।</p>	

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
<p>(v) (—COOH) মূলকের এস্টারিফিকেশন পরীক্ষা : একটি সমস্ত —COOH যুক্ত যৌগই এই পরীক্ষায় সাড়া দেয় না। আবার সব এস্টারের গন্ধই ফলের গন্ধের মত মিষ্টি হয় না।</p> <p>শুদ্ধ পরীক্ষানলে নমুনা (~0.5 গ্রাম) নিয়ে অনার্দ্র ইথাইল অ্যালকোহল (প্রায় 2 মিলিলিটার) এবং গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড (প্রায় 0.5 মিলিলিটার) যোগ করে মিশ্রণসহ পরীক্ষানলটি ফুটন্ত জলগাহে রেখে কিছুক্ষণ উত্তপ্ত করা হয়।</p> <p>মিশ্রণকে কিছুটা ঠান্ডা করে একটি ছোট বিকারে নেওয়া 20-25 মিলিলিটার জলে বা সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণে সাবধানে ঢালা হয়।</p>	<p>ফলের মত মিষ্টি গন্ধ পাওয়া যায়। (এস্টার উৎপন্নের জন্য)।</p> <p>একটি তৈলাক্ত স্তর পৃথক হয়ে যায় (জলের উপর ভাসতে থাকে) এবং আরও ভাল মিষ্টি গন্ধ পাওয়া যায়।</p>	<p>—COOH মূলক উপস্থিত।</p>
<p>(2) কার্বনিল (অ্যালডিহাইড/কিটো) মূলকের পরীক্ষা :</p> <p>যদি অল্পক্ষণ ঝাঁকিয়ে অধঃক্ষেপ না আসে তবে পাঁচমিনিট পর্যন্ত ভালভাবে ঝাঁকান হয়। এর মধ্যে অধঃক্ষেপ না এলে বুঝতে হবে কার্বনিল মূলক নাই। এই পরীক্ষায় উত্তপ্ত না করাই বাঞ্ছনীয়।</p>	<p>একটি শুদ্ধ পরীক্ষানলে রেকটিফায়েড স্পিরিটে নমুনার গাঢ় দ্রবণ (প্রায় 2 মিলিলিটার) নিয়ে 2-3 মিলিলিটার ব্র্যাডি'র বিকারক (2.4 ডাইনাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজিন) যোগ করা হয় এবং দ্রবণকে ভালভাবে ঝাঁকান হয়।</p> <p>লাল, কমলা বা হলুদ রঙের অধঃক্ষেপ পড়ে।</p>	<p>কার্বনিল (অ্যালডিহাইড/বা কিটো মূলক উপস্থিত।)</p>
<p>(3) অ্যালডিহাইড ও কিটো মূলকের পার্থক্য সূচক পরীক্ষা :</p> <p>এই পরীক্ষায় যদি দেখা যায় যে অ্যালডিহাইড মূলক অনুপস্থিত, তাহলে নমুনাতে কিটো মূলক উপস্থিত বলে সিদ্ধান্ত করা হয়। অবশ্য α- হাইড্রক্সি-কিটো মূলক উপস্থিত থাকলেও এই পরীক্ষায় সাড়া দেয়।</p>	<p>একটি পরিষ্কার পরীক্ষানলে 4 মিলিলিটার মত টোলেপ্স বিকারক নিয়ে সামান্য পরিমাণ নমুনা যোগ করে ঝাঁকান হয় এবং গরম জলগাহে পরীক্ষানলটি বসিয়ে মিশ্রণকে কিছুক্ষণ উত্তপ্ত করা হয়।</p> <p>পরীক্ষানলের গায়ে বুগোলি আয়না উৎপন্ন হয় অথবা ধূসর বা কালো অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয়।</p>	<p>অ্যালডিহাইড (—CHO বা α- হাইড্রক্সি-কিটো [—CH(OH)CO—] মূলক উপস্থিত।)</p>

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
<p>(4) এস্টার মূলকের ($-\text{COOH}$) পরীক্ষা : হাইড্রক্সামিক অ্যাসিড পরীক্ষা : একটি এই পরীক্ষাটি করার আগে একটি ফাঁকা পরীক্ষা অবশ্যই করতে হয়। হাইড্রক্সিল্যামিন হাইড্রোক্লোরাইড যোগ না করে পরীক্ষাটি করা হয়। যদি এতে হলুদ ছাড়া অন্য কোন রঙ উৎপন্ন হয় তবে এই পরীক্ষাটি করা যায় না।</p> <p>এই পরীক্ষানলে প্রায় 0.1 গ্রাম নমুনা নিয়ে 2 মিলিলিটার মত 5% মিথানলীয় হাইড্রক্সিঅ্যামিন হাইড্রোক্লোরাইড দ্রবণ যোগ করা হয়। তারপর এর মধ্যে মিথানল দ্রবীভূত পটাসিয়াম হাইড্রক্সাইডের সম্পৃক্ত দ্রবণ ফেঁটা ফেঁটা করে যোগ করা হয় যতক্ষণ না মিশ্রণটি ঠিক ফারকীয় হয়। এবার মিশ্রণকে ফুটিয়ে ঠান্ডা করা হয় এবং লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ফেঁটা ফেঁটা করে যোগ করে মিশ্রণকে ঠিক আঙ্গিক করা হয়। তারপর এর মধ্যে 1-2 ফেঁটা ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণ যোগ করা হয়।</p>	<p>ম্যাঞ্জেস্টা, বা বেগুনি রঙ উৎপন্ন হয়।</p>	<p>এস্টার মূলক উপস্থিত।</p>

পরীক্ষা 5 : আপনাকে 7টি নমুনা দেওয়া হল। আপনি এদের মধ্যে উপস্থিত কার্যকরী মূলকগুলি রীতি অনুযায়ী পরীক্ষা করে সনাক্ত করুন। প্রতিটি পরীক্ষালব্ধ ফল নিচের ছকে রিপোর্ট করুন।

নমুনা.....

কার্যকরী মূলকের সনাক্তকরণ

A. সারণি : নাইট্রোজেন যুক্ত কার্যকরী মূলকের সনাক্তকরণ :

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
<p>(1) অ্যারোমেটিক $-\text{NH}_2$ মূলকের অ্যাজো রঞ্জক পরীক্ষা।</p> <p>(2) অ্যানিলিডো মূলকের পরীক্ষা।</p> <p>(3) অ্যামিডো মূলকের পরীক্ষা।</p> <p>(4) নাইট্রো মূলকের পরীক্ষা</p> <p>(i) Zn/HCl দিয়ে বিজারণ ও তারপর অ্যাজো রঙ পরীক্ষা (অ্যারোমেটিক $-\text{NH}_2$ ও অ্যানিলিডো মূলকের অনুপস্থিতিতে)</p> <p>(ii) মুলিকেন-বার্কার পরীক্ষা।</p>		

B. সারণি : নাইট্রোজেনবিহীন কার্যকরী মূলকের সনাক্তকরণ :

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
(1) কার্বক্সিল ($-\text{COOH}$) মূলকের পরীক্ষা। (i) লিটমাস পরীক্ষা (ii) NaHCO_3 পরীক্ষা		
(2) ফেনোলিক OH -মূলকের পরীক্ষা। (i) FeCl_3 পরীক্ষা (ii) পশ্চাৎ অ্যাজো রঞ্জক পরীক্ষা		
(3) (i) কার্বনিল মূলকের পরীক্ষা। (ii) অ্যালডিহাইড ও কিটো মূলকের পার্থক্যের পরীক্ষা—টোলেন্স বিকারকের সাহায্য		
(4) এস্টার মূলকের পরীক্ষা চূড়ান্ত সিদ্ধান্ত—		

অনুশীলনী 5 :

- অ্যারোমেটিক $-\text{NH}_2$ মূলকের উপস্থিতিতে $-\text{NO}_2$ মূলকের জন্য পরীক্ষা Zn/HCl দিয়ে বিজারণ করে করা যায় না কেন?
- আপনি আগে কোন মূলকের পরীক্ষা করবেন—অ্যানিলিডো না নাইট্রো মূলকের? কেন?
- $\text{C}_6\text{H}_5\text{NHCOCH}_3$ যৌগটিতে অ্যানিলিডো মূলক কোন্টি?
- কোন নাইট্রো যৌগকে Zn -রঙ্গ / NH_4Cl -জলীয় অ্যালকোহল দিয়ে বিজারিত করলে— NO_2 মূলক কোন মূলকে পরিবর্তিত হয়?
- অ্যামিডো মূলক কে সনাক্ত করবেন কিভাবে?
- কার্বনিল মূলক যুক্ত কোন যৌগ টোলেন্স বিকারককে বিজারিত করলেই কি বলা যায় কার্বনিল মূলকটি অ্যালডিহাইড?
- কোন অ্যালডিহাইডের সঙ্গে টোলেন্স বিকারকের বিক্রিয়ায় কালো অধঃক্ষেপ পড়ল। অধঃক্ষেপটি কিসের?
- কোন জৈব যৌগ অ্যালকোহলীয় দ্রবণে প্রশম FeCl_3 -এর সঙ্গে বেগুনি রঙ উৎপন্ন করল। এই যৌগটি নিয়ে আপনি কি এস্টারের জন্য হাইড্রক্সামিক অ্যাসিড পরীক্ষাটি করতে পারবেন?
- $-\text{COOH}$ মূলকযুক্ত যৌগের সঙ্গে NaHCO_3 -এর বিক্রিয়ায় যে CO_2 নির্গত হয় তা কোথা থেকে আসে $-\text{COOH}$ মূলক থেকে না NaHCO_3 থেকে?
- ব্র্যাডি'র বিকারকে কি থাকে?

5.8 নমুনা জৈব যৌগের গুণগত বিশ্লেষণ করার পদ্ধতি

আপনাকে জৈব যৌগের একটি নমুনা দেওয়া হল। গুণগত বিশ্লেষণ করে নমুনাটি সম্বন্ধে নিচের ছক অনুযায়ী রিপোর্টে করুন।

নমুনা

তারিখ

A. ভৌতবৈশিষ্ট্যসমূহ

(i) সাধারণ ভৌতাবস্থা (গঠন)

(ii) বর্ণ

(iii) গন্ধ

B. গলনাঙ্ক

C. সারণি 1 : প্রাথমিক পরীক্ষা

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
(1) মুস্তশিখায় জ্বলন পরীক্ষা		
(2) লিটমাস পরীক্ষা		
(3) সোডালাইম পরীক্ষা		
(4) ইথিলিনীয় অসম্পৃক্তি পরীক্ষা		
(i) Br_2/CCl_4 পরীক্ষা		
(ii) $KMnO_4$ পরীক্ষা		

D. সারণি 2 : কতিপয় বিশেষ মৌলের সনাক্তকরণ (লাসাইন পরীক্ষা)

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
(1) নাইট্রোজেনের পরীক্ষা		
(2) সালফারের পরীক্ষা		
(3) হ্যালোজেনের পরীক্ষা		
(i) N এবং / বা S-এর উপস্থিতিতে		
(ii) N এবং / বা S-এর অনুপস্থিতিতে		

E. সারণি 3 : দ্রাব্যতা পরীক্ষা

দ্রাব্যতা (সাধারণ তাপমাত্রায়)					সিদ্ধান্ত
জলে	5% NaOH-এ	5% $NaHCO_3$ -এ	5% HCl-এ	গাঢ় H_2SO_4 -এ	

F. কার্যকরী মূলকের সনাক্তকরণ

1. সারণি 4 : নাইট্রোজেনযুক্ত কার্যকরী মূলকের সনাক্তকরণ (নাইট্রোজেন অনুপস্থিত থাকলে এই পরীক্ষাগুলি করার প্রয়োজন নাই)

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
(i) অ্যারোমেটিক $-\text{NH}_2$ মূলকের অ্যাজো রঙ পরীক্ষা		
(ii) অ্যানিলিড মূলকের পরীক্ষা		
(iii) অ্যামিডো মূলকের পরীক্ষা		
(iv) নাইট্রো মূলকের পরীক্ষা		
(a) Zn/HCl দিয়ে বিজারণ ও তারপর অ্যাজো রঙ পরীক্ষা ($\text{Ar}-\text{NH}_2$ ও অ্যানিলিডো মূলকের অনুপস্থিতিতে)		
(b) মুলিকেন-বার্কার পরীক্ষা		

2. সারণি 5 : নাইট্রোজেনবিহীন কার্যকরী মূলকের পরীক্ষা

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
(i) কার্বক্সিল ($-\text{COOH}$) মূলকের পরীক্ষা		
(a) লিটমাস পরীক্ষা		
(b) NaHCO_3 পরীক্ষা		
(c) এস্টারিফিকেশন পরীক্ষা		
(ii) ফেনোলিয়া হাইড্রক্সিল ($-\text{OH}$) মূলকের পরীক্ষা		
(a) FeCl_3 পরীক্ষা		
(b) পশ্চাৎ অ্যাজো রঞ্জক পরীক্ষা		
(iii) (a) কার্বনিল মূলকের পরীক্ষা		
(b) অ্যালডিহাইড ও কিটো মূলকের পার্থক্য মূলক পরীক্ষা-টোলেন্স বিকারকের সাহায্যে (যদি কার্বনিল মূলক উপস্থিত থাকে)।		
(iv) এস্টার মূলকের পরীক্ষা		

G. জাতক প্রস্তুতি ও জাতকের গলনাঙ্ক

কোন জাতক প্রস্তুত করা হল,

কেন

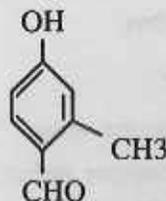
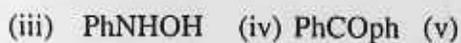
জাতক প্রস্তুতির পদ্ধতি ও উৎপন্ন জাতকের বিশুদ্ধকরণ (পুনঃকেলাসনের সাহায্যে) জাতকের গলনাঙ্ক

H. সারণি 6 : শেষ ফলাফল

জৈব যৌগের গলনাঙ্ক	বিশেষ মৌল উপস্থিত	কার্যকরী মূলক উপস্থিত	কি জাতক প্রস্তুত করা হল	জাতকের গলনাঙ্ক

5.8 সর্বশেষ প্রশ্নাবলি :

1. কোন বিকারক ব্যবহার না করে থ্যালিক অ্যাসিড ও সাকসিনিক অ্যাসিডের মধ্যে পার্থক্য নিরূপণের জন্য কি পরীক্ষা করবেন?
2. অ্যামাইড স্ফার এবং অ্যাসিড উভয়ের দ্বারাই আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয়। অ্যামিডো মূলকের সনাস্করণের জন্য কি দিয়ে অ্যামাইডের আর্দ্র-বিশ্লেষণ করবেন? কেন?
3. একই কার্যকরী মূলকযুক্ত দুটি ভিন্ন যৌগের গলনাঙ্ক খুব কাছাকাছি। এদের পার্থক্য করার জন্য একটি পদ্ধতির উল্লেখ করুন।
4. নিচের কোন যৌগগুলি টোলেন্স পরীক্ষায় সাড়া দেয়?



5. *p*-নাইট্রোবেঞ্জালডিহাইডের ক্ষেত্রে $-\text{NO}_2$ মূলকের সনাস্করণের জন্য মুলিকেন বার্কার পরীক্ষাটি করা যায় কি?

6. বেঞ্জামাইডকে লঘু HCl-এ নিয়ে জলীয় NaNO₂ যোগ করলে কি হয়?
7. অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইড ও প্যারা-ক্লোরো অ্যানিলিনের ক্লোরিন ও —NH₂ মূলক সনাক্তকরণের পরীক্ষার দ্বারা যৌগ দুটির মধ্যে পার্থক্য করতে পারেন কি?
8. টোলেন্স বিকারক তৈরি করে ব্যাক বিকারক রাখা কি উচিত?
9. কোন কার্যকরী মূলকের জন্য অ্যাজো রঞ্জক পরীক্ষা করা হয়? কিভাবে পরীক্ষাটি করা হয়? বিক্রিয়ার সমীকরণগুলি লিখুন।
10. নাইট্রোজেন ও সালফার যুক্ত যৌগের ক্ষেত্রে নাইট্রোজেনের পরীক্ষার সালফারের উপস্থিতির কোন নিদর্শন পাওয়া যায় কি?
11. Ar-NH₂-এ উপস্থিতিতে —NO₂ মূলকের পরীক্ষার সমীকরণগুলি লিখুন। এই পরীক্ষায় আপনার পর্যবেক্ষণ লিখুন।

5.9 উত্তরমালা :

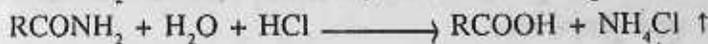
1. (i) কেলাসকার, মোমের মত বা অনিয়তাকার।
(ii) এস্টার ও কার্বনিল যৌগ।
(iii) গ্লুকোজ-সাদা, অক্সালিক অ্যাসিড-বর্ণহীন, বেঞ্জিন-হলুদ, মেটা-নাইট্রোঅ্যানিলিন-হলুদ, পিকরিক অ্যাসিড-হলুদ।
(iv) ক্রমাঙ্কিত যৌগ।
2. (i) অ্যারোমেটিক বা অতি অসম্পৃক্ত। (ii) মুক্ত শিখায় জ্বালালে যৌগটি সম্পূর্ণভাবে পুড়ে যাবে। (যৌগটিতে যদি কোন ধাতব মৌল না থাকে)। (iii) না, যৌগটিতে সহজে জারিত হতে পারে এমন কোন মূলক (যেমন, —CHO) থাকতে পারে। (iv) না। প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার দ্বারাও ব্রোমিনের রঙ বর্ণহীন হতে পারে।
3. (i) NaCN, NaCl, NaOH। (ii) না। কারণ NH₂OH-এ কার্বন নেই। লাসাইন পরীক্ষা Na গলনে উৎপন্ন CN[⊖]-এর উপর নির্ভরশীল। এখানে CN[⊖] উৎপন্ন হতে পারে না।
⊕
(ii) অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইডে ক্লোরিন আয়নীয় ক্লোরিন (C₆H₅NH₃Cl[⊖])। জলে দ্রবীভূত করলে জলীয় দ্রবণে Cl[⊖] আয়ন উৎপন্ন করে। ফলে AgNO₃ যোগ করলে AgCl অধঃক্ষিপ্ত হয়। প্যারা-ক্লোরোঅ্যানিলিনে ক্লোরিন সমযোজী বন্ধনে বেঞ্জিন বলয়ের কার্বনের সঙ্গে যুক্ত। তাই জলে Cl[⊖] আয়ন উৎপন্ন করে না (যৌগটি জলে দ্রাব্যও নয়)।
(iii) হ্যাঁ। পরিশুতে NaOH থাকে। তাকে প্রশমিত না করে AgNO₃ যোগ করলে Ag₂O-এর অধঃক্ষেপ পড়ে।
(iv) পরিশুতে CN[⊖] থাকে। এটি AgNO₃-এর সঙ্গে AgCN-এর অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে, যেটি সঙ্গে AgCl-এর অধঃক্ষেপ বলে ভুল হয়। পরিশুতকে HNO₃ দিয়ে অম্লায়িত করে ফোটাতে CN[⊖] আয়ন HCN রূপে দ্রবীভূত হয়।

4. (i) নমুনাটি ক্ষারকীয়। এতে অ্যামিনো মূলক থাকা সম্ভব।
(ii) না। কারণ NaHCO_3 অপেক্ষা NaOH তীব্রতর ক্ষারক। কোন যৌগ তীব্রতর ক্ষারকে দ্রবীভূত না হলে তার থেকে মৃদু ক্ষারকে দ্রবীভূত হতে পারে না।
(iii) 5% NaOH দিয়ে। কারণ 5% NaOH -এ যৌগটি দ্রাব্য না হলে 5% NaHCO_3 তে আর দ্রাব্যতা দেখার প্রয়োজন হয় না। কিন্তু 5% NaHCO_3 তে দ্রাব্য না হলে 5% NaOH -এ দ্রাব্যতা আবার দেখতে হবে।
(iv) $-\text{NH}_2$ ও $-\text{COOH}$ । (2) যৌগটি উভধর্মী। ফেনোলিয়-OH মূলক
5. (i) কারণ $-\text{NO}_2$ কে Zn/HCl দিয়ে বিজারিত করলে $-\text{NH}_2$ তে পরিণত হয়।
(ii) অ্যানিলিডো মূলকের। কারণ অ্যানিলিডোকে Zn/HCl দিয়ে উত্তপ্ত করলে অ্যানিলিডো HCl দ্বারা আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয়ে $-\text{NH}_2$ উৎপন্ন করে। আবার $-\text{NO}_2$ ও $-\text{NH}_2$ -তে বিজারিত হয়। তাই অ্যানিলিডো-র উপস্থিত থাকলে $-\text{NO}_2$ মূলকের জন্য এই পরীক্ষা করলে ভুল সিদ্ধান্ত উপনীত হতে হয়।
(iii) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NHCO}$ ।
(iv) $-\text{NHOH}$ -এ।
(v) NaOH দ্রবণ দিয়ে উত্তপ্ত করলে বাঁঝাল গন্ধযুক্ত অ্যামোনিয়া নির্গত হয়।
(vi) না। α -হাইড্রক্সি কিটোর ($-\text{CHOH}-\text{CO}-$) মূলকও থাকতে পারে।
(vii) সিলভারের।
(viii) দেখতে হবে বেগুনি রঙটি HCl -দিয়ে অম্লায়িত করলে বর্ণহীন হয়ে যায় কি না। যদি বর্ণহীন হয়ে যায় তবে এস্টারের এই পরীক্ষা করা যাবে। কারণ হাইড্রক্স্যামিক অ্যাসিড জাতকের সঙ্গে FeCl_3 -এর পরীক্ষা HCl মাধ্যমে করা হয়।
(ix) NaHCO_3 থেকে।
(x) 2, 4-ডাইনাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজিন, গাঢ় H_2SO_4 , CH_3OH ও জলের দ্রবণ।
6. (i) না। গলনাঙ্ক থেকে মূল যৌগ ও জাতকের মধ্যে কোন পার্থক্য করা যাবে না। (ii) না। কারণ উৎপন্ন অ্যাসিটিক অ্যাসিডটি তরল। (iii) অ্যাসিটাইল জাতক ও বেঞ্জয়িল জাতক। (iv) অ্যামাইড জাতক। (v) না। বেঞ্জয়িক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়ে জাতকের সঙ্গে মিশে থাকবে।

উত্তরমালা :

সর্বশেষ প্রশ্নাবলি :

- মুক্ত শিখায় জ্বলন পরীক্ষা। ত্যালিক অ্যাসিড অ্যারোমেটিক তাই ধোঁয়াটে শিখায় জ্বলবে।
- ক্ষার দিয়ে। কারণ ক্ষার দিয়ে আর্দ্রবিশ্লেষণ করলে অ্যামোনিয়া নির্গত হবে, কিন্তু অ্যাসিড দিয়ে আর্দ্র-বিশ্লেষণ করলে অ্যামোনিয়া অ্যামোনিয়াম লবণ হিসেবে দ্রবণে থেকে যাবে।



3. একটি উপযুক্ত জাতক প্রস্তুত করতে হবে। জাতকগুলির গলনাঙ্কের বেশ পার্থক্য হবে।
4. (i), (iii) ও (v)।
5. না। কারণ যৌগে অ্যালডিহাইডে মূলক উপস্থিত আছে যেটি নিজেই টোলেম্প বিকারককে বিজারিত করে।
6. বৃদ্বুদাকরে নাইট্রোজেন নির্গত হয়।

$$\text{NaNO}_2 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{HNO}_2$$

$$\text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2 + \text{HNO}_2 \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
7. অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইড আয়নীয় যৌগ। তাই এর জলীয় দ্রবণের মধ্যে AgNO_3 দ্রবণ যোগ করলেই সিলভার ক্লোরাইডের অধঃক্ষেপ পড়ে। আবার জলীয় দ্রবণে NaNO_2 যোগ করে অ্যাজো-রঙ পরীক্ষা করলেই অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইড অ্যাজো-রঙ উৎপন্ন করে। প্যারা-ক্লোরোঅ্যানিলিন এইভাবে এই দুটি পরীক্ষায় সাড়া দেয় না।
8. না। বিস্ফোরণ ঘটান সম্ভাবনা থাকে।
9. অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিনো মূলকের জন্য (পুস্তক দেখুন)।
10. সোডিয়াম-নিষ্কাশিত দ্রবণে FeSO_4 যোগ করলে FeS -এর কালো অধঃক্ষেপ পড়ে।
11. মুলিকেন-বার্কার পরীক্ষা দেখুন।
 জৈব যৌগের গুণগত বিশ্লেষণের জন্য প্রয়োজনীয় সাধারণ বিকারক সমূহ :

কঠিন বিকারক

তরল বিকারক

- | | |
|----------------------------|---|
| (1) অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড | (1) অ্যানিলিন |
| (2) ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড | (2) অ্যাসোটিক অ্যানহাইড্রাইড |
| (3) জিঙ্ক রজ | (3) বেঞ্জয়ল ক্লোরাইড |
| (4) ধাতব জিঙ্কের টুকরো | (4) থায়োনিল ক্লোরাইড |
| (5) ধাতব টিনের টুকরো | (5) মিথাইল অ্যালকোহল |
| (6) পটাশিয়াম আয়োডাইড | (6) ইথাইল অ্যালকোহল (রেস্টিফায়েড স্পিরিট, অনার্ড অ্যালকোহল।) |
| (7) পটাশিয়াম হাইড্রক্সাইড | (7) ক্লোরোফর্ম |
| (8) ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড | (8) কার্বন টেট্রাক্লোরাইড |
| (9) ফেরাস সালফেট | (9) ব্রোমিন |
| (10) ফেরিক ক্লোরাইড | (10) অ্যাসোটিক অ্যাসিড |
| (11) আয়োডিন | (11) অ্যাসিটোন |
| (12) সিলভার নাইট্রেট | |
| (13) সোডিয়াম নাইট্রাইট | |

কঠিন বিকারক

তরল বিকারক

- (14) সোডিয়াম নাইট্রোগ্লুশাইড
- (15) সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড
- (16) ধাতব সোডিয়াম
- (17) সোডিয়াম বাইকার্বনেট
- (18) পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট
- (19) কপার তার
- (20) হাইড্রক্সিলঅ্যামিন হাইড্রোক্লোরাইড
- (21) সেমিকার্বাজাইড হাইড্রোক্লোরাইড
- (22) 2-ন্যাফথল
- (23) 2, 4-ডাইনাইট্রোফিনাইলহাইড্রাজিন

[সমস্ত বিকারক প্রস্তুতিতে সর্বদা পাতিত জল বা আয়নমুক্ত জল ব্যবহার করবেন।]
গাঢ় অ্যাসিড (বিশেষ র্যাকে থাকে)

নাম	আপেক্ষিক গুরুত্ব	শতকরা তৌলিকভাগ	আনুমানিক তুল্যাঙ্কমাত্রা (N)
1. হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড	1.19	38	12
2. নাইট্রিক অ্যাসিড	1.42	70	16
3. সালফিউরিক অ্যাসিড	1.84	96	36
4. থ্রেসিয়াল অ্যাসোটিক অ্যাসিড	1.05	99.5	17.5

কিছু লঘু অ্যাসিড (র্যাক বিকারক হিসেবে ডেকের উপরের র্যাকে থাকে)

নাম	আপেক্ষিক গুরুত্ব	শতকরা ভৌলিকভাগ
1. অ্যাসেটিক অ্যাসিড	5	285 মিলি গাঢ় অ্যাসিড জল দিয়ে লঘু করে 1 লিটার করা হয়।
2. হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড	5	430 মিলি গাঢ় অ্যাসিড জল দিয়ে লঘু করে 1 লিটার করা হয়।
3. নাইট্রিক অ্যাসিড	5	310 মিলি গাঢ় অ্যাসিড জল দিয়ে লঘু করে 1 লিটার করা হয়।
4. সালফিউরিক অ্যাসিড	5	500 মিলি বরফ শীতল জলে অনবরত নাড়তে নাড়তে ধীরে ধীরে 140 মিলি গাঢ় অ্যাসিড যোগ করে শীতল করে, জল যোগ করে 1 লিটার করা হয়। গাঢ় অ্যাসিড থেকে লঘু অ্যাসিড প্রস্তুতিতে সর্বদা জলে গাঢ় অ্যাসিড যোগ করবেন কখনই বিপরীতক্রম ঘটাবেন না।

একক 6 □ মাত্রিক বিশ্লেষণ : গোড়ার কথা

গঠন

- 6.1 প্রস্তাবনা, উদ্দেশ্য
- 6.2 আয়তনমিতির যন্ত্রপাতি
- 6.3 তৌলমিতির যন্ত্রপাতি
- 6.4 গাঢ়ত্ব প্রকাশ করার বিভিন্ন উপায়
- 6.5 প্রমাণ দ্রবণ
- 6.6 বিভিন্ন ধরণের টাইট্রেশন (অনুমাণন)

6.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

বীক্ষণাগারের প্রথম পরিচয় প্রসঙ্গে আপনারা রাসায়নিক বিশ্লেষণের গুণগত (qualitative) ও মাত্রিক (quantitative) পদ্ধতির প্রাথমিক ধারণা পেয়েছেন (ECH 04 বইটি দেখুন)। প্রথম পর্যায়ের ক্লাসে আপনারা গুণগত বিশ্লেষণ কীভাবে করা হয় তা হাতে কলমে কিছু কিছু করে দেখেছেন। এই পর্যায়ে আপনারা মাত্রিক বিশ্লেষণের বিভিন্ন পদ্ধতি নিজেরা প্রয়োগ করার সুযোগ পাবেন।

আপনারা এর আগেই জেনেছেন, মাত্রিক বিশ্লেষণের লক্ষ হল, কোন নমুনায় একটি রাসায়নিক পদার্থের পরিমাণ নির্ণয় করা। নমুনাতে রাসায়নিক পদার্থটি এককভাবেও থাকতে পারে, আবার অন্যান্য পদার্থের সঙ্গে মিশেও থাকতে পারে।

মাত্রিক বিশ্লেষণের বিভিন্ন পদ্ধতির উল্লেখও আপনারা ইতিপূর্বে পেয়েছেন (ECH 04 বইয়ে)। তারমধ্যে বিশেষ উল্লেখযোগ্য পদ্ধতি হল তৌলমিতি (gravimetric analysis) ও আয়তনমিতি (volumetric analysis)। তৌলমিতিতে নির্ণয় রাসায়নিক পদার্থটিকে একটি সুবিধাজনক অবস্থায় আলাদা করে শুকিয়ে ওজন নেওয়া হয়। আয়তনমিতিতে একটি জানা শক্তির দ্রবণের সঙ্গে টাইট্রেশন বা অনুমাণন করে আর একটি অজানা শক্তির দ্রবণের গাঢ়ত্ব নির্ণয় করা হয়। এই টাইট্রেশন আবার নানা ধরনের হতে পারে যেমন, (i) অম্ল-ক্ষারের (acid-alkali) টাইট্রেশন (ii) জারণ-বিজারণ ভিত্তিক টাইট্রেশন (redox titration) (iii) জটিল যৌগ গঠনের ভিত্তিতে টাইট্রেশন (complexometric titration) ইত্যাদি। এই পাঠ্যসূচিতে আপনারা তৌলমিতি ও আয়তনমিতির অন্তর্নিহিত তত্ত্বগুলি সম্বন্ধে অবহিত হবেন এবং সেই সংক্রান্ত কিছু কিছু পদ্ধতি হাতে কলমে প্রয়োগ করবেন।

উদ্দেশ্য :

এই পাঠ্যক্রমটি সম্পূর্ণ করে আপনি নীচের বিষয়গুলিতে প্রত্যক্ষ জ্ঞান অর্জন করবেন :

- তৌলমিতি ও আয়তনমিতির বিভিন্ন পদ্ধতি ও তাদের নীতি।

- এই ধরনের বিশ্লেষণের জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতির পরিচিতি।
- অল্প-ক্ষার, জারণ-বিজারণ ও জটিল যৌগ গঠনের ভিত্তিতে অনুমাপন বা টাইট্রেশনের সাহায্যে বিভিন্ন পদার্থের পরিমাণ নির্ণয়ের পরীক্ষা।
- তৌলমিতির সাহায্যে কোন পদার্থের পরিমাণ নির্ণয়ের পরীক্ষা।
- এই সমস্ত পরীক্ষার ফল থেকে নির্ণেয় রাসায়নিক পদার্থটির পরিমাণ বের করার জন্য তৌলিক অনুপাতের (stoichiometry) হিসাব ও গণনা।
- নির্ণীত পরিমাণের ভ্রম (error) সম্বন্ধে ধারণা।

6.2 আয়তনমিতির যন্ত্রপাতি

মাত্রিক বিশ্লেষণে দুটি বিষয় খুব গুরুত্বপূর্ণ পদার্থের সূক্ষ্ম ও নির্ভুল ওজন এবং কোন দ্রবণের সঠিক আয়তন। ওজন মাপার জন্য সচরাচর ব্যবহৃত রাসায়নিক তুলাযন্ত্র সম্পর্কে আপনাদের প্রথম প্রাকটিক্যাল বইতে (ECH 04) আলোচনা করা হয়েছে। এখানে আমরা সঠিক ভাবে আয়তন মাপার যন্ত্রপাতি সম্পর্কে জানব।

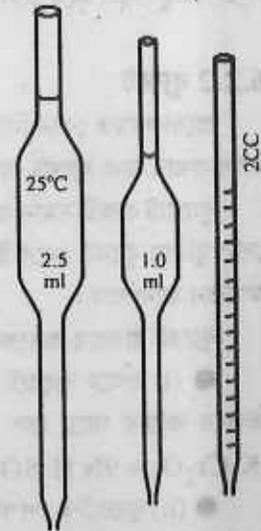
6.2.1 পিপেট (Pipette)

কোন নির্দিষ্ট আয়তনের তরল পদার্থকে এক পাত্র থেকে অন্য পাত্রে স্থানান্তরিত করতে আমরা পিপেট ব্যবহার করি (চিত্র 6.1 – 6.2)। এটি সাধারণভাবে একটি কাচের নল, নলটির মাঝামাঝি একটি বাচ্ছের মত ফোলানো, যাতে অনেকটা তরল ভর্তি করতে নলটি অস্বাভাবিক লম্বা না হয়ে পড়ে। নলের উপরে একটি নির্দিষ্ট দাগ পর্যন্ত তরল ভর্তি করলে তার আয়তন কত হবে তা পিপেটের গায়ে লেখা থাকে। সচরাচর আমরা 10 মিলি (বা ml) ও 25 মিলি (বা ml) মাপের পিপেট ব্যবহার করে থাকি, তবে প্রয়োজনমত 1, 2, 5, 10, 15, 20, 25 ও 50 মিলি-র পিপেটও পাওয়া যায়। অংশাঙ্কিত (graduated) পিপেট ব্যবহার করে আরও সূক্ষ্মভাবে যে কোন নির্দিষ্ট আয়তনের তরল স্থানান্তরিত করা যায়।

পিপেট ব্যবহার করার সময় কয়েকটি বিষয় খেয়াল রাখা দরকার।

- (i) ব্যবহার করার আগে পিপেটটি সাবান জল দিয়ে ও পরে ভাল জল দিয়ে (শেষবার পাতিত জল) ধুয়ে ঝেড়ে নিন। এবার যে দ্রবণটি (বা তরল) পিপেট দিয়ে তুলতে হবে তার 3-4 মিলি মত একটি পরিষ্কার শুকনো বীকারে ঢেলে নিন। পিপেটের সাহায্যে এই দ্রবণের 1-2 মিলি টেনে তুলে পিপেটটি আনুভূমিক অবস্থায় (দু-হাতে) ঘুরিয়ে ঘুরিয়ে ওই দ্রবণকে ওর ভেতরের গায়ে সম্পূর্ণ বুলিয়ে নিন। এইবার পিপেটের দ্রবণটুকু বাহিরে ফেলে দিন। আর একবার বীকারের দ্রবণ থেকে 1 মিলি মতন টেনে তুলে পিপেটের ভেতরের গায়ে একইভাবে বুলিয়ে ফেলে দিন। এই প্রক্রিয়াকে বলা হয় ধৌত (rinse) করা। এতে পিপেটের গায়ে জল লেগে ব্যবহার্য দ্রবণটির গাঢ়ত্বের কোন পরিবর্তন হবে না।

(Rinse করার বিকল্প হিসাবে পিপেটটি পাতিত জলে ধুয়ে গরম বাতাসে



বিভিন্ন ধরনের পিপেট
ছবি নং 6.1

শুকিয়ে আবার ঘরের উষ্ণতায় ঠাণ্ডা করে ব্যবহার করা যায়। তবে বারবার এটা করতে সময় বেশি লাগবে।

● (ii) Rinse করা পিপেটের সূচালো সবু মাথাটি দ্রবণে ডুবিয়ে অন্য প্রান্তে মুখ দিয়ে আন্তে আন্তে টানলে পিপেটটি দ্রবণে ভরে উঠবে। উপরের নির্দিষ্ট দাগটির অবস্থান খেয়াল রাখতে হবে, দাগের কাছাকাছি এলেই মুখ দিয়ে আরও ধীরে ধীরে টেনে তরলের পরিমাণ দাগের একটু উপরে (~1 সেমি) তুলতে হবে। এই অবস্থায় মুখ সরিয়ে চট করে (ডানহাতের) তর্জনীর সাহায্যে পিপেটের মুখটি চেপে ধরতে হবে যেন পিপেটে তরলের স্তর নেমে না যায়। এই অবস্থায় পিপেটটি খাড়া রেখে দাগটি চোখের সমতলে এনে তর্জনীর চাপ এমনভাবে নিয়ন্ত্রণ করতে হবে যেন তরলের স্তর খুব ধীরে ধীরে নামতে থাকে। নলের মধ্যে তরলের অবতল পিঠের নীচের প্রান্ত দাগের সংস্পর্শে আসামাত্র আবার তর্জনীতে চাপ প্রয়োগ করে আয়তন স্থির রাখতে হবে।

● (iii) এইবার পিপেটের মুখটি যে পাত্রে তরল পদার্থ নেওয়া হবে সেই পাত্রের ভিতর হেলান অবস্থায় ঠেকিয়ে তর্জনীর চাপ ছেড়ে দিলেই পিপেটের তরল উদ্ভিষ্ট পাত্রে স্থানান্তরিত হবে। পিপেট খালি হবার পরেও 15-20 সেকেন্ড পিপেটটি একইভাবে ঠেকিয়ে ধরে রাখতে হবে যাতে ওর গা থেকে সবটা তরল গড়িয়ে নামার সুযোগ পায়। শেষ পর্যন্ত পিপেটের সূচালো নলের মুখে একটু তরল লেগে থাকবেই সেটা ফুঁ দিয়ে নেবার দরকার নেই। ঐটুকু আয়তন হিসাবে ধরেই পিপেটের মাপ নির্ধারিত হয়েছে।

● (iv) সচরাচর ব্যবহৃত দ্রবণগুলি মুখ দিয়ে টেনেই পিপেটে তোলা হয়। গাঢ় অ্যাসিড বা ক্ষার বা অন্যান্য ক্ষতিকর রাসায়নিক পদার্থ পিপেটে তোলা উচিত নয়। অনেক ক্ষেত্রে পিপেটের পেছনে ছোটো রবারের বেলুন লাগিয়ে তার সাহায্যে পিপেটে তরল ভর্তি করা হয়। কোন অবস্থাতেই যেন ব্যবহৃত তরলটি টানার সময় মুখে চলে না আসে।

● (v) পিপেট দিয়ে কোন তরল টানার সময় খুব ভালভাবে লক্ষ রাখতে হবে যেন পিপেটের নীচের প্রান্তটি সব সময়ে (অর্থাৎ পিপেট ভরে যাবার পরেও) তরলে ডুবে থাকে। অন্যথায় বাতাস ঢুকে পড়বে ও বুদ্ধদের সঙ্গে কিছু তরল মুখে চলে আসবে।

6.2.2 ব্যুরেট

প্রয়োজনমত কোন নির্দিষ্ট অথচ পরিবর্তনশীল আয়তনের তরলকে সঠিকমাপে এক পাত্র থেকে অন্যপাত্রে যোগ করার জন্য ব্যুরেট ব্যবহার করা হয়। সচরাচর আমরা 50 মিলি (ml) মাপের ব্যুরেট ব্যবহার করি।

ব্যুরেটে একটি সমান প্রস্থচ্ছেদের দাগ কাটা (অংশাঙ্কিত) কাঁচের নলের এক প্রান্তে স্টপকক লাগানো থাকে সেটা ঘুরিয়ে ব্যুরেট থেকে ইচ্ছামত পরিমাণে তরল বের করা যায়। ব্যুরেটের গায়ের দাগ থেকে তরলের সঠিক আয়তন জানা যায়।

ব্যুরেট ব্যবহার প্রসঙ্গে কয়েকটি কথা খুবই গুরুত্বপূর্ণ।

● (i) প্রথমে ব্যুরেটে জল ভরে নীচের স্পটকক দিয়ে সব জল বের করে দেখতে হবে ব্যুরেটের নলের ভিতরে কাঁচের গায়ে জল লেগে থাকছে কিনা। যদি লেগে থাকে তবে ব্যুরেটটি 'ক্রোমিক অ্যাসিড' দ্রবণে ($K_2Cr_2O_7 + 9N H_2SO_4$) কয়েক মিনিট ভিজিয়ে রেখে আবার জল দিয়ে ধুয়ে নিতে হবে।

● (ii) ব্যুরেটের স্পটককটিতে যথাযথ গ্রীজ লাগানো আছে কিনা দেখে নেওয়া দরকার। যদি দরকার হয়, স্টপককটি খুলে ছেঁড়া ফিন্টার পেপার দিয়ে মুছে তারপর হাল্কা করে গ্রীজ দিতে হবে। বেশি গ্রীজ দিলে তা অনেক সময় ব্যুরেটের ছিদ্রপথে আটকে যায়।

● (iii) ব্যুরেটের স্কেলে কোন তরলের আয়তনের পাঠ নেবার সময় ব্যুরেটটি খাড়াভাবে ধরে তরলের তলটি চোখের সমতলে রেখে পাঠ নিতে হবে। তরলের অবতল পৃষ্ঠের স্পর্শক বরাবর পাঠ নেওয়াই সাধারণ রীতি, তবে গাঢ় রঙের দ্রবণের ক্ষেত্রে তরলের উপর প্রান্তের পাঠই নেওয়া হয় (যেমন $KMnO_4$ দ্রবণ)।

● (iv) ব্যুরেটে কোন তরল বা দ্রবণ ভর্তি করার আগে ওই দ্রবণের 2-3 ml নিয়ে সমগ্র ব্যুরেটের ভিতরের গায়ে বুলিয়ে ফেলে দিতে হয়। এইভাবে ব্যুরেটটি দু-বার ধুয়ে নেবার পর (rinse) ব্যুরেটটিতে দ্রবণ ভর্তি করতে হবে। এইসময় লক্ষ রাখতে হবে যেন ব্যুরেটের নলের সবু অংশে অর্থাৎ স্টপককের নীচে কোন বুদ্ধদ না থাকে। বুদ্ধদ থাকলে ব্যুরেটটির স্টপকক পুরো খুলে দিলে অনেক সময় তরলের ধাক্কায় বুদ্ধদটি বেরিয়ে যায়। (এই সময় তলায় একটি পরিষ্কার শুকনো বীকার রেখে নিলে দ্রবণের অপচয় হবে না)। এইসঙ্গে ব্যুরেটটি খাড়া রেখে দু-একবার বীকুনি দিলেও কাজ হতে পারে (ঠোঙ্কর লাগা থেকে সাবধান!)।

● (v) ব্যুরেটের পাঠ সাধারণতঃ শূন্য (zero) দাগ থেকে শুরু করা হয়। এর ফলে ব্যুরেট নলটির ব্যাসে কোথাও সূক্ষ্ম তারতম্য থাকলেও টাইট্রেশনের ফলে তা কোন প্রভাব ফেলবে না। তবে এই সম্ভাবনা খুব কম হওয়াতে প্রয়োজনবোধে (দ্রবণ কম থাকলে) 10, 15 ইত্যাদি দাগ থেকেও টাইট্রেশন শুরু করা যায়।

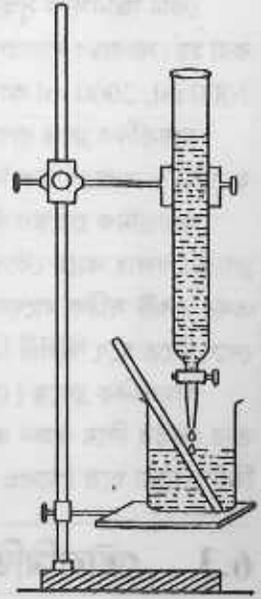
● (vi) টাইট্রেশন করার সময় ব্যুরেটের প্রান্তটি কণিকাল ফ্লাস্কের গলায় যাতে ঠোঙ্কর না খায় সেদিকে লক্ষ রাখতে হবে। ব্যুরেটের দ্রবণ কণিকাল ফ্লাস্কের গলায় লেগে গেলে ঐ দ্রবণকে জল দিয়ে ফ্লাস্কের ভিতরে মিশিয়ে দিতে হবে।

● (vii) বলা বাহুল্য ব্যুরেটের অস্তিম পাঠ থেকে প্রাথমিক পাঠ বিয়োগ করলেই টাইট্রেশনে ব্যয়িত তরলের আয়তনের মান পাওয়া যাবে। মনে রাখতে হবে, পর পর দুটি (বা তার বেশী) টাইট্রেশনের পাঠে 0.2 ml এর বেশী ব্যবধান থাকা চলবে না। অর্থাৎ একবার ব্যুরেট পাঠ 13.0 ml ও পরেরবার 13.4 ml হলে তৃতীয় বার টাইট্রেশন করে দেখা দরকার। যে দুটি মান কাছাকাছি (0.2 ml এর মধ্যে) কেবল তারাই গ্রহণযোগ্য; কেবল তাদেরই গড় নেওয়া যাবে।

● (viii) ব্যুরেটের পাঠ লেখার সময় দশমিকের পরের দ্বিতীয় স্থান পর্যন্ত মান নির্দেশ করতে হবে, যেমন 13.00 ml (13 নয়) বা 13.15 ml বা 27.25 ml ইত্যাদি। অবশ্য সাধারণ ব্যুরেটে দশমিকের পরের দ্বিতীয় স্থানে 5-ই আসে।

● (ix) অনেক সময় তাড়াতাড়িতে আমরা ব্যুরেট সম্পূর্ণ খুলে টাইট্রেশন সাজা করি। সেক্ষেত্রে অস্তিম পাঠ নেবার আগে ব্যুরেটের স্টপকক বন্ধ অবস্থায় 10-15 সেকেন্ড অপেক্ষা করা উচিত, যাতে ব্যুরেটের গা বেয়ে সমস্ত দ্রবণ নেমে আসতে পারে।

● (x) তবে খুব তাড়াতাড়ি কখনই টাইট্রেশন করা উচিত নয়। মনে রাখতে হবে যে, বিক্রিয়া ঘটতেও সময় লাগে। এই সময়কাল বিভিন্ন বিক্রিয়ায় বিভিন্ন। কিছু বিক্রিয়া বেশ ধীরগতি সম্পন্ন। তবে একটা ব্যবস্থা করা যায়। যেমন ধরুন প্রাথমিক (pilot) পর্যবেক্ষণ-এ দেখলেন অনুমাপক (titrant)-এর আনুমানিক আয়তন 25.20 মিলি। কাজেই ধরে নিতে হবে সঠিক আয়তন 25.00-25.40 মিলি। আপনি প্রথমে একেবারে নিশ্চিত 24.80 মিলি অনুমাপক ঢেলে দিতে পারেন। তারপর বেশ কিছুক্ষণ আলোড়িত করে বিক্রিয়া সম্পূর্ণ হবার অবকাশ



ছবি নং 6.2

দিয়ে, এবার খুব ধীরে ধীরে ফোঁটা ফোঁটা করে আলোড়িত করতে করতে অনুমাপক চালুন। দেখবেন অনুমাপন দ্রুত হবে, সঠিক হবে।

6.2.3 আয়তনিক ফ্লাস্ক (Volumetric flask)

কোন জিনিসকে সূক্ষ্মভাবে ওজন করে নির্দিষ্ট আয়তনের দ্রবণ তৈরি করার জন্য আয়তনিক ফ্লাস্ক ব্যবহার করা হয়। সচরাচর সাধারণতঃ আমরা 100 ml ও 250 ml আয়তনিক ফ্লাস্ক ব্যবহার করে থাকি। তবে 500 ml, 1000 ml, 2000 ml আবার 5, 10, 25, 50 ml আয়তনিক ফ্লাস্কও নানা কাজে ব্যবহার করা হয়।

আয়তনিক ফ্লাস্ক ব্যবহার আগে পাতিত জল দিয়ে ভাল করে ধুয়ে নেওয়া হয়। (প্রয়োজনে প্রথমে ক্রোমিক অ্যাসিড ও সাধারণ জল দিয়ে ধুয়ে নিতে হবে।)

আয়তনিক ফ্লাস্কের কাঁচের ছিপিটি যত্ন করে ব্যবহার করতে হয়। সাধারণতঃ এটি একটি ভাল সূতো দিয়ে ফ্লাস্কের গলার কাছে বেঁধে রাখা হয়। বাস্তবে বহু ক্ষেত্রেই ফ্লাস্কের আসল ছিপিটি ভেঙে যায় বা হারিয়ে যায়। তখন একটি সঠিক মাপের শোলা বা রবারের ছিপি লাগিয়ে আয়তনিক ফ্লাস্কটি জলভর্তি অবস্থায় উপুড় করে দেখে নিতে হবে ছিপিটি ঠিকমত লেগেছে কিনা।

আয়তনিক ফ্লাস্কে (কোন জিনিসের) প্রমাণ-দ্রবণ তৈরি করতে গেলে ফ্লাস্কের মুখে একটি ফানেল বসিয়ে তার ভেতর দিয়ে ওজন করার বোতল থেকে সরাসরি জিনিসটি আন্দাজমত ঢালতে হবে। কোনক্ষেত্রেই বেশী জিনিস ঢালা হয়ে গেলেও তা ফানেল থেকে তুলে নেওয়া যাবে না। (প্রমাণ-দ্রবণ প্রস্তুতি দ্রষ্টব্য)।

6.3 তৌলমিতির যন্ত্রপাতি

তৌলমিতির প্রধান উপকরণ তুলা-যন্ত্র। বিশ্লেষণের কাজে ব্যবহৃত সূক্ষ্ম তুলাযন্ত্রের বিবরণ ও ব্যবহার পদ্ধতি আপনাদের প্রথম পর্যায়ের প্র্যাকটিক্যাল বইতে দেওয়া হয়েছে (ECH 04; 1.49)। অধঃক্ষেপ ফিল্টার করার জন্য ফিল্টার কাগজ বা সচ্ছিন্ন বালির ফিল্টার বেড যুক্ত ক্রুসিবল (sintered glass crucible), অধঃক্ষেপ ধোয়া ও শুকানোর পদ্ধতি ইত্যাদিও ওই অধ্যায়ে উল্লেখ করা হয়েছে (1.4.3)। এ প্রসঙ্গে 4নং এককে কাজ করার সময় আপনারা আরও জানতে পারবেন।

6.4 গাঢ়ত্ব প্রকাশ করার বিভিন্ন উপায়

এই পর্যায়ে আমরা দ্রবণের/তরলের গাঢ়ত্ব প্রকাশ করার বিভিন্ন পদ্ধতি ও সংশ্লিষ্ট কিছু অন্নিধার পরিচয় সংক্ষেপে উল্লেখ করব।

(i) মোল, Mole (সংক্ষেপে Mol) : কোন পদার্থের যে পরিমাণে পদার্থটিকে 6.022×10^{23} সংখ্যক প্রাথমিক কণা বর্তমান থাকে তাকে ওই পদার্থের 1 মোল পরিমাণ বলা হয়। 1 মোল অক্সিজেন বলতে 6.022×10^{23} টি O_2 অণুকে বোঝাবে, যার ভর 32.0000 g। 1 মোল অক্সিজেন পরমাণু বলতে 6.022×10^{23} টি O পরমাণু কে বোঝাবে, তার ভর 16.0000 g। (এখানে সবই ^{16}O বা 0-16 পরমাণু ধরা হচ্ছে)। এক মোল 2H বা অর্থাৎ ডয়টেরিয়াম পরমাণুর ভর 2.016 g।

(ii) আপেক্ষিক আণবিক ভর বা আণবিক গুরুত্ব (Mr) :

একটি C-12 (^{12}C) পরমাণুর ভরকে 12.0000 ধরে সেই সাপেক্ষে কোন যৌগের একটি অণুর ভরকে যৌগটির আপেক্ষিক আণবিক গুরুত্ব (বা আণবিক গুরুত্ব) বলা হয়। আপেক্ষিক আণবিক ভরকে গ্রামে প্রকাশ করে গ্রাম আণবিক ভর (molar mass, আণব ভর) পাওয়া যায়। টাইট্রেশনের ফল প্রকাশ করতে সাধারণতঃ গ্রাম আণবিক ভরই ব্যবহার করা হয়। SI এককে আণব ভরকে Kg mol^{-1} হিসাবে প্রকাশ করা হয়।

লক্ষ করার বিষয়, কোন যৌগের গ্রাম আণবিক ভরের সমান পদার্থই হচ্ছে ঐ যৌগের 1 মোল। ঐ পরিমাণ পদার্থে অণুর সংখ্যা 6.022×10^{23} ।

(iii) মোলারিটি (M, molarity) : কোন দ্রবণের 1 ডেসিমিটার কিউবে (dm^3 ; $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ লিটার}^*$) যত মোল দ্রাব পদার্থ দ্রবীভূত থাকে তাকে ওই দ্রবণের মোলারিটি (M) বলে।

$$\text{মোলারিটি (M)} = \frac{\text{দ্রবণের নির্দিষ্ট আয়তনের দ্রাব পদার্থের মোলসংখ্যা}}{\text{দ্রবণের আয়তন (dm}^3\text{)}}$$

প্রশ্ন : 500 cm^3 দ্রবণে 5.3 g অনার্দ্র সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3 আণব ভর = 106 g mol^{-1}) দ্রবীভূত থাকলে ওই দ্রবণের মোলারিটি কত হবে?

$$\text{উ : } 5.3 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 = \frac{5.3}{106} \text{ মোল} = 0.05 \text{ মোল}$$

$$\text{দ্রবণের আয়তন} = 0.5 \text{ dm}^3$$

$$\therefore \text{মোলারিটি (M)} = \frac{0.05}{0.5} = 0.1$$

$$\text{দ্রবণটির শক্তি} = 0.1 \text{ M}$$

ফরম্যালিটি (Formality) : অনেক আয়নীয় যৌগ কঠিন অবস্থায় বিস্তৃত আয়নীয় জালক (lattice) দিয়ে গঠিত; দ্রবণেও তারা উপাদান আয়নগুলিতে সম্পূর্ণ বিয়োজিত হয়। এই সব যৌগের ক্ষেত্রে (যেমন NaCl) একটি অণুর আপেক্ষিক ভর বা আণব গাঢ়ত্ব কথটি সূত্রযুক্ত নয়। এদের জন্য আণব ভরের পরিবর্তে যৌগটির সরলতম সংকেত থেকে নির্ধারিত ভরকে সংকেত ভর (Formula mass) ধরে নিয়ে দ্রবণের গাঢ়ত্বকে ফরম্যালিটিতে প্রকাশ করা যায়। কোন দ্রবণের প্রতি dm^3 আয়তনে যত গ্রাম-সংকেত ভর দ্রাব দ্রবীভূত থাকে, তাকেই ওই দ্রবণের ফরম্যালিটি বলা হয়।

(iv) নরম্যালিটি (N) : কোন দ্রবণের প্রতি ডেসিমিটার কিউব (dm^3) আয়তনে যত গ্রামতুল্যাঙ্ক দ্রাব পদার্থ দ্রবীভূত থাকে, তাকে ওই দ্রবণের নরম্যালিটি (N) বলা হয়।

$$\text{নরম্যালিটি (N)} = \frac{\text{দ্রবীভূত পদার্থের গ্রাম তুল্যাঙ্ক}}{\text{দ্রবণের আয়তন (dm}^3\text{)}}$$

লিটার (L) SI একক নয়, তবে খুব প্রচলিত। $1 \text{ L} = 1.000028 \text{ dm}^3$; $1 \text{ ml} = 1.000028 \text{ cm}^3$

আমরা সচরাচর ml ও cm^3 (cc) একই অর্থে ব্যবহার করি।

প্রঃ পূর্ববর্তী প্রশ্নের Na_2CO_3 দ্রবণটির নরম্যালিটি কত হবে?

$$\text{উঃ } \text{Na}_2\text{CO}_3\text{-র তুল্যাঙ্ক ভার} = \frac{106}{52} = 53$$

$$5.3 \text{ g } \text{Na}_2\text{CO}_3 = \frac{5.3}{53} \text{ গ্রামতুল্যাঙ্ক} = 0.1 \text{ গ্রাম তুল্যাঙ্ক}$$

$$\therefore \text{ নরম্যালিটি (N)} = \frac{0.1}{0.5} = 0.2$$

দ্রবণের শক্তি = 0.2 (N)।

(v) মোলালিটি (m)। প্রতি কিলোগ্রাম দ্রাবকে যত মোল দ্রাবপদার্থ দ্রবীভূত থাকে, তাকে ওই দ্রবণের মোলালিটি (m) বলা হয়।

$$\text{মোলালিটি (m)} = \frac{m_1 \times 1000}{m_2 \times M}$$

যেখানে, m_1 = দ্রাবপদার্থের ভর; m_2 = দ্রাবকের ভর; M = দ্রাবপদার্থের আণব ভর।

প্রঃ আগের প্রশ্নে বর্ণিত দ্রবণটির মোলালিটি কত? দ্রবণের আঃ গুরুত্ব = 1.0086

$$\text{উঃ } 500 \text{ cm}^3 \text{ দ্রবণের ভর} = 500 \times 1.0086 \text{ g} = 504.3 \text{ g}$$

$$\text{দ্রবীভূত } \text{Na}_2\text{CO}_3\text{-র ভর} = 5.3 \text{ g}$$

$$\therefore \text{ দ্রাবকের ভর} = 499.0 \text{ g}$$

$$\text{এখন, } 499 \text{ g দ্রাবকে } \text{Na}_2\text{CO}_3 = 0.05 \text{ মোল}$$

$$\therefore 1000 \text{ g দ্রাবকে } \text{Na}_2\text{CO}_3 = \frac{0.05 \times 1000}{499} \text{ মোল} = 0.1002 \text{ মোল}$$

$$\text{অতএব দ্রবণের মোলালিটি (m)} = 0.1002$$

আয়তনমিতিতে সাধারণতঃ এই এককটি ব্যবহার করা হয় না। তবে অন্য গাঢ়ত্বের এককগুলির মত এটি দ্রবণের আয়তনের উপর নির্ভরশীল নয়। তাই যে সব ক্ষেত্রে উষ্ণতার ব্যাপক তারতম্যের জন্য দ্রবণের আয়তনের হ্রাস-বৃদ্ধি ধর্তব্যের মধ্যে পড়ে সেখানে এই এককের উপযোগিতা আছে। ভৌত রসায়নে হিমাঙ্ক, স্ফুটনাঙ্ক, বাষ্প চাপ ইত্যাদি সংক্রান্ত পরীক্ষার তাই মোলালিটি একক বেশী ব্যবহার করা হয়।

(vi) শতকরা মাত্রা (Percentage) : কোন দ্রবণের 100 ভাগে দ্রাবপদার্থের শতকরা ভাগকে ওই দ্রবণের শতকরা মাত্রা বলা যেতে পারে। এই মাত্রাকে দ্রাব ও দ্রাবকের ওজন-ওজন, ওজন-আয়তন বা আয়তন-আয়তন (যখন দ্রাব ও দ্রাবক দুইই তরল) ভিত্তিতে প্রকাশ করা যায়। যেমন, 10g NaCl কে জলে দ্রবীভূত করে দ্রবণের

আয়তন 100 cm^3 করলে দ্রবণটি 10% ভর/আয়তন $\left(\frac{w}{v}\right)$ শক্তির হবে। আবার 10g NaCl নিয়ে তাতে

90g জল যোগ করে দ্রবণ তৈরি করলে ঐ দ্রবণের প্রতি 100g ভরে 10g NaCl থাকবে, অর্থাৎ দ্রবণটি হবে 10% ভর/ভর (w_w) শক্তিমাত্রার।

10 cm³ মিথানল নিয়ে জল মিশিয়ে 100 cm³ দ্রবণ তৈরী করলে দ্রবণের শক্তি হবে 10% আয়তন/আয়তন (v/v)।

(viii) পার্ট্‌স্‌ পার মিলিয়ান (পি পি এম) ppm : অল্প গাঢ়ত্ব প্রকাশের ক্ষেত্রে এই এককটি খুব বেশী ব্যবহার করা হয়। প্রতি দশলক্ষ ভাগ ওজনের দ্রবণে কোন দ্রাব পদার্থের যত ভাগ ওজন দ্রবীভূত থাকে, তাই হল ppm এককে ওই দ্রাব পদার্থের গাঢ়ত্ব।

$$\begin{aligned} 1 \text{ ppm} &= 1 \text{ dm}^3 \text{ দ্রবণে } 1 \text{ mg দ্রাব (mg dm}^{-3}\text{)} \\ &= \mu\text{g cm}^{-3} \\ &= 10^{-3} \text{ g dm}^{-3} \end{aligned}$$

6.5 প্রমাণ দ্রবণ (Standard Solution)

যে দ্রবণের গাঢ়ত্ব সঠিক ও সূক্ষ্মভাবে জানা আছে সেই দ্রবণকে প্রমাণ দ্রবণ বলে। কোন পদার্থকে তুলায়ন্তে সূক্ষ্মভাবে মেপে আয়তনিক ফ্লাস্কের মধ্যে নির্দিষ্ট আয়তনের দ্রবণ তৈরী করলে সেই দ্রবণটি প্রমাণ দ্রবণ হবে। (এ প্রসঙ্গে একটু আগেই আলোচনা করা হয়েছে।)

মুখ্য ও গৌণ প্রমাণ দ্রবণ (Primary and Secondary standard solution) :

যখন কোন পদার্থকে সরাসরি সঠিক ভাবে ওজন করে একটি নির্দিষ্ট আয়তনের দ্রবণ তৈরী করা যায় তখন সেই দ্রবণটি হয় মুখ্য প্রমাণ দ্রবণ (primary standard solution); আর দ্রাব পদার্থটিকে বলা হয় মুখ্য প্রমাণ দ্রাব্য। মুখ্য প্রমাণ হিসাবে গণ্য হতে গেলে দ্রাব পদার্থটির কয়েকটি বিশেষ গুণ থাকা দরকার।

(i) পদার্থটি সহজেই বিশুদ্ধ অবস্থায় বা কোন সূক্ষ্মভাবে নির্ণীত স্থির সংযুক্তিতে (constant composition) লভ্য হবে এবং সেইভাবে রাখা যাবে।

(ii) পদার্থটি জলাকর্ষী হবে না বা বায়ুর কোন উপাদানের সঙ্গে বিক্রিয়া করবে না ও আলোতে বিয়োজিত হবে না।

(iii) পদার্থটি ব্যবহৃত দ্রাবক মাধ্যমে যথেষ্ট দ্রাব্য হবে এবং দ্রবণটি কাজ করার সময় পর্যন্ত স্থায়ী হবে।

(iv) পদার্থটির দ্রবণের বিক্রিয়া রাসায়নিক সংযোগসূত্র অনুসারী হবে।

অম্ল-ক্ষার, জারণ-বিজারণ ও জটিলমিতি (complexometry)-তে মুখ্য প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত কয়েকটি পদার্থের তালিকা নিচে দেওয়া হল :

সারণি 1.1
কয়েকটি মুখ্য প্রমাণ পদার্থ

যৌগ ও সংকেত	সংকেত ভর	তুল্যাঙ্কভার	মিতি
(i) পটাশিয়াম হাইড্রোজেন থ্যালাট; C ₈ H ₅ O ₄ K	204.23	204.23	অম্ল-ক্ষার
(ii) অক্সালিক অ্যাসিড H ₂ C ₂ O ₄ , 2H ₂ O	126	63	অম্ল-ক্ষার জারণ-বিজারণ

যৌগ ও সংকেত	সংকেত ভর	তুল্যাঙ্কভার	মিতি
(iii) অনর্দ্র সোডিয়াম কার্বনেট; Na_2CO_3	105.99	53	অল্প-ক্ষার
(iv) পটাশিয়াম হাইড্রোজেন আয়োডেট; $\text{KH}(\text{IO}_3)_2$	389.91	389.91	অল্প-ক্ষার
(v) পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	294.19	49.03	জারণ-বিজারণ
(vi) সোডিয়াম অক্সালেট $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$	134.00	67.00	জারণ-বিজারণ
(vii) ডাইসোডিয়াম EDTA	372.3	372.3	জটিল

এর মধ্যে অনেকগুলি মুখ্য প্রমাণ (primary standard) দ্রবণ আপনারা নিজেরা তৈরী করবেন।

যে সমস্ত পদার্থের সরাসরি মুখ্য প্রমাণ দ্রবণ তৈরী করা যায় না, তাদের দ্রবণকে কোন মুখ্য প্রমাণ দ্রবণের সাপেক্ষে টাইট্রেশন করে শক্তিমাত্রা নির্ণয় করা হয়। এরকমভাবে প্রাপ্ত প্রমাণ দ্রবণকে গৌণ প্রমাণ দ্রবণ (secondary standard) বলা হয়। সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড, সালফিউরিক অ্যাসিড, পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট (জারণ-বিজারণ) ইত্যাদি পদার্থের গৌণ প্রমাণ দ্রবণ আপনারা ব্যবহার করবেন।

প্রশ্ন : 250 ml 0.1 (N) সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ প্রস্তুত করতে কতগ্রাম সোডিয়াম কার্বনেট লাগবে ?
সোডিয়াম কার্বনেটের তুল্যাঙ্কভার 53।

∴ 1 dm³ বা 1000 ml 0.1 (N) দ্রবণে Na_2CO_3 থাকবে 5.3 g

∴ 250 ml 0.1 (N) দ্রবণে Na_2CO_3 থাকবে $\frac{5.3}{4}$ বা 1.325 g।

মুখ্য প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুতি :

● কোন পদার্থের মুখ্য প্রমাণ দ্রবণ তৈরী দ্রবণের শক্তি সর্বপ্রথম স্থির করতে হবে দ্রবণের শক্তি মোটামুটি কত হবে (যেমন 0.1 M বা 0.05 N ইত্যাদি) এবং দ্রবণের আয়তন কত হবে। এবার ওই দ্রবণ তৈরী করতে দ্রাব পদার্থটি সঠিক ওজন কত হবে তা হিসাব করতে হবে (উপরের উদাহরণ দ্রষ্টব্য)।

● এবার প্রয়োজনীয় আয়তনের একটি আয়তন-ফ্লাস্ক ও ফানেল ধুয়ে তৈরী রাখতে হবে। দ্রাব্য পদার্থটি (শুকনো ও বিশুদ্ধ) একটি তৌল বোতলে নিয়ে সঠিক ও সূক্ষ্মভাবে তার প্রাথমিক ওজন নির্ণয় করতে হবে।

● এবার পরিষ্কার শুকনো হাতে তৌল বোতলটি আয়তনিক ফ্লাস্কের মুখে বসানো ফানেলের উপর কাং করে ধরে তৌল বোতলের ঢাকনাটি আঙুলে খুলতে হবে ও বোতলটি ধীরে ধীরে ঘুরিয়ে আন্দাজমত কিছুটা দ্রাব পদার্থ ফানেলে ঢালতে হবে। দরকারমত একবার বা দু-বার বোতলটির মোটামুটি ওজন দেখে আরও কতটা দ্রাব ঢালতে হবে তার ধারণা নেওয়া যেতে পারে। তবে এটা যত কম বার করা যায় ততই ভালো। মনে রাখতে হবে, দ্রাবের প্রয়োজনীয় ওজনটিই হুবহু নিতে হবে এমন কোন কথা নেই। বরং যত কম নাড়াচাড়া করে প্রয়োজনীয় ওজনের কাছাকাছি কোন ওজন নেওয়া হবে তুল ততই কম হবে। এই অবস্থায় তৌল বোতলটির চূড়ান্ত ওজনটি সঠিক নির্ণয় করতে হবে। বোতলটির ওজন হ্রাসই গৃহীত দ্রাবপদার্থের ওজন।

বোতলের প্রথম ও শেষ ওজন সারণির আকারে যথাযথভাবে লিপিবদ্ধ করতে হবে।

সারণি 1.2 : ওজন লিপিবদ্ধ করার নমুনা

দ্রাব পদার্থ : Na_2CO_3 আয়তন : 250 cc. মাত্রা : 0.1 N

প্রথম ওজন (g)	দ্বিতীয় ওজন (g)	গৃহীত ওজন (g)	দ্রবণের শক্তি (N)
(10 + 5 + 2)g +	(10 + 5 + 1)g +	17.5234 -16.2548 ----- 1.2686 g	
(500 + 20) mg +	(200 + 50) mg +		$\frac{1.2686}{1.3250} \left(\frac{N}{10} \right)$
(17.0001)g = 17.5234 g	(240.0001) g = 16.2548 g		= $0.957 \left(\frac{N}{10} \right)$ = 0.0957 (N)

প্রয়োজনীয় ওজনের কাছাকাছি ওজনের জিনিস ঢালা হয়ে গেলে (একেবারে সঠিক ওজন ঢালার কোন দরকা নেই) অল্প অল্প জল দিয়ে ফানেল থেকে সবটা জিনিস ফ্লাস্কে নিতে হবে—একবারে বেশী জল ঢালা উচিত নয়। ফানেলটি খালি হয়ে যাবার পরেও সেটি অল্প অল্প জল দিয়ে দু-তিনবার ধুয়ে নিতে হবে এবং ফানেলটি একেবারে তুলে নেবার আগে তার সবু চোঙটির বাইরেটাও জল দিয়ে ধুয়ে ফ্লাস্কে ফেলতে হবে।

ফানেলটি সরিয়ে আয়তনিক ফ্লাস্কের ছিপি বন্ধ করে ফ্লাস্কটি আস্তে আস্তে নাড়াতে হবে যতক্ষণ না গৃহীত পদার্থটি সম্পূর্ণ দ্রবীভূত হয়। প্রয়োজনে অল্প অল্প জল যোগ করা যেতে পারে কিন্তু তা যেন ফ্লাস্কের সবু গলা পর্যন্ত না ওঠে। তাড়াতাড়ি করার জন্য আয়তনিক ফ্লাস্ককে কখনোই গরম করা চলবে না।

গৃহীত পদার্থটি সম্পূর্ণ দ্রবীভূত হয়ে গেলে সাবধানে জল ঢেলে ফ্লাস্কটি নির্দিষ্ট দাগ পর্যন্ত ভর্তি করতে হবে। শেষের দিকে কোন ড্রপার বা পিপেটের সাহায্য নেওয়া ভাল।

ফ্লাস্কটি নির্দিষ্ট দাগ পর্যন্ত জল ভর্তি হলে সোজা অবস্থায় কিছুক্ষণ নাড়ানাড়ি করে, শেষে একবার কি দু-বার ছিপিটি হাত দিয়ে চেপে উলটো করেই আবার তৎক্ষণাৎ সোজা করে বসিয়ে দিতে হবে। উপুড় করা অবস্থায় ফ্লাস্কটি এক/দু-সেকেন্ডের বেশী রাখা দরকার নেই।

এবার ফ্লাস্কে যে দ্রবণটি পাওয়া গেল সেটি একটি মুখ্য প্রমাণ দ্রবণ। ধরা যাক উদ্দিষ্ট শক্তির প্রমাণ দ্রবণের জন্য দ্রাব্য পদার্থের সঠিক ওজনের প্রয়োজন ছিল। গৃহীত দ্রাব পদার্থের ওজন সূক্ষ্মভাবে ω' g। তাহলে প্রস্তুত দ্রবণটির শক্তির গুণনীয়ক বা factor হবে $\frac{\omega'}{\omega}$ ।

উদাহরণ হিসাবে, 250 ml 0.1 (N) Na_2CO_3 দ্রবণ তৈরী করতে 1.325 g Na_2CO_3 ওজন করতে হবে। যদি কেউ ওজন বোতল থেকে 1.2686 g Na_2CO_3 সূক্ষ্মভাবে ওজন করে 250 mL দ্রবণ তৈরী করেন

তবে সেই মুখ্য প্রমাণ দ্রবণটির শক্তি হবে $(1.2686/1.325) \left(\frac{N}{10}\right)$ বা $0.957 \left(\frac{N}{10}\right)$, অর্থাৎ $0.0957 (N)$ ।

● টাইট্রেশন (অনুমাপন) সম্পর্কিত কয়েকটি শব্দ-পরিচিতি :

একটি জ্ঞাতমাত্রায় দ্রবণের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটিয়ে অন্য একটি অজ্ঞাতমাত্রার দ্রবণের শক্তি নির্ণয় করতে আমরা টাইট্রেশন বা অনুমাপনের সাহায্য নিয়ে থাকি। এতে যে কোন একটি দ্রবণের একটি নির্দিষ্ট আয়তনকে (সচরাচর 25 ml) পিপেটের সাহায্যে কনিক্যাল ফ্লাস্কে নিয়ে তাতে ব্যুরেট থেকে অন্য দ্রবণটি ধীরে ধীরে যোগ করা হয়—দুটি দ্রবণ ভালভাবে নেড়ে মিশিয়ে বিক্রিয়া করতে থাকে এবং একটি সুবিধাজনক পদ্ধতিতে (নির্দেশক বা সূচকের সাহায্যে) আমরা বিক্রিয়ার সমাপ্তি বুঝতে পারি। এই কাজে পিপেটে করে যে নির্দিষ্ট আয়তনের দ্রবণ টাইট্রেশনের জন্য নেওয়া হল তাকে বলা হয় অ্যালিকট (aliquot)। কনিক্যাল ফ্লাস্কে aliquot টি নেবার পরে তাতে প্রয়োজনমত জল, সূচক ইত্যাদি মেশাতে হতে পারে। কনিক্যাল ফ্লাস্কে যে দ্রবণটিকে টাইট্রেশন করা হচ্ছে তাকে বলা হয় টাইট্র্যান্ড (titrand); ব্যুরেট থেকে যে দ্রবণটি যোগ করা হচ্ছে তাকে বলা হয় টাইট্র্যান্ট (titrant) বা অনুমাপক। সমাপ্তিক্ষণ পর্যন্ত titrant-এর যতটা আয়তন প্রয়োজন হল তাকে বলা হয় টাইট্র (titre)। টাইট্রেশন করার সময় অ্যালিকট এর সমতুল্য পরিমাণ টাইট্র্যান্ট (titrant) যোগ করে আমরা ওই টাইট্রেশনের একটি তুল্যাঙ্কবিন্দু বা equivalence point-এ পৌঁছাই, সচরাচর এটাকে end point বা সমাপ্তিবিন্দু ও বলা হয়। বিভিন্ন সূচকের বর্ণ পরিবর্তন থেকে বা অন্য কোন ধর্মের পরিবর্তন থেকে (যেমন তড়িৎপরিবাহিতা) এই তুল্যাঙ্কবিন্দু বোঝা যায়। অনেক ক্ষেত্রে একটি তুল্যাঙ্কবিন্দুর পরেও টাইট্রেশন চালিয়ে আর একটি তুল্যাঙ্ক-বিন্দু পাওয়া যায়। সেক্ষেত্রে অন্য সূচক ব্যবহার করা হয়। যেমন সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণকে সালফিউরিক অ্যাসিড দিয়ে টাইট্রেশন করার সময় ফিনলপথ্যালিন সূচক ব্যবহার করে প্রথম তুল্যাঙ্ক বিন্দু পাওয়া যায়। এই পর্যায়ে সমাপ্ত কার্বনেট বাইকার্বনেট রূপান্তরিত হয়। পরের ধাপে মিথাইল অরেঞ্জ সূচক ব্যবহার করে বাইকার্বনেটের প্রশমন পর্যন্ত আর একটি তুল্যাঙ্কবিন্দু পাওয়া যায়।

টাইট্রেশনের সমাপ্তিবিন্দু নিবৃপণ করতে সচরাচর যে সমস্ত সূচক ব্যবহার করা হয় সেগুলি প্রধানত :
তিনরকম :

(i) আভ্যন্তরীণ সূচক (internal indicators) : এই ধরনের সূচকগুলিকে বিক্রিয়ারত দ্রবণে (titrand দ্রবণে), সাধারণতঃ শুরুরেই যোগ করা হয়। বিভিন্ন অঙ্গ-ক্ষার সূচক (ফিনপথ্যালিন, মিথাইল অরেঞ্জ ইত্যাদি), জারণ-বিজারণ সূচক (যেমন ডাইফিনাইল অ্যামিন) ইত্যাদি এই পর্যায়ে পড়ে।

(ii) বাহ্যিক বা বাইরের সূচক (external indicators) : এই ধরনের সূচকগুলি সরাসরি বিক্রিয়ার দ্রবণে যোগ না করে বাইরে একটি প্লেটে রাখা হয় এবং কিছুক্ষণ পর পর একটি ক্যাপিলারি টিউবের সাহায্যে এক ফোঁটা করে বিক্রিয়াশীল দ্রবণ ঐ সূচকে যোগ করে বর্ণপরিবর্তন লক্ষ করা হয়। 'পটাশিয়াম ফেরিসায়ানাইড' (পটাসিয়াম হেক্সাসায়ানোফেরেট III) এরকম একটি সূচক। পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণের সাহায্যে ফেরাস আয়নের টাইট্রেশনে এটি ব্যবহার করা যায়। প্রথমবার টাইট্রেশনে 1-2 ml ডাইক্রোমেট দ্রবণ যোগ করার পরে পরে কনিক্যাল ফ্লাস্কের দ্রবণ বাইরে এনে স্পট প্লেটে রাখা পটাসিয়াম ফেরিসায়ানাইড দ্রবণে যোগ করে দেখা হয়। যতক্ষণ গাঢ় নীল রঙের অধঃক্ষেপ তৈরী হতে দেখা যায় (Turnbulls' flue, ফেরিক ফেরোসায়ানাইড) ততক্ষণ দ্রবণে Fe^{2+} আয়ন আছে বুঝতে হবে। এইভাবে প্রয়োজনীয় পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণের আয়তনের একটি মোটামুটি ধারণা পাওয়া যাবে। দ্বিতীয়বার টাইট্রেশন করার সময় শুধুমাত্র শেষ পর্যায়ে 0.1-0.2 ml

ব্যবধানে একই রকম পরীক্ষা করে দেখা হয়। তৃতীয়বার টাইট্রেশন করে আরও সঠিকভাবে এই তুল্যাঙ্ক বিন্দু নির্ণয় করা যেতে পারে। তবে বোঝাই যাচ্ছে, ভাল আভ্যন্তরীণ সূচক পাওয়া গেলে আর এই পদ্ধতির উপযোগিতা থাকে না।

(iii) স্বয়ং সূচক (Self-indicators) : অনেক সময় টাইট্রেশনে ব্যবহৃত যে কোন একটি দ্রবণ নিজেই তুল্যাঙ্কবিন্দুর পরে দ্রবণের রঙের পরিবর্তন ঘটায় আর তা থেকেই টাইট্রেশনের সমাপ্তি নির্দেশিত হয়। পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের সচরাচর ব্যবহৃত 0.1(N) বা 0.05(N) দ্রবণের মাত্র একটি ফেঁটা অতিরিক্ত হলেই 100-150 ml দ্রবণে বোধগম্য গোলাপী রঙ দেখা যায়।

6.6 বিভিন্ন ধরনের টাইট্রেশন

সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়ার প্রকৃতি অনুযায়ী আমরা টাইট্রেশন বা অনুমাপন পদ্ধতিগুলিকে কয়েকটি প্রধান শ্রেণীতে ভাগ করতে পারি :

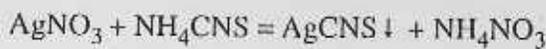
(i) অম্ল-ক্ষার বা প্রশমন টাইট্রেশন (Acid-Base titration) : এ ধরনের টাইট্রেশন একটি অম্ল ও একটি ক্ষারের প্রশমনের উপর নির্ভর করে। সাধারণতঃ আমরা উপযুক্ত কোন সূচকের বর্ণ পরিবর্তন থেকে এই প্রশমন-ক্ষণ বুঝতে পারি। দ্রবণের তড়িৎপরিবাহিতা মেপেও এই প্রশমন অনুধাবন করা যায়।

অম্ল-ক্ষার টাইট্রেশনে প্রত্যক্ষ অম্ল এবং ক্ষারের প্রশমন ছাড়াও অম্ল বা ক্ষারধর্মী যৌগগুলিকেও অন্তর্ভুক্ত করা যায়। উদাহরণ হিসাবে বোরাক্স ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) বা সোডিয়াম অ্যাসিটেট যৌগদুটি মূলতঃ লবণ হলেও উপযুক্ত সূচকের সাহায্যে এদের ক্ষার হিসাবে টাইট্রেশন করা যায়।

অম্ল-ক্ষার টাইট্রেশনে সূচক নির্বাচন একটি গুরুত্বপূর্ণ ব্যাপার। অ্যাসিড ও ক্ষারের প্রকৃতির উপর, অর্থাৎ তারা তীব্র না মৃদু, সেই অনুযায়ী প্রশমনক্ষণের আগে ও পরে দ্রবণের pH পরিবর্তিত হয়। এই pH পরিবর্তনের উপরেই সূচকের রঙের পরিবর্তন নির্ভর করে। পরের পর্যায়ে আমরা এ বিষয়ে আরও বিশদ আলোচনা করব।

(ii) জারণ-বিজারণ টাইট্রেশন (Redox titration) : এই টাইট্রেশনে একটি জারক ও একটি বিজারক পদার্থের মধ্যে বিক্রিয়া ঘটানো হয়। বিক্রিয়া যেমন যেমন এগোতে থাকে, দ্রবণের জারক-বিজারক যুগল দুটির বিজারণ বিভবও সেই অনুসারে পাল্টাতে থাকে। সমাপ্তি (তুল্যাঙ্ক) বিন্দুর ঠিক পরেই জারণ-বিজারণে অংশ নিয়ে নিজের রঙের পরিবর্তন ঘটাতে পারে এমন কোন পদার্থকে এই টাইট্রেশনে সূচক হিসাবে ব্যবহার করা হয়। বেরিয়াম ডাইফিনাইলঅ্যামিন সালফোনেট এরকম একটি সূচক আবার পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ দিয়ে টাইট্রেশনের সময় তার নিজের রঙই তুল্যবিন্দু নির্দেশ করে। জারণ-বিজারণ প্রসঙ্গে জারণ-বিজারণ টাইট্রেশন ও তার তুল্যবিন্দু নির্ণয় বিস্তারিত আলোচিত হয়েছে (ECH 02, 3.4.10 এবং 3.4.11)।

(iii) অধঃক্ষেপণ টাইট্রেশন (Precipitation titration) : এই টাইট্রেশনের সময় একটি বিক্রিয়া পদার্থ স্বল্পদ্রব্য অধঃক্ষেপ গঠন করতে থাকে। অধঃক্ষেপন শেষ হলে অতিরিক্ত বিকারকের উপস্থিতি তুল্যবিন্দু নির্দেশ করে। নানাভাবে এই তুল্যবিন্দু বোঝা যায়। যেমন অ্যামোনিয়াম থায়োসায়ানেট দ্রবণের সাহায্যে সিলভার নাইট্রেটকে টাইট্রেশন করার সময় সিলভার থায়োসায়ানেট অধঃক্ষিপ্ত হয় :

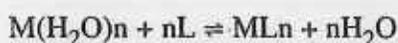


দ্রবণে সূচক হিসাবে ফেরিক অ্যালাম ব্যবহার করা হয়, যাতে তুল্যবিন্দুর পরে একফোঁটা থায়োসায়ানেট দ্রবণ যোগ করলেই তা ফেরিক আয়নের সঙ্গে রক্তের মত লালরঙ উৎপন্ন করে।

পটাসিয়াম ক্রোমেট দ্রবণকে সূচক হিসাবে ব্যবহার করে সিলভার নাইট্রেট দ্রবণের সাহায্যে ক্রোরাইড বা ব্রোমাইড লবণের জলীয় দ্রবণের টাইট্রেশন করা যায়। প্রায় সমস্ত ক্রোরাইড অধঃক্ষিপ্ত হবার পরে সিলভার ক্রোমেটের লালচে অধঃক্ষেপ টাইট্রেশনের তুল্যবিন্দু নির্দেশ করে।

সিলভার নাইট্রেট দ্রবণঘটিত টাইট্রেশনকে argentometry বা রৌপ্যমিতি বলা হয়।

(iv) জটিল যৌগ গঠনের ভিত্তিতে টাইট্রেশন জটিলমিতি (Complexometric titrations) : এই পদ্ধতিতে সাধারণতঃ একটি উপযুক্ত লিগ্যান্ডের প্রমাণ দ্রবণের সাহায্যে কোন ধাতব আয়নের দ্রবণের টাইট্রেশন করা হয়, লিগ্যান্ড (L) ধাতব আয়নকে ঘিরে থাকা দ্রাবক অণুগুলিকে প্রতিস্থাপিত করে :



বিশেষ ধরনের সূচক ব্যবহার করে এই বিক্রিয়ার তুল্যবিন্দু নিরূপণ করা হয়। ইথিলীন ডাই-অ্যামিনটেট্রাঅ্যাসেটিক অ্যাসিড (EDTA) ব্যবহার করে ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম আয়নের পরিমাণ নির্ধারণ করতে আমরা এই ধরনের টাইট্রেশন হাতে কলমে করবো।

পরিবর্তনের এই প্রকৃতির উপরে নির্ভর করেই তুল্যাঙ্ক-বিন্দু নির্দেশ করার পক্ষে কোন সূচক উপযোগী হবে তা নির্দিষ্ট করা হয়। একটি ভাল সূচক তুল্যাঙ্ক বিন্দুর ঠিক আগে ও পরে খুব প্রকটভাবে নিজের বর্ণ পরিবর্তন করবে। সারণি 7.1-এ আমরা কিছু অম্ল-ক্ষার সূচকের সংক্ষিপ্ত পরিচয় উপস্থিত করছি।

সারণি 7.1

কয়েকটি অম্ল-ক্ষার সূচক (নির্দেশক)

সূচক (প্রকৃতি)	ব্যবহৃত দ্রবণ	pH ব্যাপ্তি	অম্লের রঙ	ক্ষারের রঙ
ফিনলথ্যালাইন (অম্ল)	0.5%; 60% অ্যালকোহল	8.0-10.0	বর্ণহীন	লাল (গোলাপী)
থাইমলথ্যালাইন (অম্ল)	0.1%; 90% অ্যালকোহল	9.3-10.5	বর্ণহীন	নীল
ব্রোমোথাইমল ব্লু (অম্ল)	0.05%; 20% অ্যালকোহল	6.0-7.6	হলুদ	নীল
লিটমাস (অম্ল)	1.0%; জল	5.0-8.0	লাল	নীল
মিথাইল রেড (ক্ষার)	0.1%; 60% অ্যালকোহল	4.2-6.2	লাল	হলুদ
মিথাইল অরেঞ্জ (ক্ষার)	0.1%; জলীয়	3.1-4.4	লাল	হলুদ
ব্রোমোক্রোমসল গ্রীণ		3.8-5.4	হলুদ	নীল

প্রশমনের আগে ও পরে দ্রবণের pH পরিবর্তনের সঙ্গে সঙ্গতি রেখে বিভিন্ন ধরণের টাইট্রেশন ব্যবহারের উপযুক্ত কয়েকটি সূচক 7.2 নং সারণিতে উল্লেখ করা হল।

সারণি 7.2

0.1(N) অম্ল ও ক্ষারের প্রশমনে ব্যবহার্য সূচক

অম্ল বা ক্ষারের প্রকৃতি	তুল্যবিন্দুর ঠিক আগে ও পরে pH পরিবর্তন	সূচক
(i) তীব্র অ্যাসিড তীব্র ক্ষার	4-10	মিথাইল অরেঞ্জ, মিথাইল রেড, ফিনলথ্যালাইন ইত্যাদি
(ii) তীব্র অ্যাসিড মৃদু ক্ষার	3-6.5	মিথাইল অরেঞ্জ, মিথাইল রেড, ব্রোমোফেনল ব্লু ব্রোমোফেনল গ্রীন
(iii) মৃদু অ্যাসিড তীব্র ক্ষার	6.5-9	ফিনলথ্যালাইন, থাইমলথ্যালাইন থাইমল ব্লু
(iv) মৃদু অ্যাসিড মৃদু ক্ষার	7.0 (খুব ধীরে পরিবর্তন হয়।)	কোনটিই উপযুক্ত নয়। তবে মিশ্র সূচক যথা মিথাইল রেড + মিথিলিন ব্লু ব্যবহার করা যেতে পারে।

মিশ্র অ্যাসিড বা ক্ষারের ক্ষেত্রে প্রতি পর্যায়ে pH পরিবর্তনের ধাপ অনুযায়ী সূচক নির্বাচন করতে হবে। বহুক্ষারীয় অম্ল বা বহু-আম্লিক ক্ষারের ক্ষেত্রেও একই নীতি প্রযোজ্য। তবে সফল টাইট্রেশনের জন্য এসব ক্ষেত্রে একটি ধাপের প্রশমনের pH ও পরবর্তী ধাপের প্রশমনের pH-এর মধ্যে যথেষ্ট বেশী (5 বা বেশী) পার্থক্য থাকা দরকার।

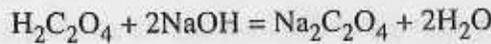
পরবর্তী অংশে আমরা কয়েকটি অম্ল-ক্ষারক টাইট্রেশন হাতে কলমে করব।

7.2 অম্লমিতি ও ক্ষারমিতির পরীক্ষা

7.2.1 পরীক্ষা-1

অক্সালিক অ্যাসিডের প্রমাণ দ্রবণের সাহায্যে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণের শক্তি নির্ণয় (0.1 N মাত্রার)।

নীতি : অক্সালিক অ্যাসিড কেলাসের সংকেত $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ । অ্যাসিডটি দ্বিক্ষারীয়, তাই এর তুল্যাঙ্কভার $126/2 = 63$ । সরাসরি ওজন করে অ্যাসিডটির একটি $\sim 0.1(N)$ মাত্রায় মুখ্য প্রমাণ দ্রবণ তৈরী করা যায়। এই দ্রবণের সঙ্গে মোটামুটি 0.1(N) মাত্রার একটি সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণের টাইট্রেশন করে ক্ষার দ্রবণটির সঠিক শক্তি নির্ণয় করা যায়।



অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণের শক্তি $S_1(N)$ ও আয়তন V_1 হলে এবং তাকে প্রশমিত করতে $S_2(N)$ সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণের V_2 আয়তন প্রয়োজন হলে বলা যায়।

$$V_1 S_1 = V_2 S_2$$

$$\text{বা, } S_2 = \frac{V_1 S_1}{V_2} (N)$$

সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড তীব্র ক্ষার বলে এই টাইট্রেশনে ফিনলথ্যালাইন সূচক ব্যবহার করতে হবে। (সারণি 7.1 দ্রষ্টব্য)।

250 ml 0.1 N দ্রবণের জন্য প্রয়োজনীয় অক্সালিক অ্যাসিড

$$\frac{63}{4 \times 10} g = 1.575 g$$

প্রয়োজনীয় জিনিষ : 250 c.c. আয়তনিক ফ্লাস্ক, 250 c.c. কনিকাল ফ্লাস্ক, 25 c.c. পিপেট, ব্যুরেট (ক্ল্যাম্পসহ), ফানেল বীকার 500 c.c. ঐ ঢাকা, কাঁচদণ্ড, ওজনের ব্যবস্থা।

অক্সালিক অ্যাসিড, সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড, ফিনলথ্যালাইন দ্রবণ।

পদ্ধতি :

1. অক্সালিক অ্যাসিডের মুখ্য প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুতি ($\sim 0.1N$ মাত্রায়)। অনুচ্ছেদ 1.5 দ্রষ্টব্য।

1.575 g এর কাছাকাছি ($\pm 0.1g$ হলে ভাল) পরিমাণ অক্সালিক অ্যাসিডকে রাসায়নিক তুলায়ন্ত্রের সাহায্যে ওজন করে 250 c.c. আয়তনিক ফ্লাস্কে নেওয়া হল। কেলাসগুলি অম্ল জলে সম্পূর্ণ গুলে যাবার পরে জল দিয়ে আয়তনিক ফ্লাস্কটি দাগ পর্যন্ত ভর্তি করতে হবে (দ্রবণের অবতল দিকটি দাগকে স্পর্শ করবে)।

2. সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের দ্রবণ প্রস্তুতি।

সাধারণ তুলায় (rough balance) মোটামুটি 2g সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের গুটি (10-12টি) ওজন করে বীকারে 500 c.c. জলে দ্রবীভূত করতে হবে। পলিথিন বীকার হলেই ভাল হয়। দ্রবণটি ঢাকা দিয়ে রাখতে হবে।

সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের গুটি ওজনের টেবিলে, ব্যালেন্সে বা হাতে পড়া উচিত নয়। স্টেনলেস স্টীলের স্প্যাচুলা বা চামচ ব্যবহার করতে হয়।

সাধারণতঃ এই দ্রবণটি ছাত্রছাত্রীদের সরবরাহ করা হয়ে থাকে।

3. ফিনলথ্যালাইন দ্রবণ প্রস্তুতি।

অল্প ইথিল অ্যালকোহলে সামান্য ফিনলথ্যালাইন গুঁড়ো মিশিয়ে বীকিয়ে নিলেই ফিনলথ্যালাইন দ্রবণ তৈরী হবে।

4. অনুমাপন (টাইট্রেশন)।

এই টাইট্রেশনে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণটি কনিকাল ফ্লাস্কে নেওয়া হয় কারণ এই দ্রবণ ব্যুরেটে ব্যবহার করলে তা কাঁচের সঙ্গে বিক্রিয়া করে ও প্রায়ই ব্যুরেট আটকে যায়।

(i) পিপেটটি সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ দিয়ে ধুয়ে নিয়ে (rinse করে) তার সাহায্যে 25 c.c. ওই দ্রবণ কনিকাল ফ্লাস্কে নিন। 2 ফোঁটা ফিনলথ্যালাইন দ্রবণ যোগ করুন। দ্রবণটি ম্যাজেন্টা রঙ হবে।

(ii) ব্যুরেটটিকে অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণ দিয়ে রিন্স করে ওই দ্রবণ দিয়ে ভর্তি করা হল ('0' দাগ পর্যন্ত)।

(iii) ব্যুরেট থেকে কনিকাল ফ্লাস্কে ধীরে ধীরে অ্যাসিড দ্রবণ যোগ করে টাইট্রেশন সম্পন্ন করুন— কনিকাল ফ্লাস্কটি ধীরে ধীরে নাড়ুন ও গোলাপী রঙ সম্পূর্ণ মিলিয়ে যাওয়া মাত্র ব্যুরেট বন্ধ করে পাঠ নিন।

(iv) (i) থেকে (iii) পর্যন্ত পর্যায়ের পুনরাবৃত্তি করে আরও দু-বার টাইট্রেশন করুন। ব্যুরেটের পাঠগুলির মধ্যে 0.2 c.c. বেশী ব্যবধান যেন না থাকে।

পরীক্ষার ফল :

1. অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণের শক্তি

দ্রবণের আয়তন = 250 cm^3 অ্যাসিড ও ওজন বোতলের প্রথম ও শেষ ওজন :

প্রথম ওজন	শেষ ওজন	গৃহীত ওজন	দ্রবণের শক্তি
ω_1 (g)	ω_2 (g)	$(\omega_1 - \omega_2)$ (g)	$\frac{\omega_1 - \omega_2}{1.575 \times 10} (N) = S_1 (N)$

2. টাইট্রেশনের ফল

পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	ক্ষার দ্রবণের আয়তন V_1 (ml)	ব্যুরেট-পাঠ		অ্যাসিডের আয়তন ml	গড় আয়তন V_2 (ml)
		প্রথম	শেষ		
1					
2					
3					

3. গণনা

অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণের শক্তি = $S_1(N)$ ক্ষার দ্রবণের শক্তি = $\frac{V_1 S_1}{V_2}(N) = S_2(N)$ গ্রাম প্রতি লিটার

এককে শক্তি = $S_2 \times 40 \text{gL}^{-1}$

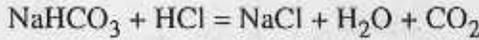
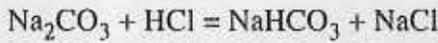
7.2.2 পরীক্ষা-2

হাইড্রোক্সিক অ্যাসিড দ্রবণের (0.1 N মাত্রার) শক্তি নির্ণয়।

নীতি : হাইড্রোক্সিক অ্যাসিড একটি তীব্র অ্যাসিড। যে কোন প্রমাণ ক্ষার দ্রবণের সঙ্গে টাইট্রেশন করে এর শক্তি নির্ণয় করা যায়।

[পরীক্ষা—1 অনুযায়ী 0.1N সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের গৌণ প্রমাণ দ্রবণ তৈরী করে তার সাপেক্ষে টাইট্রেশন করে হাইড্রোক্সিক অ্যাসিডের শক্তি নির্ণয় করা সম্ভব। তীব্র অ্যাসিড ও তীব্র ক্ষারের টাইট্রেশনটিতে যে কোন সূচক ব্যবহার করা চলে। এক্ষেত্রে ব্যুরেটে হাইড্রোক্সিক অ্যাসিড দ্রবণ নিয়ে 1নং পরীক্ষার মত সব কিছু করতে হবে।]

অপরপক্ষে, সরাসরি ওজনে সোডিয়াম কার্বনেটের মুখ্য প্রমাণ দ্রবণ তৈরী করে তার সঙ্গে হাইড্রোক্সিক অ্যাসিড দ্রবণের টাইট্রেশন করা সম্ভব। বিক্রিয়াটি দু-ধাপে হয় :



প্রথম ধাপের পরে, অর্থাৎ সোডিয়াম কার্বনেটের অর্ধ প্রশমনের পরে দ্রবণের pH 8-এর কাছাকাছি চলে আসবে ও ফিনলথ্যালাইন বর্ণহীন হয়ে যাবে। তাই এই টাইট্রেশনে মিথাইল অরেঞ্জ সূচক ব্যবহার করতে হবে।

সোডিয়াম কার্বনেটের তুল্যাঙ্ক ভার 53। সুতরাং 250 ml 0.1 N দ্রবণের জন্য 53/40 g বা 1.325 g Na_2CO_3 প্রয়োজন।

সরঞ্জাম : 1 নং পরীক্ষার মত। বাড়তি লাগবে বিশুদ্ধ শুষ্ক সোডিয়াম কার্বনেট, হাইড্রোক্সিক অ্যাসিড ও মিথাইল অরেঞ্জ সূচক।

পদ্ধতি :

1. 1.325 g-এর কাছাকাছি ওজনে Na_2CO_3 সূক্ষ্ম ভাবে মেপে 250 ml আয়তন ফ্লাস্কে একটি ~ 0.1 N মাত্রার প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুত করুন।

2. গাঢ় হাইড্রোক্সিক অ্যাসিডের শক্তি 12 N এর কাছাকাছি হয়। একটি 500 ml বীকারে 480 ml জল নিয়ে তাতে 4 ml গাঢ় HCl (10 ml মাপন চোঙ বা measuring cylinder ব্যবহার করুন) যোগ করলে মোটামুটি 0.1 N মাত্রায় HCl দ্রবণ তৈরী হবে।

3. পিপেটের সাহায্যে 25 ml সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ একটি 250 ml কণিকাল ফ্লাস্কে নিয়ে তাতে 2-3 ফোঁটা মিথাইল অরেঞ্জ সূচক যোগ করুন।

4. ব্যুরেট হাইড্রোক্সিক অ্যাসিড দ্রবণ ভর্তি করে ('0' দাগ পর্যন্ত) তার সাহায্যে সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণটি টাইট্রেশন করুন। দ্রবণের রঙ হালকা হলুদ থেকে স্থায়ীভাবে হালকা লালে পরিবর্তিত হলে ব্যুরেটের পাঠ নিন।

5. 3নং ও 4নং নির্দেশমত তিনবার টাইট্রেশন করুন।

ফলাফল :

1. সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণের শক্তি

1নং পরীক্ষার অনুরূপ ওজনের ছক তৈরী করুন। গৃহীত সোডিয়াম কার্বনেটের ওজন ω g হলে দ্রবণের শক্তি হবে।

$$\frac{\omega}{1.325 \times 10} (N) = S_1 (N) \text{ ধরি}$$

2. হাইড্রোক্সিক অ্যাসিডের শক্তি নির্ণয়

Na_2CO_3 দ্রবণের আয়তন = 25 ml, শক্তি = $S_1 (N)$

পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	বুরেট পাঠ		অ্যাসিডের আয়তন (ml)	গড় আয়তন (V_2) (ml)
	প্রথম	শেষ		
1				
2				
3				

হাইড্রোক্সিক অ্যাসিড দ্রবণের শক্তি

$$\frac{25 \times S_1}{V_2} (N) = S_2 (N) \text{ ধরি}$$

গ্রাম প্রতি লিটারে শক্তি = $S_2 \times 36.5 \text{ gL}^{-1}$

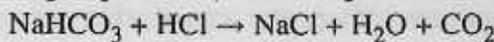
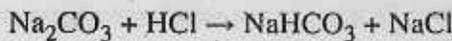
7.2.3 পরীক্ষা—3

সোডিয়াম কার্বনেট ও বাইকার্বনেটের মিশ্রণ

তত্ত্ব : সোডিয়াম কার্বনেটের প্রশমন দুটি ধাপে সম্পন্ন হয় (পরীক্ষা 2.2.2)। ফিনলথ্যালাইন সূচক নির্দেশক সোডিয়াম কার্বনেটের সঙ্গে লাল রঙ দেয় কিন্তু সোডিয়াম বাইকার্বনেটের সঙ্গে কোন রঙ দেয় না। কাজেই কোন কার্বনেট-বাইকার্বনেট মিশ্রণকে ফিনলথ্যালাইন সূচকের উপস্থিতিতে প্রমাণ অ্যাসিড দ্রবণের সঙ্গে টাইট্রেশন করে আমরা কার্বনেটের অর্ধ-প্রশমনের জন্য প্রয়োজনীয় অ্যাসিডের পরিমাণ জানতে পারব [ধরি V_1 ml $S_1(N)$]।

এবার আলাদাভাবে ঐ একই মিশ্র দ্রবণকে মিথাইল অরেঞ্জ সূচক দিয়ে প্রথম থেকে টাইট্রেশন করলে আমরা দ্রবণে মোট কার্বনেট ও বাইকার্বনেটের সমতুল্য অ্যাসিডের আয়তন জানতে পারব [ধরি V_2 ml $S(N)$]।

মনে করি, প্রতি টাইট্রেশনে মিশ্র দ্রবণের 25 ml aliquot ব্যবহার করা হয়েছে এবং ঐ পরিমাণ দ্রবণে সোডিয়াম কার্বনেটের পরিমাণ x তুল্যাক ও সোডিয়াম বাইকার্বনেটের পরিমাণ y তুল্যাক। সেক্ষেত্রে :



(i) ফিনলপ্‌থ্যালিন যোগে টাইট্রেশনে প্রয়োজনীয় অ্যাসিড = $\frac{x}{2}$ তুল্যাঙ্ক [V_1 ml S(N)]

(ii) আলাদাভাবে মিথাইল অরেঞ্জ যোগে টাইট্রেশনে প্রয়োজনীয় অ্যাসিড = $(x + y)$ তুল্যাঙ্ক [V_2 ml S(N)]

$$\text{অর্থাৎ, } \frac{V_1 S}{1000} = \frac{x}{2}; \frac{V_2 S}{1000} = x + y$$

x ও y এর মান নির্ণয় করে আমরা দুটি ক্ষরের শক্তি নির্ণয় করতে পারি :

25 ml দ্রবণে সোডিয়াম কার্বনেট = x তুল্যাঙ্ক

∴ 1000 ml দ্রবণে সোডিয়াম কার্বনেট = $40x$ তুল্যাঙ্ক

∴ দ্রবণে সোডিয়াম কার্বনেটের শক্তি = $40x$ (N)

গ্রাম প্রতি লিটারে শক্তি = $40 \times 53x$ gL⁻¹

অনুরূপভাবে,

দ্রবণে সোডিয়াম বাইকার্বনেটের শক্তি = $40y$ (N)

গ্রাম প্রতি লিটারে শক্তি = $40 \times 84y$ gL⁻¹

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক ও যন্ত্রপাতি : টাইট্রেশনের সরঞ্জাম (আগের মত), অজ্ঞাত ক্ষার মিশ্রণের দ্রবণ, প্রমাণ HCl দ্রবণ, ফিনলপ্‌থ্যালিন ও মিথাইল অরেঞ্জ সূচক।

পদ্ধতি : (i) পিপেটের সাহায্যে অজ্ঞাত ক্ষার মিশ্রণের 25 সিসি দ্রবণ কনিকাল ফ্লাস্কে নিয়ে 2-3 ফোঁটা ফিনলপ্‌থ্যালিন সূচক যোগ করে প্রমাণ অ্যাসিডের সাহায্যে টাইট্রেশন করুন। (দ্রবণ লালভা, থেকে বর্ণহীন হবে)।

আরও দু-বার টাইট্রেশনটির পুনরাবৃত্তি করুন।

(ii) একই ভাবে নতুন করে 25 ml ক্ষার দ্রবণ নিয়ে মিথাইল অরেঞ্জ সূচক দিয়ে টাইট্রেশন করুন (দ্রবণ হলুদ থেকে কমলা হবে)।

এই টাইট্রেশনেরও তিনবার পুনরাবৃত্তি করুন।

যথাযথ ছকে পরীক্ষার ফল রেকর্ড করুন।

পরীক্ষার ফল : HCl দ্রবণের শক্তি : S_1 (N) (ধরি)

গৃহীত ক্ষার দ্রবণের আয়তন : 25 ml

সূচক	পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	ব্যুরেট পাঠ		অ্যাসিডের আয়তন (ml)	গড় আয়তন (ml)
		প্রথম	শেষ		
ফিনলপ্‌থ্যালিন সূচক	1				V_1 (ধরি)
	2				
	3				
মিথাইল অরেঞ্জ সূচক	1				V_2 (ধরি)
	2				
	3				

25 ml মিশ্র ক্ষার দ্রবণে সোডিয়াম কার্বনেটের জন্য প্রয়োজন $2V_1$ ml অ্যাসিড।

∴ সোডিয়াম বাইকার্বনেটের জন্য প্রয়োজন $(V_2 - 2V_1)$ ml অ্যাসিড।

সোডিয়াম কার্বনেটের শক্তি $= S_1(N)$ ধরি।

$$\therefore 25 \times S_1 = 2V_1 \times S$$

$$\text{বা, } S_1 = \frac{2V_1 \times S}{25}(N)$$

অনুবৃত্তভাবে, $(= S_1 \times 53 \text{ gL}^{-1})$

সোডিয়াম বাইকার্বনেটের সাপেক্ষে ওই দ্রবণের শক্তি $S_2(N)$ হলে

$$25 \times S_2 = (V_2 - 2V_1)S$$

$$\text{বা, } S_2 = \frac{V_2 - 2V_1}{25}(N)$$

$$(= S_2 \times 84 \text{ gL}^{-1})$$

এই টাইট্রেশনের তত্ত্ব আলোচনার সময় যে ভাবে বলা হয়েছে, সেভাবে হিসেব করলেও একই ফল পাওয়া যাবে।

বিকল্প পদ্ধতি :

এই পদ্ধতিতে একই ক্ষার দ্রবণে পর্যায়ক্রমে ফিনলপথ্যালিন ও মিথাইল অরেঞ্জ সূচক ব্যবহার করে দুটি ক্ষারের পরিমাণ নির্ণয় করা যায়। প্রথমে কোন কার্বনেট-বাইকার্বনেট মিশ্রণকে ফিনলপথ্যালিন সূচকের উপস্থিতিতে প্রমাণ অ্যাসিড দ্রবণের সঙ্গে টাইট্রেশন করে আমরা কার্বনেটের অর্ধ-প্রশমনের জন্য প্রয়োজনীয় অ্যাসিডের পরিমাণ জানতে পারব। এবার ওই মিশ্রণেই মিথাইল অরেঞ্জ সূচক যোগ করে টাইট্রেশন করলে আমরা সোডিয়াম কার্বনেটের বাকী অর্ধ-প্রশমন এবং গৃহীত সোডিয়াম বাই-কার্বনেটের প্রশমনের জন্য প্রয়োজনীয় মোট অ্যাসিডের পরিমাণ জানতে পারব।

যদি 25ml দ্রবণে x তুল্যাঙ্ক কার্বনেট ও y তুল্যাঙ্ক বাইকার্বনেট থাকে তবে

(i) ফিনলপথ্যালিন সূচকে টাইট্রেশনে প্রয়োজনীয় অ্যাসিড $= \frac{x}{2}$ তুল্যাঙ্ক

[ধরি V_1 ml $S(N)$]

(ii) ওই দ্রবণে মিথাইল অরেঞ্জ সূচক যোগ করে দ্বিতীয় পর্যায়ে টাইট্রেশনে

প্রয়োজনীয় অ্যাসিড $= \left(\frac{x}{2} + y \right)$ তুল্যাঙ্ক

[ধরি V_2 ml $S(N)$]

$$\therefore \frac{V_1 S}{1000} = \frac{x}{2}; \quad \frac{V_2 S}{1000} = \frac{x}{2} + y$$

পদ্ধতি :

(i) পিট্টেটের সাহায্যে 25 ml ক্ষার দ্রবণ 250 ml কনিকাল ফ্লাস্কে নিন।

(ii) ফিনলপ্‌থ্যালিন সূচক যোগ করে টাইট্রেশন করুন। ব্যুরেট থেকে অ্যাসিডের আয়তন লক্ষ করুন। ব্যুরেট ভালভাবে বন্ধ রাখুন।

(iii) ঐ একই দ্রবণের মধ্যে এবার মিথাইল অরেঞ্জ সূচক যোগ করে ওই ব্যুরেট থেকেই অ্যাসিড যোগ করে টাইট্রেশন শেষ করুন। ব্যুরেটের শেষ পাঠটি লক্ষ করুন।

(iv) (i) থেকে (iii) পর্যন্ত ধাপগুলি পুনরাবৃত্তি করে আরও দু-বার টাইট্রেশন করুন।

ফলাফল :

গড় আয়তন V_1

গড় আয়তন V_2

পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	ফিনল থ্যালিন			মিথাইল অরেঞ্জ		
	ব্যুরেট পাঠ		অ্যাসিডের আয়তন ml	ব্যুরেট পাঠ		অ্যাসিডের আয়তন ml
	প্রথম	শেষ		প্রথম	শেষ	
1						
2						
3						

ধরি, অ্যাসিডের শক্তি = $S(N)$

সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণের শক্তি = $S_1(N)$

$$\therefore 25 \times S_1 = 2V_1 \times S$$

$$\text{বা, } S_1 = \frac{2V_1 \times S}{25}(N)$$

আবার, সোডিয়াম বাইকার্বনেটের সাপেক্ষে ওই দ্রবণের শক্তি $S_2(N)$ হলে

$$25 \times S_2 = (V_2 - V_1)S$$

$$\text{বা, } S_2 = \frac{(V_2 - V_1) \times S}{25}(N)$$

আগের মতই, নিজ নিজ তুল্যাঙ্কভার দিয়ে নরম্যালিটিকে গুণ করে গ্রাম প্রতি লিটারে পরিমাণ নির্ণয় করা যাবে।

7.2.4 পরীক্ষা—4

সোডিয়াম কার্বনেট ও সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের মিশ্রণের উপাদানগুলির পরিমাণ নির্ণয়।

তত্ত্ব : সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড তীব্র ক্ষার। তাই এর টাইট্রেশনে যে কোন সূচক ব্যবহার করা যায়। ফিনলপ্‌থ্যালিন ব্যবহার করে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড ও সোডিয়াম কার্বনেটের মিশ্র দ্রবণের টাইট্রেশন করলে সমস্ত সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড ও সোডিয়াম কার্বনেটের অর্ধ প্রথম ঘটলে ফিনলপ্‌থ্যালিন বর্ণহীন হয়ে যাবে।

এইবার এই দ্রবণে মিথাইল অরেঞ্জ সূচক যোগ করে টাইট্রেশন চালিয়ে গেলে আমরা দ্রবণে সোডিয়াম কার্বনেটের যে অর্ধাংশ অপ্রশমিত ছিল তার তুল্যাঙ্ক পাব।

মনে করি, প্রমাণ অ্যাসিডের শক্তি = $S(N)$ 25ml ক্ষার দ্রবণকে ফিনলপথ্যালিন দিয়ে টাইট্রেশন করতে অ্যাসিড প্রয়োজন হয় = V_1 ml

ওই দ্রবণের মধ্যেই মিথাইল অরেঞ্জ যোগ করে প্রয়োজনীয় অ্যাসিড = V_2 ml

সুতরাং, দ্রবণে উপস্থিত সোডিয়াম কার্বনেট = $2V_2$ ml অ্যাসিড দ্রবণ

যদি সোডিয়াম কার্বনেটের শক্তি $S_2(N)$ হয়, তবে

$$25 \times S_2 = 2V_2 \times S$$

$$\text{বা, } S_2 = \frac{2V_2 \times S}{25} (N)$$

যদি দ্রবণে উপস্থিত সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের শক্তি $S_1 (N)$ হয় তবে,

$$25 \times S_1 = (V_1 - V_2) \times S$$

$$\text{বা, } S_1 = \frac{(V_1 - V_2) \times S}{25} (N)$$

প্রত্যেক উপাদানের তুল্যাঙ্কভার দিয়ে তার নর্ম্যালমাত্রাকে গুণ করে গ্রাম প্রতি লিটারে শক্তি পাওয়া যাবে।

পদ্ধতি : (i) 25 ml ক্ষার মিশ্রণকে পিপেটের সাহায্যে একটি 250 ml কনিকাল ফ্লাস্কে নিয়ে ফিনলপথ্যালিন সূচক দিয়ে প্রমাণ অ্যাসিড দ্রবণের সাহায্যে টাইট্রেশন করুন। ব্যুরেটের পাঠ লক্ষ করুন।

(ii) এবার ওই দ্রবণেই 2-3 ফোঁটা মিথাইল অরেঞ্জ সূচকের সাহায্যে টাইট্রেশন করুন।

প্রতিবারের ব্যুরেট পাঠকে লিপিবদ্ধ করে তা থেকে দ্রবণের শক্তি নির্ণয় করুন।

(iii) পুরো প্রক্রিয়াটি 2-3 বার পুনরাবৃত্তি করুন।

ফলাফল :

প্রমাণ অ্যাসিড দ্রবণের শক্তি = $S(N)$

প্রতি টাইট্রেশনে ব্যবহৃত ক্ষার দ্রবণ = 25 ml

এবার কার্বনেট-বাইকার্বনেট মিশ্রণ বিশ্লেষণের দ্বিতীয় পদ্ধতির অনুরূপ ছক তৈরী করুন।

গণনা : তত্ত্বের সঙ্গে আলোচিত হয়েছে।

7.2.5 পরীক্ষা— 5

HCl ও CH_3COOH এর মিশ্রণের বিশ্লেষণ

তত্ত্ব : হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড তীব্র অ্যাসিড। একে তীব্র ক্ষার কস্টিক সোডার দ্রবণ দিয়ে টাইট্রেশন করলে সমাপ্তি বিন্দুর আগে পরে দ্রবণের pH 4 থেকে বেড়ে 10-এর কাছে চলে যাবে। এই পরিবর্তন যে কোন সূচকেই ভালভাবে বোঝা যাবে। কিন্তু অ্যাসেটিক অ্যাসিড একটি মৃদু অ্যাসিড হওয়াতে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দিয়ে টাইট্রেশন করার সময় সমাপ্তি বিন্দুতে pH মোটামুটি 7 থেকে বেড়ে 10-এর কাছে যাবে। এক্ষেত্রে ফিনলপথ্যালিন সূচক উপযোগী হবে।

কোন মিশ্রণে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও অ্যাসেটিক অ্যাসিড বর্তমান থাকলে ওই মিশ্রণকে ফিনলপথ্যালিন

সূচক ব্যবহার করে প্রমাণ সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ দিয়ে টাইট্রেশন করলে মিশ্রণে সর্বমোট অ্যাসিডের পরিমাণ জানা যাবে। এরপর ঐ মিশ্রণের আর একটি অংশ আলাদাভাবে মিথাইল অরেঞ্জ সূচকের উপস্থিতিতে টাইট্রেশন করলে হাইড্রোক্সিক অ্যাসিডের পরিমাণ জানা যাবে। এই দুটি ফল থেকে অ্যাসেটিক অ্যাসিডের পরিমাণ নির্ণয় করতে হবে।

প্রমাণ NaOH দ্রবণের শক্তি S(N)।

25 ml অ্যাসিড মিশ্রণ $\equiv V_1$ ml NaOH দ্রবণ (ফিনলথ্যালিন)

25 ml অ্যাসিড মিশ্রণ $\equiv V_2$ ml NaOH দ্রবণ (মিথাইল অরেঞ্জ)

আমরা জানি,

1000 ml 1N NaOH দ্রবণ $\equiv 1$ তুল্যাঙ্ক অ্যাসিড

$$\therefore 25 \text{ ml অ্যাসিড মিশ্রণে মোট অ্যাসিড} = \frac{V_1 \times S}{1000} \text{ তুল্যাঙ্ক}$$

$$\text{এবং } 25 \text{ ml অ্যাসিড মিশ্রণে HCl} = \frac{V_2 \times S}{1000} \text{ তুল্যাঙ্ক।}$$

$$\therefore 25 \text{ ml মিশ্রণে } \text{CH}_3\text{COOH} = \frac{(V_2 - V_1) \times S}{1000} \text{ তুল্যাঙ্ক।}$$

1000 ml বা 1 লিটারে প্রত্যেক অ্যাসিডের পরিমাণ হবে এর 40 গুণ। দ্রবণের নরমাল মাত্রাও তাই হবে।

উপকরণ : আগের টাইট্রেশনের মত।

পদ্ধতি : (i) প্রদত্ত অ্যাসিড মিশ্রণের 25ml পিপেটের সাহায্যে একটি 250ml কনিকাল ফ্লাস্কে নিন। এতে

2-টেস্টিউব জল (≈ 40 ml) ও 2-ফোঁটা ফিনলথ্যালিন সূচক যোগ করুন।

(ii) ব্যুরেট প্রমাণ NaOH দ্রবণ (~ 0.1 N) নিয়ে তার সাহায্যে অ্যাসিড মিশ্রণকে টাইট্রেশন করুন।

(iii) আর ও দু-বার টাইট্রেশন করুন।

(iv) এবার অ্যাসিড মিশ্রণের 25ml নিয়ে অনুবৃত্তভাবে জল ও মিথাইল অরেঞ্জ সূচক ব্যবহার করে টাইট্রেশন করুন।

(v) এই টাইট্রেশনটিরও দু-বার পুনরাবৃত্তি করুন।

(vi) NaOH দ্রবণের শক্তি জানা না থাকলে কোন প্রমাণ অ্যাসিড দ্রবণের সাহায্যে এর শক্তি নির্ণয় করুন।

(vii) কাজের শেষে অতি অবশ্য ব্যুরেটটিকে দু-তিনবার জল দিয়ে ঝাঁকিয়ে ধুয়ে রাখুন ও স্টপকক্টি আলগা করে নিন।

ফলাফল : পূর্ববর্তী টাইট্রেশনের অনুসরণে উপযুক্ত ছক তৈরী করুন।

গণনা : তত্ত্বের শেষ অংশ দেখুন। HCl ও CH_3COOH -এর নরমালমাত্রা নির্ণয় করুন। গ্রাম প্রতি লিটারে মান নির্ণয়ের জন্য অ্যাসিডের তুল্যাঙ্কভার দিয়ে গুণ করতে হবে (HCl = 36.5; CH_3COOH = 60)।

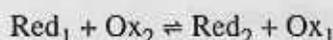
একক ৪ □ জারণ-বিজারণ ও জটিলমিতিক অনুমাপন (টাইট্রেশন)

গঠন

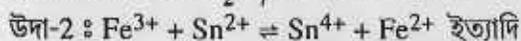
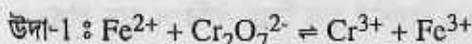
- 8.1 জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া
- 8.2 জারণ-বিজারণ টাইট্রেশন
- 8.2.1 পরীক্ষা-1 : পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটের সাহায্যে Fe(II) নির্ণয়
- 8.2.2 পরীক্ষা-2 : পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটের সাহায্যে Fe(III) নির্ণয়
- 8.2.3 পরীক্ষা-3 : পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটের সাহায্যে Fe(II) ও Fe(III) মিশ্রণ
- 8.2.4 পরীক্ষা-4 : Cu(II)-র পরিমাণ নির্ণয়
- 8.2.5 পরীক্ষা-5 : পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণের শক্তি নির্ণয়
- 8.2.6 পরীক্ষা-6 : পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণের সাহায্যে Fe(II), Fe(III) এবং Fe(II) + Fe(III) মিশ্রণের টাইট্রেশন
- 8.2.7 পরীক্ষা-7 : পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণের সাহায্যে Fe(iii) + Mn(ii) এর মিশ্রণের টাইট্রেশন
- 8.2.8 পরীক্ষা-8 : পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট সাহায্যে Fe(III) + Ca(II) এর মিশ্রণের টাইট্রেশন
- 8.3 জটিলমিতিক অনুমাপন

8.1 জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া

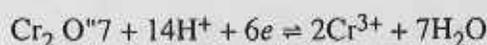
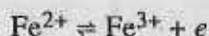
জারণ ও বিজারণ বিক্রিয়ার ইলেকট্রনীয় তত্ত্ব আপনাদের সকলেরই জানা আছে (10.2)। সাধারণভাবে, কোন দুটি (জারক-বিজারক) যুগলের মধ্যে বিক্রিয়াকে এইভাবে লেখা যায় :



যেমন,



আমরা প্রত্যেকটি জারণ-বিজারণ যুগলের আন্তঃ-পরিবর্তনকে ইলেকট্রন বিনিময়ের মাধ্যমে সমিতীরূপে লিখতে পারি। যেমন,



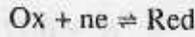
এই দুটি যুগলের সমন্বয়েই উদাহরণ 1-এর বিক্রিয়াটি ঘটেছে। প্রত্যেক যুগলের জন্য এই ধরনের সমীকরণ থেকে আমরা জারক/বিজারক দ্রব্যটির তুল্যাঙ্কভার হিসেব করতে পারি। উপরের উদাহরণ দুটি থেকে :

FeSO₄ এর গ্রাম তুল্যাঙ্কভার = গ্রাম আণবিক গুরুত্ব

K₂Cr₂O₇ এর গ্রাম তুল্যাঙ্কভার = গ্রাম আণবিক গুরুত্ব ÷ 6

যৌগগুলিতে কেলাসজল বা অন্য কোন পদার্থ যুক্ত থাকলে তাদেরও হিসেবে নিতে হবে, যেমন, “মোর লবণের” ক্ষেত্রে FeSO₄ · (NH₄)₂SO₄ · 6H₂O. এই সংকেতের ভিত্তিতে আণবিক গুরুত্ব গণনা করা হবে।

জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া আলোচনা করার সময় আমরা জারণ-বিজারণ বিভব সম্বন্ধেও আলোচনা করেছি। রীতি অনুযায়ী এই বিভবকে এখন বিজারণ বিভব (reduction potential) হিসাবে প্রকাশ করা হয় :



$$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{Red}]}{[\text{Ox}]}$$

25°C উষ্ণতায়

$$E = E^\circ - \frac{0.059}{n} \log \frac{[\text{Red}]}{[\text{Ox}]}$$

এখানে E[°]-কে বলা হয় প্রমাণ বিজারণ বিভব। কোন জারক-বিজারক যুগলের প্রমাণ বিজারণ বিভবের মান যত বেশী হবে সেটি তত শক্তিশালী জারক হিসাবে কাজ করবে।

দ্রবণের অম্লত্ব বা pH পরিবর্তিত হয়ে অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হলে বা জটিল যৌগ গঠনের ফলে কার্যকর বিজারণ বিভবও পরিবর্তিত হয়। এগুলি ECH 02 পর্যায় 2, একক 3-এ বিস্তারিত আলোচিত হয়েছে।

8.2 জারণ-বিজারণ টাইট্রেশন

জারক বা বিজারক যে কোন একটি পদার্থের প্রমাণ দ্রবণ ব্যবহার করে টাইট্রেশনের মাধ্যমে আমরা কোন জারক বা বিজারকের শক্তি নির্ণয় করতে পারি। সফল টাইট্রেশনের জন্য সাধারণতঃ জারক ও বিজারক সিস্টেমগুলির প্রমাণ বিজারণ বিভবে অন্ততঃ 0.2V বিভবপার্থক্য থাকা দরকার। টাইট্রেশনের সময় জারক ও বিজারকের গাঢ়ত্ব পরিবর্তিত হওয়ায় পাশাপাশি মাধ্যমের কার্যকর বিভবও পাল্টাতে থাকে; তুল্যাঙ্ক-বিন্দুর আগে-পরে এই পরিবর্তন খুব প্রকট হয়। এই সময় উপযুক্ত সূচকের বর্ণ পরিবর্তন থেকে তুল্যাঙ্ক-বিন্দু নির্ণয় করা যায়। পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ দিয়ে টাইট্রেশন করার সময় এটি নিজেই সূচকের কাজ করে, তুল্যা বিন্দুর পরে 1 ফোঁটা 0.1(N) দ্রবণ অতিরিক্ত হলেই সমস্ত দ্রবণে এক হালকা গোলাপী রঙ সঞ্চার হয়।

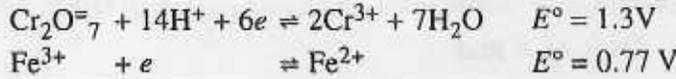
জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার বিভব যেখানে pH-এর উপর নির্ভর করে, সেক্ষেত্রে টাইট্রেশনের সময় দ্রবণের pH যথাযথ বজায় রাখা একান্ত দরকার। বিজারণ-বিভবের উপর pH-এর প্রভাব আলোচনা করতে গিয়ে আমরা দেখেছি (10.2) H⁺ আয়নের গাঢ়ত্ব 1 g_n L⁻¹ হলে অর্থাৎ 1(N) অ্যাসিড দ্রবণে বিজারণ বিভবের উপর pH-এর কোন প্রভাব পড়ে না (log 1 = 0)। তাই পারম্যাঙ্গানেট, ডাইক্রোমেট ইত্যাদি ব্যবহার করে যে টাইট্রেশনগুলি অম্ল মাধ্যমে করতে হয় তাতে শুরুর দ্রবণটি প্রায় 2(N) অম্লে রাখা হয়, যেন টাইট্রেশনের শেষে আয়তন বেড়ে গিয়েও অম্লত্ব এর উপরে থাকে।

এখন আমরা কয়েকটি জারণ-বিজারণ টাইট্রেশন হাতে-কলমে করব।

8.2.1 পরীক্ষা-1 : পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটের N 20 শক্তির মুখ্য প্রমাণ দ্রবণ তৈরী এবং তার সাহায্যে Fe(II) এর পরিমাণ নির্ণয়।

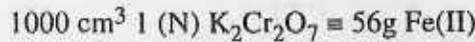
নীতি : পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটের তুল্যাঙ্কভার 49। 500 ml 0.05 (N) দ্রবণের জন্য 1.225 g ডাইক্রোমেট নিতে হবে।

অ্যাসিড মাধ্যমে ডাইক্রোমেট Fe(II) কে জারিত করে :



টাইট্রেশনের অগ্রগতির সঙ্গে সঙ্গে দ্রবণে Fe(III)-এর পরিমাণ বাড়তে থাকে ও Fe(III)-Fe(II) যুগলের কার্যকর বিভব বেড়ে যায়। তাই দ্রবণে Fe(III) এর গাঢ় কমানোর জন্য অ্যামোনিয়াম বাইক্লোরাইড (অথবা ফসফরিক অ্যাসিড) যোগ করা হয়, এটি Fe(III) এর সঙ্গে FeF_6^{3-} বা অনুরূপ স্থায়ী জটিল আয়ন গঠন করে।

এই অবস্থায় টাইট্রেশনটি বেরিয়াম ডাইফিনাইল অ্যামিন সালফেটের সূচকের উপস্থিতিতে নিষ্পন্ন করা যায়। তুল্যাঙ্ক বিন্দুর পরে সূচকটি জারিত হয়ে দ্রবণটিতে বেগুনী রঙ সঞ্চার করে।



প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য ও সরঞ্জাম :

টাইট্রেশনের ব্যবস্থা, পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটের প্রমাণ দ্রবণ তৈরীর উপকরণ, 0.05 (N) মোর লবণের দ্রবণ, অ্যামোনিয়াম বাইক্লোরাইড (কঠিন), বেরিয়াম ডাইফিনাইল অ্যামিন সালফোনেট।

পদ্ধতি :

(i) 1.225 g-এর কাছাকাছি ওজনের পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট সঠিকভাবে মেপে আয়তন ফ্লাস্কে একটি প্রমাণ দ্রবণ তৈরী করুন।

(ii) মোর লবণের $[\text{FeSO}_4, (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4, 6\text{H}_2\text{O}]$ তুল্যাঙ্কভার ও সংকেত ওজন সমান, অর্থাৎ 392।

1 লিটার $\left(\frac{\text{N}}{20}\right)$ মাত্রার দ্রবণ তৈরী করার জন্য মোটামুটি 20 গ্রাম মোর লবণ সাধারণভাবে মেপে 500 ml

8-9 (N) সালফিউরিক অ্যাসিডে দিন। একটি 1 লিটার বীকারে 390 ml মত জল (মাপনী চোঙে, মেপে নিয়ে তাতে ধীরে ধীরে। 10 ml গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড (মাপনী চোঙ) যোগ করলে ~ 8(N) সালফিউরিক অ্যাসিড তৈরী হবে। ওই গরম অ্যাসিড মোর লবণ যোগ করে নাড়লে দ্রবণ তৈরী করা সহজ হবে, প্রয়োজনে সামান্য গরম করতে হবে।

এইবার ওই দ্রবণে 500 ml ঠাণ্ডা জল যোগ করলে 1 লিটার $\left(\frac{\text{N}}{20}\right)$ মোর লবণের দ্রবণ তৈরী হবে, দ্রবণের অম্লত্ব হবে ~ 4N।

(iii) একটি 250 ml কনিকাল ফ্লাস্কে পিপেটের সাহায্যে সঠিক 25 ml মোর লবণের দ্রবণ নিন। এতে টেস্টটিউবের সাহায্যে 40 ml মত (2 টেস্টটিউব) জল মেশান।

(iv) দ্রবণে 1g মত কঠিন অ্যামোনিয়াম বাই-ক্লোরাইড ও 3-4 ফোঁটা বেরিয়াম ডাই-ফিনাইল অ্যামিন সালফোনেট সূচক (BDS) যোগ করুন।

(v) ব্যুরেট থেকে পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটের প্রমাণ দ্রবণের সাহায্যে টাইট্রেশন করুন। দ্রবণের রঙ ক্রমশঃ হালকা সবুজ হতে থাকবে (Cr^{3+} আয়নের জন্য) —তুল্যাঙ্ক বিন্দুর কাছাকাছি এলে ডাইক্রোমেট দ্রবণের ফেঁটা পড়ামাত্র স্থানীয় বেগুনী রঙ হবে কিন্তু নাড়ানোর পরে তা চলে যাবে। এইসময় খুব সাবধানে ফেঁটা ফেঁটা করে ডাইক্রোমেট দ্রবণ যোগ করে টাইট্রেশন শেষ করতে হবে। তখন 1 ফেঁটা ডাইক্রোমেট দ্রবণ যোগ করে নাড়ালে সমস্ত দ্রবণটিতে হালকা বেগুনী রঙ স্থায়ী হবে।

(vi) আরও দু-বার একইভাবে টাইট্রেশন করুন। টাইটারের মানগুলি 0.2 ml-র বেশি পার্থক্য থাকলে চলবে না।

ফলাফল :

1. পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটের প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুতি।

যথাযথ ওজনের ছক তৈরী করে গৃহীত ওজন লিপিবদ্ধ করুন।

500 ml দ্রবণের জন্য গৃহীত $K_2Cr_2O_7$ -এর ওজন w g হলে দ্রবণের শক্তি

$$\frac{w}{1.225} \left(\frac{N}{20} \right) \quad \text{বা,} \quad \frac{w}{24.5} (N)$$

2. Fe(II) দ্রবণের টাইট্রেশন।

পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	Fe(II) দ্রবণের আয়তন (ml)	ব্যুরেট পাঠ (ml)			$K_2Cr_2O_7$ দ্রবণের গড় আয়তন (ml)
		প্রথম	শেষ	পার্থক্য	
1	25				V (ধরি)
2	25				
3	25				

গণনা :

ধরি, পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণের শক্তি = S (N)

ঐ দ্রবণের গড় আয়তন = V ml

\therefore 25 ml দ্রবণে Fe(II)-র পরিমাণ = $V \times S \times 0.056$ g

\therefore প্রতি লিটার দ্রবণে Fe(II) = $V \times S \times 0.056 \times 40$ g

প্রতি লিটারে মোর লবণের পরিমাণ = $V \times S \times 0.392 \times 40$ g

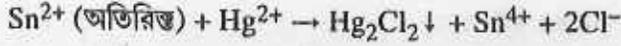
8.2.2 পরীক্ষা- 2ঃ পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটের প্রমাণ দ্রবণের সাহায্যে Fe(III)-র পরিমাণ নির্ণয়।

নীতি : ফেরিক লবণ বা Fe(III) যুক্ত কোন দ্রবণকে ফেরাস স্তরে অর্থাৎ Fe(II) তে বিজারিত করে পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটের সাহায্যে টাইট্রেশন করা যায়।

টাইট্রেশনের বিক্রিয়া ও পদ্ধতি পরীক্ষা-1 এর অনুরূপ।

বিজারণের জন্য 60–70 °C উষ্ণতায় 6(N) HCl মাধ্যমে স্ট্যানাস ক্লোরাইড দ্রবণ ব্যবহার করা যায়। অতিরিক্ত স্ট্যানাস ক্লোরাইড দ্রবণে থেকে গেলে তা পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটকে বিজারিত করবে। তাই

মারকিউরিক ক্লোরাইড দ্রবণ যোগ করে অতিরিক্ত স্ট্যানাস ক্লোরাইডকে স্ট্যানিক ক্লোরাইডে পরিণত করা হয়; একসঙ্গে যে মারকিউরাস ক্লোরাইড তৈরী হয় তা অদ্রব্য অধঃক্ষেপ সৃষ্টি করে, ফলে তা আর পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটের সঙ্গে বিক্রিয়া করে না।



মারকারি লবণ থেকে জলদূষণ কমানোর লক্ষে বর্তমানে ফেরিক লবণকে HCl মাধ্যমে অ্যালুমিনিয়াম পাতের কুচি দিয়ে গরম করে (জায়মান H) বিজারণ সম্পন্ন করা হয়।

প্রয়োজনীয় উপকরণ :

টাইট্রেশনের যন্ত্রপাতি, ফেরিক লবণের দ্রবণ, প্রমাণ পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণ, অ্যালুমিনিয়াম পাত, অ্যামোনিয়াম বাইক্লোরাইড, সূচক।

পদ্ধতি :

1. পিপেটের সাহায্যে 25 ml ফেরিক লবণের দ্রবণ একটি 500 ml কনিকাল ফ্লাস্কে নিন।
2. দ্রবণে 25 ml গাঢ় HCl যোগ করে অল্প গরম করুন। (কনিকাল ফ্লাস্কটি খালি হাতে ছোঁয়া যাবে কিন্তু ধরে থাকা যাবে না। বেশী উষ্ণতায় ফেরিক ক্লোরাইড বাষ্পায়িত হতে পারে। এই অবস্থায় দ্রবণে কুচি করে কাটা অ্যালুমিনিয়াম পাত যোগ করে নাড়ান। যতক্ষণ না ফেরিক দ্রবণ সম্পূর্ণ বর্ণহীন হয় ততক্ষণ এইভাবে অ্যালুমিনিয়াম পাতের কুচি যোগ করুন। প্রয়োজনে ফ্লাস্কটি একটু গরম করতে হতে পারে।
3. ফ্লাস্কের দ্রবণের মধ্যে 125-130 ml মত ঠান্ডা জল যোগ করুন। অ্যামোনিয়াম বাইক্লোরাইড (1g) ও 4 ফোঁটা বেরিয়াম ডাইফিনাইল অ্যামিন সালফেটের (BDS) সূচক যোগ করে পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণের সাহায্যে টাইট্রেশন সম্পন্ন করুন।

4. আরও দুবার পুনরাবৃত্তি করুন।

ফলাফল : পরীক্ষা 1 -এর অনুসরণে টাইট্রেশনের ফল লিখুন। V ml S(N) পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণ প্রয়োজন হলে :

$$25 \text{ ml দ্রবণে Fe(III)-র পরিমাণ} = V \times S \times 0.056 \text{ g}$$

$$1000 \text{ ml দ্রবণে Fe(III)-র পরিমাণ} = V \times S \times 0.056 \times 40 \text{ g}$$

Fe_2O_3 , FeCl_3 বা ফেরিক অ্যালাম ইত্যাদি হিসাবে ফল প্রকাশ করতে হলে 0.056 এর বদলে যথাযথ তুল্যাঙ্কভার ব্যবহার করতে হবে।

$$\text{FeO}_3\text{-র তুল্যাঙ্কভার} = 80$$

$$\text{FeCl}_3\text{-র তুল্যাঙ্কভার} = 162.5$$

$$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4, \text{Fe}(\text{SO}_4)_3, 24\text{H}_2\text{O}\text{-র তুল্যাঙ্কভার} = 410$$

8.2.3 পরীক্ষা-3 পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটের সাহায্যে Fe(II) ও Fe(III)-র মিশ্র দ্রবণের টাইট্রেশন।

নীতি : 1. Fe(II) কে সরাসরি প্রমাণ পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটের সঙ্গে টাইট্রেশন করা যাবে।

2. মিশ্রণের আর একটি অংশে Fe(III) কে Fe(II) তে বিজারিত করার পর টাইট্রেশন করলে মিশ্রণে

মোট আয়রণ কত তা জানা যাবে। এইবার প্রথম টাইট্রেশনের ফল থেকে Fe(III)-র পরিমাণ নির্ণয় করা যাবে।

ফলাফল : পরীক্ষা-1 -এর অনুসরণে টাইট্রেশনের ফল লিখুন। V ml S(N) পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণ প্রয়োজন হলে:

$$25 \text{ ml দ্রবণে Fe(III)-র পরিমাণ} = V \times S \times 0.056 \text{ g}$$

$$1000 \text{ ml দ্রবণে Fe(III) -র পরিমাণ} = V \times S \times 0.056 \times 40 \text{ g}$$

Fe₂O₃, FeCl₃ বা ফেরিক অ্যালাম ইত্যাদি হিসাবে ফল প্রকাশ করতে হলে 0.056-এর বদলে যথাযথ তুল্যাঙ্কভার ব্যবহার করতে হবে।

$$\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-র তুল্যাঙ্কভার} = 80$$

$$\text{FeCl}_3\text{-র তুল্যাঙ্কভার} = 162.5$$

$$\text{(NH}_4\text{)}_2\text{SO}_4, \text{Fe(SO}_4\text{)}_3, 24\text{H}_2\text{O-র তুল্যাঙ্কভার} = 410$$

পরীক্ষা-3 Fe(II) ও Fe(III)-র মিশ্র দ্রবণের টাইট্রেশন।

নীতি : 1. Fe(II) কে সরাসরি প্রমাণ পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটের সঙ্গে টাইট্রেশন করা যাবে।

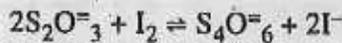
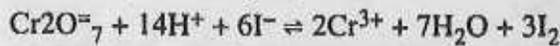
2. মিশ্রণের আর একটি অংশে Fe(III) কে Fe(II) তে বিজারিত করার পর টাইট্রেশন করলে মিশ্রণে মোট আয়রণ কত তা জানা যাবে। এবার প্রথম টাইট্রেশনের ফল থেকে Fe(III)-র পরিমাণ নির্ণয় করা যাবে।

ফলাফল : পরীক্ষা 1 ও 2 এর অনুসরণে তৈরী করুন।

8.2.4 পরীক্ষা-4 : প্রমাণ পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণের সাহায্যে কপার II-র পরিমাণ নির্ণয় (আয়োডোমিতি)

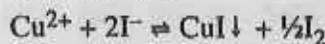
নীতি : আয়োডোমিতি বলতে অন্য জারক পদার্থের ক্রিয়ায় মুক্ত আয়োডিনের টাইট্রেশন করে পরিমাণ নির্ণয় বোঝায়। সোডিয়াম থায়োসালফেটের গৌণ প্রমাণ দ্রবণের সাহায্যে আয়োডিনকে টাইট্রেশন করা হয়, সূচক হিসাবে স্টার্চ ব্যবহার করা হয়।

সোডিয়াম থায়োসালফেট দ্রবণের শক্তি নির্ণয় করার জন্য পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটের মুখ্য প্রমাণ দ্রবণ থেকে মুক্ত আয়োডিনের টাইট্রেশন করা হয়। বিক্রিয়াগুলি হল :



প্রথম বিক্রিয়াটি 2(N) অ্যাসিড মাধ্যমে ঘটানো হয়। দ্বিতীয় বিক্রিয়াটিতে অ্যাসিডের মাত্রা 0.5(N) এর কম রাখা হয়, নইলে থায়োসালফেটে ভেঙ্গে যাবে।

এইবার অজানা শক্তির কপার (II) দ্রবণের মধ্যে KI যোগ করে মুক্ত আয়োডিনকে ওই থায়োসালফেট দ্রবণ দিয়ে টাইট্রেশন করলে কপার (II)-র পরিমাণ জানা যাবে।



এখানে লক্ষ করার বিষয়, Cu²⁺ – Cu⁺ বিজারণ বিভব I₂ – I⁻ বিজারণ বিভাবের চেয়ে কম। কিন্তু কিউপ্রাস আয়োডাইড অদ্রাব্য বলে অধঃক্ষিপ্ত হবে ও ফলে দ্রবণে Cu⁺ আয়নের গাঢ়ত্ব অনেক কমে গিয়ে কার্যকর বিভব বেড়ে যাবে (10.)।

পটাশিয়াম আয়োডাইড বায়ুর অক্সিজেনে কিছুটা জারিত হয়, Cu^{2+} (বা অন্য সন্ধিগত ধাতুর আয়ন) অজৈব অ্যাসিড মাধ্যমে এই জারণ খুব বাড়িয়ে দেয়। তাই Cu(II) থেকে আয়োডিন মুক্ত করার সময় দ্রবণটি অ্যাসেটিক অ্যাসিড বা অ্যামোনিয়াম বাইফ্লোরাইড যোগে মৃদু অম্লিক ($\text{PH} \sim 3$) রাখা হয়।

$$1000 \text{ ml } 1(\text{N}) \text{ S}_2\text{O}_3^{2-} \equiv 63.5 \text{ g Cu(II)}$$

প্রয়োজনীয় উপকরণ : টাইট্রেশনের ব্যবস্থা, সংশ্লিষ্ট সব রাসায়নিক দ্রব্য, স্টার্চ।

পদ্ধতি :

1. সোডিয়াম থায়োসালফেট দ্রবণের শক্তি নির্ণয়।

(i) সোডিয়াম থায়োসালফেটের একটি $\frac{N}{20}$ দ্রবণ তৈরী করুন। এর তুল্যাঙ্কভার = আণবিক গুরুত্ব = 248.2 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)।

(ii) পিপেট দিয়ে 25 ml প্রমাণ $\left(\frac{N}{20}\right)$ ডাইক্রোমেট দ্রবণ একটি 500 ml কনিকাল ফ্লাস্কে নিন। 25 ml (মাপনী চোঙে) 4(N) H_2SO_4 দিন। 1 গ্রাম বা 10 ml 10% KI দ্রবণ যোগ করে কনিকাল ফ্লাস্কটির মুখে একটি ছোটো ওয়াচ গ্লাস ঢাকা দিন। কনিকালটি মিনিট অন্ধকারে রেখে ইত্যবসরে ব্যুরেটে থায়োসালফেট দ্রবণ ভরে নিন।

(iii) কনিকাল ফ্লাস্কটি অন্ধকার থেকে বের করে ওর ভিতরের গা জল দিয়ে ধুয়ে দিন ও মোটামুটি 150 ml জল যোগ করুন। ব্যুরেট থেকে ধীরে ধীরে থায়োসালফেট দ্রবণ দিয়ে টাইট্রেশন করতে থাকুন। যখন আয়োডিনের রঙ লালচে বাদামী থেকে হালকা হতে হতে খড়ের মত হলুদ বা খাকী হবে তখন এতে 1-2 ml স্টার্চ-দ্রবণ যোগ করুন।

(গরম জলে স্টার্চের লেই যোগ করে এটা আগেই তৈরী করে রাখতে হবে।)

এখন ব্যুরেট থেকে আরও থায়োসালফেট দ্রবণ যোগ করে স্টার্চ-আয়োডিনের নীল রঙ চলে যাওয়া পর্যন্ত টাইট্রেশন করুন।

(iv) তিনবার পুনরাবৃত্তি করুন।

2. কপার (II) দ্রবণের টাইট্রেশন

(i) 25ml কপার দ্রবণ পিপেটের সাহায্যে কনিকাল ফ্লাস্কে নিন। ধীরে ধীরে 1 : 1 অ্যামোনিয়া দ্রবণ ("অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড") যোগ করে নাড়তে থাকুন, যতক্ষণ হালকা সাদা অস্বচ্ছতা না আসে। এই অবস্থায় এতে 5 ml গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড ও 10 ml 10% KI দ্রবণ যোগ করুন।

(ii) ব্যুরেটে থায়োসালফেট দ্রবণ ভর্তি করে আগেই তৈরী রাখবেন। KI যোগ করার পর দেরী না করে মুক্ত আয়োডিন টাইট্রেশন করুন— দ্রবণ খাকী রঙ হয়ে এলে স্টার্চ যোগ করে টাইট্রেশন সমাপ্ত করুন।

তুল্যাঙ্ক বিন্দুতে স্টার্চ আয়োডিনের গাঢ় নীল রঙের আভা সম্পূর্ণ চলে যাবে। ফ্লাস্কে কিউপ্রাস আয়োডাইডের ঘোলাটে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে থাকবে।

(iii) টাইট্রেশনটি তিনবার পুনরাবৃত্তি করুন।

(iv) কিউপ্রাস আয়োডাইড অধঃক্ষেপের গায়ে সামান্য আয়োডিন শোষিত হয়ে থাকতে পারে। এইসময়

দ্রবণে 1 গ্রাম কঠিন অ্যামোনিয়াম থায়োসায়নেট যোগ করলে তা কিউপ্রাস আয়োডাইডের গায়ে শোষিত হবে এবং শোষিত আয়োডিন (যদি থাকে) মুক্ত হয় দ্রবণে আবার নীল আভা সঞ্চার করবে। আরও 2-1 ফোঁটা থায়োসালফেট দ্রবণ যোগ করে এই নীল রঙ চলে গেলে ব্যুরেটের অস্তিম পাঠ নিতে হবে।

ফলাফল :

1. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ দ্রবণের টাইট্রেশন

পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণের শক্তি = (N)

পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ দ্রবণের আয়তন (ml)	ব্যুরেট পাঠ (ml)			থায়োসালফেটের গড় আয়তন (ml)
		প্রথম	শেষ	অন্তর	
1	25				
2	25				
3	25				

2. Cu(II) দ্রবণের টাইট্রেশন

সোডিয়াম থায়োসালফেট দ্রবণের শক্তি = (N)

পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	Cu(II) দ্রবণের আয়তন (ml)	ব্যুরেট পাঠ (ml)			থায়োসালফেটের দ্রবণের গড় আয়তন (ml)
		প্রথম	শেষ	অন্তর	
1	25				
2	25				
3	25				

গণনা :

ধরি, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ দ্রবণের শক্তি = $S_1(N)$

প্রথম টাইট্রেশনে ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ এর সঙ্গে) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

দ্রবণের গড় আয়তন = V_1 ml

$$\therefore \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ দ্রবণের শক্তি} = \frac{25 \times S_1}{V_1} (N) = S \text{ ধরি}$$

আবার ধরি, Cu(II) টাইট্রেশনে $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ দ্রবণের গড় আয়তন = V_2 ml

$$\therefore \text{Cu(II) দ্রবণের শক্তি} = \frac{V_2 \times S}{25} (N) = S_2 \text{ ধরি।}$$

$$\therefore 25 \text{ ml দ্রবণে Cu(II) -র পরিমাণ} = \frac{S_2 \times 63.5}{1000} \text{ g}$$

$$1000 \text{ ml দ্রবণে Cu(II) -র পরিমাণ} = \frac{S_2 \times 63.5 \times 40}{1000} \text{ g} = \frac{V_2 \times S \times 63.5 \times 40}{25 \times 1000} \text{ g}$$

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ হিসাবে নির্ণয় করতে হলে 63.5 এর বদলে 249.5 দিয়ে গুণ করতে হবে।

(এখানে Cu-এর তুল্যাঙ্ক ভার = 63.5 এবং $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ -র তুল্যাঙ্ক ভার = 249.5। কারণ সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া কপারের জারণ সংখ্যা +2 থেকে +1 -এ অর্থাৎ 1-একক পরিবর্তন হয়েছে।)

8.2.5 পরীক্ষা-5 : পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণের শক্তি নির্ণয়।

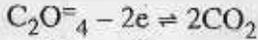
নীতি : পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট একটি তীব্র জারক, আম্লিক মাধ্যমে এটি Mn(II) লবণে বিজারিত হয় :



উপরের সমীকরণ থেকে KMnO_4 এর তুল্যাঙ্কভার এর সংকেত ওজনের 1/5 অংশ অর্থাৎ $158 \div 5$ বা 31.6।

পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট তীব্র জারক হওয়াতে ধূলা, গ্রীজ সব কিছু সংস্পর্শই কিছু না কিছু বিক্রিয়া করে তৈরি করে, MnO_2 ফলে এর মুখ্য প্রমাণ দ্রবণ তৈরী করা যায় না। এই দ্রবণের স্থায়িত্বও বেশীদিন হয় না, তাই কাজ করার সময় এই দ্রবণকে অক্সালিক অ্যাসিডের (বা সোডিয়াম অক্সালেটের) মুখ্য প্রমাণ দ্রবণের সাহায্যে টাইট্রেশন করে শক্তি নির্ণয় করতে হয়।

অক্সালিক অ্যাসিড কেলাসের সংকেত $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ । এটি আম্লিক মাধ্যমে পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের সাহায্যে কার্বন ডাই-অক্সাইডে জারিত হয় :



সমীকরণ থেকে অক্সালিক অ্যাসিডের তুল্যাঙ্কভার এর আণবিক গুরুত্বের অর্ধেক বা $126 \div 2 = 63$ 500

ml $\left(\frac{N}{20}\right)$ দ্রবণ তৈরীর জন্য 1.575g অক্সালিক অ্যাসিডের কেলাস নিতে হবে।

পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ঘটিত টাইট্রেশনে সরাসরি HCl মাধ্যম ব্যবহার করা যায় না, কারণ পারম্যাঙ্গানেট ক্রোরাইডকে ক্রোরিনে জারিত করে ($E^0 = 1.36 \text{ V}$)। তাই লঘু H_2SO_4 ব্যবহার করা হয়।

সাধারণ উষ্ণতায় পারম্যাঙ্গানেট ও অক্সালিক অ্যাসিড খুব ধীরে ধীরে বিক্রিয়া করে তাই টাইট্রেশনটি $60^\circ - 70^\circ\text{C}$ উষ্ণতায় নিষ্পন্ন করা হয়।

পদ্ধতি : 1. KMnO_4 দ্রবণ প্রস্তুতি

মোটামুটি 1.6 g KMnO_4 একটি কাঁচের বীকারে 500 ml জল দিয়ে নাড়ুন। দ্রবণ তৈরী হলে দ্রবণটি 15-20 মিনিট ফুটিয়ে ঠান্ডা করুন। এবার এতে 500 ml জল মিশিয়ে গ্লাস-উলের সাহায্যে ছেঁকে নিন। (ফিল্টার কাগজের সেলুলোজ-তন্তু পারম্যাঙ্গানেটকে বিয়োজিত করে)।

2. অক্সালিক অ্যাসিডের মুখ্য প্রমাণ-দ্রবণ প্রস্তুতি।

বিশুদ্ধ শুকনো অক্সালিক অ্যাসিডের কেলাস সূক্ষ্মভাবে 0.8 g এর কাছাকাছি ওজন করে 250 ml আয়তন ফ্লাস্কে একটি প্রমাণ দ্রবণ তৈরী করুন। গৃহীত ওজন w g হলে দ্রবণের শক্তি

$$\frac{w}{0.7875} \left(\frac{N}{20}\right) \text{ বা } \frac{w}{15.75} (N)$$

[আয়তন ফ্লাস্কে সম্পূর্ণ জল যোগ করার আগে অক্সালিক অ্যাসিডের দানাগুলি সম্পূর্ণ দ্রবীভূত হয়েছে কিনা ভাল করে লক্ষ করুন।]

3. KMnO_4 দ্রবণের টাইট্রেশন :

(i) পিপেটের সাহায্যে 25 ml অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণকে একটি 250 ml কনিকাল ফ্লাস্কে নিন। এতে মোটামুটি 100 ml 2(N) H_2SO_4 যোগ করুন।

ফ্লাস্কটি $60^\circ-70^\circ\text{C}$ উষ্ণতায় উত্তপ্ত করুন। (ফ্লাস্কের গায়ে হাত ঠেকানো যাবে কিন্তু ধরে রাখা যাবে না।)

(ii) এই অবসরে ব্যুরেটটি KMnO_4 দ্রবণে পূর্ণ করে 'O' দাগে স্থির করুন। KMnO_4 দ্রবণ খুব গাঢ় রঙের হওয়াতে ব্যুরেট পাঠে এর উপরিতলকে নির্দিষ্ট করা হয়।

(iii) কনিকাল ফ্লাস্কটি গরম অবস্থায় KMnO_4 দ্রবণের সাহায্যে অক্সালিক অ্যাসিডের টাইট্রেশন সম্পন্ন করুন। তুল্যাঙ্ক বিন্দুর পরে 1 ফোঁটা KMnO_4 দ্রবণ যোগ করলে প্রায় 30 সেকেন্ড স্থায়ী হালকা গোপালী রঙ দেখা যায়।

অন্য একটি কনিকালে 150 ml মত জল নিয়ে 1 ফোঁটা KMnO_2 দ্রবণ যোগ করে রঙের প্রকৃতি বুঝে নিন।

(iv) তিনবার টাইট্রেশন করুন।

ফলাফল : 1. যথাযথ টেবিলে অক্সালিক অ্যাসিডের ওজন ও টাইট্রেশনের ফলাফল লিপিবদ্ধ করুন।

গণনা : ধরি, অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণের শক্তি = S(N)।

25 ml অক্সালিক অ্যাসিডের জন্য প্রয়োজনীয় KMnO_4 দ্রবণের আয়তন = V ml

$$\therefore \text{KMnO}_4 \text{ দ্রবণের শক্তি} = \frac{25 \times S}{V} (N)$$

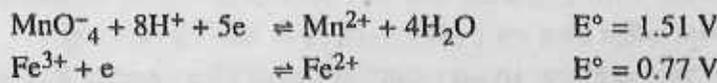
সতর্কতা : (i) গরম করার সময় অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণটি যেন ফুটতে শুরু না করে—এতে কিছু অক্সালিক অ্যাসিড বিয়োজিত হতে পারে।

দ্রবণের উষ্ণতা $60^\circ-70^\circ\text{C}$ -এ রেখেই টাইট্রেশন শেষ করা উচিত কারণ এক জায়গায় বেশী KMnO_4 দ্রবণ যুক্ত হয়ে $[\text{Mn}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$ জটিল আয়ন গঠন করতে পারে, যা 60°C উষ্ণতায় বিয়োজিত হয়ে যায়।

(ii) KMnO_4 দ্রবণ দিয়ে টাইট্রেশন করলে টাইট্রেশনের পরেই ব্যুরেটটি খালি করে একাধিকবার জল দিয়ে ধুয়ে রাখতে হবে— না হলে স্টপককের গায়ে ব্যুরেটের সবু মুখে MnO_2 -র খয়েরী আস্তরণ পড়ে যায়।

8.2.6. পরীক্ষা 6 : পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণের সাহায্যে Fe(II), Fe(III) এবং Fe(III) ও Fe(III) মিশ্রণের টাইট্রেশন।

নীতি : অম্লিক মাধ্যমে পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ Fe(II) কে জারিত করে :



পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণের নিজস্ব রঙ থেকেই বিক্রিয়ার তুল্যাঙ্ক-বিন্দু বোঝা যায়। ফসফরিক অ্যাসিড বা অ্যামোনিয়াম বাইফ্লুরাইড যোগ করে দ্রবণে Fe^{3+} আয়নের গাঢ়ত্ব কমিয়ে রাখা হয়।

পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ ক্লোরাইড আয়নকে জারিত করে, কাজেই ক্লোরাইড আয়নের উপস্থিতিতে

পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ দিয়ে টাইট্রেশন করলে জটিলতা সৃষ্টি হয়। Fe(II) কে FeSO₄ হিসাবে লঘু H₂SO₄ মাধ্যমে সহজেই টাইট্রেশন করা যায় কিন্তু Fe(III) লবণকে আমরা সাধারণতঃ গাঢ় HCl মাধ্যমে SnCl₂ বা অ্যালুমিনিয়াম পাত দিয়ে বিজারণ করি। সেক্ষেত্রে পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ দিয়ে টাইট্রেশন করার আগে দ্রবণে জিয়ারম্যান রাইনহার্ট (Zimmerman Reinhardt দ্রবণ বা শুধু রাইনহার্ট দ্রবণ; Z-R দ্রবণ) যোগ করতে হয়।

Z-R দ্রবণে ম্যাঙ্গানাস সালফেট সালফিউরিট অ্যাসিড ও ফসফরিক অ্যাসিড থাকে। ম্যাঙ্গানাস আয়নের (Mn²⁺) উপস্থিতি MnO₄⁻ - Mn²⁺ যুগলের কার্যকর বিভব 1.3 volt-এর নীচে নামিয়ে দেয়, তখন আর ক্লোরাইড আয়ন জারিত হওয়ার আশংকা থাকে না। ফসফরিক অ্যাসিড Fe³⁺ আয়নের গাঢ়ত্ব কমিয়ে রাখে, ফলে Fe²⁺ সহজে জারিত হয়। তা ছাড়া বর্ণহীন Fe(HPO₄)⁺ আয়ন গঠন করার ফলে Fe³⁺ আয়নের বাদামী রঙ কোন অসুবিধা সৃষ্টি করে না।

$$1000 \text{ ml } 1(N) \text{ KMnO}_4 = 55.85 \text{ g Fe.}$$

পদ্ধতি :

1. Fe(II)-র টাইট্রেশন :

(i) পিপেটের সাহায্যে 25ml $\left(\frac{N}{20}\right)$ মাত্রার মোর লবণের দ্রবণ একটি 250 ml কনিকাল ফ্লাস্কে নিন।

(ii) মোর লবণের দ্রবণটি 4(N) H₂SO₄ মাধ্যমে থাকলে দ্রবণে আরও 25 ml (টেস্টটিউবে মেপে) মত জল মেশান।

(iii) এবার এতে 5 ml সিরাপী ফসফরিক অ্যাসিড যোগ করে ব্যুরেট থেকে পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ দিয়ে টাইট্রেশন করুন। সমাপ্তিক্ষেপে এক ফোঁটা পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণেই সমস্ত কনিকাল ফ্লাস্কে প্রায় 30 সেকেন্ড স্থায়ী হালকা গোলাপী রঙ সঞ্চারিত হবে।

ফল : যথাযথ টেবিল করে টাইট্রেশনের ফল লিপিবদ্ধ করুন।

$$1000 \text{ ml } 1(N) \text{ KMnO}_4 = 56 \text{ g Fe(II)}$$

$$= 392 \text{ g মোর লবণ}$$

2. Fe(III) -র টাইট্রেশন :

(i) পিপেট দিয়ে 25ml Fe(III) দ্রবণ (ফেরিক ক্লোরাইড বা ফেরিক অ্যালাম) একটি 500 ml কনিকাল ফ্লাস্কে নিন।

(ii) 25 ml (টেস্টটিউবে মেপে) গাঢ় HCl যোগ করুন। দ্রবণ গাঢ় বাদামী রঙ ধারণ করবে।

(iii) দ্রবণটি 60° - 70°C উষ্ণতায় গরম করে ফোঁটা ফোঁটা স্ট্যানাস ক্লোরাইড দ্রবণ যোগে বিজারিত করুন—দ্রবণ সম্পূর্ণ বর্ণহীন হবার পর 1 ফোঁটা SnCl₂ দ্রবণ অতিরিক্ত যোগ করুন।

(iv) দ্রবণটি ঠাণ্ডা করে এতে 10 ml (টেস্টটিউব) মারকিউরিক ক্লোরাইড দ্রবণ একবারে ঢেলে দিন ও কনিকাল ফ্লাস্কটি নাড়িয়ে সবটা মিশিয়ে দিন। এবার এতে 150 ml মত (সিলিন্ডারে মেপে) জল দিন। (দ্রবণে একটা হালকা সাদা ঘোলাটে ভাব থাকবে (Hg₂Cl₂ এর জন্য) কিন্তু দইয়ের মত তকথকে বা কালচে ধূসর অধঃক্ষেপ হলে বুঝতে হবে SnCl₂ দ্রবণ খুব বেশী যোগ করা হয়েছে। তখন নতুন করে পুনরাবৃত্তি করতে হবে।)

এই দ্রবণে 1 টেস্টটিউব (20 ml) Z-R দ্রবণ* যোগ করে পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণের সাহায্যে টাইট্রেশন করুন।

ফলাফল :

যথাযথ ছক করে টাইট্রেশনের ফল লিখুন।



3. Fe(II) ও Fe(III)-মিশ্রণের টাইট্রেশন : (i) Fe(II)-র টাইট্রেশন :

একটি 500 ml কনিকাল ফ্লাস্কে পিপেট দিয়ে 25 ml মিশ্র দ্রবণ নিন। এতে 100 ml 2N সালফিউরিক অ্যাসিড ও 20 ml Z-R দ্রবণ যোগ করে পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণের সাহায্যে টাইট্রেশন করুন (তিনবার)।

যদি মিশ্র দ্রবণে ক্লোরাইড আয়ন না থাকে তবে শুধু 5 ml ফসফরিক অ্যাসিড যোগ করলেই হবে। Z-R দ্রবণ লাগবে না। কিন্তু ফেরাস সালফেট ও ফেরিক ক্লোরাইড মিশিয়ে দ্রবণ তৈরী করলে Z-R দ্রবণ লাগবে।

যথাযথ ছক করে টাইট্রেশনের ফল লিখুন। এই টাইট্রেশন থেকে মিশ্রণে Fe(II)-র পরিমাণ জানা যাবে (25 ml এ)।

(ii) Fe(II) ও Fe(III)-র মিলিত টাইট্রেশন :

পিপেট দিয়ে মিশ্রণের 25 ml একটি 500 ml কনিকাল ফ্লাস্কে নিন। 20 ml (1 টেস্টটিউব) গাঢ় HCl দিয়ে মৃদু গরম করুন (60°C) ও ফেঁটা ফেঁটা করে SnCl₂ দ্রবণ যোগ করে বিজারণ করুন। এরপর দ্রবণটি ভালভাবে ঠান্ডা করে 10 ml মারকিউরিক ক্লোরাইড দ্রবণ ও 150 ml জল মেশান।

এবার 20 ml Z-R দ্রবণ যোগ করে পারম্যাঙ্গানেট দিয়ে টাইট্রেশন করুন।

এই টাইট্রেশন থেকে 25 ml মিশ্রণে মোট আয়রন (Fe^{II} + Fe^{III}) জানা যাবে।

8.2.7. পরীক্ষা -7 : পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণের সাহায্যে ও এর মিশ্রণের টাইট্রেশন :

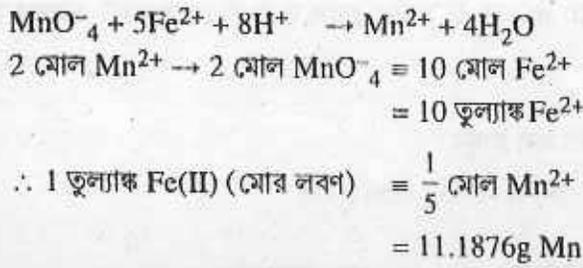
নীতি : Fe(III) ও Mn(II)-এর মিশ্র দ্রবণে Fe(III) কে যথারীতি Fe(II) তে বিজারিত করে পটাশিয়ামে পারম্যাঙ্গানেটের সাহায্যে টাইট্রেশন করা যায়।

আবার, মিশ্রণে উপস্থিত সমস্ত Mn(II) কে সোডিয়াম বিসমাথেট দিয়ে সহজেই Mn(VII) অর্থাৎ পারম্যাঙ্গানেটে জারিত করা যায়। এই উৎপন্ন পারম্যাঙ্গানেটকে জাতশক্তির মোর লবণের দ্রবণ অতিরিক্ত পরিমাণে যোগ করে বিজারিত করা হয়। অবশিষ্ট মোর লবণকে প্রমাণ পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ দিয়ে টাইট্রেশন করা যায় (back-titration)।

সোডিয়াম বিসমাথেট দিয়ে জারণ করার পরে পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণটি অতিরিক্ত বিসমাথেট থেকে ফিল্টার করে আলাদা করতে হয়। এই ফিল্টারে গুঁচ বা সিন্টার্ড গ্লাস ক্রুসিবল ও অ্যাসবেসটস পাল্প-এর স্তর ব্যবহার করতে হয়।



*[250 ml জলে 50 g MnSO₄ · 4H₂O-র দ্রবণ করুন। 300 ml জলে 100 ml গাঢ় H₂SO₄ মেশান। দুটি দ্রবণ মিশিয়ে তাতে 100 ml ঘন ফসফরিক অ্যাসিড যোগ করুন।]



অর্থাৎ 1000 ml 1 (N) Mohr লবণ উৎপন্ন MnO_4^- দ্রবণকে বিজারিত করতে প্রয়োজন হলে দ্রবণে উপস্থিত Mn-এর পরিমাণ 11.1876g।

পদ্ধতি :

1.25 ml মিশ্রণকে 500 ml কনিকাল ফ্লাস্কে নিয়ে 20 ml গাঢ় HCl যোগ করুন ও SnCl_2 দ্রবণ দিয়ে আগের মত বিজারণ করুন। HgCl_2 ও Z-R দ্রবণ মিশিয়ে (+ জল) টাইট্রেশন সম্পন্ন করুন।

এই টাইট্রেশন থেকে দ্রবণে আয়রনের পরিমাণ সরাসরি জানা যাবে।

2. (ক) একটি $\left(\frac{N}{20}\right)$ মাত্রার মোর লবণের দ্রবণ প্রস্তুত করুন ও প্রমাণ পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ দিয়ে তার শক্তি নির্ণয় করুন।

(খ) 25 ml মিশ্র দ্রবণকে পিপেটের সাহায্যে 500 ml কনিকাল ফ্লাস্কে নিন। (দ্রবণটিতে ক্রোরহিড লবণ বা HCl থাকা চলবে না।) এতে 3 ml গাঢ় H_2SO_4 যোগ করে ঠান্ডা করুন। একটু একটু করে মোট 0.5g সোডিয়াম বিসমাথট গুঁড়ো যোগ করে দ্রবণটি নাড়তে থাকুন। বিক্রিয়ার শেষে সাকশন পাম্পের সাহায্যে অ্যাসবেটস পালপের স্তর দিয়ে দ্রবণটি ফিল্টার করুন। অল্প অল্প করে 2(N) H_2SO_4 দিয়ে ধুয়ে নিন—যতক্ষণ ধোয়া জল সম্পূর্ণ বর্ণহীন না হয়।

(গ) পরিষ্কৃত ও ধোয়া জলকে সম্পূর্ণভাবে একটি কনিকাল ফ্লাস্কে (500 ml) নিয়ে তাতে 50 ml মোর লবণের দ্রবণ (4N H_2SO_4) যোগ করুন। দ্রবণ বর্ণহীন হবে। এবার দ্রবণে 5 ml ঘন ফসফরিক অ্যাসিড যোগ করে অতিরিক্ত মোর লবণকে পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ দিয়ে টাইট্রেশন করুন।

ফলাফল :

1. Fe(III) -এর টাইট্রেশন। ফলাফল যথাযথ ছকে লিপিবদ্ধ করুন।

2. মোর লবণের দ্রবণ টাইট্রেশন। যথাযথ ছক করুন।

3. অতিরিক্ত মোর লবণের টাইট্রেশন : মোর লবণের দ্রবণের শক্তি = ... (N)। যুক্ত মোর দ্রবণের আয়তন = 50 ml

টাইট্রেশন সংখ্যা	বুরেট পাঠ (ml)			KMnO ₄ দ্রবণের গড় আয়তন (ml)
	প্রথম	শেষ	অন্তর	

গণনা :

(i) Fe(III)-এর পরিমাণ যথারীতি হিসাব করুন।

মনে করি (ii) মোর লবণের দ্রবণের শক্তি = $S_1(N)$

(ii) পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট

দ্রবণের শক্তি = $S_2(N)$

(iv) অতিরিক্ত মোর লবণের টাইট্রেশন পারম্যাঙ্গানেটের গড় আয়তন = V_2 ml

$$50 \text{ ml } S_1(N) \text{ মোর লবণ দ্রবণ} \equiv \frac{50 \times S_1}{1000} \text{ তুল্যাঙ্ক}$$

$$V_2 \text{ ml } S_2(N) \text{ পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ} \equiv \frac{V_2 \times S_2}{1000} \text{ তুল্যাঙ্ক}$$

$$\equiv \frac{V_2 \times S_2}{1000} \text{ তুল্যাঙ্ক মোর লবণ}$$

সূত্রাং Mn(II) থেকে উৎপন্ন MnO_4^- দিয়ে জারিত হয়েছে।

$$\left(\frac{50 \times S_1}{1000} - \frac{V_2 \times S_2}{1000} \right) \text{ তুল্যাঙ্ক মোর লবণ।}$$

= X ধরি।

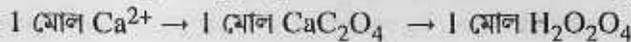
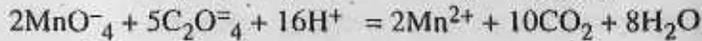
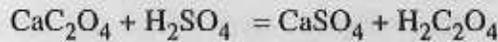
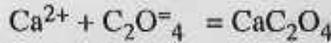
∴ 25 ml মিশ্রণে Mn(II) এর পরিমাণ

$$= \frac{X}{5} \text{ মোল বা } x \times 11.1876 \text{ g}$$

8.2.8 পরীক্ষা- 8 : পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের সাহায্যে Fe(III) ও Ca(II) -র মিশ্রণের টাইট্রেশন :

নীতি : (i) Fe(III) কে যথারীতি Fe(II) তে বিজারিত করে পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণের সাহায্যে টাইট্রেশন করা যায়, Ca^{2+} আয়নের উপস্থিতি কোন ব্যাঘাত ঘটায় না।

(ii) Ca(II) নির্ণয় করার জন্য প্রথমে মিশ্রণ থেকে Fe(III) কে "ফেরিক হাইড্রক্সাইড" অধঃক্ষেপ হিসাবে আলাদা করা হয় ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$)। এবার দ্রবণ থেকে Ca^{2+} আয়নকে ক্যালসিয়াম অক্সালেট হিসাবে অধঃক্ষেপ ফেলা হয়। এই অধঃক্ষেপকে ধুয়ে লঘু সালফিউরিক যোগ করলে দ্রবণে Ca^{2+} এর সমতুল্য পরিমাণে অক্সালিক অ্যাসিড উৎপন্ন হবে। এই অক্সালিক অ্যাসিডকে পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ দিয়ে টাইট্রেশন করে ক্যালসিয়ামের পরিমাণ জানা যাবে।



$$\begin{aligned} \text{আবার, 1 মোল বা 2 তুল্যাঙ্ক } C_2O_4^{2-} &\equiv \frac{2}{5} \text{ মোল } MnO_4^- \\ &= 2 \text{ তুল্যাঙ্ক } MnO_4^- \end{aligned}$$

$$\therefore 1 \text{ তুল্যাঙ্ক বা } 1000 \text{ ml (N) } KMnO_4 \equiv 1$$

$$C_2O_4^{2-} \equiv 1 \text{ তুল্যাঙ্ক } Ca^{2+} = 20.04 \text{ g } Ca^{2+} \equiv 50 \text{ g } CaCO_3$$

পদ্ধতি :

(i) Fe(II) নির্ণয় : 25ml মিশ্রণকে পিপেটের সাহায্যে 500ml কনিকাল ফ্লাস্কে নিয়ে যথানিয়মে বিজারণ করে Z-R দ্রবণ যোগ করুন ও পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ দিয়ে টাইট্রেশন সম্পন্ন করুন।

(ii) Ca(II)-র পরিমাণ নির্ণয় :

(ক) সোদক ফেরিক অক্সাইড ($Fe_2O_3 \cdot xH_2O$) হিসাবে আয়রন পৃথকীকরণ।

একটি 500 ml বীকারে পিপেটের সাহায্যে 25 ml মিশ্রণ নিন। বীকারটি ঢাকার জন্য একটি ক্লকগ্লাস চাপা দিন ও একটি কাঁচদণ্ড দ্রবণে রাখুন। দ্রবণটিকে জল মিশিয়ে 100 ml-র মত আয়তন করুন (টেস্ট টিউব জল) ও এতে। গ্রাম কঠিন অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড যোগ করুন। এবার দ্রবণটিকে ফোটা শুবু হবার আগে পর্যন্ত গরম করে ড্রপারের সাহায্যে 1 : 1 অনুপাতের অ্যামোনিয়া দ্রবণ যোগ করে নাড়তে থাকুন। দ্রবণ থেকে অ্যামোনিয়ার গন্ধ বের হওয়ার পর অ্যামোনিয়া যোগ করা বন্ধ করুন।

বীকারটি মৃদু আঁচে গরমে রেখে সমস্ত অধঃক্ষেপ একসঙ্গে জোট পাকানো পর্যন্ত অপেক্ষা করুন।

1নং ফিল্টার কাগজ ব্যবহার করে অধঃক্ষেপটি গরম অবস্থায় ফিল্টার করুন (500 বীকার নিন।) এতে ফিল্টার তাড়াতাড়ি হবে। 100 ml জলে 1 গ্রাম আন্দাজ অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও 1-2 ml অ্যামোনিয়া দ্রবণ যোগ করে অধঃক্ষেপ ধোয়ার জন্য একটি মিশ্রণ তৈরী করুন। তা থেকে ড্রপার দিয়ে 2-3 ml মত এক একবার অধঃক্ষেপের উপর ছড়িয়ে দিন। এইভাবে অধঃক্ষেপটি 2/3বার ধোয়া হবে। সমস্ত পরিশুষ্ণ ও ধোয়ানি একই সঙ্গে বীকারে সংগ্রহ করুন।

(ii) প্রথম যে বীকারটিতে অধঃক্ষেপ ফেলেছিলেন সেই বীকারটিতেই অধঃক্ষেপটি আবার দ্রবীভূত করুন। ফানেলের তলায় বীকারটি বসান। ফানেলের অধঃক্ষেপের উপর ফোঁটা ফোঁটা করে গরম গাঢ় HCl যোগ করুন (5-7 ml প্রয়োজনে আরও 2-1 ml) যেন সব অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয়ে হলুদ দ্রবণ তৈরি হয়— ফিল্টার কাগজটিও হলুদ হয়ে যাবে। এবার HCl -এর সমআয়তন গরমজল ফোঁটা ফোঁটা করে কাগজের উপর ঢালুন— শেষ পর্যন্ত কাগজটি সম্পূর্ণ সাদা হয়ে যাবে। কোথাও বাদামী অধঃক্ষেপের কণা থাকলে স্থানীয়ভাবে 2/1 ফোঁটা গরম ও গাঢ় HCl যোগ করে আবার জল দিয়ে ধুয়ে দিন।

বীকারে সংগৃহীত দ্রবণ থেকে আবার প্রথমবারের মত সমস্ত Fe(III) অধঃক্ষেপ ফেলুন। গরম অবস্থায় আবার আগের পরিশুষ্ণ যুক্ত বীকারেই ফিল্টার করুন (ফিল্টার কাগজ বদলে নেওয়াই ভাল)। অধঃক্ষেপ ধোয়ার জন্য যে NH_4Cl-NH_3 দ্রবণ তৈরি করেছিলেন তা দিয়ে অল্প অল্প করে 4/5 বার অধঃক্ষেপটি ধুয়ে ফেলুন।

(iii) CaC_2O_4 অধঃক্ষেপণ :

লক্ষ করুন দু-বারের পরিশুষ্ণ ও ধোয়ানি মিলিয়ে মোট আয়তন 150-200 ml -র মধ্যে আছে কি না। অন্যথায় অ্যাসবেসটস বোর্ডের উপর মৃদু আঁচে জল কমিয়ে নিন।

এবার বীকারে 2 ফোঁটা মিথাইল রেড সূচক দিয়ে 1 : 1 HCl যোগে লাল আভা নিয়ে আসুন। আরও 5 ml

গাঢ় HCl যোগ করুন। এবার দ্রবণটি গরম করে প্রায় ফুটন্ত অবস্থায় ধীরে ধীরে 25 ml 4% অ্যামোনিয়াম অক্সালেট দ্রবণ যোগ করুন। এইবার দ্রবণটি ভালভাবে নাড়তে নাড়তে ওতে ধীরে ধীরে 1 : 1 অ্যামোনিয়া দ্রবণ যোগ করুন। দ্রবণের রঙ লাল থেকে হলুদে পরিবর্তিত হওয়ার পরে আরও 1 ml মত অ্যামোনিয়া দ্রবণ যোগ করুন। গ্লাস-রড দিয়ে আরও কিছুক্ষণ নাড়তে থাকুন। এবার বীকারটি অ্যাসবেস্টস বোর্ডের উপর বসিয়ে তলীয় মৃদু উত্তাপ দিয়ে আধঘণ্টা রেখে দিন। তারপরে ঠান্ডা হতে দিন। (অন্ততঃ 1 ঘণ্টা)।

হোয়াটম্যান 42নং ফিল্টার কাগজের সাহায্যে (তলার অধঃক্ষেপ যথাসম্ভব কঠম ঘুলিয়ে) ক্যালসিয়াম অক্সালেটের অধঃক্ষেপকে ফিল্টার করুন। ড্রপারের সাহায্যে অল্প অল্প করে 0.1% অ্যামোনিয়াম অক্সালেট দ্রবণ দিয়ে অধঃক্ষেপটি বেশ কয়েকবার ধুয়ে ফেলুন। একবারে 1-2 ml-র বেশী দ্রবণ ঢালবেন না, একবার ঢালার পর সেই দ্রবণ অধঃক্ষেপকে ধুয়ে সম্পূর্ণ বেরিয়ে যাবার পরই পরের বার ধোবার জন্য দ্রবণ যোগ করুন। একটি টেস্টটিউবে সামান্য সিলভার নাইট্রেট ও লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড নিয়ে তার মধ্যে ফানেলের চোঙ থেকে দু-এক ফোঁটা পরিস্রুৎ যোগ করে দেখুন—ঘোলা না হলে বুঝবেন অধঃক্ষেপটি ক্রোমাইডমুক্ত হয়েছে। ঘোলা হলে আরও কয়েকবার ধোয়ার প্রয়োজন হবে।

সবশেষে অধঃক্ষেপটি ঠান্ডা জল দিয়ে কয়েকবার ধুতে হবে যাতে এর গায়ে অ্যামোনিয়াম অক্সালেট দ্রবণ লেগে না থাকে। (CaCl₂ দ্রবণ দিয়ে পরিস্রুৎ পরীক্ষা করে দেখতে হবে।)

এবার ফিল্টার পেপারটির এককোণা আলতো করে ধরে একটি ক্লকগ্লাসের উপর পুরোপুরি পেতে দিন ও ক্লকগ্লাসটি কাৎ করে একটি 500 ml বীকারের উপর ধরুন (যে বীকারে অধঃক্ষেপ ফেলা হয়েছিল সেটা নেওয়াই ভাল)। ড্রপারের সাহায্যে গরম 4N সালফিউরিক অ্যাসিডের জেট দিয়ে সব অধঃক্ষেপকে কাগজ থেকে বীকারে চালান করুন। এর পরেও বেশ কয়েকবার কাগজও ক্লকগ্লাসটি গরম অ্যাসিড দিয়ে ধুয়ে দিন। এবার এতে প্রায় সমপরিমাণ জল দিন। দ্রবণটি 70°-80°C উষ্ণতায় গরম করে পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দিয়ে টাইট্রেশন করুন।

ফলাফল :

প্রত্যেক টাইট্রেশন ফল যথাযথ ছকে লিপিবদ্ধ করুন।

গণনা :

$$\text{ধরি, KMnO}_4 \text{ দ্রবণের শক্তি} = S(N)$$

$$\text{Fe-এর জন্য টাইটার} = V_1 \text{ ml}$$

$$\text{Ca-এর জন্য টাইটার} = V_2 \text{ ml}$$

$$(\text{প্রতি টাইট্রেশনে গৃহীত অ্যালিকট} = 25 \text{ ml})।$$

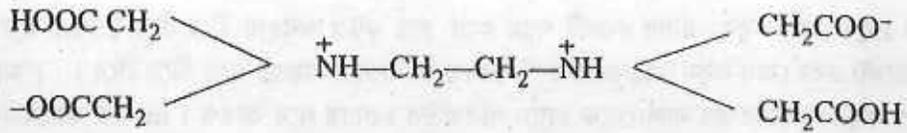
$$\therefore 25 \text{ ml মিশ্রণে Fe-র পরিমাণ} = V_1 \times S \times 0.056 \text{ g}$$

$$\text{Ca-র পরিমাণ} = V_2 \times S \times 0.020 \text{ g}$$

8.3 জটিলমিতিক অনুমাপন

জলের মোট খরতা নির্ণয় : EDTA ব্যবহার করে Ca(II) ও Mg(II) এর টাইট্রেশন :

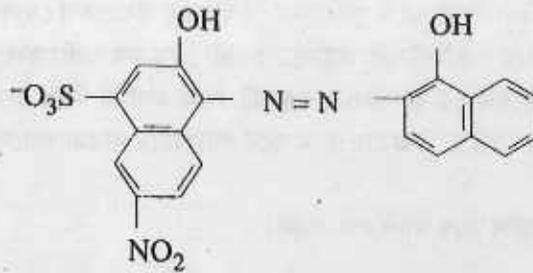
সূচনা : ইথিলিনডাইঅ্যামিন টেট্রাঅ্যাসেটিক অ্যাসিড বা সংক্ষেপে EDTA একটি কীলোট গঠনকারী লিগ্যান্ড। জলীয় দ্রবণে এটি দ্বিধ্ব আয়ন (বা উভয়াবিস্ট, Zwitterion) হিসাবে থাকে :



মূল অ্যাসিডটি (H_4Y) জলে খুব অল্প দ্রবণীয়, তাই সাধারণতঃ এর ডাইসোডিয়াম লবণ, $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$, $2\text{H}_2\text{O}$ (জলে দ্রাব্য) টাইট্রেশনের কাজে ব্যবহৃত হয়। জলীয় দ্রবণে এটি প্রধানতঃ H_2Y^{2-} আয়ন হিসাবে থাকে, তবে pH-এর উপর নির্ভর করে অন্যান্য প্রোটোন-যুক্ত রূপও সম্ভব। আমরা সুবিধার জন্য $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ -কেই EDTA-র প্রতিনিধি হিসাবে উল্লেখ করব।

EDTA প্রায় সব ধাতব আয়নের সঙ্গেই স্থায়ী 1 : 1 জটিল যৌগ গঠন করে— এই যৌগগুলির স্থায়িত্ব pH-এর উপর খুব বেশী নির্ভরশীল। নির্দিষ্ট pH-এর উপযুক্ত ধাতব আয়ন সূচক ব্যবহার করে EDTA-র সাহায্যে ধাতব আয়নগুলির টাইট্রেশন করা যায়। এই সূচকগুলি নিজেরাও ধাতুর সঙ্গে কীলেট গঠনকারী জৈব যৌগ। মুক্ত সূচকের রঙ ও কীলেটের রঙ আলাদা। এদের এমনভাবে নির্বাচন করা হয় যে, EDTA যোগ করলে ধাতু-সূচক কীলেটটি ভেঙে ধাতুর আয়ন মুক্ত হয় এবং EDTA ধাতু কীলেট গঠন হয়। তুল্যাঙ্ক বিন্দুতে সূচকটি তার ধাতুবিহীন আয়নের নিজস্ব রঙে পরিবর্তিত হয়।

এরিওক্রোম ব্ল্যাক-টি (Eriochrome Black-T) এই ধরনের একটি বহু-ব্যবহৃত ধাতব সূচক; এর গঠন



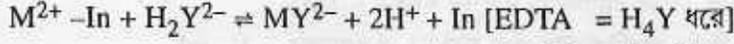
নীচে দেখানো হল (H_2In^-)। এর ফেনলিক -OH গ্রুপের অক্সিজেনগুলি ধাতব আয়নের সঙ্গে (Mg^{2+} , Ca^{2+} , Zn^{2+} ইত্যাদি) স্বচ্ছ লাল রঙের সুস্থিত 1 : 1 কীলেট গঠন করে। pH 8-10 বাফার দ্রবণে মুক্ত সূচকের HIn^{2-} আয়নটির রঙ নীল। EDTA (HY^{3-} হিসাবে দেখানো হল) দিয়ে টাইট্রেশনের সময় বর্ণপরিবর্তনের মূল বিক্রিয়াটি হবে



ধাতু EDTA জলীয় যৌগটি ধাতু-সূচক জটিল যৌগের তুলনায় বেশী স্থায়ী বলে বিক্রিয়াটি ডানদিকে ঘটে। অর্থাৎ, 1 মোল EDTA \equiv 1 মোল M^{2+}

নীতি : জলের স্থায়ী ও অস্থায়ী খরতার মোট পরিমাণ জানার জন্য প্রমাণ EDTA দ্রবণের সাহায্যে (Na_2EDTA , $2\text{H}_2\text{O}$) জলের মোট ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম আয়নকে টাইট্রেশনের মাধ্যমে নির্ণয় করা হয়। pH 10-এ ($\text{NH}_4\text{Cl}-\text{NH}_3$ বাফার) Eriochrome Black-T সূচক ব্যবহার করে এই টাইট্রেশন করা হয়।

EDTA ধাতব আয়নগুলির সঙ্গে 1 : 1 জটিল (কীলোট) যৌগ গঠন করে— এদের মধ্যে ক্যালসিয়ামের জটিল যৌগটি অপেক্ষাকৃত বেশী স্থায়ী। মূল বিক্রিয়াটি সরলীকরণ করে লেখা যায়,



M = Ca, Mg

In = সূচক

যেহেতু 1 মোল $MgCO_3 \equiv 1 CaCO_3$, মোল তাই সমস্ত খরতাকে $CaCO_3$ হিসাবে প্রকাশ করলে লেখা যায়

1 মোল EDTA \equiv 1 মোল $CaCO_3$

\equiv 100 g $CaCO_3$

অর্থাৎ, 1000 ml 1(M) EDTA \equiv 100 g $CaCO_3$

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্যাদি :

(i) A. R. জিঙ্ক অ্যাসিটেট $Zn(OAc)_2, 2H_2O$ (M = 219.5)।

(ii) A. R. $Na_2EDTA, 2H_2O$ (M = 372.24)

(iii) NH_4Cl-NH_3 বাফার

(iv) Eriochrome Black-T সূচক (EBT).

পদ্ধতি :

(i) 0.54875 g এর কাছাকাছি পরিমাণ জিঙ্ক অ্যাসিটেট সূক্ষ্মভাবে ওজন করে 250 ml তে একটি প্রমাণ দ্রবণ তৈরী করুন (0.01 M)।

(ii) মোটামুটি 0.93 g Na_2EDTA 250 ml জলে একটি 0.01M মাত্রার দ্রবণ তৈরী করুন।

(iii) 140 ml গাড় অ্যামোনিয়া দ্রবণে (Liquor ammonia) 17.5 g NH_4Cl দ্রবীভূত করুন। 110 ml জল মেশান।

(iv) 100 মিলিগ্রাম EBT সূচক ও 10 গ্রাম শুকনো সোডিয়াম ক্লোরাইড খলনুড়িতে মিহি করে মিশিয়ে নিন।

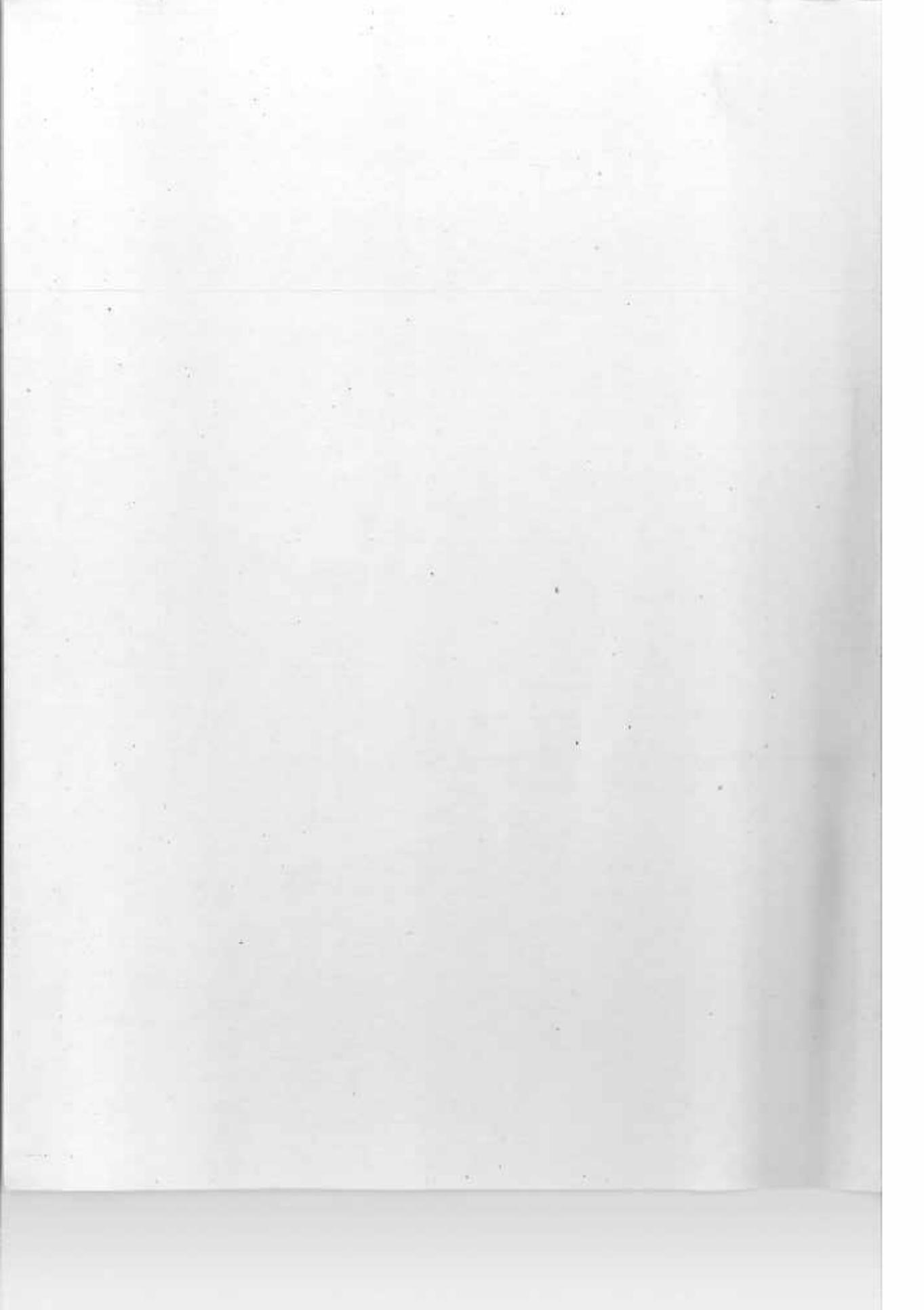
(v) EDTA দ্রবণের শক্তি নির্ণয় : একটি 250 ml কনিকাল ফ্লাস্কে 2 টেস্টটিউব (~ 40 ml) পাতিত জল নিয়ে তাতে 5 ml বাফার দ্রবণ ও অল্প একটু সূচক মেশান। নাড়ানোর পরে দ্রবণটির রঙ নীল হবে। যদি ভাল নীল রঙ না হয় তবে ফোঁটা ফোঁটা EDTA দ্রবণ যোগ করে দ্রবণে নীল রঙ আনুন। EDTA-র এই আয়তন হিসাবে ধরবেন না। অর্থাৎ ব্যুরেটটি আবার শূন্য থেকেই টাইট্রেশন করবেন।

এই নীল দ্রবণে 25 ml প্রমাণ জিঙ্ক অ্যাসিটেট দ্রবণ (পিপেটের সাহায্যে) যোগ করুন। এইবার EDTA দ্রবণ দিয়ে টাইট্রেশন করুন—সমাণ্ডি বিন্দুতে দ্রবণটি লাল থেকে সম্পূর্ণ নীল হবে।

(vi) জলের নমুনার টাইট্রেশন : আগের মত 250 ml কনিকাল ফ্লাস্কে 40 ml পাতিত জল নিয়ে 5 ml বাফার, সূচক ও (প্রয়োজনমত) EDTA দ্রবণ দিয়ে 'নীল জল' তৈরী করুন। এইবার পিপেটের সাহায্যে 50 ml নমুনা জল যোগ করুন। ব্যুরেট থেকে EDTA দ্রবণ দিয়ে টাইট্রেশন করুন—সমাণ্ডিবিন্দু পূর্ববৎ।

ফলাফল ও গণনা : যথাযথ ছকে টাইট্রেশনের ফল লিপিবদ্ধ করুন।







মানুষের জ্ঞান ও ভাবকে বইয়ের মধ্যে সঞ্চিত করিবার যে একটা প্রচুর সুবিধা আছে, সে কথা কেহই অস্বীকার করিতে পারে না। কিন্তু সেই সুবিধার দ্বারা মনের স্বাভাবিক শক্তিকে একেবারে আচ্ছন্ন করিয়া ফেলিলে বুদ্ধিকে বাবু করিয়া তোলা হয়।

— রবীন্দ্রনাথ ঠাকুর

ভারতের একটা mission আছে, একটা গৌরবময় ভবিষ্যৎ আছে; সেই ভবিষ্যৎ ভারতের উত্তরাধিকারী আমরাই। নূতন ভারতের মুক্তির ইতিহাস আমরাই রচনা করছি এবং করব। এই বিশ্বাস আছে বলেই আমরা সব দুঃখ কষ্ট সহ্য করতে পারি, অন্ধকারময় বর্তমানকে অগ্রাহ্য করতে পারি, বাস্তবের নিষ্ঠুর সত্যগুলি আদর্শের কঠিন আঘাতে খুলিসাং করতে পারি।

— সুভাষচন্দ্র বসু

Any system of education which ignores Indian conditions, requirements, history and sociology is too unscientific to commend itself to any rational support.

— Subhas Chandra Bose

Price : Rs. 225.00

Published by : Netaji Subhas Open University, 1 Woodburn Park, Kolkata-700 020 and
Printed at : Calcutta Repro Graphics, 36/8B Sahitya Parishad Street, Kolkata-700 006