

প্রাক্কথন

নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়ের স্নাতক শ্রেণির জন্য যে পাঠ্যক্রম প্রবর্তিত হয়েছে, তার লক্ষণীয় বৈশিষ্ট্য হ'ল প্রতিটি শিক্ষার্থীকে তাঁর পছন্দমতো কোন বিষয়ে সাম্মানিক (Honours) স্তরে শিক্ষাপ্রহণের সুযোগ করে দেওয়া। এ-ক্ষেত্রে 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 বিশ্ববিদ্যালয় সমূহের পাঠক্রম অনুসরণ করে তার আদর্শ উপকরণগুলির সমন্বয়ে রচিত হয়েছে এই পাঠক্রম। সেইসঙ্গে যুক্ত হয়েছে অধ্যোতব্য বিষয়ে নতুন তথ্য, মনন ও বিশ্লেষণের সমাবেশ।

দূর-সঞ্চারী 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 দূরসঞ্চারী শিক্ষাদানের কার্যক্রমে অংশ নিচ্ছেন ; যখনই কোন 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 পাঠকেন্দ্রে 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 গ্রহণ-ক্ষমতা ও চিন্তাশীলতা বৃদ্ধির সহায়ক হবে।

এই অভিনব আয়োজনের বেশকিছু 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

যষ্ঠ পুনর্মুদ্রণ : আগস্ট, 2019

বিধিবিদ্যালয় মঞ্জুরি কমিশনের দূরশি(৭) ব্যুরোর বিধি অনুযায়ী মুদ্রিত।
Printed in accordance with the regulations of the Distance Education
Bureau of the University Grants Commission.

পরিচিতি

বিষয় : রসায়ন

সাম্মানিক স্তর

পাঠক্রম : পর্যায় : ECH 04 : 01 & 02

	রচনা	সম্পাদনা
একক 1	ড. প্রভাত কুমার পাঁজা	ড. মুকুল চন্দ্র দাস
একক 2	ড. প্রভাত কুমার পাঁজা	ড. মুকুল চন্দ্র দাস
একক 3	ড. প্রভাত কুমার পাঁজা	ড. মুকুল চন্দ্র দাস
একক 4	ড. মনতোষ দাশগুপ্ত	ড. মুকুল চন্দ্র দাস
একক 5	ড. প্রশান্ত কুমার ভৌমিক	ড. মুকুল চন্দ্র দাস
একক 6	ড. প্রশান্ত কুমার ভৌমিক	ড. মুকুল চন্দ্র দাস
একক 7	ড. প্রশান্ত কুমার ভৌমিক	ড. মুকুল চন্দ্র দাস

প্রজ্ঞাপন

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

মোহন কুমার চট্টোপাধ্যায়

নিবন্ধক



নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়

ECH 04

(স্নাতক পাঠক্রম)

পর্যায়

1

অজৈব রসায়ন

একক 1	<input type="checkbox"/> পরীক্ষা পদ্ধতি ও যন্ত্রপাতি	7 - 31
একক 2	<input type="checkbox"/> অ্যাসিডমূলক সনাত্তকরণ	32 - 72
একক 3	<input type="checkbox"/> ধাতবমূলকগুলির (ক্যাটায়ন) সনাত্তকরণ	73 - 143
একক 4	<input type="checkbox"/> অজৈব যৌগের প্রস্তুতি	144 - 155

পর্যায়

2

জৈব রসায়ন

একক 5	<input type="checkbox"/> জৈব রসায়নাগারে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি এবং বিভিন্ন পরীক্ষাগত পদ্ধতি	159 - 181
একক 6	<input type="checkbox"/> জৈব যৌগের গুণগত বিশ্লেষণ	182 - 233
একক 7	<input type="checkbox"/> জৈব যৌগ প্রস্তুতি	234 - 248

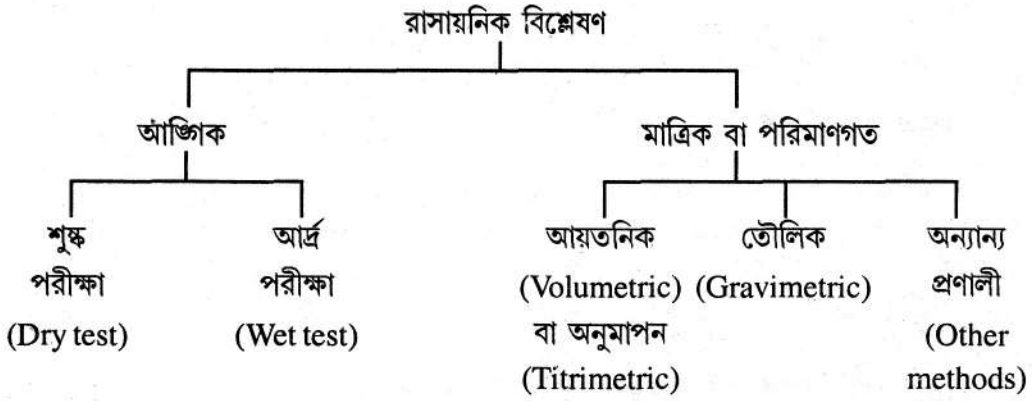
একক 1 □ পরীক্ষা পদ্ধতি ও যন্ত্রপাতি (Experimental Techniques and Appliances)

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 পরিস্রাবণ ও অপকেন্দ্র পদ্ধতি
 - 1.4.4 অধঃক্ষেপণ থোয়া
 - 1.4.5 উত্তাপন
 - 1.4.6 দ্রবণ উত্তাপন ও বাষ্পীভবন
 - 1.4.7 ডাইজেশন
 - 1.4.8 শোষকাধার ও শীতলীকরণ
 - 1.4.9 বৈশ্লেষিক তুলাযন্ত্রের বিবরণ ও ব্যবহার পদ্ধতি
 - 1.4.10 গ্যাসসমূহের শনাক্তকরণ
 - 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 দু'ভাগে ভাগ করা হয়—আঙ্গিক বা গুণগত (Qualitative) এবং মাত্রিক বা পরিমাণগত (Quantitative)। কী কী মৌলিক উপাদান দিয়ে কোনো বস্তু (অজৈব বা জৈব) বা বস্তুর মিশ্রণ গঠিত তা জানবার প্রণালীকে বলা হয় আঙ্গিক বা গুণগত বিশ্লেষণ। উপাদানগুলির পরিমাণ নির্ণয় প্রণালীকে বলা হয় মাত্রিক বা পরিমাণগত বিশ্লেষণ।



আঙ্গিক পদ্ধতি দু'রকমভাবে সজ্জাটিত হয় : (i) শুক্ক পরীক্ষা ও (ii) আর্দ্র পরীক্ষার দ্বারা।

কোনো বস্তুর উপাদানগুলিকে শনাক্ত করতে হলে সেগুলিকে কোনো পূর্বপরিচিত রাসায়নিক যৌগে রূপান্তরিত করতে হয়,—অর্থাৎ যাদের প্রকৃতিগত ধর্ম ভালোভাবে 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 কোনো দ্রাবকের হয় তখন সেই প্রণালীকে বলা হয় আর্দ্র পরীক্ষা। শুক্ক অবস্থায় যখন ঐ বিক্রিয়া ঘটে তখন সেই প্রণালী শুক্ক পরীক্ষা নামে পরিচিত।

আঙ্গিক বিশ্লেষণ এর সময় পরীক্ষণীয় বস্তুর পরিমাণ বিভিন্ন হতে পারে। বস্তুর পরিমাণের উপর ভিত্তি করে আঙ্গিক 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 20–50cm³।
- (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 আঙ্গিক বিশ্লেষণে উন-পরিমাণ পদ্ধতি সবচেয়ে উপযোগী কারণ প্রমাণ পরিমাণ পদ্ধতি সময় ও বিকারক অপচয়কারী আবার লেশ-পরিমাণ পদ্ধতির জন্য অনেক দামি যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয় অর্থাৎ খুব ব্যয় সাপেক্ষ।

আয়তনিক বিশ্লেষণ :

পরীক্ষণীয় বস্তুর নির্দিষ্ট আয়তন দ্রবণের সাথে কোনো বস্তুর প্রমাণ দ্রবণের মাত্রিক বিক্রিয়া ঘটিয়ে প্রমাণ দ্রবণের আয়তন নির্ণয় দ্বারা পরীক্ষণীয় বস্তুর দ্রবণে তাহার পরিমাণ মাপ করাই আয়তনিক বা অনুমাপন পদ্ধতির উদ্দেশ্য। আয়তনিক বা অনুমাপন বিশ্লেষণে বিক্রিয়াগুলি প্রধানত চাররকমের হয় : (i) অম্লমিতি এবং ক্ষারমিতি (Acidimetry and alkalimetry) (ii) জটিল আয়ন বিক্রিয়া (Complexion reaction) (iii) অধঃক্ষেপণ বিক্রিয়া (Precipitation reaction) (iv) জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া (Oxidation-reduction reaction)।

তৌলিক বিশ্লেষণ :

পরীক্ষণীয় বস্তুর মিশ্রণ থেকে কোনো নির্দিষ্ট ওজন নিয়ে দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়। ঐ দ্রবণের নির্দিষ্ট আয়তন থেকে কোনো মৌলের আয়ন মূলককে কোনো স্থায়ী (Stable) বিদিত সংযুক্তি (known) সম্পন্ন এবং তৌলনীয় (Weightable) যৌগে রূপান্তরিত করে অধঃক্ষিপ্ত করা হয়, এরপর ঐ অধঃক্ষেপকে দ্রবণ থেকে পৃথক করে ভালোভাবে 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 $BaSO_4$)। অনেক সময় অধঃক্ষেপ পৃথক করার পর উত্তপ্ত করে তৌলনীয় যৌগে রূপান্তরিত করা হয় ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ $\xrightarrow{\text{উত্তাপ}}$ $Mg_2P_2O_7$)। যৌগের সংকেত (formula) ও আণবিক ওজন থেকে অঙ্ক কষে ঐ 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 মূলত দুভাগে বিভাগীকরণ করা যেতে পারে : (a) বৈদ্যুতিক পদ্ধতি (যথা-ভল্টামেট্রী, কুলমেট্রী, পটেনশিয়মেট্রী ইত্যাদি) [Electrical method], (b) আলোকবিদ্যাসংক্রান্ত পদ্ধতি [Optical method]। এই আলোকবিদ্যা সংক্রান্ত পদ্ধতিগুলি আবার দুভাগে বিভক্ত : (a) শোষণ পদ্ধতি (Absorption method) [যেমন : (i) অতিবেগুনি বর্ণালী পরিমাপন (v spectrometry), (ii) দৃশ্যমান বর্ণালী পরিমাপন (Visible spectrometry) (iii) অবলোহিত বর্ণালী পরিমাপন (Infrared spectrometry)।

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

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

উদ্দেশ্য

এই একটি পাঠ করে আপনি নিম্নলিখিত বিষয় সম্বন্ধে ওয়াকিবহাল হতে পারবেন।

- রসায়ানাগারে কাজের সময় যথাগত নিরাপত্তা ব্যবস্থা গ্রহণ।
- পরীক্ষাগুলির পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত ল্যাবরেটরি নোটবুকে লিখিবদ্ধকরণ।
- রসায়ানাগারে যন্ত্রপাতিগুলির বিবরণ জানা এবং সেগুলির সাহায্যে ঠিকমতো পরীক্ষাকার্য সম্পাদন করা।
- সাধারণ পরীক্ষাগার পদ্ধতিগুলি যথা : উত্তাপন, অধঃক্ষেপণ, পরিশ্রাবণ, অপকেন্দ্রপদ্ধতি (Centrifge method), ওজন গ্রহণ প্রভৃতি বিষয়ে দক্ষতা অর্জন।

1.2 পরীক্ষাগারে নিরাপত্তা

রসায়ানাগারে দাহ্য তরল, বিষাক্ত রাসায়নিক পদার্থ এবং ভজুর কাচের যন্ত্রপাতি থাকে। আজকাল আবার কোনো কোনো রসায়ানাগারে LPG গ্যাস সিলিন্ডার ব্যবহার করা হয়। এসমস্ত জিনিসই ভীষণ বিপদের সংকেতবাহী। রসায়ানাগারে কাজের সময় নিরাপত্তা বিষয়ে কয়েকটি সাধারণ সাবধানতা অবলম্বন করা যেতে পারে।

- অ্যাপ্রন (Apron) পরে কাজ করা।
- রসায়ানাগারে কোথায় কী আছে সে সম্বন্ধে সম্যক ধারণা, যেমন—অগ্নিনির্বাপক যন্ত্র, হঠাৎ বাহির হওয়ার জন্য কাজের দরজা, কন্সল, ফার্স্ট এড বক্স (First-aid-box) প্রভৃতি।
- রসায়ানাগারে কখনও একা না কাজ করা।
- চোখে চশম বা রোদ-চশমা (Sunglass) পরে রসায়ানাগারে কাজ করা।
- দাহ্য পদার্থ সরাসরি আগুনে গরম না করা।
- পরীক্ষানলে (Testtube) কোনো রাসায়নিক পদার্থ উত্তপ্ত করার সময় উহার মুখ কখনও নিজের বা পাশের অন্য কারও দিকে না করা।
- যে সমস্ত রাসায়নিক পদার্থ নিজে কাজ করা হয় তার অনেকগুলিই কমবেশি বিষাক্ত ও বিপজ্জনক। কখনও রাসায়নিক পদার্থ শরীরের সংস্পর্শে আনবেন না বা কোনো 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।	বেশিরভাগই ভীষণ ক্ষতিকারক যদি পাকস্থলীতে প্রবেশ করে।
H ₂ S	HCN-এর মতো 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 বিশেষত শৈথিল্যিক ঝিল্লির ক্ষতি করে।
ক্লোরিনেটেড অ্যালকেপ যথা CCl ₄ , CHCl ₃	চেতনানাশক
বেনজিন	দাহ্য পদার্থ, মাথা ঝিম ঝিম করায়
বেনজাইল 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, ফিলটার পেপার ও ভাঙা কাচের যন্ত্রপাতি নির্দিষ্ট আবর্জনা রাখার পাত্রে রাখতে হবে—পরীক্ষাগারের মেঝেতে বা জলের সিংকে কখনও ফেলবেন না।
- কাজের শেষে সাবান দিয়ে ভালোভাবে হাত ধুয়ে নিতে হবে।
- কাজের শেষে পরীক্ষাগারে জলের কল ও গ্যাস লাইনের চাবি বন্ধ করে নিশ্চিত হয়ে পরীক্ষাগারে ত্যাগ করতে হবে।

সতর্কতা অবলম্বন করেও অনেকক্ষেত্রে দুর্ঘটনা এড়ানো যায় না। সাধারণত 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 ভাঙা কাচের টুকরোতে কেটে যায়। ক্ষতস্থানটি ভালোভাবে পরিষ্কার করে ঠান্ডা জল দিয়ে ধুতে হবে। এরপর পচন নিরোধক (antiseptic) মলম লাগিয়ে পট্টি বেঁধে দিতে হবে।

- (ii) পুড়ে যাওয়া : সাধারণত গরম যন্ত্রপাতির সংস্পর্শে পুড়ে যায়। প্রথমে পোড়া জায়গাটি ঠান্ডা জল দিয়ে অনেকক্ষণ ধোয়ার পর বারনলজাতীয় মলম লাগাতে হবে। যদি কোনো রাসায়নিক পদার্থের জন্য পুড়ে যায় সেক্ষেত্রে তালিকা 1.2 অনুসারে ব্যবস্থা নেওয়া যেতে পারে।
- (iii) আগুন লাগা : কোনো দাহ্য পদার্থের বাষ্প হঠাৎ জ্বলে উঠলে কক্ষলজাতীয় ভারী কিছু দিয়ে চাপা দিতে হবে। আগুন নিভে যাবে। আবার জামাকাপড়ে আগুন লাগলে মেঝেতে শুয়ে পড়ে সমস্ত শরীর কক্ষলে 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 $(NH_4)CO_3$ 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, পরিষ্কাবণ ও ওজন-গ্রহণ প্রভৃতি প্রক্রিয়াগুলি অতি প্রয়োজনীয়। আশা করছি আপনি রসায়াগারে 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 উদ্ভাপন :

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

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

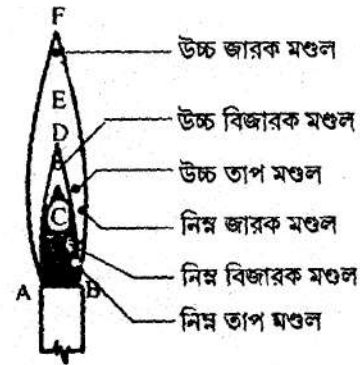
(i) বুনসেন দীপ : বুনসেনদীপের শিখা দুরকম হয়। (ছবি নং 1.1)

(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) এই অংশে গ্যাসের কোনো 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 সোনালি হলুদ রঙের শিখা দেখা যায়। গ্যাসের কার্বন এই অংশে বিযুক্ত হয়। এই অংশকে বলা হয় উচ্চ বিজারক মণ্ডল। এই সোনালি 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 এই অংশে বায়ুর সংযোগে গ্যাসের দহন সম্পূর্ণ হয়। এই শিখাকে জারক শিখা বলে। বায়ুর প্রবেশদ্বার উন্মুক্ত করে দিলে এই শিখার আয়তন বেড়ে যায়। দীপনের মুখের কাছে নীচের অংশে উত্তাপ কম থাকে এবং এই অংশকে বলা হয় নিম্নতাপ মণ্ডল। এই শিখার মাঝামাঝি জায়গার বাইরের দিকের অংশে সবচেয়ে বেশি উত্তাপ (1560–1580°C) থাকে। এই অংশকে বলা হয় উচ্চতাপ মণ্ডল। এই শিখার অগ্রভাগকে 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 পথ হল একটি বীকারে ফুটন্ত জলের মধ্যে পরীক্ষানলে নমুনার জলীয় দ্রবণ 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। সাধারণত অল্পসময়ের মধ্যে বাষ্পীভবনের সাহায্যে দ্রবণ গাঢ় বা শুষ্ক করা হয়।

(iv) **বায়ুচুল্লি (Air oven) :**

কোনো 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। আম্লিক বা ক্ষারীয় বাষ্প পরীক্ষণীয় বস্তু থেকে নির্গত হলে তড়িৎচালিত বায়ুচুল্লি ব্যবহার করা যাবে না।

(v) **তড়িৎচুল্লি (Electric Oven) :**

তড়িৎচুল্লি সাধারণত বেশি তাপমাত্রায় কোনো বস্তুর ভস্মীকরণের (Calcination) জন্য ব্যবহৃত হয়। তড়িৎচুল্লিতে তাপমাত্রা ইচ্ছামতো কমানো বা বাড়ানো যায় সুনিয়ন্ত্রিতভাবে আচ্ছাদিত তড়িৎচুল্লি (Muffle furnace) বেশি ব্যবহৃত হয় কোনো বস্তুকে 1200°C বা তার বেশি তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করার জন্য।

1.4.2 অধঃক্ষেপণ :

রাসায়নিক বিশ্লেষণে অধঃক্ষেপণ খুবই গুরুত্বপূর্ণ। কোনো দ্রবণে বিকারকের দ্রবণ যোগ করলে যদি দ্রবণে কোনো মূলক (ক্ষারীয় বা আম্লিক) অদ্রাব্য লবণ তৈরি করে তাহলে সেই প্রক্রিয়াকে অধঃক্ষেপণ বলা

হয়। অদ্রব্য লবণকে অধঃক্ষেপ এবং বিকারককে অধঃক্ষেপক বলা হয়। K_2SO_4 -এর দ্রবণে অধঃক্ষেপক $BaCl_2$ -এর দ্রবণ যোগ করলে সাদা রঙের অদ্রব্য $BaSO_4$ অধঃক্ষেপ তৈরি হয়।

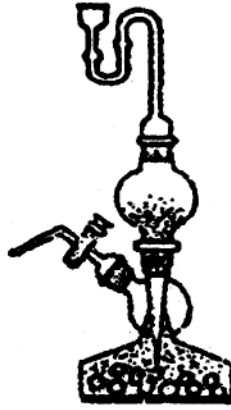
সাধারণত আজিক বিল্লেখণে পরীক্ষানলে এবং মাত্রিক বিল্লেখণে বীকারে অধঃক্ষেপণ করা হয়। দ্রবণ সর্বক্ষণ কাচের দণ্ড দিয়ে নাড়তে নাড়তে পরীক্ষানল বা বীকারের গা বেয়ে ধীরে ধীরে পিপেট বা ড্রপারের সাহায্যে বিকারক যোগ করা হয়। অধঃক্ষেপ থিতিয়ে যাওয়ার পর দ্রবণের উপরিভাগে কয়েক ফোঁটা অধঃক্ষেপক যোগ করা হয় অধঃক্ষেপণ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

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

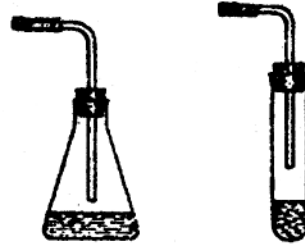
আজিক বিল্লেখণে H_2S গ্যাস সহযোগে অধঃক্ষেপণ বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ। দুভাবে এই প্রক্রিয়া সম্পাদন করা হয়।

(a) বুদ্ধবুদ্ধ পদ্ধতি : মুখ খোলা পরীক্ষানল বা বীকারে আল্লিক দ্রবণের মধ্যে কিপ্সযন্ত্র থেকে উদ্ধৃত (ছবি নং 1.3) H_2S গ্যাস চালনা করা হয় বুদ্ধবুদ্ধ আকারে। আল্লিক মাধ্যমে H_2S গ্যাস খুব কম দ্রবণীয়, বেশিরভাগ 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 শংকুকুপী (Conical flask) বা পরীক্ষানল ব্যবহার করা হয়। কিছুক্ষণ H_2S গ্যাস চালনার পর বুদ্ধবুদ্ধ তৈরি 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

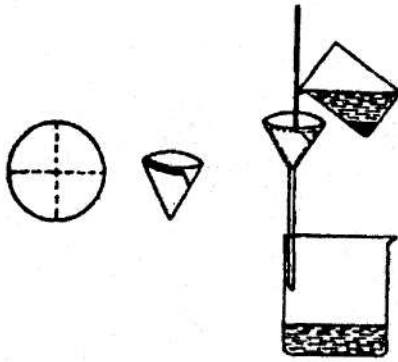
1.4.3 পরিস্রাবণ ও অপকেন্দ্র পদ্ধতি (Filtration and centrifuge method):

(i) পরিস্রাবণ : পরিস্রাবণ হল অধঃক্ষেপকে উহার মাতৃদ্রবণ (Mother liquor) হতে পৃথক করার একটি পদ্ধতি। ছাঁকন মাধ্যম হিসেবে ব্যবহৃত হয় : (a) ছাঁকন কাগজ (Filter paper) বিশুদ্ধ asbestos

স্তরযুক্ত ছাঁকন মাদুর (Filter mat) (গ) স্থায়ী সূক্ষ্ম ছিদ্রতলক কাচের মুচি (Sintered bed glass crucible)। আজিক বিল্লেখ্যে ছাঁকন মাধ্যম হিসেবে সাধারণত ছাঁকন কাগজ ব্যবহার করা হয়।

যতদূর সম্ভব 60°C -এর কাছাকাছি কোনো 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 কোনো অল্প ছিঁড়ে ফেলতে হবে। তারপর কাগজটি এমনভাবে খুলতে হবে যাতে ছেঁড়া কোনো দিকে তিনভাঁজ এবং অন্যদিকে এক ভাঁজ থাকে—একটি 60°C কোনো বিশিষ্ট শঙ্কু তৈরি হবে। তারপর শঙ্কুকে পাতিত জল দিয়ে ভিজিয়ে ফানেলের গায়ে এমনভাবে স্টেটে দিতে হবে যাতে ফানেল ও কাগজের মাঝে কোনো বুদ্ধবুদ্ধ 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 পরিস্রুত সংগ্রহের জন্য রাখা বীকারের গায়ে স্পর্শ করে থাকে,—স্পর্শ এমনভাবে করতে 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 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 পরিমাণমতো ছাঁকন মণ্ড (Filter Pulp) মিশিয়ে ভালোভাবে নেড়ে দিয়ে পরিশ্রাবণ



পরিশ্রাবণ
ছবি নং-1.5

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

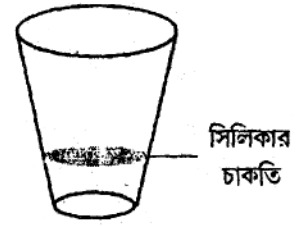
আজিক বিল্লেখ্যে সাধারণ ছাঁকন কাগজ ব্যবহার করা হয় কিন্তু মাত্রিক বিল্লেখ্যে ছাঁকন মাধ্যম হিসাবে সাধারণত (i) মাত্রিক ছাঁকন কাগজ (Quantitative filter paper) এবং (ii) স্থায়ী সূক্ষ্ম ছিদ্রতলক কাচের মুচি (Sintered bed glass Crucible) ব্যবহার করা হয়।

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 $\text{Fe}(\text{OH})_3$] বলে Whatman No. 41, মাঝারি 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 পরিশ্রাবণের গতি দ্রুততম। উপরোক্ত তিনধরনের ছাঁকন কাগজের তুলনা নিম্নলিখিতভাবে করা যেতে পারে।

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

স্থায়ী সূক্ষ্ম ছিদ্রতলক কাচের মুচি : ইহা দেখতে দুইমুখ খোলা কাগজের নলের মতো। নলের সরমুখের একটু উপরে সূক্ষ্ম ছিদ্রযুক্ত সিলিকার একটি চাকতি স্থায়ীভাবে আটকানো থাকে। (ছবি নং 1.6) শোষণ প্রক্রিয়ার (Suction method)। সাহায্যে ইহার দ্বারা পরিশ্রাবণ 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 পোর্সেলীন বা সিলিকার মুচি নিয়ে কাজ করতে হবে। অধঃক্ষেপ কণার আকৃতি অনুযায়ী বিভিন্ন ক্রমের সূক্ষ্ম ছিদ্রতলকে ব্যবহার করা হয়,—এদের সচ্ছিদ্রতা (Porosity) 0, 1, 2, 3, 4 ও 5 সংখ্যাগুলি দ্বারা প্রকাশ করা হয়।



ছিদ্রতলক কাচের মুচি
ছবি নং-1.6

মুচির নির্দেশক সংখ্যা

ছিদ্রগুলির ব্যাস

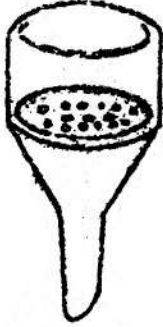
(μm যেখানে $1\mu\text{m} = 10^6\text{metre}$)

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

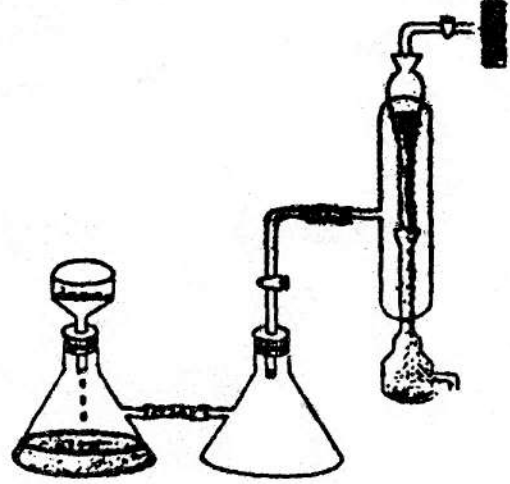
অনেকসময় সিলিকা বা পোর্সেলীন মুচির সচ্ছিদ্র তলদেশে বিশুদ্ধ অ্যাজবেস্টসের স্তর বিছিয়ে নির্দিষ্ট নির্দেশ সংখ্যার ছাঁকন মাদুর (Filter mat) তৈরি করে কাজ করা হয়। এক্ষেত্রে প্রধান অসুবিধে হল এই ধরনের ছাঁকন মাদুর দিয়ে একবারের বেশি পরিশ্রাবণ করা যাবে না কারণ ছাঁকন মাদুর পরিষ্কার করার চেষ্টা করলে তা নষ্ট হয়ে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

তৌলিক বিশ্লেষণে এই মুচির ব্যবহার খুব বেশি করা হয়।

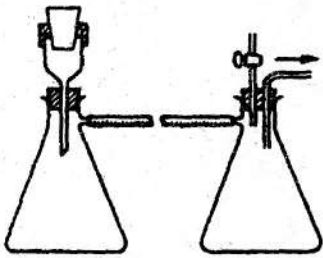
যদি অধঃক্ষেপে পরিমাণ বেশি (সাধারণত জৈব যৌগের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য) হয় তখন বুকনার (Buchnar) ফানেল ব্যবহৃত হয় পরিষ্কার করার জন্য। পোর্সেলীনের তৈরি বুকনার (ছবি নং 1.7) ফানেলের তলাতে ছিদ্রযুক্ত পোর্সেলীনের প্লেট থাকে। ফিল্টার বা ছাঁকন কাজ গোলাকৃতি আকারে কেটে নিয়ে এমনভাবে ফানেলের তলাতে বসাতে হয় যাতে সমস্ত ছিদ্রগুলি কাগজে ঢাকা থাকে। এরপর জল দিয়ে কাগজটি ভিজিয়ে ফানেলের তলের উপর দৃঢ়ভাবে স্থাপন করা হয়। এবার ফানেলটি রাবার কর্কের সাহায্যে ফিল্টার ফ্লাস্কের মুখে দৃঢ়ভাবে বসিয়ে ফ্লাস্কটিকে জলশোষক পাম্প (ছবি নং 1.8) বা তড়িৎচালিত শোষক পাম্পের সঙ্গে যুক্ত করা হয়। এই প্রক্রিয়াতে পরিষ্কার দ্রুত সম্পন্ন হয়। স্থায়ী সূক্ষ্ম ছিদ্রতলক কাচের মুচিকে রাবার গার্ডারের সাহায্যে আধারে (receptacle) প্রোথিত করে আধারটি বুকনার ফানেলের পরিবর্তে ফিল্টার ফ্লাস্কে দৃঢ়ভাবে বসালে শোষক প্রক্রিয়ায় পরিষ্কার এক্ষেত্রেও দ্রুততর সম্পন্ন হবে। (ছবি নং 1.9)।



বুকনার ফানেল
ছবি নং-1.7



বুকনার ফানেলে পরিষ্কার
ছবি নং-1.8



সূক্ষ্মছিদ্রতলক কাচের মুচির দ্বারা পরিষ্কার
ছবি নং-1.9

(ii) অপকেন্দ্র পদ্ধতি (Centrifuge method) : মাতৃদ্রবণ থেকে অধঃক্ষেপ পৃথক করার সবথেকে ভালো পদ্ধতি অপকেন্দ্র পদ্ধতি। পরীক্ষাকালে অধঃক্ষেপসহ দ্রবণ একটি ছোটো সেন্ট্রিফিউজ

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 থামলের নলটিকে খোল থেকে বের করলে দেখা যায় যে অধঃক্ষেপ ঐ নলের একদম নীচে থিতিয়ে গেছে। এই প্রক্রিয়াকে বলা হয় অপকেন্দ্র প্রক্রিয়া।

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

$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$

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 $2\pi r n = v$ (2)

(2) হইতে V -এর মান (1) এ বসিয়ে পাই,

$$F_c = \frac{(2\pi r n)^2}{r} = 4\pi^2 r n^2 \quad \text{..... (3)}$$

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

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

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

$$\frac{F_c}{F_g} = \frac{4\pi^2 r n^2}{mg} = \frac{4\pi^2 r n^2}{g} = \quad \text{..... (5)}$$

ধরি বৃত্তাকার পথে কণাটির ঘূর্ণন সংখ্যা প্রতি মিনিটে হল N

তাহলে $n = \frac{N}{60}$ বসাইয়া (5) এ

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

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

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

অতএব বলতে পারি $F_c \approx \approx 450 F_g$

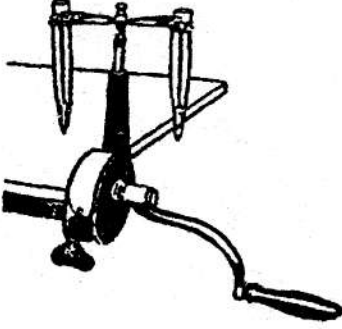
অতএব অধঃক্ষেপের যে কণা পরীক্ষানলের দ্রবণে দশমিনিটে থিতিয়ে পড়ে তা উপরোক্ত সেনট্রিফিউজে ($r = 10 \text{ cm}, N = 2000$) 1.3 সেকেন্ডে থিতিয়ে পড়বে।

অপকেন্দ্রণ প্রক্রিয়ার সুবিধা :

- (i) অধঃক্ষেপণ পৃথকীকরণ এ অত্যন্ত কম সময় লাগে।
- (ii) অল্প পরিমাণ অধঃক্ষেপ হলেও সহজে পৃথক করা যায়।
- (iii) অল্পসময়ে ভালোভাবে অধঃক্ষেপ ধুয়ে নেওয়া যায়।
- (iv) গাঢ় অ্যাসিড, ক্ষারক বা অন্যকোন 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।



হাত-সেনট্রিফিউজ
ছবি নং-1.10

- (iv) পরীক্ষাগারে আমরা সাধারণত: 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 থেকে যায়। হাত দিয়ে বেগ কমানো উচিত নয়, এতে নলে ও দ্রবণে কাঁপন লাগে, 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। সাধারণত ধোয়ার জন্য দ্রাবক হিসেবে অতি লঘু বিকারক দ্রবণ অথবা কোনো তড়িৎবিশ্লেষ্য লবণের লঘু দ্রবণ ব্যবহার করা হয়। বিশুদ্ধ জলে ধুলে অনেক সময় অধঃক্ষেপের কোলয়েডীয় দ্রবণ তৈরি হয় (পেপটাইজেশান) কার্যে বিঘ্ন ঘটায়।

পরিস্রাবণ প্রক্রিয়ায় ধোয়ার দ্রবণ (Washin 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 অশুদ্ধ দূর হয়। পরিস্রাবণ প্রক্রিয়ায় অধঃক্ষেপ ধোয়া অত্যন্ত সময়সাপেক্ষ ব্যাপার।

সেন্ট্রিফিউজ প্রক্রিয়ায় নলের নীচে জমে থাকা অধঃক্ষেপের সঙ্গে ধোয়ার দ্রবণ মিশিয়ে ভালোভাবে 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 যোতে পারে :

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

এখানে $C_n = n$ বার ধোয়ার পর অশুদ্ধির গাঢ়ত্ব

C_o = 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 $a = 1 \text{ cm}^3$ এবং $b = 9 \text{ cm}^3$ হয় তাহলে তিনবার ধোয়ার পর অশুদ্ধির গাঢ়ত্ব সহস্রাংশে (10^3) কমে যায় কিন্তু একবারে 27 cm^3 দিয়ে ধুলে অশুদ্ধির গাঢ়ত্ব মাত্র $1/28$ অংশে কম।

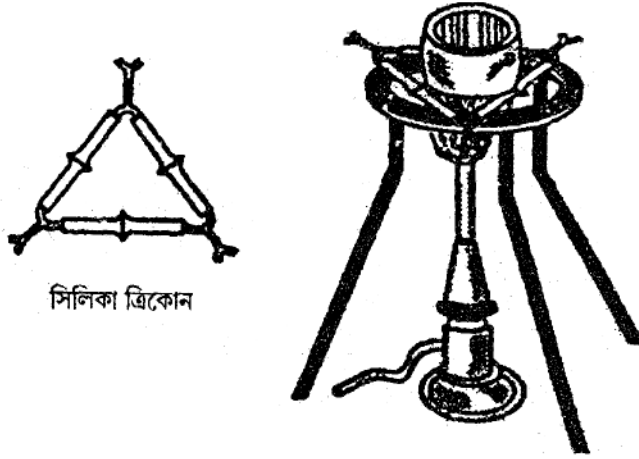
1.4.5 অধঃক্ষেপ শুষ্কীকরণ ও জ্বালন (Drying and ignition of precipitates)

অধঃক্ষেপ পরিশ্রাবণ করে ধোয়ার পর শুষ্ক অবস্থায় ওজন করার পূর্বে একটি নির্দিষ্ট সংযুক্তি সম্পন্ন হওয়া জরুরি। সাধারণত নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় শুষ্কীকরণ (Drying) প্রক্রিয়া এবং জ্বালনের সাহায্যে স্থির সংযুক্তি পাওয়া যায়। BaSO_4 -এর অধঃক্ষেপকে 403K তাপমাত্রায় শুষ্ক করে স্থির সংযুক্তি পাওয়া যায়। কিন্তু $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ এর অধঃক্ষেপকে শুষ্ক করে স্থির সংযুক্তি পাওয়া যায় না কিন্তু উচ্চ তাপে জ্বালিত করলে স্থির সংযুক্তিতে (Fe_2O_3) উপনীত হয়।

শুষ্কীকরণ : পরিস্কার 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 : ফিল্টার বা ছাঁকন কাগজ যদি অধঃক্ষেপ পরিশ্রাবণের কাজে ব্যবহার করা হয় তাহলে জ্বালন প্রক্রিয়া অবলম্বন করতে হবে, অধঃক্ষেপসহ ফিল্টার কাগজকে ফানেল থেকে সাবধানে সরিয়ে, ঐ

কাগজ দিয়ে অধঃক্ষেপকে মুড়িয়ে ছোটো পুটলী করে তা পূর্বে স্থিরীকৃত ওজনের ঢাকনায়ুক্ত সিলিকা বা পোর্সেলীনের 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 দীবপের ছোটো শিখা ফেলে প্রথম জলীয় বাষ্প দূর করা হয়। এরপর শিখা বাড়ালে ফিল্টার কাজ আস্তে আস্তে কালো কার্বনে রূপান্তরিত হয়। কাগজকে কখনও জ্বলতে উচিত নয়—যদি কখনও তা জ্বলে ওঠে তাহলে মুচিতে ঢাকনা চাপা দিলে তা নিভে যাবে।



ছবি নং 1.11

কাগজ সম্পূর্ণরূপে কালো কার্বনে পরিণত হলে দীপশিখাকে মুচির নীচে ধরতে হবে। সমস্ত কার্বন পুড়ে যাওয়ার পর (কোনো কালো কণা থাকবে না) মুচিকে প্রয়োজনীয় উচ্চতমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়। এই প্রক্রিয়া সম্পন্ন করতে বেশ সময় (এক থেকে দেড় ঘণ্টা) লাগে। জ্বালন প্রক্রিয়া শেষ হলে ঢাকনাসহ মুচিকে এক দুমিনিট পরে শোষকাধাকে 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 কোনো ক্ষয়কারী (Corrosive) গ্যাস উদ্ভূত হলে সমগ্র প্রক্রিয়াটি ধূমপ্রকোষ্ঠে (Fume Cupboard) সম্পন্ন করা উচিত।

বাপ্পীভবনের 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 নাড়বার মতো 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।

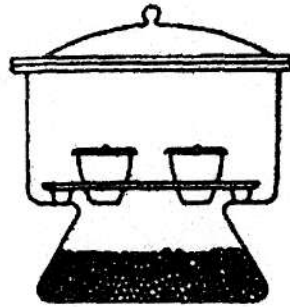
দ্রবণের আয়তন কমানোর জন্য যখন বীকারে বা স্ফুটন ননেল দ্রবণ নিয়ে উন্মুক্ত উত্তপ্ত করা হয় তখন সাবধানতা অবলম্বন করতে হয়ে যাতে দ্রবণ আচমকা লাফিয়ে উঠে বাইরে পড়ে না যায়। বীকারের ক্ষেত্রে দ্রবণে একটি কাচদণ্ড ডুবিয়ে রাখতে হয় আর স্ফুটন নলের ক্ষেত্রে শিখা থেকে নলটি মাঝে মাঝে সরিয়ে নিতে হয় যখন দ্রবণ লাফানোর মতো অবস্থায় আসছে বোঝা যাবে।

1.4.7 ডাইজেশন (Digestion) :

অধঃক্ষেপণ তৈরির পর তা মাতৃদ্রবণের (Mother liquor) সঙ্গে সাধারণ পরীক্ষাগারে তাপমাত্রায় 12 থেকে 24 ঘণ্টা রেখে বা অনুমোদনযোগ্য (Permissible) তাপমাত্রায় 15-45 মিনিট জলগাহে বা উন্মুক্ত শিখায় উত্তপ্ত করার পদ্ধতিকে জাইলেশন বলা হয়। তৌলিক বিশ্লেষণে কম সময়ে অধঃক্ষেপণ সম্পাদন ও অধঃক্ষেপের কণাগুলি আকৃতি পরিশ্রাবণ-যোগ্য করতে ডাইজেশন পদ্ধতি অনুসরণ করা হয়। এই প্রক্রিয়ায় সহ অধঃক্ষেপণ (Coprecipitation) জনিত অপদ্রব্যগুলি সহজে মুক্ত ও দ্রবীভূত করা যায়। বীকারে সাধারণত 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 আবওহাওয়া কোনো বস্তুকে অনেকদিন ধরে রাখার জন্য ঢাকনাসহ কাচের বিশেষ ধরণের বায়ুনিরোধক পাত্র হল শোষকাধার (ছবি নং 1.12)। শোষকাধারের তিনটি অংশ হচ্ছে যথাক্রমে ঢাকনা, শুষ্কীকরণের জন্য বস্তু রাখার অংশ (উপরের অংশ) এবং নিরুদক রাখার অংশ (নীচের অংশ)। উপরের ও নীচের অংশের সংযোগস্থলে একটি তারজালি রেখে ছিদ্রযুক্ত ও মুচি রাখার ব্যবস্থা সম্পন্ন পোর্সেলীনের তার রাখা থাকে।



শোষকাধার
ছবি নং-1.12

শোষকাধারে নীচের অংশে নিরুদক হিসাবে অনার্দ্র ক্যালশিয়াম ক্লোরাইড বা নীলরঙের সিলিকা জেল বা গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড রাখা হয়। নিরুদকের ক্ষমতা নষ্ট হলে গেলে তা পরিবর্তন করতে হয়। ঢাকনা ও উপরের অংশের মধ্যবর্তী তলে গ্রিস্ এর হালকা আস্তরন লাগাতে হয় যাতে ঢাকনা খোলা ও বন্ধের সময় পাশ থেকে মসৃণভাবে এগিয়ে নিয়ে যাওয়া যায় এবং ঢাকনা বন্ধ অবস্থায় শোষকাধার সম্পূর্ণ বায়ু নিরোধক থাকে। ঢাকনা খুলে টেবিলে রাখার সময় গ্রিস্ 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 পোর্সেলীন তাকে রাখা হয়। শোষকাধারের বায়ু যাতে উত্তপ্ত হয়ে প্রসারিত হতে পারে এইজন্য মুচি রাখার 5-10 সেকেন্ড পরে ঢাকনা বন্ধ করা হয়। কখনও বেশিক্ষণ ঢাকনা খোলা রাখা উচিত নয় কারণ বাইরের আর্দ্র বায়ু শোষকাধারে ঢুকবে এবং নিরুদকের কার্যকারিতা নষ্ট করে দেবে। সাধারণত 30 থেকে 40 মিনিট থাকলে মুচি পরীক্ষাগারের তাপমাত্রায় চলে আসবে। মুচি শোষকাধার থেকে বের করার সময় খুব ধীরে ধীরে ঢাকনা করতে হয় নতুবা আংশিক বায়ুশূন্য শোষকাধারে হঠাৎ জোরে বাতাস ঢুকে মুচেতে রাখা বস্তু ফেলে দিতে পারে।

সতর্কতা হিসাবে মনে রাখতে হবে যে-কোনো বস্তুর জলীয় বাষ্প চাপ যদি নিরুদকের জলীয় বাষ্পচাপ অপেক্ষা কম হয় সেক্ষেত্রে ঐ বস্তুকে উক্ত নিরুদকের সাহায্যে শোষকাধারে শুষ্ক করা যাবে না।

বায়ুশূন্য শোষকাধার :

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

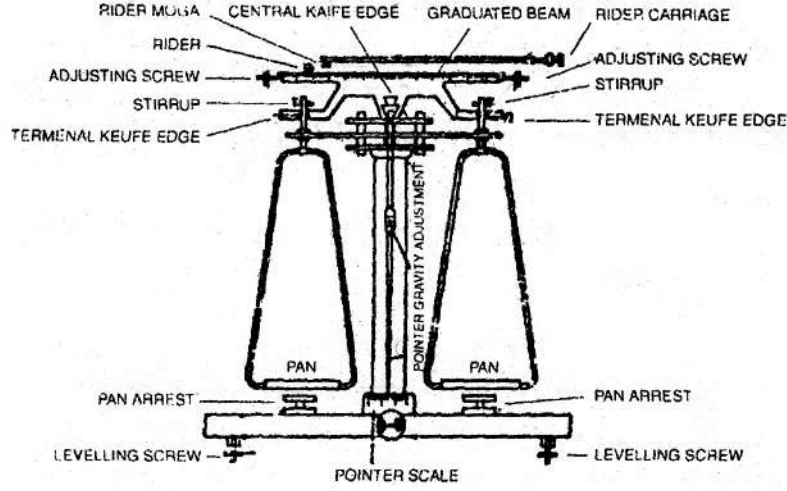
অল্প সময়ে শুষ্কীকরণের জন্য বা উদ্বায়ী জৈব বস্তু সরিয়ে ফেলার জন্য বায়ুশূন্য শোষকাধার ব্যবহার করা হয়।

1.4.9 বৈশ্লেষিক তুলা-যন্ত্রের বিবরণ ও ব্যবহার পদ্ধতি :

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

- (i) তুলা-যন্ত্রটি (ছবি নং 13) একটি কাচের বাস্কের মধ্যে রাখা থাকে। বাস্কের 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 মঞ্চের উপর তুলাযন্ত্রটি দৃঢ়ভাবে বসান থাকে। সমতল মঞ্চ সমেত তুলাযন্ত্রটি উপরোক্ত কাচের বাস্কের মধ্যে রক্ষিত থাকে। তিনটি সামতলিক স্ক্রু প্রয়োজন মতো সঠিকদিকে ঘুরিয়ে তুলাযন্ত্রটি অনুভূমিক করা হয়। সামতলিক স্ক্রুগুলি ঘোরানোর সময় মঞ্চের ঘোরানোর সময় মঞ্চের সঙ্গে যুক্ত করা স্পিরিট লেভেলের বুদবুদের লক্ষ্য করলেই তুলা-যন্ত্রটি সঠিক অনুভূমিক হয়েছে কিনা জানা যাবে। আজকাল অবশ্য স্পিরিট লেভেলের পরিবর্তে তুলাদণ্ড (Balance beam) থেকে

একটি ওজন দড়ি (Plum line) ঝোলান থাকে। এই ওজন দড়ির অবস্থান উল্লম্ব হলে অনুভূমিক অবস্থা নির্দেশিত হবে।



বৈজ্ঞানিক তুলা-যন্ত্র
ছবি নং-1.13

- (ii) তুলা-যন্ত্রের অনুভূমিক মঞ্চের ঠিক মাঝখানে একটি ফাঁপা ধাতব স্তম্ভ দৃঢ়ভাবে উল্লম্ব অবস্থায় থাকে। এই স্তম্ভের মাথায় অ্যাগেট পাথরের একটি প্লেট অনুভূমিক অবস্থায় যুক্ত থাকে। এই ফাঁপা ধাতব স্তম্ভটির অক্ষবরাবর একটি ধাতব দণ্ড প্রবেশ করানো থাকে। মঞ্চের সামনে লাগানো একটি বড়ো (রক্ষক স্ক্রু Arresting Screw) এর সাহায্যে এই ধাতব দণ্ডটি কিছুটা উপরে ওঠানো ও নিচে নামানো যায়।
- (iii) তুলাদণ্ড ও ক্ষুরধার (Balance beam and knife edge) :
একটি অংশাঙ্কিত 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 (Scale pan) ঝোলানো থাকে।
- (iv) প্রান্তিক নিয়ন্ত্রণ স্ক্রু :
তুলাদণ্ডের দুইপ্রান্তে প্রান্তিক ক্ষুরধারের পরে দুইটি ছোটো স্ক্রু থাকে। এদের মধ্যে যে-কোনো একটি প্রান্তিক স্ক্রুকে সঠিক দিকে ঘুরিয়ে তুলাদণ্ডের ভিতরের বা বাইরের দিকে সরালে অভিকর্ষ

কেন্দ্র থেকে ঐ স্ফুটির দূরত্ব হ্রাস বা বৃদ্ধি পাবে—এইজন্য তুলাদণ্ডের ঐ অর্ধাংশের ওজন কিছুটা হ্রাস বা বৃদ্ধি পাবে। এই হ্রাস বা বৃদ্ধি নির্দেশকের সাহায্যে জানতে পারা যায়।

তুলাদণ্ডে 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 হয়না 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 ডানজিকে অধিক দূরত্ব গেলে তুলাদণ্ডের বাম অর্ধের ওজন বেশি, আবার বামদিকে অধিক দূরত্ব গেলে তুলাদণ্ডের ডান অর্ধের ওজন বেশি নির্দেশ করবে।

(v) রক্ষণ ব্যবস্থা :

তুলাদণ্ডের সুবেদিতা নির্ভর করে প্রধানত তার স্কুরধারগুলি তীক্ষ্ণতার উপর। তুলাযন্ত্রের অব্যবহৃত অবস্থায় যাতে স্কুরধারগুলির তীক্ষ্ণতার ক্ষয়প্রাপ্তি না ঘটে তার ব্যবস্থা করতে হয়। তুলাযন্ত্রের মঞ্চের মধ্য স্তম্ভের সঙ্গে যুক্ত রক্ষণ স্ফু ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে ধীরে ধীরে ঘুরিয়ে আটকানো অবস্থায় নিয়ে গেলে তুলাদণ্ডটি তিনটি স্কুরধারসহ কিছুটা উপরে উঠে যায় এবং তুলাপাত্র দুটিও উহাদের রক্ষকের উপর অবস্থান করে। তুলাযন্ত্রকে পুনরায় ক্রিয়াশীল করতে হলে রক্ষণ স্ফু ঘড়ির কাঁটার দিকে ধীরে ধীরে সম্পূর্ণরূপে যোরালে মধ্য স্কুরধারটি মধ্যস্তম্ভের মাথায় আটকানো অনুভূমিক অ্যাগেট প্লেটের উপর এবং রেকাবের সঙ্গে যুক্ত অ্যাগেট প্লেট দুটি প্রান্তিক স্কুরধার দুটির উপর অবস্থান করবে। এই অবস্থায় নির্দেশকটি স্কেলের শূন্যের দুদিকে স্বচ্ছন্দে দুলতে থাকবে।

(vi) আরোহী ও বাহক :

তুলাযন্ত্রের জন্য যে ওজন-বাক্স ব্যবহার করা হয় তারমধ্যে ক্ষুদ্রতম বাটখারাটি 10 মিলিগ্রাম ওজনের 10 মিলিগ্রামের কম ওজন পরিমাপের জন্য আরোহী ব্যবহৃত হয়। সাধারণতঃ আরোহী কোনো নির্দিষ্ট ধাতুর তারের তৈরি বিশেষ আকৃতিযুক্ত যা অংশাংকিত তুলাদণ্ডের নির্দিষ্ট দাগের উপর সহজে আরোহী বাহকের সাহায্যে বসান যায়।

তুলাযন্ত্রের প্রকারভেদ : আমরা পরীক্ষাগারে সাধারণত 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 100টি সমান ছোটো অংশে বিভক্ত থাকে এবং ইহাই তুলাদণ্ডের আরোহী স্কেল। বুঞ্জো তুলাযন্ত্রের জন্য 5 মিলিগ্রাম ওজনের আরোহী ব্যবহার করা হয়। মিলিগ্রাম আরোহীকে তুলাদণ্ডের ডানদিকের শেষপ্রান্তে (10 সংখ্যার উপর) বসালে আরোহীর জন্য ওজন যুক্ত হবে 10 মিলিগ্রাম।

অতএব এই স্কেলে 10টি বড়ো অংশ = 10 মিলিগ্রাম

1টি বড়ো অংশ = 1 মিলিগ্রাম বা 0.001 গ্রাম

আবার, 100টি ছোটো অংশ = 10 মিলিগ্রাম

1টি ছোটো অংশ = 0.1 মিলিগ্রাম বা 0.0001 গ্রাম

সারটোরিয়াস তুলাযন্ত্র : এই তুলাযন্ত্রে তুলাদণ্ডের আরোহী 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 এই স্কেলে 10টি 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 সর্বমিল ওজনের বস্তুর ওজন মাপনের পরিপ্রেক্ষিতে বুজো তুলাযন্ত্র বেশি সুবেদী সারটোরিয়াস তুলাযন্ত্রের তুলনায়।

(vii) ওজনের বাস্তু :

কাঠের ওজন বাস্কের (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 (Order) নিম্নরূপ।

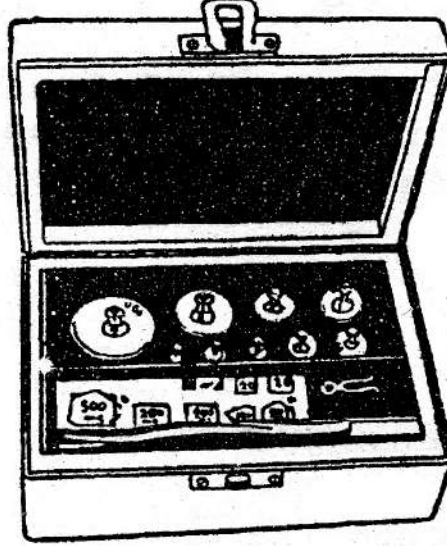
500mg, 200mg, 200mg, 100mg, 50mg, 20mg, 20mg, 10 mg.

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

(b) তুলাযন্ত্রের ব্যবহার পদ্ধতি :

- (i) প্রথম পরীক্ষা করে দেখতে হবে তুলাযন্ত্রটির অনুভূমিক অবস্থান আছে কিনা, এইজন্য ওলন দড়ির সম্পূর্ণ উল্লম্ব অবস্থা বা স্পিরিট লেভেলের বুদবুদটির ঠিক মধ্যস্থলে অবস্থান না থাকলে তুলাযন্ত্রের বাস্কের তলায় সামতলিক স্ক্রুগুলি সঠিকভাবে ঘুরিয়ে অনুভূমিক করতে হবে।

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



ওজন বাস্ক

ছবি নং 1.14

- (iii) আরোহীকে তুলাদণ্ডের শূন্য চিহ্নিত স্থানে বসিয়ে তুলাযন্ত্রে রক্ষণ স্ক্রুটি ঘড়ির কাঁটার দিকে ধীরে ধীরে ঘুরিয়ে নির্দেশক কাঁটার দোলন নির্দেশক স্কেলের শূন্য চিহ্নের দুপাশে সমান হচ্ছে কিনা দেখতে হবে। যদি একদিকে বেশি ও অন্যদিকে কম হয় তাহলে যেদিকে বেশি হচ্ছে তার বিপরীত দিকের তুলাদণ্ডের প্রান্তে যে ছোটো প্রান্তিক নিয়ন্ত্রণ স্ক্রু আছে তা ঘড়ির কাঁটার দিকে সতর্কভাবে ঘোরালে নির্দেশকটির অসমান দোলন সমান হবে। এই অবস্থায় তুলাযন্ত্রটি ওজন করার উপযুক্ত হিসাবে গণ্য হবে। এবার রক্ষণ স্ক্রু ঘুরিয়ে তুলাযন্ত্রকে স্থির অবস্থায় রাখতে হবে।
- (iv) তুলাযন্ত্রের স্থির অবস্থায় কাচের বাস্কের বামদিকের দরজা খুলে বাম তলাপাত্রের উপর পরীক্ষণীয় বস্তু সমেত ওজন-বোতলটি (ছবি নং 1.14) ঢাকনা বন্ধ অবস্থায় রাখতে হবে।
- (v) এরপর ডানদিকের দরজা খুলে ওজন-বাস্ক থেকে চিমটার সাহায্যে একের পর এক বড়ো (গ্রামে ব্যক্ত) ওজনগুলি ডান তুলাপাত্রে বসিয়ে রক্ষণ স্ক্রুটি ধীরে ধীরে অল্পমুক্ত করে নির্দেশকের দোলন বিচ্যুতি দেখতে হবে,—যদি দোলন বিচ্যুতি বামদিকে ঘটে তাহলে বাটখারার ওজন বস্তুসহ ওজন-বোতলের থেকে বেশি। এবার লক্ষম স্ক্রুর সাহায্যে তুলাযন্ত্রকে স্থির করা হয়। এবার পূর্বের চাপানো ওজনটি চিমটার সাহায্যে ডান তুলাপাত্র থেকে সরিয়ে ওজনবাস্কে রাখতে হবে এবং পরবর্তী কম ওজনের বাটখারাগুলি একে একে ডানতুলাপাত্রে বসিয়ে নির্দেশকের দোলন লক্ষ্য করতে হবে যতক্ষণ না নির্দেশক ডানদিকে অল্পবিচ্যুত হয়। অর্থাৎ বস্তুসহ ওজন-বোতল ডানদিকে চাপানো বাটখারার থেকে অল্প ভারী।

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

এবার তুলাযন্ত্রকে রক্ষণ স্কুর সাহায্যে স্থির করে চাপানো ওজনগুলি চিম্টার সাহায্যে ডান তুলাপাত্র থেকে নামিয়ে ওজন-বাস্কের নির্দিষ্ট স্থানে একে একে রাখতে হবে এবং সঙ্গে সঙ্গে ল্যাবরেটরি নোটবুকে ওজনগুলির মান লিপিবদ্ধ করতে হবে।

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

অনেকসময় ছাত্রছাত্রীরা ওজনবাস্ক ব্যবহারের সময় এক বাস্কের ওজন অন্যবাস্কের ওজনের সঙ্গে মিশিয়ে ফেলে। এই ব্যাপারটি ছোটো ওজনগুলির (মিলিগ্রাম) ক্ষেত্রে বেশি দেখা যায়। কোনো ওজন-বাস্কে হয়ত 2টি 200 মিলিগ্রামের জায়গায় 4টি 200 মিলিগ্রাম আছে—এক্ষেত্রে মনে রাখতে হবে ওজন-বাস্কের ওজন ব্যবহারের সময় বাটখারাগুলির ওজনের ক্রমবিন্যাস অনুযায়ী ব্যবহার বিধেয়।

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

ওজন বাস্কের ওজনের ক্রমানুসারে উপরোক্ত ওজনকে ল্যাবরেটরি নোটবুকে নিম্নলিখিতরূপে লিপিবদ্ধ করতে হবে।

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

তুলাযন্ত্রের ব্যবহারের সতর্কতা :

- যথাসম্ভব কম্পনযুক্ত সুগঠিত তাকের উপর তুলাযন্ত্র রাখা উচিত।
- তুলাযন্ত্রের সক্রিয় অবস্থায় কাচের বাস্কের দরজাগুলি বন্ধ রাখতে হবে।
- তুলাপাত্রে কোনো 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।

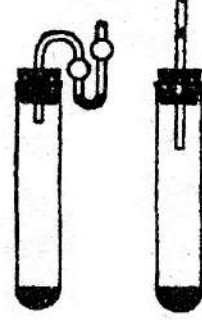


ওজন বোতল
ছবি নং-1.14A

1.4.10 গ্যাস সমূহের শনাক্তকরণ :

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

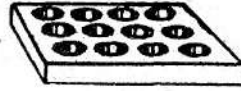
পরীক্ষানলে এঁটে যায় এমন একটি ভেলভেট ছিপি ফুটো করে একটি 5-6 cm. লম্বা সরু কাচের নল তার মধ্যে প্রবেশ করানো হয়। ছাঁকন কাগজের একটি সরু ফালি প্রয়োজনীয় বিকারকে সিক্ত করে ঐ কাচ নলের মধ্যে জুলিয়ে রাখা হয়। এরপর ছিপিটি পরীক্ষানলের মুখে এঁটে দেওয়া হয়। প্রয়োজন হলে অল্পকিছু কাচের পশম (glass wool) নলের নিম্নপ্রান্তে রাখা হয় যাতে পরীক্ষানলের তরলপদার্থ সরু নলের বিকারক সিক্ত কাগজের সংস্পর্শে না আসে। অল্পমিশ্রিত $K_2Cr_2O_7$ সিক্ত কাগজ কমলা থেকে সবুজ হয়ে যায় উদ্ভূত SO_2 গ্যাসের দ্বারা। সিক্ত 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) ক্রোমিল ক্রোরাইড পরীক্ষায় উদ্ভূত লাল রঙের গ্যাস বাঁকা নলে 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 গোলকার ছোটো ছোটো গর্ত থাকে (ছবি নং 1.16)। ঐ গর্তে দ্রবণ ও বিকারক মিশিয়ে পরীক্ষা করা হয়। সাধারণত দৃঢ়তররূপে 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 সাধারণত ব্যবহার করা হয়। কাগজটি বহুছিদ্রযুক্ত হওয়ার জন্য রঙীন অধঃক্ষেপ ছড়িয়ে পড়তে পারে না। কাগজের উপর অল্প জায়গায় গাঢ় রঙিন 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 ক্রোরাইড, পটাশিয়াম ফেরোসায়ানাইড

পটাশিয়াম ক্রোমেট, লেড অ্যাসিটেট এবং সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড এর লঘু দ্রবণ, এই সমস্ত বিকারক ব্যবহারের সময় বিশেষ সতর্কতা অবলম্বন করা দরকার—পরীক্ষা শুরুর আগে কী কী বিষয়ে সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে তা এককের (1.2) অংশ ভালোভাবে 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 পরিমাণমতো নিতে হবে। কখনও কোনো রাসায়নিক দ্রব্য অপচয় করা উচিত নয়। বিশেষ ধরনের কোনো বিকারকের প্রয়োজন হলে উপদেষ্টা ও পরীক্ষাগার সহায়কদের সাহায্য চাইবেন ঐ বিকারক সংগ্রহের ব্যাপারে।

1.6 সারাংশ

এই এককটি পাঠ করে আপনি নিম্নলিখিত বিষয়ে অবহিত হতে পেরেছেন।

- রসায়নাগারে কাজের সময় কী কী 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 শনাক্তকরণ

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 বাধাপ্রদানকারী 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 N_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 ক্লোরাইড

2.4.11 ব্রোমেট

2.4.12 আয়োডেট

- 2.4.13 থায়োসায়ানেট
- 2.4.14 ফেরোসায়ানাইড
- 2.4.15 ফেরিসায়ানাইড
- 2.4.16 বোরেট
- 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 শনাক্তকরণ
 - 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 বোরট ও ফ্লোরাইড
 - 2.6.2 সিলিকেট
 - 2.6.3 ফসফেট
- 2.7 সারাংশ

2.1 প্রস্তাবনা

অজৈব লবণের বা তাদের মিশ্রণের আজিকার বিজ্ঞেয়গণ অ্যাসিড ও ধাতব মূলকগুলির শনাক্ত করা হয়। অনেক সময় কোনো অ্যাসিডমূলকের উপস্থিতির ধারণা থেকে ধাতব মূলকের সম্ভাব্য উপস্থিতির প্রয়োজনীয় সূত্র নির্দিষ্ট করা যায় এবং এই ধারণার উপর ভিত্তি করে ধাতব মূলকের শনাক্তকরণ পদ্ধতির রূপরেখাও তৈরি করা যায় এইজন্য আজিকার বিজ্ঞেয়গণ অ্যাসিড মূলকের শনাক্তকরণ প্রথমে করতে হয়।

এই অধ্যায়ে অ্যাসিডমূলকের শনাক্তকরণ পদ্ধতি আমরা আলোচনা করব বিশদভাবে। পরবর্তী অংশে (একক 3) ধাতব মূলকগুলির শনাক্তকরণ আলোচিত হবে।

উদ্দেশ্য

এই অধ্যায়ে মনযোগ সহকারে পড়লে আমরা নিম্নলিখিত বিষয়গুলি জানতে পারব।

- বিভিন্ন অ্যাসিডমূলকগুলির রাসায়নিক পরীক্ষাগুলি।
- অ্যাসিডমূলকগুলির বিভিন্ন পরীক্ষাগুলির জন্য রাসায়নিক ব্যাখ্যা।
- সিন্তু পরীক্ষার সাহায্যে অ্যাসিডমূলকগুলির শনাক্তকরণের জন্য লবণের জলীয় দ্রবণ ও Na_2CO_3 নির্যাস প্রস্তুতি।

- বিকারকের সাহায্যে বিক্রিয়ার ভিত্তিতে অ্যাসিডমূলকগুলির বিভাগীকরণ।
- মিশ্রণে অ্যাসিডমূলকগুলির শনাক্তকরণ এবং তাদের নিশ্চিত পরীক্ষা।
- বাধাদানকারী অ্যাসিডমূলক (Interfering acid radicals) গুলির শনাক্তকরণ এবং তাদের অপসারণ।

2.2 অ্যাসিডমূলকের প্রাথমিক পরীক্ষা

2.2.1 লঘু H_2SO_4 -এর বিক্রিয়া (লঘু HCl ও প্রয়োগ করা যেতে পারে) :

একটি পরীক্ষানলে 0.1 gm পরিমাণ লবণ নিয়ে 2-3 cm³ লঘু H_2SO_4 দ্রবণ যোগ করা হল। ঠাণ্ডা অবস্থায় এবং প্রয়োজন হলে সামান্য গরম করে বিক্রিয়ার অবস্থা লক্ষ করুন।

সারণী

পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত	বিক্রিয়া সমীকরণ
1. ঠাণ্ডা অবস্থায় গ্যাসের বুদবুদ নির্গত হয়। গ্যাসটি বর্ণহীন ও গন্ধহীন এবং তা স্বচ্ছ চূনের জলকে ঘোলা করে।	কার্বনেট বা বাইকার্বনেট	(i) $CO_3^{2-} + 2H^+ = CO_2 \uparrow + H_2O$ (ii) $Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 \downarrow + H_2O$
2. শ্বাসরোধকারী গন্ধকপোড়া গন্ধযুক্ত বর্ণহীন গ্যাস নির্গত হয়। তা আল্মিক ডাইক্রোমেট সিন্ত কাগজকে সবুজ করে।	সালফাইট	(i) $SO_3^{2-} + 2H^+ = SO_2 \uparrow + H_2O$ (ii) $Cr_2O_7^{2-} + 2H^+ = 3SO_2$ $= 2Cr^{3+} + 3SO_4^{2-} + H_2O$ (সবুজ)
3. উপরোক্ত (2) পরীক্ষার মতো ধর্মবিশিষ্ট গ্যাস নির্গত হয়, কিন্তু তার সঙ্গে সঙ্গে হালকা হলুদ বর্ণের সালফার অধঃক্ষেপ পড়ে।	থায়োসালফেট	(i) $S_2O_3^{2-} + 2H^+ = SO_2 \uparrow + S \downarrow + H_2O$ (ii) $Cr_2O_7^{2-} + 2H^+ + 3SO_2$ $= 2Cr^{3+} + 3SO_4^{2-} + H_2O$ (সবুজ)
4. লালভ-বাদামি গ্যাস নির্গত হয়, তা স্টার্চ-আয়োডাইড সিন্ত কাগজকে কালচে-নীল করে।	নাইট্রাইট	(i) $2NO_2^- + 2H^+ = NO \uparrow + N_2O \uparrow + H_2O$ (ii) $2NO_2^- + O_2 = 2NO_2 \uparrow$ (iii) $2I^- + NO_2 + H_2O = I_2 + NO + 2HO^-$

পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত	বিক্রিয়া সমীকরণ
5.* পচাডিমের গন্ধযুক্ত বর্ণহীন গ্যাস নির্গত হয়। তা লেড অ্যাসিটেট সিন্ত কাগজকে কালো করে।	সালফাইড সায়ানাইড, দ্রব্য ফেরি ও ফেরো	(i) $S^{2-} + 2H^+ = H_2S \uparrow$ (ii) $Pb^{2+} + S^{2-} = PbS$ (কালো রঙের)
6. বর্ণহীন পচাবাদামের গন্ধযুক্ত (C_6H_5CHO -এর মতো) বিষাক্ত গ্যাস নির্গত হয়। NaOH দ্রবণে সিন্ত কাগজ পরীক্ষানলের মুখে দুমিনিট চেপে ধরা হল, তারপর ঐ সিন্ত জায়গায় এক ফোঁটা $FeSO_4$ দ্রবণ দেওয়া হল, ঐ জায়গাটি একটু গরম করা হল, তারপর এক দুফোঁটা $6(N)HCl$ দেওয়া হল—ঐ জায়গাটি নীলবর্ণ ধারণ করল।	সায়ানাইড	(i) $CN^- + H^+ = HCN \uparrow$ (ii) $Fe + 2OH^- = Fe(OH)_2$ (iii) $Fe(OH)_2 + 2H_2O + O_2 = 4Fe(OH)_3$ (iv) $Fe(OH)_2 + 2CN^- = Fe(CN)_2 + 2OH^-$ (v) $Fe(CN)_2 + 4CN^- = [Fe(CN)_6]^{4-}$ (v) $Fe^{3+} + = [Fe(CN)_6]^{4-} = \{Fe [Fe(CN)_6]\}^-$ (নীল রং)
7. ফোঁটালে দ্রবণ হলুদ বর্ণ ধারণ করে এবং পোড়া গন্ধকের গন্ধযুক্ত গ্যাস নির্গত হয়। তা আল্মিক ডাইক্রোমেট সিন্ত কাগজকে সবুজ করে।	থায়োসায়ানেট	(i) $SCN^- + 2H^+ + H_2O = NH_4^+ + COS$ (ii) $2COS + 3O_2 = 2CO_2 \uparrow + 2SO_2 \uparrow$

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

- অল্প নমুনা লবণ + $4-5 \text{ cm}^3$ লঘু HCl দ্রবণ + কয়েকটুকরো সালফাইডমুক্ত ধাতব জিঙ্কের ছিবড়ে—উত্তপ্ত অবস্থায় নির্গত গ্যাস লেড অ্যাসিটেট সিন্ত কাগজটির বর্ণ কালো করে দেয়। অবশ্য সালফার ঘটিত অন্যান্য অ্যাসিডের অনেক লবণও (যথা-থায়োসালফেট) এই বিক্রিয়ায় অনুরূপ ফল প্রকাশ করে সুতরাং অন্যান্য সালফার-ঘটিত অ্যাসিড মূলকের উপস্থিতিতে এই পরীক্ষার ফলাফল সালফাইডের উপস্থিতিতে নিশ্চিতভাবে প্রকাশ করে না।
- একটি টুকরো ভাঙা পোর্সেলিন খণ্ডের উপর অল্প নমুনা লবণ ও দু-একটি $NaOH$ -এর দানা তাপ প্রয়োগ 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 বেগুনি বর্ণ ধারণ করে। ইহা নমুনা লবণে সালফাইড মূলকের উপস্থিতি নির্দেশ করে।

2.2.2 গাঢ় H₂SO₄-এর বিক্রিয়া :

একটি শুষ্ক পরীক্ষানলে 0.1 gm পরিমাণ লবণ নিয়ে 2cm³ গাঢ় H₂SO₄ মিশিয়ে অল্প উত্তপ্ত করে বিক্রিয়া লক্ষ করুন।

সারণী

পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত	বিক্রিয়া সমীকরণ
1. বাঁঝালো গন্ধযুক্ত বর্ণহীন গ্যাস নির্গত হয়, NH ₄ OH দ্রবণ সিন্ধু কাচ দণ্ড পরীক্ষানলের মুখে ধরলে সাদা ধোঁয়া তৈরি হয়। পরীক্ষানলের মধ্যে MnO ₂ মেশালে শ্বাসরোধকারী হালকা হলুদাভ সবুজ রঙের গ্যাস নির্গত হয়। তা পটাসিয়াম আয়োডাইড স্টার্চ সিন্ধু কাগজকে নীলবর্ণ করে।	ক্লোরাইড	(i) $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{NaHSO}_4 + \text{HCl} \uparrow$ (ii) $\text{HCl} + \text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{Cl}$ (iii) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} = \text{Cl}_2 \uparrow + \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (iv) $2\text{I}^- + \text{Cl}_2 = \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$
2. বর্ণহীন বাঁঝালো গন্ধযুক্ত গ্যাস নির্গত হয়, পরীক্ষানলে দ্রবণটি তৈলাক্ত মনে হয়। একটি কাচদণ্ডে এক ফোঁটা জল নিয়ে পরীক্ষা নলের মুখে ধরলে স্বচ্ছ জলের ফোঁটা ঘোলাটে ও থকথকে (gelatinous) হয়ে যায়।	ফ্লোরাইড	(i) $\text{F}^- + \text{H}^+ = \text{HF} \uparrow$ (ii) $4\text{HF} + \text{SiO}_2 = \text{SiF}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ (iii) $3\text{SiF}_4 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{Si}(\text{OH})_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{SiF}_6$
3. বাঁঝালো গন্ধযুক্ত লাল রঙের গ্যাস নির্গত হয়। পরীক্ষানলে MnO ₂ মেশালে গ্যাসের রং গাঢ় হয়। এই গ্যাস ফ্লোরেসিন কাগজকে লাল করে।	ব্রোমাইড ও ব্রোমেট	(i) $\text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{KHSO}_4 + \text{HBr}$ (ii) $\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Br}_2 \uparrow + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (iii) $\text{MnO}_2 + 2\text{KBr} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Br}_2 \uparrow + 2\text{KHSO}_4 + \text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ (iv) $2\text{KBrO}_3 \longrightarrow 2\text{KBr} + 3\text{O}_2$ (v) $4\text{HBrO}_3 \longrightarrow 2\text{Br} + 5\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
4. বেগুনি বর্ণের গ্যাস নির্গত হয়। MnO ₂ মেশালে গ্যাসের রং আরও গাঢ় হয়। স্টার্চ দ্রবণে সিন্ধু কাগজকে গ্যাসে ধরলে তার রং নীলবর্ণ হয়।	আয়োডাইড	(i) $\text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{I}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (ii) $\text{MnO}_2 + 2\text{KI} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{I}_2 + 2\text{KHSO}_4 + \text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত	বিক্রিয়া সমীকরণ
5. বাঁঝালো গন্ধযুক্ত গ্যাস বাহির হয়, অনেক সময় হালকা বাদামি রঙের গ্যাস বাহির হয়, তামার কুচি মিশিয়ে উত্তপ্ত করলে বাদামি রং আরও গাঢ় হয়।	নাইট্রেট (যদি নাইট্রাইট না থাকে)	(i) $\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{KHSO}_4 + \text{HNO}_3$ (ii) $4\text{HNO}_3 = 4\text{NO}_2 + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (iii) $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
6. লালবর্ণের ক্রোমিল ক্রোরাইড (CrO_2Cl_2) গ্যাস বাহির হয় কিন্তু তা ফ্লোরোসিন কাগজকে লাল করে না। ঐ 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 $\text{Pb}(\text{Ac})_2$ দ্রবণের সঙ্গে মেশালে হলুদ অধঃক্ষেপ পড়ে।	ক্রোরাইড ও ক্রোমেট বা ডাইক্রোমেট একসঙ্গে উপস্থিত	(i) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{NaCl} + 6\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CrO}_2\text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{KHSO}_4 + (\text{লাল গ্যাস}) 4\text{NaHSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ (ii) $\text{CrO}_2\text{Cl}_2 + 4\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CrO}_4 + 2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$ (iii) $\text{Pb}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} = \text{PbCrO}_4 \downarrow$
7. ঠান্ডা অবস্থায় হলুদ দ্রবণ, গরম করলে COS গ্যাস (নীল শিখায় জ্বলবে), SO_2 গ্যাস (ফুকসিন দ্রবণকে বর্ণহীন করবে) এবং সালফার তৈরি হয়।	থাইোসায়ানেট	লঘু H_2SO_4 -এর মত বিক্রিয়া
8. বর্ণহীন গ্যাস নির্গত হয়, যা নীল শিখায় জ্বলে।	ফেরি ও ফেরোসায়ানাইড	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{FeSO}_4 + 6\text{O} \uparrow$ $2\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 12\text{H}_2\text{SO}_4 + 12\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 6(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 12\text{CO} \uparrow$

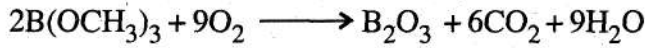
*মন্তব্য : যদি পরীক্ষণীয় বস্তুর মধ্যে ফেরোসায়ানাইড ও ফেরিসায়ানাইড থাকে তাহলে ধাতবমূলক বিশ্লেষণের পূর্বে পরীক্ষণীয় লবণকে গাঢ় H_2SO_4 মিশিয়ে সাবধানে ফুটিয়ে (যতক্ষণ না SO_3 এর সাদা গ্যাস উদ্ভূত হয়) উপরোক্ত অ্যাসিডমূলকগুলিকে বিয়োজিত করে নষ্ট করতে হবে।

2.2.3. নমুনা লবণে কোনো বাধাদানকারী অ্যাসিডমূলক (Intefering acid radicals) আছে কিনা তা প্রাথমিক পরীক্ষা থেকে জানা বিশেষ জরুরি। বোরোট, ফ্লোরাইড, ফসফেট ও সিলিকেট থাকলে ধাতবমূলকগুলির শ্রেণীবিন্যাস 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 :

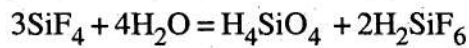
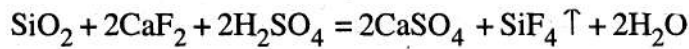
একটি শুষ্ক পরীক্ষানলে 0.1 gm পরিমাণ লবণ নিয়ে (যেন পরীক্ষানলের মুখে লবণ না লেগে থাকে) 1 cm^3 গাঢ় H_2SO_4 ও $1-2\text{ cm}^3$ CH_3OH মেশানো হল। মিশ্রণটি সাবধানে ফুটান হল এবং পরীক্ষানলের মুখে নির্গত গ্যাসে আগুন ধরিয়ে দেওয়া হল। যদি বোরোট থাকে, উদ্বায়ী মিথাই বোরোট সবুজ শিখায় জ্বলবে।



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

(ii) সিলিকেটের জন্য পরীক্ষা :

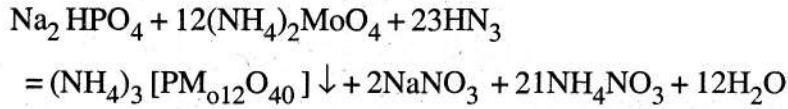
একটি সিসার মুচিতে 0.2 gm লবণ লওয়া হল। এর সঙ্গে 0.1 gm CaF_2 -এর গুঁড়া এবং 5-7 ফোঁটা গাঢ় H_2SO_4 যোগ করা হল। তারপর মুচিটি ঢাকনা দিয়ে ঢাকা হল। ঢাকনার উপর একটি ছোটো ফুটো থাকবে। মুচিকে সাবধানে অল্প গরম করলে ঢাকনার ফুটো দিয়ে গ্যাস বের হবে। প্ল্যাটিনাম তারের রিং এর মধ্যে এক ফোঁটা জল উজ্জ্বল গ্যাসের মধ্যে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



* 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।

(iii) ফসফেটেরে জন্য পরীক্ষা :

লবণের সঙ্গে লঘু HNO₃ যোগ করে স্বচ্ছ দ্রবণ প্রস্তুত করা হল। অল্প স্বচ্ছ দ্রবণের সঙ্গে বেশি করে অ্যামোনিয়াম মলিবডেট দ্রবণ যোগ করা হল। হলুদ (ক্যানারী পাখির রং) রঙের অ্যামোনিয়াম ফসফোমলিবডেট অধঃক্ষিপ্ত হয় ঠান্ডা অবস্থায় বা অল্প উত্তাপে ($\leq 40^\circ\text{C}$)।

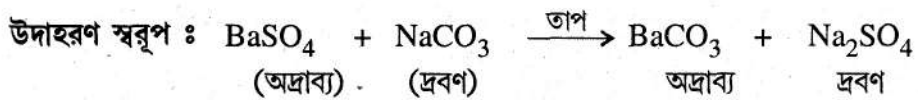


আর্সোনেট একই ধরনের অধঃক্ষেপ দেয় দ্রবণের মিশ্রণ অনেকক্ষণ ফোটাতে। সিলিকেট হলুদ দ্রবণ তৈরি করে। অবশ্য টারটারিক অ্যাসিড (15%) মেশানো অ্যামোনিয়াম মলিবডেট ব্যবহার করলে আর্সোনেট ও সিলিকেট বিঘ্ন ঘটায় না ফসফেট শনাক্তকরণে।

আর্সোনেট বাধাদানকারী অ্যাসিডমূলক নয়, কারণ ধাতবমূলকের গ্রুপ II পৃথকীকরণের সব আর্সেনিক সালফাইড হিসেবে অধঃক্ষিপ্ত হয়।

2.3 দ্রবণ প্রস্তুতি : আর্দ্র পরীক্ষা দ্বারা অ্যাসিডমূলকের শনাক্তকরণ :

লবণের মিশ্রণ যদি সরাসরি পাতিত জলে দ্রবণীয় হয় তাহলে ঐ লবণ নিয়ে আর্দ্র পরীক্ষা করা হয়। কিন্তু অনেকক্ষেত্রেই মিশ্রণের একটি অংশ জলে দ্রবীভূত হয় এবং অপর অংশ অদ্রাব্য থাকে। জলে অদ্রাব্য অংশকে পরিস্রাবণ বা অপকেন্দ্র (Centrifuge) প্রক্রিয়ার সাহায্যে জলীয় দ্রবণ থেকে পৃথক করা হয়। অদ্রাব্য অংশকে কয়েকবার জল দিয়ে ধৌত করা হয় জলীয় দ্রবণের অ্যাসিড ও ধাতব মূলকগুলির দূষণ থেকে মুক্ত করতে দূষণ মুক্ত অংশে অ্যাসিড মূলকের পরীক্ষার জন্য একে Na₂CO₃-এর ঘন জলীয় দ্রবণে ফুটানো হয়। বিপর্যিত বিয়োজনের (double decomposition) ধাতুর কার্বোনেট, ক্ষারীয় কার্বোনেট এবং কোনো কোনো ক্ষেত্রে হাইড্রোক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং দ্রবণে অ্যাসিড মূলকগুলি সোডিয়াম ধাতুর লবণরূপে দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে।



পরিস্রাবণ বা অপকেন্দ্র প্রক্রিয়ায় অধঃক্ষেপ থেকে দ্রবণকে পৃথক করা হয়। এই দ্রবণকে “সোডিয়াম কার্বোনেট” নির্যাস (Na₂CO₃, extract) বলে।

2.3.1 Na₂CO₃ কার্বোনেট নির্যাস প্রস্তুতি :

0.1 gm পরিমাণ জলে অদ্রবণীয় লবণ এবং 0.2–0.25gm পরিমাণ অনার্দ্র Na₂CO₃ একটি 100 cm³ ধারকত্ব বিশিষ্ট শঙ্কুকূপীতে নিয়ে 20–25 cm³ পাতিত জল যোগ করা হল। ছোটো দণ্ডবিশিষ্ট একটি

ফানেল শঙ্কুকূপীর মুখে চাপান হল। ফানেলের দণ্ডের প্রান্তভাগ কূপীর জলের উপরের তলের বেশ কিছুটা উঁচুতে থাকে। এবার পতিত জলসহ লবণ ও Na_2CO_3 -এর মিশ্রণকে 10 মিনিট ফোটান হল। ঠাণ্ডা অবস্থায় দ্রবণকে পরিস্রাবণ বা অপকেন্দ্র প্রক্রিয়ার সাহায্যে অধঃক্ষেপ থেকে পৃথক করা হল।

2.3.2 Na_2CO_3 প্রশমিত নির্যাস প্রস্তুতি :

Na_2CO_3 নির্যাস সর্বদাই ক্ষারীয় হয় বিক্রিয়াহীন Na_2CO_3 থাকার জন্য। আন্তে আন্তে একটু একটু করে লঘু HNO_3 যোগ করে দ্রবণকে আম্লিক করা হয় (লিটমাস টেস্ট) এবং গরম করে সমস্ত CO_2 দ্রবণ করে বিতাড়িত করা হয় NO_2^- ও NO_3^- মূলকের পরীক্ষার জন্য HNO_3 বদলে লঘু H_2SO_4 ব্যবহার করা হয়।

এখন গরম দ্রবণকে ঠাণ্ডা করে ফোঁটা ফোঁটা লঘু NH_4OH মিশিয়ে দ্রবণকে সামান্য ক্ষারীয় (লিটমাস টেস্ট) করা হয়। শেষে দ্রবণকে গরম করে অতিরিক্ত NH_4OH তাড়িয়ে দেওয়া হয়।

কিন্তু ধাতব (Pb, Al, Zn ইত্যাদি) মূলক Na_2CO_3 সহ ফোঁটাবার সময় সম্পূর্ণ বা আংশিক দ্রবীভূত হয়। প্রশমনের সময় একটু বেশি NH_4OH যোগ করা হলে ধাতব মূলকগুলির অধঃক্ষিপ্ত হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। অধঃক্ষেপণের হলেতা পৃথক করে নিতে হবে।

জলে অদ্রবণীয় সালফাইড, সালফাইট ও থায়োসালফেট থাকলে প্রশমিত Na_2CO_3 নির্যাস নিয়ে তাদের আর্দ্র পরীক্ষা করা চলে না, মূল Na_2CO_3 নির্যাস নিয়ে বিশেষভাবে পরীক্ষা করতে হবে ; কারণ প্রশমিত করার সময় তারা বিয়োজিত হয়ে যায়। এছাড়া Na_2CO_3 -এর নির্যাস তৈরির সময় লবণ ও Na_2CO_3 -এর পরিমাণের অনুপাত 1:2 বা 2.5 হওয়া উচিত কারণ বেশি Na_2CO_3 -এর উপস্থিতিতে নির্যাস তৈরি করলে নির্যাসের মধ্যে সালফাইড মূলকের পরীক্ষায় সাড়া পাওয়া যায় না।

2.3.3 ' 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 বেগুনি 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 রং লাল বর্ণ ধারণ করল। এরপর কাচদণ্ডের লাল লেইকে NH_3 গ্যাসকে 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।

বিঃ দ্রঃ এখানে বেশি CO_2 নির্গত হওয়ার জন্য গন্ধক পোড়া গন্ধ ভালো পাওয়া যায় না।

অ্যাসিডমূলকগুলির পৃথকীকরণের কোনো রীতিবদ্ধ বিশ্লেষণ এখনও পর্যন্ত জানা নেই। প্রশমিত Na_2CO_3 এ Na_2CO_3 নির্যাস বা জলীয় দ্রবণের সঙ্গে পর্যায়ক্রমে FeCl_2 , AgNO_3 ও BaCl_2 দ্রবণ মিশিয়ে পরীক্ষার ভিত্তিতে আলোচ্য অ্যাসিডমূলকগুলিকে কয়েকটি শ্রেণিতে বিভক্ত করা যেতে পারে।

2.3.4 পরীক্ষার ভিত্তিতে অ্যাসিডমূলক শ্রেণিবিভাগ :

I. FeCl_3 বিক্রিয়ক শ্রেণি :

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

- দ্রবণ + FeCl_3 দ্রবণ—গাঢ় নীল অধঃক্ষেপ $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$
- দ্রবণ + H_2SO_3 + FeCl_3 দ্রবণ \longrightarrow গাঢ় নীল অধঃক্ষেপ \longrightarrow $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$
- দ্রবণ + FeCl_3 দ্রবণ \longrightarrow রক্তলাল দ্রবণ, লঘু HCl মেশালে রং নষ্ট হয় না কিন্তু HgCl_2 মেশালে রং নষ্ট হয় \longrightarrow SCN^-

বিঃ দ্রঃ $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 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 ঐ দ্রবণ নিয়ে AgNO_3 ও BaCl_2 দিয়ে পরীক্ষা করতে থেকে মুক্ত করতে হবে। তারপর ঐ দ্রবণ নিয়ে AgNO_3 ও BaCl_2 দিয়ে পরীক্ষা করতে হবে।

II. AgNO_3 ও BaCl_2 বিক্রিয়ক শ্রেণি :

- দ্রবণে যোগ করলে AgNO_3 ও BaCl_2 উভয়েই অধঃক্ষেপ তৈরি করে। অধঃক্ষেপ HNO_3 -এ কষ্ট করে দ্রবণীয়।

BrO_3^- , IO_3^-

- 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), $\text{S}_3\text{O}_3^{2-}$ (Ag লবণ সাদা $\xrightarrow[\text{করলে}]{\text{তাপ}}$ কালো হয় Ag_2S)।

- উভয়েই জলীয় দ্রবণে অধঃক্ষেপ তৈরি করে না।

NO_3^-

III. AgNO_3 বিক্রিয়ক শ্রেণি :

- অধঃক্ষেপ তৈরি করে যা লঘু HNO_3 -এ দ্রাব্য।

NO_2^- (জলীয় দ্রবণে), S^{2-} (জলীয় দ্রবণে, কালো রঙের)।

(b) অধঃক্ষেপ তৈরি করে যা লঘু HNO_3 -এ অদ্রব্য।

Cl^- , Br^- (খুবই হালকা হলুদ), I^- (হালকা হলুদ) SCN^-

IV. BaCl_2 বিক্রিয়ক শ্রেণি :

অধঃক্ষেপ তৈরি করে।

SO_4^{2-} (গাঢ় HCl এ অদ্রব্য), F^- (গাঢ় HCl এ দ্রব্য)।

বিঃ দ্রঃ উপরের শ্রেণিগুলিতে যেখানে অ্যাসিডমূলকের অধঃক্ষেপের রঙের উল্লেখ নেই সেখানে অধঃক্ষেপনের রং সাদা। আবার যেসব ক্ষেত্রে শুধুমাত্র জলীয় দ্রবণে অধঃক্ষেপ তৈরি হবে তা উল্লেখ করা হয়েছে।

2.4 অ্যাসিডমূলকের নিশ্চিত পরীক্ষা :

2.4.1 সালফাইড :

(i) মূল Na_2CO_3 নির্যাস বা ক্ষারীয় জলীয় দ্রবণে সদ্য প্রস্তুত করা 1% সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইড দ্রবণ কয়েক ফোঁটা দেওয়া হল। দ্রবণের রং গাঢ় বেগুনি হল।

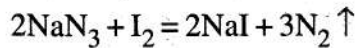


সুবেদিতা (Sensitivity) : 1 মাইক্রোগ্রাম (μgm) বা 10^{-6} গ্রাম

গাঢ়ত্ব সীমা (Concentration limit) 1 : 50,000

বিকারক দ্রবণ 1% টাটকা জলীয় দ্রবণ।

(ii) ($\text{NaN}_3 + \text{I}_2$) পরীক্ষা : স্পটে প্লেটে এক ফোঁটা সোডিয়াম অ্যাজাইড দ্রবণ ও এক ফোঁটা I_2 দ্রবণ লওয়া হল। এক ফোঁটা পরীক্ষণীয় দ্রবণ অথবা কঠিন লবণ যোগ করুন। সঙ্গে সঙ্গে বুদ্ধবুদ্ধ তৈরি শুরু হবে এবং আয়োডিনের রং অদৃশ্য হবে।



সুবেদিতা 0.3 μgm , গাঢ়ত্বসীমা 1 : 166000

বিকারক দ্রবণ : NaN_3 দ্রবণ : 2.5% জলীয় দ্রবণ।

0.1(N) I_2 দ্রবণ : 12.7 gm I_2 10% KI -এর জলীয় দ্রবণের 100cm³ তে দ্রবীভূত করুন।

মন্তব্য : (i) NaN_3 এবং I_2 -এর মধ্যে বিক্রিয়া খুবই ধীরগতিতে চলে কিন্তু সালফাইডের উপস্থিতিতে বিক্রিয়াগতি খুবই দ্রুত চলতে থাকে। অদ্রবণীয় সালফাইডের ক্ষেত্রেও এই বিক্রিয়া ঘটে। $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ও SCN^- বিঘ্ন ঘটায়। এদের উপস্থিতিতে সদ্যজাত CdCO_3 মিশিয়ে CdS অধঃক্ষিপ্ত করে S^{2-} কে পৃথক করা হয় তারপর CdS দিয়ে পরীক্ষা করা হয়।

(iii) সুবেদিতা (Sensitivity): শনাক্তকরণযোগ্য ক্ষুদ্রতম পরিমাণ।

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

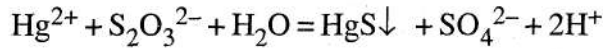
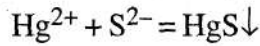
2.4.2 সালফাইড (SO_3^{2-})

(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 হালকা গোলাপি লাল রঙের জিঙ্ক নাইট্রোপ্রুসাইডের অধঃক্ষেপ করলে তার রং লাল হয়, এবার ঐ কাচদণ্ডকে অ্যামোনিয়া গ্যাসের মধ্যে প্রবেশ করানো হল। অধঃক্ষেপের রং টুকটুকে লাল হয়ে গেল। সম্ভবত ভেজা SO_2 গ্যাস ও $\text{Zn}[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$ -এর মধ্যে একটি ঘন লাল রঙের অনির্দিষ্ট যুত যৌগ গঠিত হয়। অ্যামোনিয়া গ্যাস বিক্রিয়াহীন $\text{Zn}[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$ কে সাদা করে দেয়।

সুবেদিতা : $3.5 \mu\text{gm}$, গাঢ়ত্বসীমা : 1 : 14000

বিকারক : সংপৃক্ত ZnSO_4 -এর জলীয় দ্রবণে ঘন $\text{N}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$ এর জলীয় দ্রবণ যোগ করে $\text{Zn}[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$ -এর অধঃক্ষেপ তৈরি করা হয়।

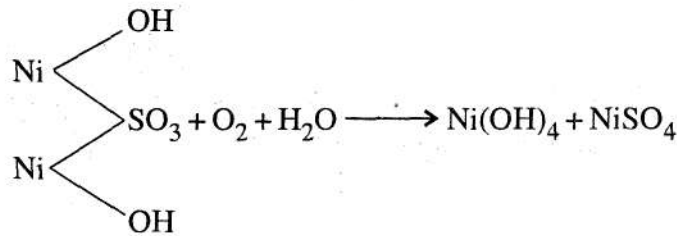
মন্তব্য : সালফাইড ও থায়োসালফেট বিয় গটায়। সেক্ষেত্রে দ্রবণে HgCl_2 দ্রবণ যোগ করে তাদের দূরীভূত করা হয়।



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

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

ব্যাখ্যা : SO_2 -এর স্বতঃজারণ বাতাসের অক্সিজেনের উপস্থিতিতে Ni^{2+} -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 রং উৎপন্ন হয়ে সহজে দৃশ্য হয়।

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

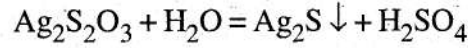
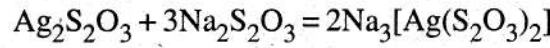
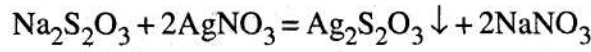
সুবেদিতা : 0.4 µgm, গাঢ়ত্বসীমা 1 : 125000

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

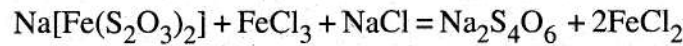
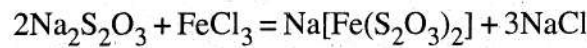
(ii) বেনজিডিন দ্রবণ : 0.05 gm লবণ 10 Cm³ গ্লোসিয়েল অ্যাসেটিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করে জল দিয়ে একে 100 Cm³ করা হয়।

2.4.3 থায়োসালফেট (S₂O₃²⁻)

(i) দ্রবণে AgNO₃ দ্রবণ যোগ করলে সাদা Ag₂S₂O₃ অধঃক্ষেপ পড়ে, ইহা বেশি থায়োসালফেটে দ্রবীভূত হয়। অধঃক্ষেপ আন্তে আন্তে বাদামি থেকে কালো হয় এবং গরম করলে এই প্রক্রিয়া ত্বরান্বিত হয়।



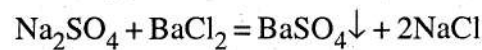
(ii) FeCl₃ দ্রবণ যোগ করলে দ্রবণ বেগুনি বর্ণ ধারণ করে কিন্তু কিছুক্ষণ পরে দ্রবণ বর্ণহীন হয়।



(iii) NaN₃ + I₂ দ্রবণ পরীক্ষা : সালফাইডের মতো একইরকম বিক্রিয়া ঘটে। সালফাইড ও থায়োসায়নাইডের অনুপস্থিতিতে এই পরীক্ষা নিশ্চিত পরীক্ষারূপে গণ্য হবে।

2.4.4 সালফেট (SO₄²⁻) :

(i) পরীক্ষণীয় দ্রবণে BaCl₂ দ্রবণ যোগ করা হল। BaSO₄-এর সাদা অধঃক্ষেপ, গাঢ় HCl এ অদ্রবণীয়।

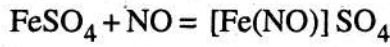
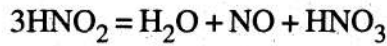
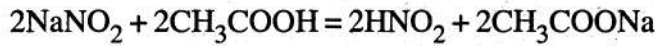


- (ii) **BaSO₄ KMnO₄ পরীক্ষা** : অপকেন্দ্র পরীক্ষানলে (Centrifuge tube) এ 3-4 ফোঁটা লবণের দ্রবণ নিন। এরপর 2 ফোঁটা 1% KMnO₄-এর জলীয় দ্রবণ যোগ করুন। তারপর 1 ফোঁটা 1% BaCl₂ দ্রবণ যোগ করুন। সাদা BaSO₄ অধঃক্ষেপ পারম্যাঙ্গানেট অন্তর্ভুক্ত (absorbed) করে বেগুনি হয়ে যায়। কয়েক ফোঁটা 3% H₂O₂ দ্রবণ যোগ করে দ্রবণের বেগুনি রং দূর করা হল। এরপর অপকেন্দ্রণ করে দেখা গেল পরীক্ষানলের তলায় বেগুনি রঙের অধঃক্ষেপ জমেছে।

সুবেদিতা : 2.0 µgm, গাঢ়ত্বসীমা 1 : 125000

2.4.5 নাইট্রাইট (NO₂⁻)

- (i) **বলয় পরীক্ষা (Ring Test)** : পরীক্ষানলে লবণের দ্রবণ নিয়ে তাতে সদ্য তৈরি FeSO₄-এর দ্রবণ যোগ করা হল। মিশ্রণটি ঠান্ডা করে তাতে ধীরে ধীরে লঘু অ্যাসেটিক বা লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড পরীক্ষানলের গা বেয়ে যোগ করা হল। দুটি দ্রবণের সংযোগস্থলে একটি বাদামি বলয় তৈরি হল। সাবধানে না করলে সমস্ত দ্রবণটাই বাদামি হয়ে যায়। নাইট্রাইট থাকলে এই প্রকার বলয় তৈরি হয় তবে সেখানে গাঢ় H₂SO₄ যোগ করতে হবে।



বাদামি

সুবেদিতা : 2.0 µgm গাঢ়ত্বসীমা 1 : 25000

মন্তব্য : উপরোক্ত অবস্থায় NO₃⁻ বিঘ্ন ঘটায় না কিন্তু I⁻, Br⁻ অথবা রঙিন দ্রবণ হলে বিঘ্ন ঘটবে। Ag₂SO₄-এর দ্রবণ যোগ করে I⁻ ও Br⁻ কে দূর করা যেতে পারে।

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

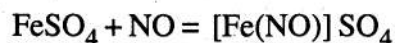
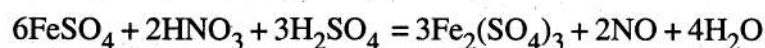
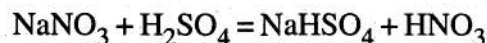
সুবেদিতা : 0.01 µgm, গাঢ়ত্বসীমা 1 : 5000000

বিকারক : (i) 0.5gm সালফানিলিক অ্যাসিড 30 Cm³ গ্লিসিয়াল CH₃COOH-এ দ্রবীভূত করুন, তারপর 75 Cm³ জল মিশ্রিত করুন।

(ii) 0.1 gm α-ন্যাপথাইল অ্যামিন 70 Cm³ জলে গরম করে দ্রবীভূত করে 30 Cm³ গ্লিসিয়াল CH₃COOH মিশ্রিত করুন।

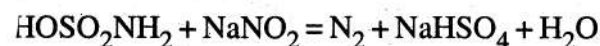
2.4.6 নাইট্রেট (NO₃⁻)

- (i) বলয় পরীক্ষা : নাইট্রাইট মূলকের মতো লবণের দ্রবণ ও টাটকা FeSO₄ দ্রবণ মিশিয়ে ঠাণ্ডা করে গাঢ় H₂SO₄ যোগ করতে হবে।



সুবেদিতা : 2.5 µgm গাঢ়ত্বসীমা 1 : 25000

মন্তব্য : NO₂, Br⁻ ও I⁻ উপস্থিত থাকলে বলয় পরীক্ষা দ্বারা NO₃⁻ এর উপস্থিতি নির্দেশ করা যায় না। পরীক্ষণীয় দ্রবণে সালফামিক অ্যাসিড (HOSO₂NH₂) যোগ করে ফুটাইলে NO₂⁻ দূরীভূত হয়।



Br⁻ ও I⁻ কে Ag₂SO₄ এর দ্রবণ যোগ করে অদ্রব্য AgBr ও AgI হিসাবে দূর করতে হবে।

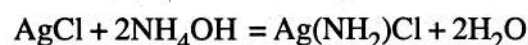
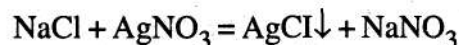
- (ii) ডায়াজো বিক্রিয়া : স্পট প্লেটে এক ফোঁটা লবণের প্রশম দ্রবণ লওয়া হল। এরপর এক ফোঁটা সালফানিলিক অ্যাসিড মিশ্রিত করুন। তারপর এক ফোঁটা α-ন্যাপথল অ্যামিল দ্রবণ যোগ করুন—লাল রং তৈরি হলনা—এবার খুব অল্প Zn ধাতুর গুঁড়ো যোগ করুন। Zn ধাতুর গুঁড়োর চারপাশে আস্তে আস্তে লাল রং তৈরি হতে শুরু করে এবং অল্পসময়ের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

সুবেদিতা : 2.5 µgm, গাঢ়ত্বসীমা 1 : 25000

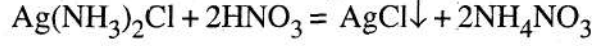
মন্তব্য : অ্যাসেটিক অ্যাসিড মাধ্যমে ধাতব Zn নাইট্রেটকে বিজারিত করে নাইট্রাইটে রূপান্তরিত করে। এইজন্য Zn গুঁড়া মেশানোর পর রং তৈরি হয়। NO₂⁻ থাকলে বিয় ঘটাবে এইজন্য উপরোক্ত পরীক্ষার পূর্বে সালফামিক অ্যাসিড সহযোগে দ্রবণকে ফুটিয়ে NO₂⁻ কে বিয়োজিত করতে হবে।

2.4.7 ক্লোরাইড (Cl⁻)

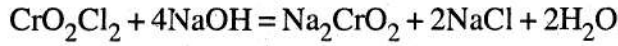
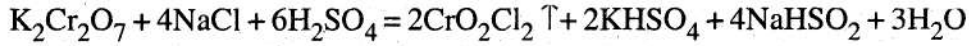
- (i) লবণের দ্রবণে AgNO₃ দ্রবণ যোগ করলে দই এর ন্যায় সাদা AgCl এর অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহা লঘু HNO₃-এ অদ্রব্য কিন্তু লঘু NH₄OH এ দ্রব্য।



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



- (ii) ক্রোমিল ক্রোরাইড পরীক্ষা : একটি পরীক্ষানলে সামান্য পরীক্ষণীয় লবণ নিন। প্রায় তিনগুণ মতো ওজনের $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ গুঁড়ো যোগ করে ভালোভাবে মিশিয়ে নিন। সামান্য গাঢ় H_2SO_4 যোগ করুন। পরীক্ষানলে মুখ ছিপি দিয়ে বন্ধ করে দিন। ছিপির মধ্যে থাকবে সরু 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 আল্লিক করলে দ্রবণ কমলা রঙের হবে। এই দ্রবণকে দুভাগ করে একভাগে কয়েক ফোঁটা ডাই ফিনাই কার্বাডাইড বিকারক যোগ করা হল—বেগুনি 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 : $1.5 \mu\text{gm}$, 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 (Be⁻)

- (i) পরীক্ষণীয় লবণের দ্রবণে AgNO₃ দ্রবণ যোগ করা হল। ফিকে হলুদ AgBr এর অধঃক্ষেপ পড়ল। ইহা লঘু HgNO₃ এ অদ্রব্য, লঘু NH₄OH আংশিক দ্রব্য এবং গাঢ় NH₄OH সম্পূর্ণ দ্রব্য।
- (ii) ফ্লোরেসিন পরীক্ষা (Fluorescein Test) :

পরীক্ষানলে কঠিন লবণ নিয়ে অল্প PbO₂ এবং CH₃COOH মিশিয়ে গরম করলে যে গ্যাস (লাল রঙের) নির্গত হয় তার মধ্যে ফ্লোরেসিন কাগজ ধরলে কাগজ লাল হয়ে যায়।

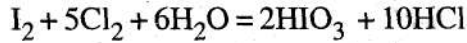
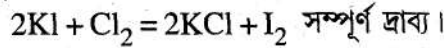
সুবেদিতা : 2.0 µgm, গাঢ়ত্বসীমা 1 : 25000

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

মন্তব্য : Cl⁻ বিঘ্ন ঘটায় না, I⁻ একই ধরবেন বিক্রিয়া ঘটায় সেজন্য ক্ষারীয় KMnO₄ দ্বারা I⁻ কে IO₃⁻ তে রূপান্তরিত করে নিতে হয়।

2.4.8 ব্রোমাইড (Br⁻)

- (i) ক্লোরিনজল পরীক্ষা : লবণের দ্রবণে অল্পপরিমাণ 2-3 সিসি CCl₄ বা CHCl₃ যোগ করা হল। তারপর ফোঁটা ফোঁটা করে বিকারক যোগ করা হতে থাকল এবং ঝাঁকানো হল। জৈব স্তর বেগুনি হল এবং যখন আরও বেশি বিকারক দিয়ে ঝাঁকানো হল তখন CCl₄ স্তর বর্ণহীন হল, আয়োডিন জারিত হয়ে IO₃ তৈরি হয়।



- (ii) স্টার্চ পরীক্ষা : স্পট প্লেটে এক ফোঁটা আম্লিক পরীক্ষণীয় দ্রবণ নিন। তারপর এক ফোঁটা হালকা (0.1 to 0.2%) সদ্যপ্রস্তুত স্টার্চ দ্রবণ যোগ করুন এবং এক ফোঁটা 10% KNO₃ দ্রবণ মিশ্রিত করুন—দ্রবণ নীল বর্ণ ধারণ করবে।

সুবেদিতা : 2.5 µgm, গাঢ়ত্বসীমা 1 : 20000

মন্তব্য : আম্লিক NO₂⁻, I⁻ কে জারিত করে। উৎপন্ন I₂ 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 (Benziding Test) : পরীক্ষানলে 0.05gm পরিমাণ লবণ নিয়ে 4-5 ফোঁটা গাঢ় H₂SO₄ দিয়ে গরম করুন। একটি সরু কাচনলে এক ফোঁটা জল নিয়ে নির্গত গ্যাসের

উপর ধরুন। জলের ফোঁটা অস্বচ্ছ ও আঁঠাল হয়ে যায় কারণ নির্গত SiF_4 গ্যাস জলের সংস্পর্শে বিক্লেষের ফলে আঁঠাল H_4SiO_4 তৈরি করে। এবার ঐ আঁঠাল জলের ফোঁটা অল্প জল দিয়ে ধুয়ে পোসেলিনের একটি ছোটো মুচিতে রাখুন। 2 ফোঁটা অ্যামোনিয়াম মলিবডেট বিকারক মেশান এবং গরম করুন যতক্ষণ না বুদবুদ তৈরি শুরু হয়। ঠান্ডা করুন, এক ফোঁটা বেনজিডিন দ্রবণ ও কয়েক ফোঁটা সম্পৃক্ত CH_3COONa দ্রবণ মেশান। নীল রঙের দ্রবণ পাওয়া যাবে।

সুবেদিতা : 1.0 μgm

গাঢ়ত্বসীমা 1 : 50000

বিকারক দ্রবণ : (i) 10% CH_3COOH দ্রাবকে 1% দ্রবণ \longrightarrow বেনজিডিন দ্রবণের জন্য।

(ii) অ্যামোনিয়াম মলিবডেট দ্রবণ : 1.5gm বিকারক 30 Cm^3 জলে দ্রবীভূত করে অল্প কিছুটা NH_4OH দ্রবণ যোগ করুন। তারপর সমস্ত দ্রবণ 10 Cm^3 গ্যাস 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 সিলিকেমলিবডিক অ্যাসিড (মলিবডিক অ্যাসিড পারে না) বেনজিডিন কে জারিত করে একটি নীল রঙের রঞ্জন তৈরি করে। একই সাথে মলিবডেনাম ব্লুও তৈরি হয়।

(ii) জারকোনিয়াম-অ্যালিজারিন সালফোনেট পরীক্ষা : স্পট প্লেটে 2 ফোঁটা পরীক্ষণীয় দ্রবণ নিন ও এক ফোঁটা বিকারক মেশান। বিকারক দ্রবণের রং লাল থেকে হলুদ হয়ে যায়। বিকারক শোষিত স্পষ্ট কাগজেও এই পরীক্ষা করা যায়।

সুবেদিতা : 8.0 μgm , গাঢ়ত্বসীমা 1 : 6250

বিকারক দ্রবণ : 0.07% সোডিয়াম অ্যালিজারিন সালফোনেট এর জলীয় দ্রবণ এবং 0.35% $\text{ZrO}(\text{NO}_3)_2$ -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 রং 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) **MnSO₄-বেনজিডিন পরীক্ষা** : ছোটো পরীক্ষানলে অল্প পরীক্ষণীয় দ্রবণ নিন, 2 ফোঁটা MnSO₄ দ্রবণ মেশান এবং জলগাছে 2-3 মিনিট গরম করুন। পরে ঠাণ্ডা করুন, কয়েক ফোঁটা বেনজিডিন বিকারক ও কয়েকদানা CH₃COONa যোগ করুন। নীল রঙের দ্রবণ হলে ব্রোমেটের উপস্থিতি নির্দেশ করবে।

সুবেদিতা : 30 µgm,

গাঢ়ত্বসীমা 1 : 2500

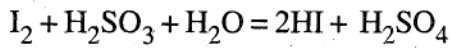
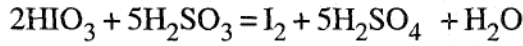
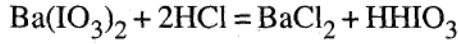
বিকারক : (i) 2% MnSO₄ দ্রবণ 2(N) H₂SO₄ এ

(ii) 0.05 gm বেনজিডিন 10 Cm³ CH₃COOH (গ্লিসিয়াল) এ দ্রবীভূত করে 90 Cm³ জল যোগ করুন, প্রয়োজন হলে ছেকে নিন।

মন্তব্য : ClO₃⁻ ও IO₃⁻-বিঘ্ন ঘটায় না।

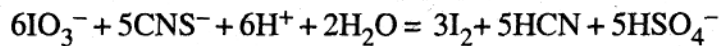
2.4.12 আয়োডেট (IO₃⁻)

- (i) গাঢ় পরীক্ষণীয় দ্রবণে BaCl₂ দ্রবণ যোগ করা হল। Ba(IO₃)₂ এর সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। অধঃক্ষেপ গরম জল ও লঘু HNO₃ এ কষ্ট করে দ্রবীভূত হয়। অধঃক্ষেপ পরিস্রাবণ বা অপকেন্দ্র প্রক্রিয়ার সাহায্যে পৃথক করে ভালো করে ধোয়া হল। অধঃক্ষেপ লঘু HCl এ দ্রবীভূত করা হল এবং কয়েক ফোঁটা CCl₄ বা CHCl₃ যোগ করা হয় এরপর দু এক ফোঁটা H₂SO₃ এর খুব লঘু দ্রবণ যোগ করে ঝাঁকানো হল। CCl₄ বা CHCl₃ স্তর বেগুনি হয়ে গেল। বেশি H₂SO₃ যোগ করা হয়ে গেলে



CCl₄ বা CHCl₃ স্তর আবার বর্ণহীন হয়ে যাবে কারণ আয়োডিন বিজারিত হয়ে I⁻ তৈরি করবে। এক্ষেত্রে Cl₂ জল যোগ করে ঝাঁকালে আবার CCl₄ বা CHCl₃ স্তর বেগুনি হবে।

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



সুবেদিতা : 3.0 µgm,

গাঢ়ত্বসীমা 1 : 12000

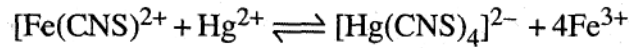
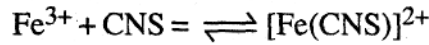
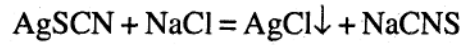
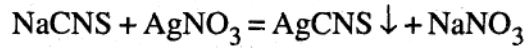
- (iii) হাইপোফসফরাস অ্যাসিড-স্টার্চ দ্রবণ পরীক্ষা : প্রথম পরীক্ষণীয় দ্রবণ এক ফোঁটা স্পট প্লেটে নিন, এক ফোঁটা স্টার্চ দ্রবণ (0.1%) ও ফোঁটা লঘু হাইপোফসফরাস অ্যাসিড মেশান। অস্থায়ী নীল রং তৈরি হল।

সুবেদিতা : 1.0 µgm, গাঢ়ত্বসীমা 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) $AgNO_3$ দ্রবণে পরীক্ষণীয় দ্রবণ থেকে সাদা দই-এর মতো $AgSCN$ 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 Ag অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। এই প্রক্রিয়ার সাহায্যে অন্যান্য হ্যালাইড থেকে থায়োসায়ানেটকে পৃথক করা হয়। ছেকে নিয়ে পরিশ্রুততে 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 ভালো 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। বুদ্ধ উঠতে থাকল এবং দ্রবণ বর্ণহীন হল।

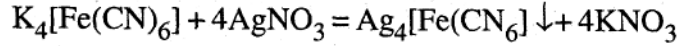
সুবেদিতা : 1.5 µgm, গাঢ়ত্বসীমা 1 : 30000

বিকারক : সালফাইড মূলকের বিক্রিয়ার মতো।

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

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

- (i) AgNO_3 দ্রবণ পরীক্ষণীয় দ্রবণ থেকে সাদা $\text{Ag}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ অধঃক্ষেপ তৈরি করে। অধঃক্ষেপ NH_4OH -তে অদ্রব্য (ফেরোসায়ানাইড হতে পার্থক্য)



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

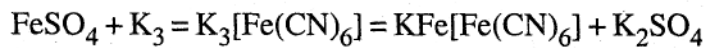
সুবেদিতা : 1.3 μgm , গাঢ়ত্বসীমা 1 : 400000

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

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

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

- (ii) টার্নবুল ব্লু বিক্রিয়া (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 $\text{KFe}^{\text{II}}[\text{Fe}^{\text{III}}(\text{CN})_6]$ । কিন্তু বর্তমানে একে "Prussian blue" হতে অভিধরা হয়।



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

সুবেদিতা : 0.005 μgm , গাঢ়ত্বসীমা 1 : 100000

বিকারক : কঠিন সবুজ FeSO_4 ও হাইড্রক্সিল অ্যামিন হাইড্রোক্সোরাইড 3% কে ভালোভাবে 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 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 বিক্রিয়া : পরীক্ষানলে $1-2\text{Cm}^3$ বিকারক দ্রবণ নিন। তারপর $1-2$ ফোঁটা পরীক্ষণীয় দ্রবণ যোগ করা হল। বাদামি বর্ণের বিকারক নীলবর্ণ ধারণ করল।

সুবেদিতা : $0.06 \mu\text{gm}$, গাঢ়ত্বসীমা $1 : 833000$

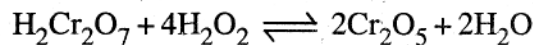
বিকারক : 0.01% কুইনঅ্যালিজারিন দ্রবণ গাঢ় H_2SO_4 -এ।

মন্তব্য : গাঢ় H_2SO_4 এর উপস্থিতিতে কুইনঅ্যালিজারিন বোরোটের সঙ্গে নীল রঙের জটিল বোরিক অ্যাসিড এস্টার তৈরি করে। Fe^{3+} বিঘ্ন ঘটায় এইজন্য $4(\text{N}) \text{NaOH}$ দ্বারা পরীক্ষণীয় দ্রবণকে ফোঁটালে দ্রবণ Fe^{3+} মুক্ত হয়, ClO_3^- , $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 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 রং সবুজ হল। উদ্বায়ী BF_3 জ্বলনের ফলে শিখার রং 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 আম্লিক করে $2-3 \text{Cm}^3$ অ্যামাইনো অ্যালকোহল যোগ করা হল, এরপর কয়েকফোঁটা H_2O_2 দ্রবণ মেশান হল এবং নাড়তে থাকুন। উপরের জৈব তরলে স্তর গাঢ় নীল হয়ে যায়। ক্ষণস্থায়ী পেরোক্সি ক্রোমিক অ্যাসিড (পুরোনো অনেক ব্যবহৃত নাম পারক্রোমিক অ্যাসিড) জল অপেক্ষা অ্যামাইনো অ্যালকোহলে অধিক দ্রব্য। এইজন্য জৈব স্তর গাঢ় নীল দেখায়।



- (ii) ডাই ফিনাইল কার্বাজাইড পরীক্ষা : এক ফোঁটা অ্যাসিডীয় $[2(N)H_2SO_4]$ ক্রোমেট দ্রবণ স্পট প্লেটে নিন এবং এক ফোঁটা বিকারক মেশান। নীলাভ বেগুনি দ্রবণ পাওয়া যায়।

সুবেদিতা : 0.25 μ gm, গাঢ়ত্বসীমা 1 : 2000000

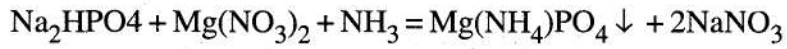
বিকারক দ্রবণ : 1% অ্যালকোহলীয় দ্রবণ।

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

(ii) Mn^{2+} ও Hg^{2+} বিয় ঘটায়।

2.4.18 ফসফেট $[PO_4^{3-}]$

- (i) ম্যাগনেসিয়া মিশ্রণ বা ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রেট মিশ্রণ দ্রবণ দিয়ে পরীক্ষা : $MgCl_2, NH_4Cl$ ও NH_4OH -এর জলীয় দ্রবণের মিশ্রণকে ম্যাগনেসিয়া মিশ্রণ বলে। $Mg(NO_3)_2$, এবং NH_4NO_3 এবং NH_4OH -এর জলে দ্রবীভূত মিশ্রণকে ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রেট মিশ্রণ দ্রবণ বলা হয়। এদের যে-কোনো 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 হেঁকে 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-বাদামি (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 বিয় ঘটবে না। অ্যামোনিয়াম ফসফোমলিবডেট এবং অ্যামোনিয়াম আর্সেনমলিবডেট অধঃক্ষেপ অ্যামোনিয়াম অ্যাসিটেটের দ্রবণে ফোঁটালে দ্রবীভূত হয়, আবার ঠান্ডা 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 পোসেলিনের মুচিতে নিন। এক ফোঁটা অ্যামোনিয়াম মলিবডেট দ্রবণ যোগ করুন। এরপর অল্প গরম করুন যতক্ষণ না দ্রবণে বুদ্ধবুদ্ধ তৈরি হয়। ঠান্ডা করুন এবং যোগ করুন এক ফোঁটা বেনজিডিনের দ্রবণ ও এক ফোঁটা সম্পৃক্ত সোডিয়াম অ্যাসিটেট এর দ্রবণ বা কয়েকটি দানা কঠিন সোডিয়াম অ্যাসিটেট। নীল রঙের অধঃক্ষেপ বা দ্রবণ পাওয়া যাবে।

সুবেদিতা : 1.25 µgm, গাঢ়ত্বসীমা 1 : 40000

বিকারক : (i) অ্যামোনিয়াম মলিবডেট দ্রবণ : 4.5 gm বিকারক ও 4 Cm³ গাঢ় NH₄OH জলে যোগ করে দ্রবীভূত করুন 12 gm NH₄OH ও জল মিশিয়ে দ্রবণের আয়তন 100 Cm³ করুন।

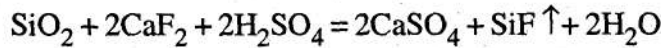
(ii) বেনজিডিন দ্রবণ : 0.05 gm বিকারক ও 10 Cm³ গ্লোসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড দ্রবীভূত করে জল দিয়ে 100 Cm³ করুন।

মন্তব্য : ফসফোমলিবডেট বেনজিডিনকে জারিত করে বেনজিডিন ব্রু তৈরি করে এবং নিজে বিজারিত হয়ে মলিবডেনাম ব্রু উৎপন্ন করে। দ্রবণে যখন ফসফেটের গাঢ়ত্ব খুব কম হয় তখন ফসফোমলিবডেটের হলুদ অধঃক্ষেপ প্রায় দৃশ্য হয় না। সেইসব ক্ষেত্রে এই পরীক্ষা খুব কার্যকরী। আর্সেনেট ও সিলিকেট একইরকম বিক্রিয়া করে কিন্তু 15% টারটারিক অ্যাসিড যুক্ত অ্যামোনিয়াম মলিবডেট ব্যবহার করলে ফসফেট ছাড়া অন্য দুই মূলক (AsO₄³⁻ এবং SiO₃²⁻) বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করতে পারবেন না।

F, C₂O₄²⁻ ও H₂O₂ বিয় ঘটায়।

2.4.19 সিলিকেট [SiO₃²⁻]

- (i) সিলিকনটেট্রাফ্লোরাইড পরীক্ষা : একটি সিসার মুচিতে কঠিন লবণ ও ক্যালশিয়াম ফ্লুরাইড 3 : 1 অনুপাতে মিশিয়ে পরিমাণগত গাঢ় H₂SO₄ মেশান হয় যাতে মিশ্রণ লেই এর মতো হয়। এবার ঢাকনা চাপা দিয়ে অ্যাসবেসটস চাদরের উপর মুচিকে রেখে ছোটো শিখায় গরম করা হয়। ঢাকনার ফুটো দিয়ে সিলিকন টেট্রাফ্লুরাইড (SiF₄) গ্যাস নির্গত হয়। ঐ গ্যাসের উপর প্লাটিনাম তারের লুপে এক ফোঁটা জল ধরলে জলের ফোঁটা অস্বচ্ছ ও অঁঠালো হয়ে যায়।



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

সুবেদিতা : 0.1 µgm,

গাঢ়ত্বসীমা 1 : 500000

বিকারক দ্রবণ : ফসফেট মূলক পরীক্ষার অনুরূপ।

মন্তব্য : সিলিকোমলিবিডেট ও ফসফোমলিবিডেটের মতো বেনজিজিনকে জারিত করে।
PO₄³⁻ ও AsO₄³⁻ বিঘ্ন ঘটাবে।

সিলিকনটেট্রাফ্লোরাইড পরীক্ষায় প্রাপ্ত অস্বচ্ছ জলের ফোঁটা নিয়ে পরীক্ষা করলে PO₄³⁻
ও AsO₄³⁻ এর দ্বারা বিঘ্ন ঘটবে না।

2.4.20 আর্সেনেট [AsO₄³⁻]

- (i) ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রেট মিশ্রণ দ্রবণ পরীক্ষা : ফসফেট মূলকের মতো পরীক্ষা করতে হবে। সাদা অধঃক্ষেপ হেঁকে নিয়ে ফিলটার পেপারের উপর সাদারঙের MgNH₄AsO₄ অধঃক্ষেপের সঙ্গে সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ ও লঘু অ্যাসেটিক অ্যাসিড কয়েক ফোঁটা করে যোগ করা হল। সাদা অধঃক্ষেপ লালাভ-বাদামি (Ag₂AsO₄) 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 MgNH₄AsO₄ অধঃক্ষেপ তৈরি করা হল গরম অবস্থায়। অধঃক্ষেপ হেঁকে নিয়ে লঘু HCl এ দ্রবীভূত করা হল। H₂SO₃ দ্রবণ নিয়ে গরম করে AsO₄³⁻ কে AsO₃³⁻ বিজারিত করা হল। দ্রবণে অবশিষ্ট H₂SO₃ কে ফুটিয়ে SO₂ গ্যাস হিসেবে দূর করা হল। এরপর H₂S গ্যাস চালনা করা হল। As₂S₃-এর হলুদ অধঃক্ষেপ পড়ল।

2.4.21 আর্সেনাইট [AsO₃³⁻]

- (i) AgNO₃ দ্রবণ প্রশম দ্রবণ থেকে হলুদ Ag₃AsO₃ অধঃক্ষেপ তৈরি করে। অধঃক্ষেপ লঘু NH₄OH ও HNO₃ দ্রবণীয়।
- (ii) ম্যাগনেসিয়া মিশ্রণ পরীক্ষা : দ্রবণে বিকারক যোগ করলে কোনো অধঃক্ষেপ তৈরি হয় না। এরপর দ্রবণকে কয়েক ফোঁটা গাঢ় HNO₃ দিয়ে ফুটিয়ে প্রশম করার পর বিকারক যোগ করলে সাদা অধঃক্ষেপ তৈরি হয় [আর্সেনাইট ও আর্সেনেটের পার্থক্য]।
- (iii) কপার সালফেট দ্রবণ : প্রশম দ্রবণে CuSO₄ দ্রবণ যোগ করলে সুন্দর সবুজ (Scheele's green) রঙের অধঃক্ষেপ [(Cu₃(AsO₃)₂ xH₂O এবং CuHAsO₃ হিসেবে প্রকাশ করা হয়] তৈরি হয়। অধঃক্ষেপ NaOH দ্রবণে ফোঁটালে দ্রবীভূত হয় এবং লালচে রং এর কিউপ্রাস অক্সাইড (Cu₂O) অধঃক্ষিপ্ত হয়।

2.5 অ্যাসিডমূলকগুলির মিশ্রণে তাদের শনাক্তকরণ

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

2.5.1 কার্বনেট ও বাইকার্বনেট

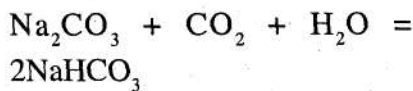
$CaCO_3$ জলে অদ্রব্য কিন্তু $Ca(HCO_3)_2$ জলে দ্রব্য। $Ca(HCO_3)_2$ এর জলীয় দ্রবণে অ্যামোনিয়া দ্রবণ ফোঁটা ফোঁটা যোগ করলে $CaCO_3$ অধঃক্ষিপ্ত হয়।

বাইকার্বনেট ও কার্বনেটের দ্রবণ

প্রথম $CaCl_2$ দ্রবণ যতক্ষণ না $CaCO_3$ -এর অধঃক্ষেপণ সম্পূর্ণ হয়। পরিশ্রাবণ প্রক্রিয়ার দ্বারা অধঃক্ষেপ পৃথক করা হল।

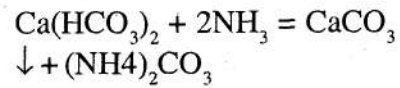
$CaCO_3$ অধঃক্ষেপ। এই অধঃক্ষেপ নিয়ে CO_3^{2-} নিশ্চিত পরীক্ষা করা হল।

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।

পরিশ্রুত $Ca(HCO_3)_2$ -এর দ্রবণ। এতে ফোঁটা ফোঁটা অ্যামোনিয়া দ্রবণ যোগ করা হয়। অধঃক্ষেপ পড়তে শুরু করে।



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

উপরের বিক্রিয়ার ধাপগুলি বাইকার্বনেটের উপস্থিতি সূচিত করে।

সুবেদিতা : 2.0 µgm

গাঢ়ত্ব সীমা 1 : 25000

মস্তব্য : S^{2-} , SO_3^{2-} , $S_2O_3^{2-}$, F^- , NO_2^- প্রভৃতি বিঘ্ন ঘটায়।

বিকারক দ্রবণ : 0.1 (N) Na_2CO_3 দ্রবণ এবং 0.05% ফেনলফথেলিন দ্রবণ 1 : 2 অনুপাতে মিশিয়ে প্রায় দুগুণ 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 শনাক্তকরণের কোনো বিঘ্ন ঘটে না কিন্তু উহাদের যে-কোনো 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 কোনো গ্যাস নির্গত করে না।

অতএব, উপরের মিশ্রণগুলিতে কার্বনেটের শনাক্তকরণের 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 5 মাইক্রোগ্রাম পরিমাণ কার্বনেটকে শনাক্ত করা যাবে 20000 গুণ $S_2O_3^{2-}$, 10000 গুণ SO_3^{2-} এবং 1000 গুণ S^{2-} -এর উপস্থিতিতে। কার্বনেটের উপস্থিতিতে বাকিদের শনাক্তকরণের জন্য যথাক্রমে 2.4.1, 2.4.2 ও 2.4.3 অনুসারে পরীক্ষা করা যেতে পারে।

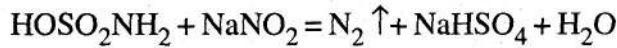
2.5.3 নাইট্রাইট ও নাইট্রেট

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

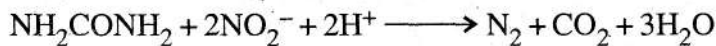
নাইট্রাইটের উপস্থিতিতে নাইট্রেটের শনাক্তকরণে বিঘ্ন ঘটে। নাইট্রেটের শনাক্তকরণের জন্য নাইট্রাইটকে বিয়োজিত করতে হবে।

এই প্রক্রিয়া দুভাবে করা যেতে পারে—

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



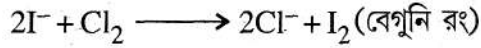
- (ii) দ্রবণে ইউরিয়া ও লঘু H_2SO_4 দিয়ে ফোটানো হল যতক্ষণ না NO_2^- মুক্ত হয়।



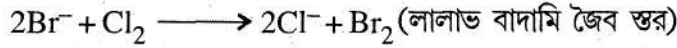
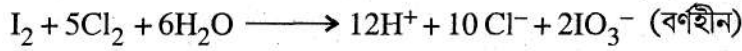
সালফামিক অ্যাসিড প্রক্রিয়া উৎকৃষ্ট কারণ দ্বিতীয় প্রক্রিয়ায় অনেকসময় কিছুটা NO_2^- রূপান্তরিত হয়ে NO_3^- তৈরি হয় ফলে NO_3^- না থাকলেও দ্বিতীয় প্রক্রিয়ার জন্য NO_3^- এর শনাক্তকরণ হয়ে যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে। তারপর NO_2^- মুক্ত দ্রবণে NO_3^- শনাক্তকরণের জন্য বলয় পরীক্ষা [2.4.6 (i) দেখুন] ও ডায়াজো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

2.5.4 ব্রোমাইড ও আয়োডাইড :

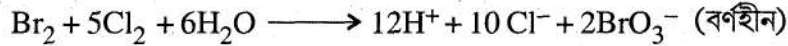
লঘু প্রশম দ্রবণ বা অম্লিকৃত Na_2CO_3 নির্যাসের 2-3 Cm^3 পরীক্ষানলে নিয়ে তার সঙ্গে 1-2 Cm^3 CHCl_3 বা CCl_4 মেশানো হল। এবার 4-5 ফোঁটা Cl_2 জল দিয়ে উত্তমরূপে ঝাঁকানো হল। জৈব স্তর বেগুনি হয়ে আয়োডাইডের উপস্থিতি নিশ্চিত করল। এবার আরও Cl_2 জল দিয়ে মিশ্রণকে ঝাঁকানো হতে থাকল—এক সময় জৈবস্তরের রং বেগুনি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



জৈব স্তর



খুব বেশি Cl_2 জল ব্যবহার করলে

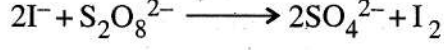


2.5.5 ক্লোরাইড, ব্রোমাইড ও আয়োডাইড :

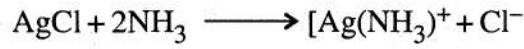
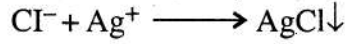
দ্রবণের একটি অংশ নিয়ে Cl_2 জল দিয়ে উপরোক্ত (নং 4) পরীক্ষার ন্যায় আয়োডাইড ও ব্রোমাইড শনাক্ত করা হল। ক্লোরাইডের উপস্থিতি কোনো বিঘ্ন ঘটাবে না।

দ্রবণের অন্য একটি অংশ নিয়ে লঘু H_2SO_4 এ আম্লিক করে পারসালফেট লবণ (K^+ বা NH_4^+ লবণ) দিয়ে ধীরে ধীরে ফোঁটানো হতে থাকল। প্রথমে আয়োডিনের বেগুনি গ্যাস নির্গত হবে। বেগুনি গ্যাস নির্গমন বন্ধ হলে যদি দ্রবণ বর্ণহীন দেখায় তাহলে শুধু আয়োডাইডের উপস্থিতি বোঝাবে। তা নাহলে দ্রবণ লালাভ-বাদামি বর্ণের ব্রোমিন গ্যাস নির্গত হবে এবং শেষপর্যন্ত 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 ঠান্ডা করে লঘু HNO_3 এবং $AgNO_3$ দ্রবণ যোগ করা হল। দই এর মতো সাদা $AgCl$ -এর অধঃক্ষেপ তৈরি হল। অধঃক্ষেপ NH_4OH দ্রবণে দ্রবীভূত হয় এবং লঘু HNO_3 যোগ করে দ্রবণ আঙ্গিক করলে ফিরে আসে।



বিঃ দ্রঃ : ক্লোরাইডের সঙ্গে ব্রোমাইড বা আয়োডাইড থাকলে পারসালফেট লবণের দ্বারা দ্রবণকে ব্রোমাইড বা আয়োডাইড মুক্ত করে ক্লোরাইডের শনাক্তকরণ 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 লালভ বাদামি বর্ণের ব্রোমিন বা আয়োডাইড থেকে গাঢ় বাদামি 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^- রূপে অধঃক্ষিপ্ত সম্পূর্ণ অপসারিত করা হয়। ইহাকে পরিশ্রুত করে দ্রবণে যথারীতি বলয় পরীক্ষা [2.4.6(1) দেখুন] করে নাইট্রেট শনাক্ত করা যাবে।

অন্য এক পদ্ধতিতে নমুনার অল্প পরিমাণ (কঠিন অবস্থায়) নিয়ে $NaOH$ দ্রবণ ও জিঙ্ক গুঁড়া (Zinc dust) সহ ফোটাতে নাইট্রেট বিজারিত হয়ে অ্যামোনিয়া গ্যাস নির্গত হয়। ইহার গন্ধের সাহায্যে ও $Hg_2(NO_3)_2$ সিক্ত কাগজের টুকরোর সাহায্যে (কাগজ কালো অধঃক্ষেপ পড়ে) শনাক্ত করা হয়। নমুনায় অ্যামোনিয়াম লবণ থাকলে পরীক্ষার আগে $NaOH$ দ্রবণ দিয়ে ফুটিয়ে NH_3 গ্যাস সম্পূর্ণরূপে দূর করা হয়। নমুনায় নাইট্রাইট মূলক বর্তমান থাকলে উহাও এই পরীক্ষায় সাড়া দেবে। NO_3^- বা NO_2^- কে সম্পূর্ণরূপে NH_3 হিসাবে অপসারিত করা হয়। আবার ব্রোমাইড বা আয়োডাইডের উপস্থিতিতে ডায়াজো বিক্রিয়া [2.4.6(ii) দেখুন] দ্বারা NO_3^- কে শনাক্ত করা যায়। নাইট্রেটের উপস্থিতিতে Cl_2^- জল বিক্রিয়ার সাহায্যে [2.5.4 দেখুন] Br^- বা I^- কে শনাক্ত করা যায়।

2.5.7 ব্রোমাইড ও নাইট্রাইট বা আয়োডাইড ও নাইট্রাইট :

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

উভয় মিশ্রণে নাইট্রাইটকে NaOH দ্রবণ ও জিঙ্ক গুঁড়া দ্বারা ফুটিয়ে অ্যামোনিয়া গ্যাস হিসেবে সম্পূর্ণরূপে দূরীভূত করা হয়। তারপর দ্রবণকে আম্লিক করে Cl_2 জল বিক্রিয়া [2.5.4 দেখুন] দ্বারা Br^- বা I^- কে শনাক্ত করা হয়।

2.5.8 আয়োডেট ও আয়োডাইড বা আয়োডেট ও ব্রোমাইড :

দ্রবণকে আম্লিক করলে আয়োডিন মুক্ত হয়। অল্প CCl_4 বা $CHCl_3$ যোগ করে ঝাঁকালে জৈবস্তর বেগুনি 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 লালভ বাদামি রঙের হবে।

এখন গাঢ় প্রশম দ্রবণের অপর একটি অংশে গাঢ় $BaCl_2$ -এর জলীয় দ্রবণ যোগ করে অধঃক্ষেপণ সম্পূর্ণ করা হল। সাদা $Ba(IO_3)_2$ অধঃক্ষেপ পরিস্ফুট করে কয়েকবার অতি লঘু জলীয় $BaCl_2$ দ্রবণ দিয়ে ধৌত করা হয় I^- -এর দ্রবণ থেকে মুক্ত করতে। অধঃক্ষেপকে লঘু HCl -এ দ্রবীভূত করে 2-3 $Cm^3 CCl_4$ যোগ করা হল। কয়েক ফোঁটা অতি লঘু H_2SO_3 দ্রবণ যোগ করে ঝাঁকানো হল। জৈব স্তর বেগুনি বর্ণ ধারণ করল অবশ্য H_2SO_4 -এর পরিমাণ বেশি হলে জৈবস্তর বেগুনির বদলে বর্ণহীন হবে। তখন Cl_2^- জল দিয়ে ঝাঁকালো জৈব স্তর বেগুনি বর্ণে ফিরে আসবে। বেশি পরিমাণ H_2SO_3 উৎপন্ন I_2 কে আবার বিজারিত করে I^- পরিবর্তিত করে।

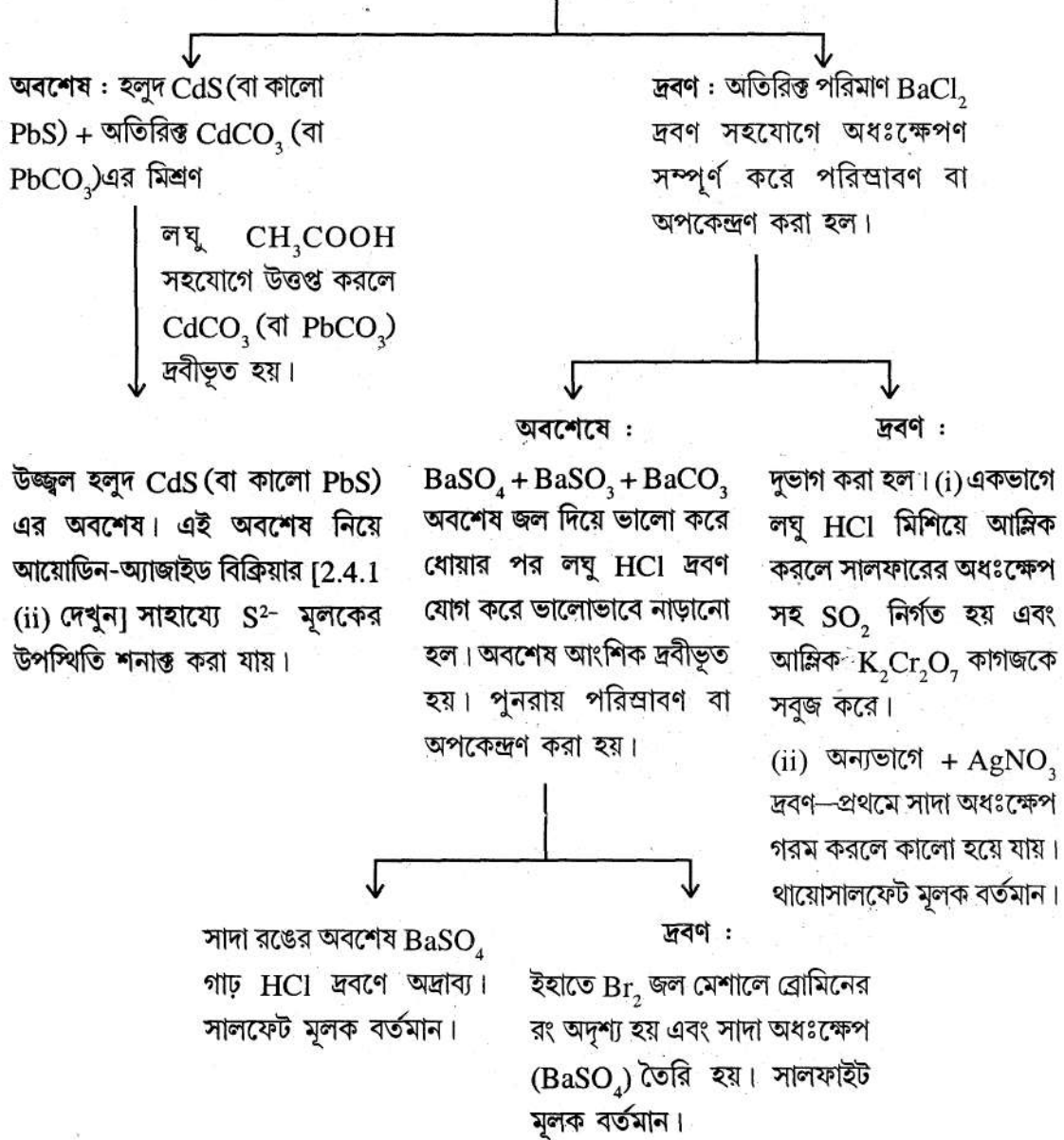
মন্তব্য : আয়োডেট ও ব্রোমাইডের মিশ্রণেও আয়োডেটের শনাক্তকরণ উপরোক্ত উপায়ে হবে।

2.5.9 ব্রোমেট ও ব্রোমাইড বা ব্রোমেট ও আয়োডাইড :

দ্রবণকে আম্লিক করলে ব্রোমিন মুক্ত হয়। অল্প CCl_4 বা $CHCl_3$ যোগ করে ঝাঁকালো জৈবস্তর লালভ-বাদামি বর্ণ ধারণ করে। আয়োডাইড হলে জৈব স্তর বেগুনি বর্ণ ধারণ করত এবং বেশি Cl_2^- জল দ্বারা ঝাঁকালো বর্ণহীন হয়ে যেত। এই পর্যবেক্ষণ মিশ্রণে ব্রোমাইড বা আয়োডাইড মূলকের উপস্থিতি একটি জারক অ্যাসিডমূলকের সঙ্গে নির্দেশ করে। দ্রবণের অন্য একটি অংশ নিয়ে ব্রোমেটের জন্য $MnSO_4$ বেনজিডিন পরীক্ষা [2.4.11 (ii) দেখুন] করতে হবে।

2.5.10 সালফাইড, সালফাইট, থায়োসালফেট ও সালফেট :

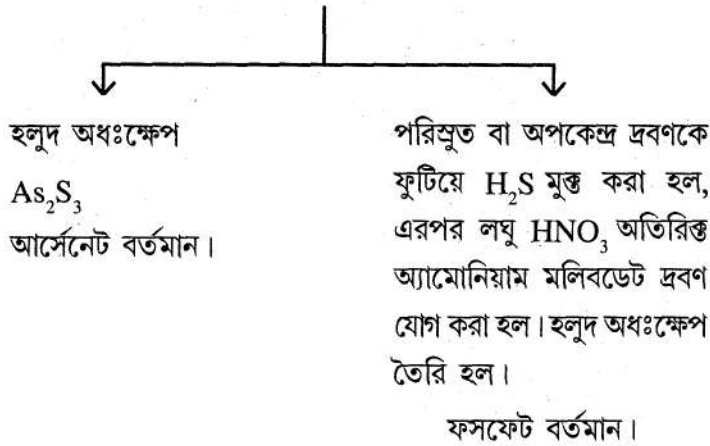
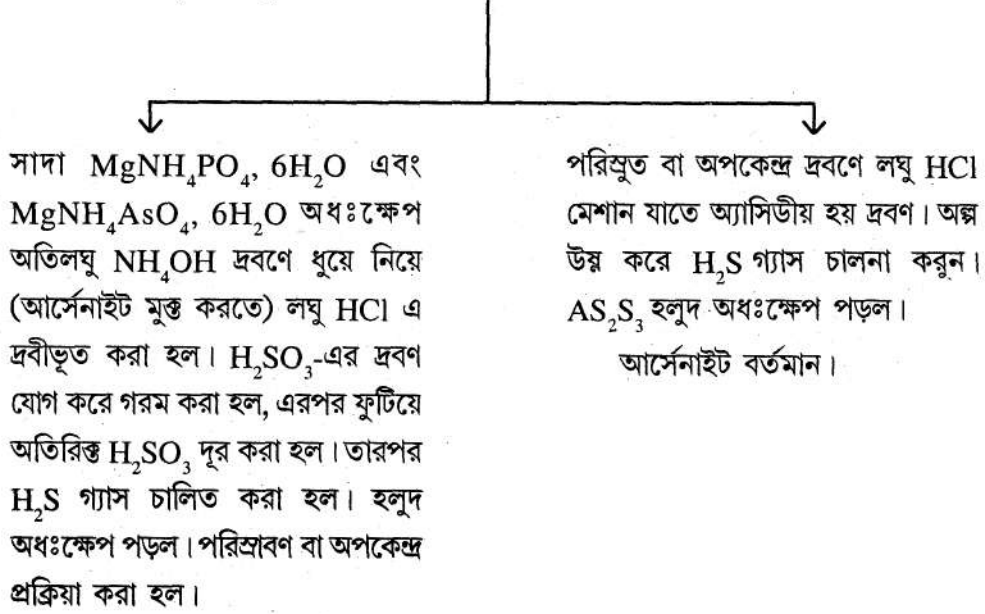
জলীয় দ্রবণ বা Na_2CO_3 নির্যাসক সদ্য তৈরি অতিরিক্ত পরিমাণ CdCO_3 (বা PbCO_3)-এর অধঃক্ষেপ সহযোগে ঝাঁকিয়ে পরিশ্রাবণ বা অপকেন্দ্রণ করা হল।



মন্তব্য : সালফাইট মূলক শনাক্তকরণের 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 নিকোলাস-হাইড্রসাইড পরীক্ষা [2.4.2(ii) দেখুন] করা যেতে পারে।

2.5.11 ফসফেট, আর্সেনেট ও আর্সেনাইট :

প্রশম দ্রবণের সঙ্গে ম্যাগনেসিয়া মিশ্রণ মিশিয়ে গরম করুন। এরপর পরিশ্রাবণ বা অপকেন্দ্র প্রক্রিয়ার সাহায্যে অধঃক্ষেপ পৃথক করুন।

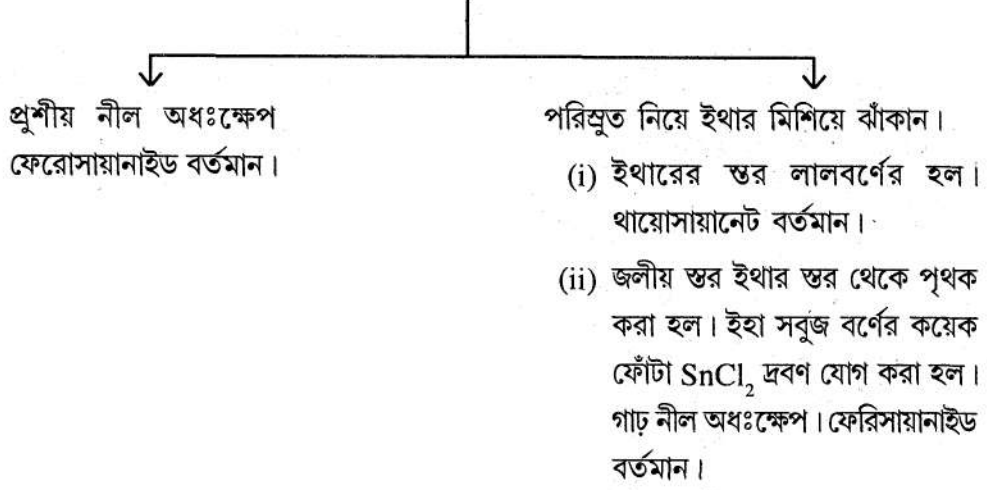


মন্তব্য : ম্যাগনেসিয়া মিশ্রণ আর্সেনাইটের সঙ্গে কোনো অধঃক্ষেপ তৈরি করে না। H_2SO_3 দ্রবণ $As_2SO_4^{3-}$ কে বিজারিত করে AsO_3^{3-} তৈরি করে। AsO_3^{3-} এর সঙ্গে H_2S এর বিক্রিয়ায় হলুদবর্ণের As_2S_3 অধঃক্ষেপ তৈরি হয়।

2.5.12 ফেরোসায়ানাইড ফেরিসায়ানাইড ও থায়োসায়ানেট :

Na_2CO_3 নির্ধাসকে লঘু HCl মিশিয়ে আলিক করুন। গরম করে CO_2 দ্রবীভূত করুন তারপর ঠান্ডা

করে FeCl_3 দ্রবণ যোগ করুন অধঃক্ষেপণ সম্পূর্ণ না হওয়া পর্যন্ত। পরিশ্রাবণ করুন।



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

2.5.13 থায়োসায়ানেট, ক্লোরাইড, ব্রোমাইড ও আয়োডাইড :

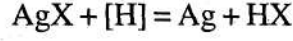
লঘু HNO_3 যুক্ত দ্রবণে AgNO_3 দ্রবণ যোগ করে অধঃক্ষেপণ সম্পূর্ণ করা হল। AgCNS (সাদা), AgCl (সাদা), AgBr (ফিকে হলুদ), ও AgI (হলুদ) অধঃক্ষেপ তৈরি হবে। অধঃক্ষেপ দ্রবণ থেকে পৃথক করা হল।

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 পরীক্ষায় বিঘ্ন ঘটে। এইজন্য নমুনাকে থায়োসায়ানেট মুক্ত করতে হবে। অধঃক্ষেপের অপর একটি অংশ পোর্সেলিনের 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। অবশেষে 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 : অদ্রব্য 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 বিঘ্ন 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-বেনডিজিন 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 বেগুনি হয়। অতএব উপরোক্ত পর্যবেক্ষণ আয়োডাইডের সঙ্গে অপর একটি জারক অ্যাসিডমূলকের উপস্থিতি নির্দেশ করে।

পৃথকীকরণ ও পরীক্ষা : জলীয় বা Na_2CO_3 -নির্যাসের প্রশম 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 অদ্রব্য কিন্তু লালচে-বাদামি Ag_2CrO_4 অধঃক্ষেপ লঘু HNO_3 এ দ্রব্য। পরিশ্রাবণ 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। পরিশ্রুতের মধ্যে ফোঁটা ফোঁটা লঘু $NaOH$ দ্রবণ যোগ করে লঘু HNO_3 কে প্রশমিত করা হলে বাদামি 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 মতো অদ্রব্য। লঘু অ্যাসেটিক অ্যাসিড মাধ্যমে PbF_2 দ্রব্য কিন্তু $PbSO_4$ অদ্রব্য জলীয় দ্রবণ লঘু CH_3COOH দ্বারা আল্লিক করে বা Na_2CO_3 নির্যাসকে লঘু CH_3COOH দ্রবণ সহযোগে আল্লিক 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 শনাক্তকরণের 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 প্রশম বা ক্ষারীয় দ্রবণে অদ্রাব্য। ধাতব মূলকগুলির রীতিবন্ধ শ্রেণি বিশ্লেষণের সময় গ্রুপ II হইতে প্রাপ্ত পরিস্ফুটকে অ্যামোনিয়াকৃত করতে হয়। উপরে উল্লিখিত এক বা একাধিক অ্যাসিডমূলকের উপস্থিতিতে ধাতবমূলকগুলি (গ্রুপ IIIA থেকে Mg পর্যন্ত) একসঙ্গে অধঃক্ষিপ্ত হয়। এজন্য ধাতবমূলকগুলির রীতিবন্ধ শ্রেণি বিশ্লেষণের নীতি বিঘ্নিত হয়। এই চারটি অ্যাসিডমূলককে বাধাদানকারী বা বিঘ্নসৃষ্টিকারী মূলক হিসাবে গণ্য করা হয়।

2.6.1 বোরোট ও ফ্লোরাইড মূলক দূরীকরণ :

ধাতবমূলকের রীতিবন্ধ শ্রেণি বিশ্লেষণে গ্রুপ II হইতে প্রাপ্ত পরিস্ফুট দ্রবণকে একটি পোসেলিনের মুচিতে উত্তপ্ত করে প্রায় শুষ্ক করার পর্যায়ে নিয়ে যাওয়া হয়। ঠান্ডা করে আবার 3-4 Cm³ গাঢ় HCl মিশিয়ে পুনরায় প্রায় শুষ্ক করা হয়। দুতিনবার এইরূপ করলে বোরোট 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 বোরোট ফ্লোরাইড গাঢ় HCl এর দ্বারা উদ্বায়ী H₃BO₃ ও HF তৈরি করে।

2.6.2 সিলিকেট মূলক দূরীকরণ :

বোরোট ও ফ্লোরাইড মূলক দূরীকরণের ন্যায় গ্রুপ II- পরিস্ফুট নিয়ে পোসেলিন মুচিতে উত্তপ্ত করে শুষ্ক করা হয়, তারপর গাঢ় HCl সহযোগে পুনরায় শুষ্ক করা হয়। এইভাবে দুতিনবার গাঢ় HCl দিয়ে শুষ্ক করার পর পোসেলিন মুচিকে অ্যাসবেস্টস বোর্ডের উপর রেখে 10-15 মিনিট ভালোভাবে ভর্জিত (baked) করা হয়। এইসময় অবশেষটি মাঝে মাঝে কাচদণ্ডের সাহায্যে নাড়িয়ে দেওয়া হয়। অবশেষকে ঠান্ডা করে লঘু HCl দিয়ে উত্তপ্ত করে পরিস্রাবণ প্রক্রিয়ার সাহায্যে পৃথক করা হয়। অবশেষ হিসেবে কঠিন সিলিকার দানা পড়ে থাকে। পরিস্ফুট 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 অদ্রাব্য কেলাসকার সিলিকা তৈরি হয়।

2.6.3 ফসফেট মূলকের দূরীকরণ :

আমরা এখানে দুটি পদ্ধতির বিষয়ে আলোচনা করব।

(1) অ্যাসিটেট বাফার –FeCl₃ পদ্ধতি (2) জ্যারকোনিয়াম নাইট্রেট পদ্ধতি। উন-পরিমাণ বিশ্লেষণে (Semimicro Analysis) জারকোনিয়াম নাইট্রেট পদ্ধতি অধিকতর পছন্দযোগ্য।

1. অ্যাসিটেট বাফার— FeCl_3 পদ্ধতি (A) : ধাতবমূলকের গ্রুপ II অপসারণের পর প্রাপ্ত পরিশ্রুত ফুটিয়ে H_2S মুক্ত করা হয়। এই দ্রবণের $20-25 \text{ Cm}^3$ এর মধ্যে কয়েকফোঁটা গাঢ় HNO_3 যোগ করে আবার ফুটান। 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) $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ দ্রবণ মেশাতে হবে (বাফার ক্রিয়া $\text{pH}=4.6$)। কোনো অধঃক্ষেপ যদি এখানে দেখা যায় তাহলে তা উপেক্ষা করতে হবে। দ্রবণ যদি লালাভ-বাদামি রঙের (D) না হয় তাহলে দ্রবণটি কাচদণ্ড দিয়ে নাড়তে নাড়তে প্রশম FeCl_3 দ্রবণ ফোঁটা ফোঁটা করে যোগ করতে হবে যতক্ষণ পর্যন্ত না দ্রবণটির রং দুধ মিশ্রিত চায়ের (E) মতো হয়। গরম জল মিশিয়ে দ্রবণের আয়তন প্রায় 150 Cm^3 করতে হবে এবং মাঝে মাঝে নাড়া দিয়ে এক দুমিনিট ফোটাতে 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 $\text{Fe}(\text{OH})_3$(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 পড়ে, ছেকে নিতে হবে।</p>
	<p>অধঃক্ষেপ বাতিল করুন। পরিশ্রুত নিয়ে ধাতব মূলকগুলির IIIb ও পরবর্তী গ্রুপ গুলির বিশ্লেষণ করা হয়।</p>

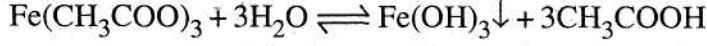
মন্তব্য : [A] পদ্ধতির তত্ত্ব : (a) FePO_4 , AlPO_4 এবং কিছুটা CrPO_4 লঘু $\text{CH}_3\text{COOH}-\text{CH}_3\text{COONH}_4$ বাফার দ্রবণে গরম অবস্থায় অদ্রাব্য। IIIB, IV গ্রুপের ধাতব ফসফেটগুলি ও ম্যাগনেসিয়াম ফসফেট উক্ত বাফার দ্রবণে দ্রাব্য।

(b) FeCl_3 দ্রবণ নিম্নলিখিত কারণে ব্যবহার করা হয়।

- Fe^{3+} আয়ন PO_4^{3-} এর বিপরীত ধর্মযোজী আয়ন।
- Fe^{3+} কে II গ্রুপের পরিশ্রুততে সহজে শনাক্ত করা যায়।
- FePO_4 বাফার মাধ্যমে সবচেয়ে বেশি অদ্রাব্য।

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

(v) Fe^{3+} সহজে ক্ষারীয় অ্যাসিটেট হিসাবে এবং অদ্রবণীয় $Fe(OH)_3$ 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 লালাভ-বাদামি বর্ণের অধঃক্ষেপ হবে। এই অবস্থায় $FeCl_3$ দ্রবণ আরও মেশাতে হবে কিনা তা পরীক্ষা করে দেখতে হয়। অল্প পরিমাণ মিশ্রণ হেঁকে নিয়ে পরিস্রুত দ্রবণের মধ্যে অ্যামোনিয়াম মলিবডেট দিয়ে ফসফেটের পরীক্ষা করতে হবে। হলুদ অধঃক্ষেপ হলেও আরও $FeCl_3$ যোগ করতে হবে। অতিরিক্ত $FeCl_3$ দ্রবণের উপস্থিতিতে $FePO_4$ অধঃক্ষেপ কিছুটা দ্রব্য 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 গোলাপি বর্ণ (CO^{+2} এর জন্য) ধারণ করে। এইসব ক্ষেত্রে দুধ-মিশ্রিত চায়ের রং 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 পরিস্রুতের মধ্যে দুএক ফোঁটা $FeCl_3$ দ্রবণ যোগ করা হয় আরও লালাভ-বাদামি অধঃক্ষেপ পড়ে কিনা দেখার জন্য। অধঃক্ষেপ না পড়লে বুঝতে হবে দ্রবণ ফসফেট মুক্ত হয়েছে। আবার যদি এমন হয় যে অধঃক্ষেপ পড়ল না কিন্তু পরিস্রুত দ্রবণ সবুজাভ বা হালকা লালবর্ণের বদলে গাঢ় 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 রঙিন হওয়ার জন্য দ্রবণের রং বোঝা যায় না। সেজন্য মিশ্রণের অল্প কিছুটা হেঁকে নিয়ে দ্রবণের রং দেখা অথবা NH_4OH যোগ করে দেখা কোনো রঙিন 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 আয়ন 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 মেশানো হল। হলুদ বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ল। শিখা পরীক্ষা করে নিশ্চিত হওয়া যায়।
- (ii) Sr^{2+} : উপরোক্ত পরীক্ষায় প্রাপ্ত অধঃক্ষেপ ছাঁকিয়া পরিস্ফুট দ্রবণে (যদি B_2^+ উপস্থিত থাকে) বা বাফার মিশ্রিত দ্রবণের অন্য একটি অংশে সম্পৃক্ত $(NH_4)_2SO_4$ 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 ছোটো বিকারে ঘটানো হয়। অল্প ফিলটার 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 ফিলটার পেপার ব্যবহার করে। অধঃক্ষেপ অল্প গরমজল দিয়ে ধুয়ে নিয়ে তা পরিস্ফুটের সঙ্গে মেশানো হয়।

অধঃক্ষেপ ব্যবহার করা হয় না (জ্যারকোনিল অথবা জ্যারকোনিয়াম ফসফেট)	পরিস্ফুট (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 IIIA ও অতিরিক্ত জ্যারকোনিয়ামের হাইড্রোটেড অক্সাইড। গ্রুপ IIIA বিশ্লেষণের সময় জ্যারকোনিয়াম আয়রনের সঙ্গে থাকে এবং আয়রনের পরীক্ষায় বিঘ্ন ঘটায় না।	পরিস্ফুট : 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 জ্যারকোনিয়াম 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 জ্যারকোনিয়াম নাইট্রেট মিশিয়ে পরীক্ষা করা উচিত।

2.7 সারাংশ

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

- শুষ্ক পরীক্ষায় লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের সাহায্যে কার্বনেট, সালফাইড, থায়োসালফেট, নাইট্রাইট, সায়ানাইড, সায়ানাইড, ফেরো ও ফেরিসায়ানাইড মূলকের প্রাথমিক শনাক্তকরণ।
- গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সাহায্যে হ্যালাইড, হ্যালাইট, থায়োসায়ানেট, ফেরো ও ফেরিসায়ানাইড উপস্থিতির পরীক্ষা ; আবার গাঢ় অ্যাসিডের সঙ্গে যদি কপার ছিবড়া মিশিয়ে উত্তপ্ত করা হয় তা হলে নাইট্রেট মূলক শনাক্ত করা যায়।
- বাধাদানকারী অ্যাসিডমূলক যেমন বোরোট, ফসফেট ও সিলিকেট এর শনাক্তকরণ।
- সিল্ট পরীক্ষার জন্য জলীয় দ্রবণ এবং সোডিয়াম কার্বনেটের নির্যাস প্রস্তুতি এবং অ্যাসিডমূলক শনাক্তকরণ।
- অ্যাসিস মূলকের জন্য নিশ্চিত পরীক্ষার প্রয়োজনীয়তা।

- লবণে ক্রোমেট ও ক্লোরাইড একসঙ্গে উপস্থিত থাকলে ক্রোমিক ক্লোরাইড পরীক্ষায় এদের একসঙ্গে শনাক্তকরণ 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 শনাক্তকরণ পদ্ধতি। যেমন নাইট্রাইট ও আয়োডাইড একসঙ্গে থাকলে (অন্য জারক পদার্থের অনুপস্থিতিতে) কীভাবে এদের শনাক্তকরণ করা যায়। আবার সালফাইট ও থায়োসালফেটের মিশ্রণে থায়োসালফেট শনাক্তকরণ সহজ কিন্তু সালফাইট শনাক্তকরণ কঠিন। এরকম আরও কিছু উদাহরণ আপনি জানতে পেরেছেন।
- বাধাদানকারী অ্যাসিডমূলকগুলির পরিচিত এবং তাদের শনাক্তকরণ। দ্রবণ থেকে এই মূলকগুলির অপসারণের প্রয়োজন কেন এবং কী কী বিশেষ পদ্ধতি অবলম্বন করে এদের দূরীভূত করা যায়।

একক 3 □ ধাতবমূলকগুলির (ক্যাটায়ন) শনাক্তকরণ

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 দ্রাব্যতা গুণফলের সম্পর্ক নির্ণয়।

3.5 দ্রাব্যতার উপর জটিল আয়ন গঠনের প্রভাব

3.6 আঙ্গিক অজৈব বিশ্লেষণে ধাতবমূলকগুলির বিভিন্ন বিশ্লেষক শ্রেণিতে বিভাগীকরণের নীতি।

3.6.1 বিশ্লেষক শ্রেণি I ধাতবমূলকগুলির অধঃক্ষেপণ।

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

3.6.3 বিশ্লেষক শ্রেণি III A ধাতবমূলকগুলির অধঃক্ষেপণ।

3.6.4 বিশ্লেষক শ্রেণি IV ধাতবমূলকগুলির অধঃক্ষেপণ।

3.7 ধাতবমূলকগুলির জন্য প্রাথমিক পরীক্ষা

3.7.1 শুষ্কপরীক্ষানলে 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 ক্রোমিয়াম গলন পরীক্ষা

3.7.6 অ্যামোনিয়াম মূলকের পরীক্ষা

- 3.8 আর্দ্র পরীক্ষার জন্য লবণ-মিশ্রণের দ্রবণ প্রস্তুতি
- 3.9 অধঃক্ষেপের সাহায্যে ধাতবমূলকগুলির বিশ্লেষকশ্রেণিতে পৃথকীকরণ।
- 3.10 বিশ্লেষক শ্রেণি I ধাতবমূলকগুলির বিশ্লেষকশ্রেণিতে পৃথকীকরণ।
- 3.10.1 পৃথকীকরণ
- 3.10.2 শনাস্তকরণ
- 3.10.2.1 লেড
- 3.10.2.2 সিলভার
- 3.10.2.3 মারকারী (আস)
- 3.10.3 শ্রেণি I ধাতবমূলকগুলির রীতিবন্ধ বিশ্লেষণ
- 3.11 বিশ্লেষক শ্রেণি II ধাতবমূলক পৃথকীকরণ ও শনাস্তকরণ
- 3.11.1 II A ও II B উপশ্রেণিতে পৃথকীকরণ
- A হলুদ $(\text{NH}_4)_2\text{Sx}$ দ্রবণের সাহায্যে শ্রেণি II A ও শ্রেণি II B ধাতব সালফাইডের পৃথকীকরণ।
- B $2(\text{M})\text{KOH}$ দ্রবণে শ্রেণি II A ও শ্রেণি II B ধাতব সালফাইডের পৃথকীকরণ।
- 3.11.2 শ্রেণি II A ধাতবমূলকগুলির শনাস্তকরণ
- 3.11.2.1 মারকারী (ইক্)
- 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 3 ধাতবমূলকগুলির রীতিবন্ধ বিশ্লেষণ
- 3.11.4 শ্রেণি 3 ধাতবমূলকগুলির শনাস্তকরণ
- 3.11.4.1 আর্সেনিক
- 3.11.4.2 অ্যান্টিমনি
- 3.11.4.3 টিন
- 3.11.5 শ্রেণি III B ধাতবমূলকগুলির রীতিবন্ধ বিশ্লেষণ

3.12 বিশ্লেষক শ্রেণি III A ধাতবমূলকগুলির পৃথকীকরণ ও শনাক্তকরণ

3.12.1 পৃথকীকরণ

3.12.2 শনাক্তকরণ

3.12.1 আয়রন

3.12.1 ক্রোমিয়াম

3.12.1 অ্যালুমিনিয়াম

3.12.3 শ্রেণি III A ধাতবমূলকগুলির রীতিবদ্ধ বিশ্লেষণ

3.13 বিশ্লেষক শ্রেণি III B ধাতবমূলকগুলির পৃথকীকরণ ও শনাক্তকরণ

3.13.1 কার্বনেট ও বাইকার্বনেট

3.13.2 কার্বনেট ও বাইকার্বনেট

3.13.1 কোবাল্ট

3.13.2 নিকেল

3.13.3 ম্যাঙ্গানীজ

3.13.4 জিঙ্ক

3.13.3 শ্রেণি III B ধাতবমূলকগুলির রীতিবদ্ধ বিশ্লেষণ।

3.14 বিশ্লেষক শ্রেণি IV ধাতবমূলকগুলির পৃথকীকরণ ও শনাক্তকরণ

3.14.1 কার্বনেট ও বাইকার্বনেট

3.14.2 কার্বনেট ও বাইকার্বনেট

3.14.1 বেরিয়াম

3.14.2 স্ট্রনসিয়াম

3.14.3 ক্যালশিয়াম

3.14.3 শ্রেণি IV ধাতবমূলকগুলির রীতিবদ্ধ বিশ্লেষণ

3.15 শ্রেণি V ধাতবমূলকগুলির শনাক্তকরণ

3.15.1 ম্যাগনেসিয়াম

3.15.2 সোডিয়াম

3.15.3 পটাশিয়াম

3.15.4 অ্যামোনিয়াম

3.16 অদ্রাব্য লবণের বিশ্লেষণ

3.17 অজানা অজৈব লবণ মিশ্রণে মূলকগুলির শনাক্তকরণ পদ্ধতির রূপরেখা।

3.18 সারাংশ

3.1 প্রস্তাবনা

অজৈব লবণের মিশ্রণে ধাতবমূলকগুলির শনাক্তকরণের জন্য যে বিশ্লেষণের রূপরেখা গ্রহণ করা য় তার মূল ভিত্তি হল ধাতবমূলকগুলিকে কয়েকটি শ্রেণি বা দলে বিভাগীকরণ। এরপর এক একটি শ্রেণি থেকে ধাতবমূলকগুলির প্রত্যেকটির শনাক্তকরণ। কয়েকটি ভৌত ধারণার (যথা দ্রাব্যতা, দ্রাব্যতা গুণফল, সাধারণ আয়ন-প্রভাব এবং জটিল আয়ন গঠন) ভিত্তিতে ধাতবমূলকগুলির বিশ্লেষণের রূপরেখা ও শনাক্তকরণ প্রতিষ্ঠিত। এই অধ্যায়ে প্রথমে আমরা উপরোক্ত ভৌত ধারণাগুলি বিশদভাবে আলোচনা করব এবং এরপর ধাতবমূলকগুলির শনাক্তকরণের জন্য তাদের রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলি ও রীতিবদ্ধবিশ্লেষণ (Systematic analysis) রাসায়নিক পরীক্ষা সহযোগে বর্ণনা করব।

উদ্দেশ্য

এই অধ্যায়ে 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 বিশ্লেষক শ্রেণিতে 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^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{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 কোনো একটি ধাতবমূলকের রাসায়নিক পরীক্ষা বিঘ্নিত হয়। এইজন্য রীতিবদ্ধ বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে ধাতবমূলকগুলিকে কয়েকটি বিশ্লেষক শ্রেণিতে ভাগ করা হয়। এক একটি শ্রেণির ধাতবমূলকগুলি দ্রবণ থেকে একরকমের অদ্রব্য লবণ হিসাবে পৃথক করা হয়। যেমন শ্রেণি I এর মূলকগুলি (Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+}) অদ্রব্য ক্লোরাইড লবণ হিসাবে জলীয় দ্রবণ থেকে পৃথক করা হয়। এরপর অদ্রব্য লবণ থেকে ঐ শ্রেণির ধাতবমূলকগুলির (Ag^+ , Hg_2^{2+} ও Pb^{2+}) শনাক্তকরণ সম্ভব হয়।

বিশ্লেষক শ্রেণিতে বিভাগীকরণ (Division into analytical groups) :

বিশ্লেষক শ্রেণি	ধাতব মূলকগুলি	অদ্রব্য লবণ
I	Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+}	ক্লোরাইড
II	Pb^{2+} , Hg^{2+} , Bi^{3+} , Ct^{2+} , Cd^{2+} As^{3+} , As^{5+} , Sb^{3+} , Sb^{5+} , Sn^{2+} , Sb^{4+}	সালফাইড
III A	Fe^{3+} , Al^{3+} , Cr^{3+}	হাইড্রক্সাইড
III B	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।

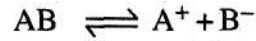
3.3 দ্রাব্যতা ও দ্রাব্যতা গুণফল :

যখন কঠিন লবণ কোনো দ্রাবকে যোগ করা হয় তখন লবণের প্রবণতাই হয়ে দ্রবণ তৈরি করা। যদি কঠিন লবণ দ্রাবকে আস্তে আস্তে যোগ করা হতে থাকে তাহলে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় দ্রবণ এমন অবস্থায় পৌঁছাবে যখন দ্রবণে কিছুটা অদ্রবীভূত কঠিন লবণ থাকবে, একে দ্রবণের সম্পৃক্ত অবস্থা বলা হয়।

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় যে পরিমাণ দ্রাব কোনো নির্দিষ্ট আয়তন দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়ে সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরি করে তাকে দ্রাব্যের দ্রাব্যতা বলা হয়। দ্রাব্যতা সাধারণত প্রকাশ করা হয় মোলার দ্রাব্যতা [মোল/ডেমি³ S.I এককে] বা গ্রাম দ্রাব্যতা [মোল/ডেমি³ S.I এককে] হিসাবে।

আমরা জানি সামান্য দ্রবণীয় লবণ (Sparingly soluble salt) তীব্র তড়িৎ-বিশ্লেষ্য পদার্থ। দ্রবণে লবণের দ্রবীভূত অংশ সম্পূর্ণ তড়িৎ বিয়োজিত অবস্থায় থাকে।

এখন ধরা যাক দ্বিপাদ তড়িৎ-বিশ্লেষ্য (Binary electrolyte) AB এর সম্পৃক্ত জলীয় দ্রবণ তৈরি হল সহজে কারণ AB একটি সামান্য দ্রবণীয় লবণ। এই অবস্থায় লবণের অদ্রবীভূত অংশের সঙ্গে দ্রবণে লবণের আয়নিত অংশের (A⁺ ও B⁻ আয়ন) সাম্য স্থাপিত হল।



(কঠিন) (দ্রবণে আয়নগুলি)

ভরক্রিয়া সূত্রের প্রয়োগে সাম্যধ্রুবক (K_a) সবচেয়ে সাধারণ আকারে লেখা হয়—

$$K_a = \frac{a_{A^+} \times a_{B^-}}{a_{AB}} \quad \text{যেখানে } a_{AB}, a_{A^+}, a_{B^-} \text{ যথাক্রমে কঠিন}$$

লবণ ও দ্রবণে আয়ন A⁺ ও B⁻ এর সক্রিয়তা। যেহেতু AB একটি বিশুদ্ধ যৌগ অতএব a_{AB} = 1। অতএব সাম্য ধ্রুবক K_a কে লেখা হয়।

$$K_a = a_{A^+} \times a_{B^-} \text{ যা সক্রিয়তা দ্রাব্যতা গুণফল নামে পরিচিত।}$$

আবার সক্রিয়তাকে নিম্নলিখিতভাবে প্রকাশ করা হয়

$$\text{সক্রিয়তা} = \text{গাঢ়ত্ব} \times \text{সক্রিয়তা গুণাঙ্ক}$$

$$a_i = C_i \times f_i$$

$$\text{তাহলে } K_a = C_{A^+} \times f_{A^+} \times C_{B^-} \times f_{B^-}$$

যেহেতু সামান্য দ্রবণীয় লবণের দ্রবণ অত্যন্ত হালকা গাঢ়ত্ব বিশিষ্ট, দ্রবণের আয়নগুলির সক্রিয়তা গুণাঙ্ক প্রায় একের খুব কাছাকাছি অর্থাৎ f_i ≈ 1

তাহলে আমরা লিখতে পারি

$$K_{sp} = C_A^+ \times C_B^- \quad [K_a\text{-এর বদলে } K_{sp} \text{ লেখা হল}]$$

K_{sp} কে দ্রাব্যতা গুণফল ধ্রুবক বা শুধু দ্রাব্যতা গুণফল বলা হয়।

এবার সামান্য দ্রবণীয় লবণ A_xB_y -এর ক্ষেত্রে আমরা লিখতে পারি



অতএব দ্রাব্যত' গুণফলকে প্রকাশ করা হয়

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

সুতরাং A_xB_y ধরণের লবনের দ্রাব্যতা গুণফল সমীকরণ (2) থেকে আমরা লিখতে পারি—কোনো 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_xB_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

$$K_{sp} = [xs]^x \cdot [ys]^y$$

বা $K_{sp} = x^x \cdot y^y \cdot s^{x+y} \quad \dots\dots\dots (3) (3)$

অতএব সমীকরণ (3) A_xB_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 $x = 2, y = 3$

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

সুতরাং কোনো সামান্য দ্রবণীয় লবণের ও দ্রাব্যতা গুণফলের যে-কোনো একটি জানলে অন্যটি সহজে নির্ণয় করা যাবে।

অনুশীলনী -1 :

(a) জলে CaF_2 -এর দ্রাব্যতা 2.0×10^{-4} মোল/ডে.মি³, উহার দ্রাব্যতা গুণফল নির্ণয় করুন।

উত্তর : 3.2×10^{11}

(b) লেড অর্থেফসফেটের $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$ এর দ্রাব্যতা গুণফল 1.5×10^{32} । উহার দ্রাব্যতা গ্রাম/ডে.মি³ এ নির্ণয় করুন। [$\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$ এর আণবিক গুরুত্ব = 358]

উত্তর : 6.1×10^{-5} গ্রাম/ডে.মি³

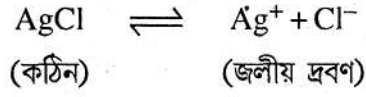
এখন প্রশ্ন হল, দুটি লবণের দ্রাব্যতা গুণফলের উপাত্ত (data) থেকে আমরা তাদের দ্রাব্যতার তুলনা করতে পারি কিনা। যদি লবণ দুটি দ্রবণে একই সংখ্যক ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়ন তৈরি করে তাহলে দ্রাব্যতা গুণফলের উপাত্ত থেকে তাদের দ্রাব্যতার তুলনা সহজে করা যাবে কারণ উভয় লবণের ক্ষেত্রে দ্রাব্যতা গুণফল ও দ্রাব্যতার সম্বন্ধ একই। উদাহরণস্বরূপ PbCO_3 ও CaCO_3 লবণের দ্রবণে একই সংখ্যক ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়ন তৈরি হয় এবং তাদের দ্রাব্যতা গুণফল যথাক্রমে 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 দ্রব্য। 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 CaCP_3 ($K_{sp} = 4.8 \times 10^{-9}$) এর ক্ষেত্রে তাদের দ্রাব্যতা গুণফল ও দ্রাব্যতার সম্পর্ক যথাক্রমে $K_{sp[\text{Ag}_2\text{CO}_3]} = 4s^3$ এবং $K_{sp[\text{CaCO}_3]}$ । 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 বলব। এখন আমরা দেখব AgNO_3 বা NaCl দ্রবণে Cl^- কে আমরা সাধারণ আয়ন বলব। এখন আমরা দেখব AgNO_3 বা NaCl দ্রবণে (অর্থাৎ সাধারণ আয়নের উপস্থিতিতে)

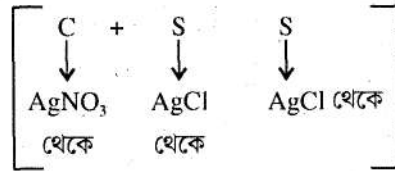
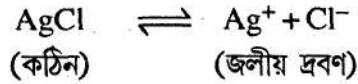
AgCl-এর দ্রাব্যতার কী ঘটবে। দ্রবণে AgCl নিম্নলিখিত সাম্যাবস্থায় থাকে।



দ্রবণে Ag⁺ বা Cl⁻ আয়ন যোগ করলে Ag⁺ বা Cl⁻ এর গাঢ়ত্ব বেড়ে যাবে। লা শ্যাটেলিয়ানের 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 AgNO₃ দ্রবণে যার গাঢ়ত্ব C। এই দ্রবণে Ag⁺, Cl⁻ ও NO₃⁻ আয়ন বর্তমান থাকবে। Cl⁻ ও NO₃⁻ এর উৎস যথাক্রমে AgCl ও AgNO₃ কিন্তু Ag⁺ এর উৎস AgCl ও AgNO₃ উভয়ই। আমরা জানি C গাঢ়ত্ব বিশিষ্ট AgNO₃ দ্রবণে Ag⁺ ও NO₃⁻ তৈরি হবে, যাদের প্রতিটি গাঢ়ত্ব C। আবার AgNO₃ 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 দ্রাব্যতাগুণফল রাশিতে Ag⁺ ও Cl⁻ এর গাঢ়ত্বের মান বসিয়ে পাই—

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

$$\text{বা, } K_{sp} = (C + S)S$$

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

আমরা জানি বিশুদ্ধ জলে AgCl এর দ্রাব্যতা 1.37 × 10⁻⁵ মোল/ডেমি³। অতএব AgNO₃ দ্রবণের উপস্থিতিতে AgNO₃ দ্রবণ থেকে উৎপন্ন Ag⁺ এর তুলনায় AgCl হতে জাত Ag⁺ এর গাঢ়ত্ব নগণ্য হবে।

অর্থাৎ C >>> 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 ঐ $AgNO_3$ এর উপস্থিতিতে AgCl এর দ্রাব্যতা হবে

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

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) জলে ও (ii) 0.1 মোলার/ডে.মি³ NaF দ্রবণে [CaF_2 -এর দ্রাব্যতা গুণফল : 4.0×10^{-11}]

উত্তর (i) 2.2×10^{-4} মোল/ডে.মি (ii) 4.0×10^{-9} মোল/ডে.মি³

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 ক্ষেত্রে আছে যেখানে আয়ন গাঢ়ত্ব গুণফল কোনো কারণে [যেমন জটিল আয়ন তৈরি বা কোনো আয়নের অন্য আয়নে পরিণত হয়ে সাম্যাবস্থায় বিঘ্ন ঘটানো] 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 $[2CrO_4^{2-} + 2H^+ \longrightarrow Cr_2O_7^{2-} + H_2O]$ । অদ্রাব্য লবণ $BaCrO_7$ দ্রবীভূত হয়ে দ্রাব্যতা গুণফল ঠিক রাখার চেষ্টা করে কিন্তু বেশি অ্যাসিড যোগ করলে অদ্রাব্য লবণের সমস্ত অংশই দ্রবীভূত হয়।

দ্রাব্যতা গুণফলনীতি সামান্য দ্রবণীয় লবণের সম্পৃক্ত দ্রবণের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য। সামান্য দ্রবণীয় লবণের দ্রবণে অপর কোনো 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

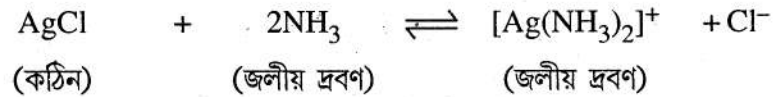
কোনো আয়নের গাঢ়তা বাড়ে না কিন্তু দ্রবণে মোট আয়নীয় শক্তি (Ionic Strength) বেড়ে যাবে। Debye-Hückel তত্ত্ব অনুযায়ী আমরা জানি যে তাতে উভয় আয়নের সক্রিয়তা গুণাঙ্ক (activity coefficient) কমে যাবে কারণ $\log f_i = -AZ_i^2\sqrt{I}$ [এখানে $f_i = i$ আয়নের সক্রিয়তা গুণাঙ্ক $A =$ ধ্রুবক, $Z_i = i$ আয়নের যোজ্যতা, $I =$ মোট আয়নীয় শক্তি অর্থাৎ দ্রবণে তড়িৎক্ষেত্রে পরিমাপক]।

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

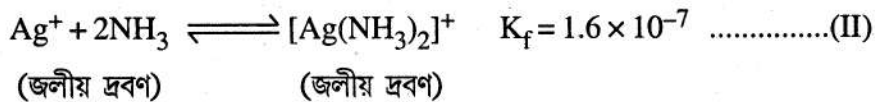
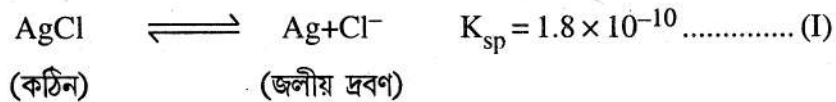
Ag_2SO_4 -এর সম্পৃক্ত দ্রবণে গাঢ় (>0.3 মোলার) $AgNO_3$ দ্রবণ যোগ করলে Ag_2SO_4 দ্রাব্যতা হ্রাস পায় কিন্তু সাধারণ আয়নের প্রভাবে যতটা হ্রাস পাওয়ার কথা তার তুলনায় অনেকটা কম হ্রাস পায়। অর্থাৎ লবণ প্রভাব (Salt effect) সাধারণ আয়ন প্রভাবকে (Common ion effect) অনেকটাই নাকচ করেছে। $AgNO_3$ দ্রবণের বদলে 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 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। মাঝারি গাঢ়ত্বের জলীয় NH_3 দ্রবণে $AgCl$ অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয়ে নিম্নলিখিত সাম্যাবস্থায় পৌঁছায়।

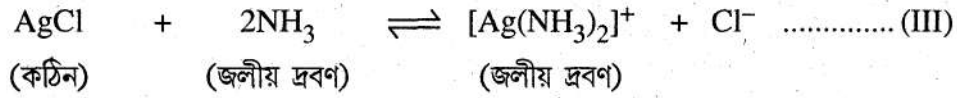


$AgCl$ -এর Ag^+ আয়ন দুটি NH_3 অণুর সঙ্গে মিলিত হয়ে জলে দ্রাব্য জটিল আয়ন $[Ag(NH_3)_2]^+$ গঠন করে। এইজন্য জলীয় NH_3 দ্রবণে $AgCl$ অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয়। এই বিষয়টি ভালোভাবে বোঝার জন্য আমরা নিম্নলিখিত দুটি সাম্যাবস্থা একসঙ্গে আলোচনা করব।



জটিল আয়ন $[Ag(NH_3)_2]^+$ এর সংগঠন ধ্রুবকের (K_f) মান যথেষ্ট বেশি, এইজন্য সাম্যাবস্থা (II) 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 পৌঁছাতে পারে না এবং $AgCl$ দ্রবীভূত হতে থাকে। দ্রাব্যতার উপর জটিল আয়ন গঠনের প্রভাব সম্বন্ধে ভালো 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 গাঢ়ত্ব 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

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

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

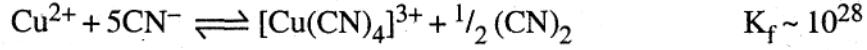
বা, $5.4 \times 10^{-2} (1 - 2x) = x$

বা, $5.4 \times 10^{-2} - 0.108x = x$

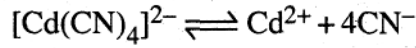
বা $x = \frac{5.4 \times 10^{-2}}{1.108} = 4.9 \times 10^{-2}$

অতএব 1(M) জলীয় NH₃ দ্রবণে AgCl-এর দ্রাব্যতা 4.9 × 10⁻² (M) যা জলে দ্রাব্যতার [1.37 × 10⁻⁵(M)] তুলনায় প্রায় 3700 গুণ বেশি। এই ধর্ম ব্যবহার করে NH₃ দ্রবণের সাহায্যে AgCl কে Hg₂Cl₂ থেকে পৃথক করা হয়।

দ্রবণে Cu²⁺ হতে Cd²⁺ পৃথক করার জন্য ঐ 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 H₂S গ্যাস চালনা করলে Cd²⁺ আয়না হলুদ CdS অধঃক্ষেপ হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং জটিল আয়ন [Cd(CN)₄]²⁻ বিয়োজিত হয়ে সমস্ত Cd²⁺ দ্রবণ থেকে CdS হিসাবে পৃথক হয়। [Cd(CN)₄]³⁻ এর স্থায়িত্ব অনেক বেশি হওয়ার জন্য দ্রবণে Cu²⁺ এর পরিমাণ এতকম থাকে যা H₂S 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 কোনো 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 Hg₂Cl₂(K_{sp} ~ 10⁻¹⁸), AgCl(K_{sp} ~ 10⁻¹⁰) এবং PbCl₂(K_{sp} ~ 10⁻⁵) এর দ্রাব্যতা গুণফল অনেক কম। দ্রবণে বিভিন্ন ধাতবমূলকের উপস্থিতিতে HCl দ্রবণ যোগ করলে Hg₂Cl₂, AgCl, PbCl₂-এর দ্রাব্যতা গুণফল শুধু অতিক্রান্ত হয়। এইজন্য Hg₂²⁺, Ag⁺ ও Pb²⁺ 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 $K_{sp} = 1.8 \times 10^{-10}$

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

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

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

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।

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

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

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

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

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 বাড়ালে 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। এইজন Pb^{2+} বিশ্লেষক শ্রেণি I ও II উভয়েরই সদস্য।

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

শ্রেণি II (A : Hg^{2+} , Pb^{2+} , Bi^{3+} , Cu^{2+} , B : As^{3+} , As^{5+} , Sb^{3+} , Sb^{5+} , Sn^{2+} , Sn^{4+}) এবং শ্রেণি III B (Co^{2+} , Ni^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+}) এর ধাতবমূলকগুলি অদ্রব্য সালফাইড হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হয়। শ্রেণি II এর ক্ষেত্রে দ্রবণে H_2S গ্যাস চালনা করা হয় লঘু HCl মাধ্যমে। অ্যামোনিয় দ্রবণ মাধ্যমে H_2S চালনা করলে শ্রেণি III B 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 III B সালফাইড

শ্রেণি II		শ্রেণি III B	
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 তালিকা থেকে দেখা যাচ্ছে শ্রেণি II এর বেশিরভাগ সালফাইডের (PbS , CdS ও SnS ছাড়া) দ্রাব্যতা গুণফল শ্রেণি III B সালফাইডের দ্রাব্যতা গুণফলের তুলনায় অনেক কম। এইজন্য অনেক কম পরিমাণ S^{2-} 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 S^{2-} এর পরিমাণ বেশি হলে দুটি শ্রেণির সালফাইড একসঙ্গে অধঃক্ষিপ্ত হবে। এইজন্য S^{2-} 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 III B তে ZnS এর দ্রাব্যতা গুণফল সর্বনিম্ন। যদি S^{2-} এর গাঢ়ত্ব এমনভাবে রাখা হয় যে আয়ন গাঢ়ত্ব গুণফল কেবল PbS

এর দ্রাব্যতা গুণফলকে অতিক্রম করবে এবং ZnS-এর দ্রাব্যতা গুণফলের থেকে কম হবে। অর্থাৎ এই অবস্থায় শ্রেণি II-এর ধাতবমূলকগুলি কেবল অধঃক্ষিপ্ত হবে এবং শ্রেণি IIIB-এর ধাতবমূলকগুলি দ্রবণে থাকবে।

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

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

অর্থাৎ S^{2-} এর গাঢ়ত্ব 5.5×10^{-20} মোলার হলে 0.02 মোলার Zn^{2+} এর দ্রবণ থেকে অধঃক্ষেপণ শুরু হবে কিন্তু S^{2-} এর গাঢ়ত্ব 5.5×10^{-20} মোলারের কম হলে ZnS এর অধঃক্ষেপণ হবে না। আমরা এখন দেখব 0.02 মোলার Pb^{2+} এর দ্রবণে 5.5×10^{-20} মোলার গাঢ়ত্ববিশিষ্ট S^{2-} আয়ন যোগ করলে কী ঘটবে।

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

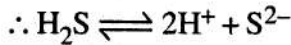
যেহেতু Pbs-এর আয়ন গাঢ়ত্ব গুণফল $>$ Pbs-এর দ্রাব্যতা গুণফল (8.0×10^{-28})

অতএব Pbs এর অধঃক্ষেপণ ঘটবে।

দ্রবণে S^{2-} এর গাঢ়ত্ব নিয়ন্ত্রণ

S^{2-} এর গাঢ়ত্ব 5.5×10^{-20} মোলারের অল্প কম হলে Pb^{2+} ও শ্রেণি II এর অন্যান্য ধাতবমূলকগুলি অধঃক্ষিপ্ত হবে এবং Zn^{2+} শ্রেণি IIIB এর অন্য ধাতবমূলকগুলি দ্রবণে থাকবে। আবার S^{2-} এর গাঢ়ত্ব 5.5×10^{-20} মোলারের থেকে বেশি কম হলে শ্রেণি II এর Pb^{2+} , Cd^{2+} সালফাইড হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হবে না। এইজন্য S^{2-} এর গাঢ়ত্ব সঠিকভাবে নিয়ন্ত্রণ করতে হয়।

আমরা জানি H_2S একটি ক্ষীণ অ্যাসিড, আয়নিত হয় এইভাবে :



অতএব সার্বিক বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবক K_{H_2S} কে উপরোক্ত দুটি একক ধাপ বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবকদ্বয়ের (K_1 ও K_2) এর গুণফল হিসাবে লেখা যাবে।

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

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

আমরা জানি সম্পৃক্ত 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 সম্পৃক্ত 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 III B এর ধাতবমূলকগুলির কোনো 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 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 ঐ 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 III B এর ধাতবমূলকগুলিকে সহজেই সালফাইড হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত করবে।

3.6.3 বিশ্লেষক শ্রেণি III A ধাতবমূলকগুলির অধঃক্ষেপণ :

শ্রেণি III A 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 III A ধাতবমূলকগুলি হাইড্রক্সাইডরূপে অধঃক্ষিপ্ত হয় তা ব্যাখ্যা করার জন্য আমরা শ্রেণি III A, III B, IV এর ধাতবমূলকগুলির এবং শ্রেণি V এর ম্যাগনেসিয়াম এর হাইড্রক্সাইড লবণগুলির দ্রাব্যতা গুণফল বিবেচনা করব।

তালিকা : দ্রাব্যতা গুণফল

শ্রেণি	সংকেত	K_{SP}
III A	$Fe(OH)_3$	6.3×10^{-38}
	$Al(OH)_3$	1.9×10^{-33}
	$Cr(OH)_3$	7.0×10^{-31}
III B	$Zn(OH)_2$	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 পরিমাণে NH_4^+ এর উপস্থিতিতে ক্ষীণ তড়িৎবিশ্লেষ্য NH_4OH -এর বিয়োজন নিরুদ্ধ হয়। এইজন্য NH_4OH দ্রবণে উৎপন্ন OH^- এর গাঢ়ত্ব এত কমে যায় যে তার দ্বারা কেবলমাত্র শ্রেণি III A ধাতবমূলকগুলির হাইড্রক্সাইড লবণের দ্রাব্যতা গুণফল অতিক্রান্ত হয়। যদিও প্রাথমিকভাবে এই ব্যাখ্যা যথার্থ মনে হয় কিন্তু পরবর্তী আলোচনায় দেখা যাবে যে এই ব্যাখ্যা সত্যতা প্রকাশ করছে না, আরও কারণ রয়েছে।

এখন ধরা যাক আমরা 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 উপস্থিতি NH_4^+ এর গাঢ়ত্বের তুলনায় নগণ্য। অতএব NH_4OH -এর বিয়োজন সাম্য থেকে আমরা পাই

$$K = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]} \quad [K = \text{বিয়োজন সাম্য ধ্রুবক}] = 1.8 \times 10^{-5}$$

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

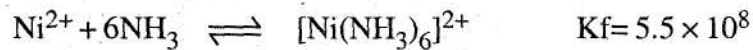
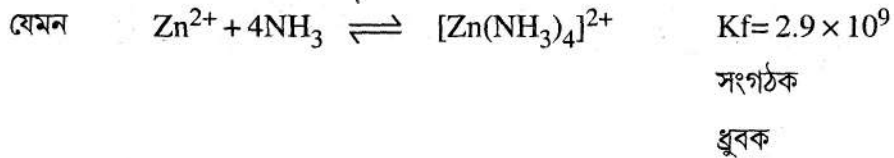
অতএব OH^- এর গাঢ়ত্ব $= 1.2 \times 10^{-6}$ মোলার।

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

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

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

উপরোক্ত দ্রাব্যতা গুণফলের তালিকা থেকে দেখা যাচ্ছে যে $\text{M}(\text{OH})_2$ ও $\text{M}(\text{OH})_3$ লবণদ্বয়ের আয়ন গাঢ়ত্ব গুণফল যথাক্রমে শ্রেণি III B ও শ্রেণি III A র ধাতবমূলকগুলির হাইড্রক্সাইডের দ্রাব্যতা গুণফলের থেকে বেশি হয়। অতএব 1.5 মোলার NH_4^+ এর উপস্থিতিতে 0.1 মোলার NH_4OH দ্রবণ দ্বারা শ্রেণি III A ও শ্রেণি III B-এর ধাতবমূলকগুলি হাইড্রক্সাইড হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হওয়া উচিত। কিন্তু কার্যত শ্রেণি III A এর ধাতবমূলকগুলি কেবলমাত্র অধঃক্ষিপ্ত হয়। দ্রাব্যতা গুণফলের উপর ভিত্তি করে ভবিষ্যদ্বানী প্রযোজ্য না হওয়ার কারণ হল দ্রবণে অ্যামোনিয়া অণুর উপস্থিতিতে শ্রেণি III B 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।



এইজন্য দ্রবণে শ্রেণি III B ধাতবমূলকগুলির গাঢ়ত্ব এত কমে যায় যে তাদের হাইড্রক্সাইডের আয়নগাঢ়ত্ব গুণফল দ্রাব্যতা গুণফলকে অতিক্রম করতে পারে না। এই অবস্থায় H₂S দ্বারা শ্রেণি III B ধাতবমূলকগুলি সালফাইড হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হয় কারণ তাদের সালফাইডের দ্রাব্যতা গুণফল তাদের হাইড্রক্সাইডের দ্রাব্যতা গুণফলের তুলনায় অনেক কম।

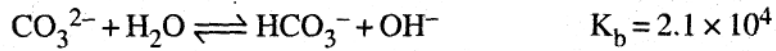
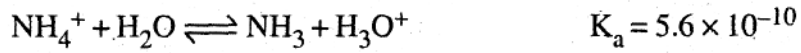
3.6.4 বিশ্লেষক শ্রেণি IV ধাতবমূলকগুলির অধঃক্ষেপণ

শ্রেণি IV ধাতবমূলকগুলি (Ba²⁺, Sr²⁺, Ca²⁺) অদ্রাব্য কার্বনেট লবণ হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হয়। বিকারক হিসাবে অল্প লঘু NH₄OH দ্রবণ ও সদ্যপ্রস্তুত সম্পৃক্ত (NH₄)₂CO₃ দ্রবণের মিশ্রণ ব্যবহার করা হয়। শ্রেণি V-এর Mg²⁺ মূলক কার্বনেটরূপে অধঃক্ষিপ্ত হয় না কারণ MgCO₃-এর দ্রাব্যতা গুণফল অতিক্রান্ত হয় না, শ্রেণি IV-এর ধাতবমূলকগুলির কার্বনেটের দ্রাব্যতা গুণফলের তুলনায় MgCO₃ 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 (NH₄)₂CO₃ দ্রবণে বিয়োজিত হয়ে NH₄⁺ ও CO₃²⁻ আয়ন তৈরি করে। জলীয় দ্রবণে NH₄⁺ ও CO₃²⁻ এর আর্দ্রবিশ্লেষণ (hydrolysis) নিম্নলিখিতভাবে ঘটবে।



K_a ও K_b যথাক্রমে NH₄⁺ ও CO₃²⁻ এর আর্দ্রবিশ্লেষক ধুবক। অতএব (NH₄)₂CO₃ এর জলীয় দ্রবণে যথেষ্ট পরিমাণ CO₃²⁻ আয়ন থাকে না যা শ্রেণি IV ধাতবমূলকগুলির কার্বনেট হিসাবে অধঃক্ষেপণের জন্য যথেষ্ট। NH₃ দ্রবণের উপস্থিতিতে HCO₃⁻ তৈরির প্রবণতা অনেক কমে যাবে এবং CO₃²⁻ এর গাঢ়ত্ব যথেষ্ট পরিমাণ হয় যা শ্রেণি IV এর ধাতবমূলকগুলির কার্বনেট অধঃক্ষেপ ঘটাবে। এইজন্য সদ্যপ্রস্তুত সম্পৃক্ত (NH₄)₂CO₃ দ্রবণের সঙ্গে অল্প NH₃ দ্রবণ মিশিয়ে 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 ভালো 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 <ol style="list-style-type: none">গরম অবস্থায় হলুদ, ঠান্ডা অবস্থায় সাদা।গরম অবস্থায় হলদে বাদামি, ঠান্ডা অবস্থায় হলুদ।গরম অবস্থায় বাদামি, ঠান্ডা অবস্থায় হলুদ।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।	<ol style="list-style-type: none">ZnO এবং কিছু Zn^{2+} লবণ।Bi_2O_3 অথবা SnO_2।PbO এবং কিছু Pb-এর লবণ।সন্ধিগত (transition) মৌলের (Cu, Fe, Co, Ni প্রভৃতি) লবণ।
[B] উৎক্ষেপ (Sublimate) তৈরি হয় <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 মতো অংশ রসূনের গন্ধযুক্ত।	<ol style="list-style-type: none">NH_4^+ এর লবণ Hg_2Cl_2, HgCl_2, As_2O_3, Sb_2O_3মারকারী লবণ থেকে মুক্ত ধাতব Hg।As_2S_3, HgI_2 (কাচের দণ্ড দিয়ে ঘষলে লাল হয়ে যায়।)আর্সেনিক লবণ থেকে মুক্ত As, বিশেষত As_2O_3।

পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
<p>5. উত্তপ্ত অবস্থায় পরীক্ষানলে কয়েক সেকেন্ডের জন্য H_2S গ্যাস চালনা করলে উৎক্ষেপের রঙ নিম্নলিখিত রূপে পরিবর্তিত হবে।</p> <p>(i) কালো হল (ii) হলুদ হল (iii) কমলা হল</p> <p>[C] গ্যাস বা বাষ্প নির্গত হয়</p> <p>1. জলীয় বাষ্প নির্গত হয়। লিটমাস কাগজ দিয়ে পরীক্ষা করা হয়।</p> <p>(i) ক্ষারীয় (ii) আম্লিক</p> <p>2. বাদামি গ্যাস নির্গত হয় এবং পটপট শব্দ শোনা যায়।</p> <p>3. শ্বাসরোধকারী লাল রঙের গ্যাস নির্গত হয়, যা ফ্লোরেসিন কাগজকে লাল করে।</p> <p>4. বেগুনি গ্যাস নির্গত হয়, পরীক্ষানলের ঠান্ডা অংশে কালো কেলাস জমে যায়।</p> <p>5. শ্বাসরোধকারী পীতভ গ্যাস নির্গত হয়। KI-স্টার্চ কাগজ নীল হয়ে যায়।</p> <p>6. ঝাঁঝালো গন্ধযুক্ত বর্ণহীন গ্যাস নির্গত হয়। লাল লিটমাস কাগজ নীল হয়, মারকিউরাস নাইট্রেট কাগজ কালো হয়।</p> <p>7. গন্ধক পোড়া গন্ধযুক্ত গ্যাস নির্গত হয়। আম্লিক $K_2Cr_2O_7$ কাগজ সবুজ হয়।</p> <p>[D] রঙ পরিবর্তিত হয় না</p> <p>1. সাদা রঙের লবণ সাদাই থাকে।</p>	<p>5.</p> <p>(i) Hg-লবণ (ii) As-লবণ (iii) Sb-লবণ</p> <p>1. সঞ্চিত জলীয় বাষ্প বা কেলাস জলের উপস্থিতি।</p> <p>(i) অ্যামোনিয়াম বা ক্ষারীয় লবণ। (ii) সহজে বিয়োজিত শক্তিশালী অ্যাসিডের লবণ।</p> <p>2. ভারী ধাতুর নাইট্রেট বা নাইট্রাইট লবণ।</p> <p>3. সহজে বিয়োজিত বা জারক দ্রব্যের উপস্থিতিতে ব্রোমাইড লবণ।</p> <p>4. আয়োডাইড লবণ।</p> <p>5. সহজে বিয়োজিত বা জারক দ্রব্যের উপস্থিতিতে ক্লোরাইড লবণ।</p> <p>6. অ্যামোনিয়াম লবণ বা জটিল অ্যামিন যৌগ।</p> <p>7. সালফাইট বা থায়োসালফেট লবণ।</p> <p>1. Mg, Ca, Sr, Ba বা Al ধাতুর লবণ।</p>

পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
2. তাপে লবণটি গলে যায় এবং ঠান্ডা করলে পুনরায় কঠিন আকার পায় কিন্তু আয়তন কমে যায়।	2. ক্ষারধাতুর (Na, K) কোন লবণ বা $PbCrO_4$ ও লেড হ্যালাইড যৌগ।
3. লবণটি প্রথমে ফেঁপে ওঠে, পরে বিগলিত হয় এবং ঠান্ডাবস্থায় কঠিন হয়।	3. বোরাঅক্স বা অ্যালাজ (ফটকিরি)।
4. সবুজ রঙের লবণ সবুজই থাকে।	4. Cr_2O_3 হতে পারে।
5. কালো রঙের লবণ কালোই থাকে।	5. CuO , MnO_2 , Ni ও CO -এর অক্সাইড হতে পারে।

3.7.2 বাল্ব-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 বাল্ব-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 মিশালে বিজারণ সহজসাধ্য হয়। ধীরে ধীরে মিশ্রণকে উত্তপ্ত করে পরিবর্তন লক্ষ করা হয়।

পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
1. ছাইরঙের ধাতুর প্রলেপ (বাইরের দিক আয়নার মতো চকচকে) কাচদণ্ড দিয়ে নাড়লে বর্তুল পাওয়া যায়।	1. Hg -লবণ।
2. NH_3 গ্যাস নির্গত হয়।	2. অ্যামোনিয়াম লবণ।
3. চকচকে কালচে বাদামি রঙের প্রলেপ। উত্তপ্ত অবস্থায় H_2S গ্যাস চালিত করলে তা হলুদ রঙের হয়।	3. আর্সেনিক লবণ।

3.7.3 সোহাগাগুটি ও মাইক্রোকসমিক গুটি পরীক্ষা :

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

প্রথমে প্লাটিনাম তারের আগায় একটি ছোট রিং তৈরি করে দীপ্তিহীন দীপ শিখায় উত্তপ্ত করে সোহাগার গুঁড়ায় উত্তপ্ত অবস্থায় ঠেকিয়ে নিয়ে আবার ঐ দীপশিখায় উত্তপ্ত করতে হবে। রিং এর মধ্যে সোহাগার একটি স্বচ্ছ বর্ণহীন গুটি তৈরি হবে। প্লাটিনাম তারে অপদ্রব্য থাকলে প্রথমে অস্বচ্ছ রঙিন গুটি

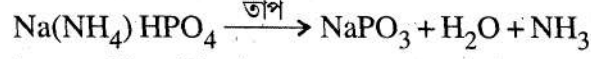
তৈরি হবে তখন উত্তপ্ত (লাল রঙ) অবস্থায় টোকা দিয়ে উত্তপ্ত নরম গুটিকে রিং থেকে মুক্ত করা হয়। এটি খুব সাবধানে করতে হয় কারণ অত্যন্ত গরম গুটি চামড়ার সংস্পর্শে এলে গভীর ক্ষত তৈরি করবে। আবার গরম রিংকে সোহাগার গুঁড়ায় ঠেকিয়ে নিয়ে উত্তপ্ত করতে হবে—এরকম কয়েকবার করতে হবে যতক্ষণ না রিং এর মধ্যে স্বচ্ছ বর্ণহীন 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 ঐ 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 লালভ 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 মতো 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 দুরকম 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 দুরকমের পরীক্ষায় দুই শিখায় একই রঙ পাওয়া যায় কিন্তু মাইক্রোকসমিক গুটির রঙের উজ্জ্বলতা বেশি। সোহাগা-গুটি পরীক্ষার

মতো একইরকম ভাবে গুটি তৈরি করতে হয়। কাচের মতো স্বচ্ছ NaPO_3 গুটি উত্তপ্ত অবস্থায় সাধারণত SiO_2



কে দ্রবীভূত করে না এইজন্য রঙিন 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 অনুপস্থিতিতে নির্দেশ করে না যে সিলিকেট অনুপস্থিত।

3.7.4 শিখা-পরীক্ষা :

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

পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. উজ্জ্বল ও স্থায়ী সোনালি 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. পটাশিয়াম লবণ।
3. অস্থায়ী পোড়া ইটের মতো লালবর্ণের শিখা।	3. ক্যালসিয়াম লবণ।
4. স্থায়ী গাঢ়-লাল বর্ণের শিখা।	4. স্ট্রন্সিয়াম লবণ।
5. স্থায়ী হরিদ্রাভ-সবুজ বর্ণের শিখা।	5. বেরিয়াম লবণ।
6. উজ্জ্বল সবুজ বর্ণের শিখা।	6. কপার লবণ বা বোরিক অ্যাসিড (বা বোরোট লবণ)
7. নীলাভ-সাদা বর্ণের অস্থায়ী শিখা।	7. লেড, আর্সেনিক, বিসমাথ বা অ্যান্টিমনির লবণ
8. ফিকে নীলাভ-সবুজ রঙের, সাপের জিভের মতো দুভাগ করা এবং মাঝে কালো সুতোর মতো শিখা।	8. টিনের লবণ।

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

ক্রপার, 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 প্লাটিনাম তার এইরূপ ক্ষতিগ্রস্ত হয়। এইজন্য Pt^- তারের বদলে অ্যাজবেস্টস সুতো নিয়ে শিখা পরীক্ষা করা হয় এইসবক্ষেত্রে।

প্রতিটি ধাতবমূলকের শিখা পরীক্ষার জন্য পরিষ্কার প্লাটিনাম তার ব্যবহার করতে হয়। নিম্নলিখিতভাবে প্লাটিনাম তারকে অশুদ্ধি মুক্ত করা হয়। উত্তপ্ত প্লাটিনাম 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 আঙুলের টোকা দিয়ে সাবধানে ফেলে দেওয়া হয়। এরপর প্লাটিনাম তারটি কয়েকবার বিশুদ্ধ ঘন HCl এ ডুবিয়ে বুনসেন শিখায় উত্তপ্ত করা হয়। শিখা বর্ণহীন হলেই বোঝা যাবে প্লাটিনাম 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 সোনালি হলুদ শিখা অন্যান্য মূলকের শিখার বর্ণকে সম্পূর্ণরূপে ঢেকে ফেলে। বিশেষত পটাশিয়ামের হালকা বেগুনি 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 সোনালি হলুদ	1. বর্ণহীন	1. সোডিয়াম যৌগ
2. হালকা বেগুনি	2. গাঢ় লাল	2. পটাশিয়াম যৌগ
3. হালকা লাল	3. হালকা সবুজ	3. ক্যালশিয়াম যৌগ
4. গাঢ় লাল	4. বেগুনি	4. স্ট্রন্সিয়াম যৌগ
5. হরিদ্রাভ সবুজ	5. নীলাভ সবুজ	5. বেরিয়াম যৌগ

3.7.4 ম্যাঙ্গানিজ ও ক্রোমিয়ামের গলন পরীক্ষা :

উত্তাপন পরীক্ষা বা সোহাগা গুটি পরীক্ষায় যদি ম্যাঙ্গানিজ এবং/অথবা ক্রোমিয়ামের উপস্থিতির ইঙ্গিত পাওয়া যায় তাহলে গলন পরীক্ষায় এদের সঠিক শনাক্তকরণ করা যায়। লবণের অল্প পরিমাণ (50 মিগ্রা) সমপরিমাণ KNO_3 এবং দ্বিগুণ পরিমাণ অনার্দ্র Na_2CO_3 -এর সঙ্গে মিশিয়ে অল্পপাতে বা ভাঙা পোর্সেলীন মুচির টুকরোর উপর রেখে তাপপ্রভাবে সম্পূর্ণরূপে বিগলিত করা হয়। গলিত পদার্থের বর্ণ

সবুজ হলে ম্যাঙ্গানিজের 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।

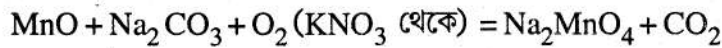
সবুজ অবশেষকে ঠান্ডা করে জলীয় দ্রবণ তৈরি করা হয়। এই দ্রবণকে HNO₃ বা CH₃COOH যোগে আম্লিক করা হয়। দ্রবণ ধীরে ধীরে বেগুনি বর্ণ ধারণ করে। ইহাই প্রমাণ করে নমুনায় Mn লবণের উপস্থিতি। হলুদ অবশেষকেও অনুরূপভাবে ঠান্ডা করে জলীয় দ্রবণ তৈরি করা হয়। দ্রবণকে লঘু CH₃COOH দ্বারা আম্লিক করে উত্তপ্ত করে CO₂ অপসারণ করা হয়। এরপর দ্রবণে অল্প পরিমাণ লেড অ্যাসিটেট দ্রবণ যোগ করা হয়। হলুদবর্ণের PbCrO₄ অধঃক্ষেপ তৈরি হয়।

ম্যাঙ্গানিজের উপস্থিতিতে ক্রোমিয়ামের শনাক্তকরণ : সবুজ অবশেষ থেকে জলীয় দ্রবণ তৈরি করে দুভাগ করা হল। প্রথম ভাগ দ্রবণে লঘু HNO₃ যোগ করে আম্লিক করা হল,—দ্রবণ ধীরে ধীরে বেগুনি বর্ণ ধারণ করল। এই দ্রবণের মধ্যে কয়েক ফোঁটা H₂O₂ দ্রবণ ও অল্প পরিমাণ অ্যামাইল অ্যালকোহল যোগ করে মিশ্রণটিকে ভালোভাবে ঝাঁকানো হল। উপরের জৈববস্তুর গাঢ় নীলবর্ণ ধারণ করল (পারক্রোমিক অ্যাসিড পরীক্ষা)। নমুনায় Cr-এর উপস্থিতি নির্দেশ করে।

দ্বিতীয় ভাগ জলীয় দ্রবণকে লঘু CH₃COOH দ্বারা অ্যাসিডীয় করা হল। দ্রবণ ধীরে ধীরে বেগুনি বর্ণ ধারণ করল। এবার এই দ্রবণে অল্প পরিমাণ BaCl₂ দ্রবণ যোগ করা হল। অধঃক্ষেপ তৈরি হয় এবং পরিস্রাবণ করে দেখা গেল ইহা হলুদবর্ণের BaCrO₄। এই পরীক্ষা প্রমাণ করে যে নমুনায় ক্রোমিয়াম বর্তমান।

উচ্চতাপমাত্রায় ম্যাঙ্গানিজ ও ক্রোমিয়াম বিয়োজিত হয়ে যথাক্রমে MnO ও Cr₂O₃ তৈরি করে। গলিত Na₂CO₃ ও KNO₃-এর সঙ্গে বিক্রিয়া করে এই অক্সাইড দুটি যথাক্রমে সবুজ ম্যাঙ্গানেট (MnO₄²⁻) এবং হলুদ ক্রোমেট (CrO₄²⁻) তৈরি করে। এই গলন বিক্রিয়ায় KNO₃ জারক পদার্থরূপে Mn²⁺ কে Mn⁶⁺ এ এবং Cr³⁺ কে Cr⁶⁺ এ জারিত করে।

অ্যাসিড মাধ্যমে সবুজ MnO₄²⁻ থেকে বেগুনি বর্ণের HMnO₄ তৈরি হয়। হলুদ CrO₄²⁻ অ্যাসিড মাধ্যমে (CH₃COOH) কমলাবর্ণের Cr₂O₇²⁻ তৈরি করে। লঘু অ্যাসেটিক অ্যাসিড মাধ্যমে Cr₂O₇²⁻ থেকে লেড অ্যাসিটেট বা H₂O₂ এর বিক্রিয়ায় হলুদ বর্ণের CrO₅ বা CrO₅ তৈরি হয়। Cr₄O₇²⁻ এর সহিত H₂O₂ এর বিক্রিয়ায় নীলবর্ণের CrO₅ তৈরি হয়। CrO₅ 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 বাঁঝালো গন্ধযুক্ত NH₃ গ্যাস নির্গত হয় যা লাল লিটমাস কাগজকে নীল করে, Hg₂(NO₃)₂ দ্রবণ সিন্ত কাগজকে কালো করে এবং নেসলার দ্রবণে বাদামি অধঃক্ষেপ তৈরি করে।

3.8 আর্দ্র পরীক্ষার জন্য লবণ-মিশ্রণের দ্রবণ প্রস্তুতি :

অজানা লবণগুলির মিশ্রণে ধাতবমূলকগুলির শনাক্তকরণ 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

(ii) অম্লরাজ (aqua regia) [1 আয়তন গাঢ় HNO₃ + 3 আয়তন গাঢ় HCl]

অল্প পরিমাণ লবণ মিশ্রণ (~ 100 mg) নিয়ে জল সহযোগে দ্রাব্যতা পরীক্ষা করতে হয়। জলীয় দ্রবণের কয়েক ফোঁটা ঘড়ি কাচে (Watch glass) নিয়ে বাষ্পীভবন করলে যদি কোনো অবশেষ না থাকে তাহলে লবণ মিশ্রণ জলে সম্পূর্ণ অদ্রাব্য। ঠাণ্ডা 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 কোনো দ্রাবকের প্রয়োজন হবে না।

লবণ আংশিক দ্রাব্য হলে পরিশ্রাবণ 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। 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 অ্যামোনিয় করে তার সঙ্গে কয়েক ফোঁটা PO₄³⁻ এর দ্রবণ যোগ করতে হবে। যদি কোনো 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 পরিশ্রাবণের দ্বারা।</p>	

<p>অবশেষকে কয়েকবার লঘু HCl দ্রবণ দিয়ে ধুয়ে নিতে হবে লঘু HCl দ্রবণে দ্রবীভূত ধাতবমূলকগুলি থেকে মুক্ত করার জন্য। যৌত অবশেষ অল্প পরিমাণ অম্লরাজের 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 বাদামি NO₂ গ্যাস বিতাড়িত করার জন্য। গাঢ় HCl দ্রবণ সহযোগে উত্তাপন কয়েকবার করতে হয় যে পর্যন্ত বাদামি HCl গ্যাস বাহিত 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 অ্যান্টিমণির অক্সিক্লোরাইড হিসাবে সাদা রঙের অধঃক্ষেপণ শুরু হতে পারে।</p>
<p>অবশেষকে দু-একবার গরম লঘু HCl দিয়ে ধুয়ে নিতে হবে। এই অবশেষকে অদ্রবণীয় লবণ বলা হয়। 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>
<p>মন্তব্য : (i) কয়েকটি লবণ যথা কমলা অ্যান্টিমণি সালফাইড, হলুদ টিন সালফাইড এবং কালো MnO₂ 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।</p>	

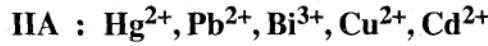
3.9 অধঃক্ষেপণের সাহায্যে ধাতবমূলকগুলির বিশ্লেষণ শ্রেণিতে পৃথকীকরণ :

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

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

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

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



0.3(M) HCl মাধ্যমে গরম (70–80°C) অবস্থায় H_2S গ্যাস দ্বারা দ্রবণ সম্পৃক্ত করলে বিশ্লেষণ শ্রেণি II এর ধাতবমূলকগুলি অদ্রব্য সালফাইড হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হয়। অ্যাসিডের মাত্রা 0.3(M) এর কম হলে শ্রেণি II B ধাতব মূলকগুলির কম অদ্রব্য সালফাইডের অধঃক্ষেপণ ঘটেতে পারে আবার অ্যাসিডের মাত্রা 0.3(M) এর বেশি হলে শ্রেণি II-এর Pb^{2+} , Cd^{2+} ও Sn^{2+} মূলকগুলির অদ্রব্য সালফাইড হিসাবে অধঃক্ষেপণ না হওয়ার সম্ভাবনা দেখা দিবে। 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 HCl [5(M)] দ্রবণ যোগ করা হল দ্রবণে নাড়ানো অবস্থায় যে পর্যন্ত না দ্রবণ আঙ্গিক 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 H₂S গ্যাস চালানোর পূর্বে নিম্নলিখিত বিষয়ে খেয়াল রাখতে হবে।

Sn²⁺ এর সালফাইড অধঃক্ষেপ আঠাল এবং 2(M) KOH দ্রবণে আংশিক দ্রব্য। হলুদ অ্যামোনিয়াম সালফাইড দ্রবণে অবশ্য SnS সহজে দ্রব্য কারণ SnS জারিত হয়ে SnS₂ তৈরি করে হলুদ অ্যামোনিয়াম সালফাইডের দ্বারা। শ্রেণি II A ও II B ধাতব মূলকের সালফাইড লবণগুলির পৃথকীকরণ করা হয় হলুদ অ্যামোনিয়াম সালফাইড দ্রবণ বা অধিকতর কার্যকরী 2(M) KOH দ্রবণের সাহায্যে।

এইজন্য H₂S চালানার পূর্বে অল্প H₂O₂ দ্রবণ যোগ করে Sn²⁺ কে Sn⁴⁺ জারিত করা হয়। অতিরিক্ত H₂O₂ কে বিয়োজিত করা হয় দ্রবণকে ফুটিয়ে (গ্যাস বার্নার থেকে দ্রবণকে সরিয়ে আনলে যদি দেখা যায় দ্রবণে কোনো বুদবুদ তৈরি হচ্ছে না তাহলে বুঝতে হবে অতিরিক্ত H₂O₂ সম্পূর্ণ বিয়োজিত হয়েছে)। অতিরিক্ত H₂O₂-এর বিয়োজন জরুরি কারণ H₂O₂-এর দ্বারা H₂S জারিত হয়ে সালফারের অধঃক্ষেপ তৈরি করবে।

আবার প্রাথমিক পরীক্ষায় যদি কোনো জারক দ্রব্যের (CrO₄²⁻, AsO₄³⁻, Fe³⁺) উপস্থিতি জানা তাকে তাহলে H₂S চালানোর পূর্বে দুফোঁটা 10% NH₄I দ্রবণ যোগ করতে হবে। NH₄I এর উপস্থিতিতে H₂S অতি সহজে জারক দ্রব্যকে বিজারিত করে। অ্যাসিড মাধ্যমে H₂S খুব ধীরে ধীরে জারক দ্রব্যকে বিজারিত করে। বিকল্প ব্যবস্থা হিসাবে SO₂ গ্যাস দ্রবণে প্রবাহিত করলে জারক দ্রব্য বিজারিত হবে এবং অতিরিক্ত SO₂ কে বিতাড়িত করতে হবে দ্রবণকে ফুটিয়ে (অ্যাসিডীয় K₂Cr₂O₇ কাগজ দ্বারা পরীক্ষা) তা নাহলে ইহা H₂S-এর সঙ্গে বিক্রিয়া করে সালফার উৎপন্ন করবে। এই প্রক্রিয়ার সবসময়ই কিছুটা SO₄²⁻ তৈরি হয় যা দ্রবণে উপস্থিত Pb²⁺, Ba²⁺ ও Sr²⁺ কে অদ্রব্য সালফেট লবণরূপে পৃথক করে দেয়। এইজন্য SO₂ গ্যাসের পরিবর্তে NH₄I এর ব্যবহার অনেক বেশি কার্যকরী।

শ্রেণি II-এর ধাতবমূলকগুলির সালফাইড লবণগুলিকে দ্রবণ থেকে পৃথক করার পর H₂S গ্যাস সম্পৃক্ত 5% NH₄Cl দ্রবণ দিয়ে দু একবার ধুয়ে নিতে হয় যাতে ভেজা সালফাইড বাতাসের সংস্পর্শে সালফেটে (বিশেষত CuS → CuSO₄) পরিবর্তিত হতে না পারে। দ্রবণে পরবর্তী শ্রেণির ধাতব মূলকগুলি দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে।

বিল্লেখক শ্রেণি III A : Fe³⁺, Cr³⁺, Ar³⁺ :

শ্রেণি II এর ধাতবমূলকগুলি সালফাইড হিসাবে পৃথক করার পর দ্রবণকে ফুটিয়ে H₂S মুক্ত করা হয় [Pb(Ac)₂ কাগজ দিয়ে পরীক্ষা করে দেখতে হবে]। এরপর 1-2 Cm³ গাঢ় HNO₃ দ্রবণে যোগ করে ফোঁটানো হল Fe²⁺ কে Fe³⁺ এ জারিত করার জন্য কারণ Fe²⁺ 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 গাঢ় HNO_3 দিয়ে ফুটিয়ে নিতে হবে। অর্থাৎ ক্ষারীয় মাধ্যমে শ্রেণি III A-এর ধাতব মূলকগুলি অদ্রব্য হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন করে। ক্ষারীয় দ্রবণে শ্রেণি III B, IV ও Mg^{2+} এর বোরোট, ফ্লোরাইড, সিলিকেট ও ফসফেট অদ্রবণীয়, সেজন্য শ্রেণি III A এর সাথে এদের অধঃক্ষেপণ হবে। অতএব বোরোট, ফ্লোরাইড, সিলিকেট ও ফসফেট অ্যাসিডমূলক উপস্থিত থাকলে শ্রেণি III A ধাতবমূলকগুলির পৃথকীকরণ 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 III A ধাতবমূলকগুলি হাইড্রক্সাইড হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হবে।

শ্রেণি III - এর ধাতবমূলকগুলি হাইড্রক্সাইড হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত করে পৃথক করার পর দ্রবণে পরবর্তী শ্রেণির ধাতবমূলকগুলি দ্রবীভূত তাকে। গাঢ় HNO_3 দিয়ে ফোটার সময় Mn^{4+} জারিত হয়ে কিছুটা Mn^{4+} তৈরি করে এবং শ্রেণি III A হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষেপণের সঙ্গে Mn^{2+} অধঃক্ষিপ্ত হয় $MnO_2 \cdot xH_2O$ হিসাবে।

বিভাজক শ্রেণি III B : CO^{2+} , Ni^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} :

শ্রেণি III A 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। বেশিক্ষণ ধরে H_2S চালনা করলে আংশিকভাবে কলয়েডীয় NiS তৈরি হবে। দ্রবণ রঙিন ও ঘোলাটে হলে বুঝতে হবে। NiS -এর কলয়েডীয় দ্রবণ তৈরি হয়েছে। ইহা পরিস্রাবণ বা অপকেন্দ্রণ প্রক্রিয়ার দ্বারা দ্রবণ থেকে পৃথক করা যায় না। ঐ ঘোলাটে দ্রবণে লঘু CH_3COOH অ্যাসিড যোগ করে অ্যাসিডীয় করে ফোটাতে NiS -এর অধঃক্ষেপ ঘনীভূত (Coagulated) হবে। ফিল্টার কাগজ টুকরো করে জলে ফোটাতে কাগজের মণ্ড তৈরি হবে। এবার CH_3COOH মিশ্রিত দ্রবণের মধ্যে এই মণ্ড যোগ করে পরিস্রাবণ করলে স্বচ্ছ পরিস্রুত পাওয়া যাবে। এই অধঃক্ষেপ নিয়ে আলাদাভাবে Ni এর পরীক্ষা করা যেতে পারে বা মূল অধঃক্ষেপের সঙ্গে মেশানোর Ni -এর পরীক্ষা করা যায়। শ্রেণি III B ধাতবমূলকগুলি পৃথক করার পর পর প্রাপ্ত দ্রবণ শীঘ্র লঘু HCl দিয়ে অ্যাসিডীয় করে ফোটাতে H_2S দ্রবীভূত হবে। দেবী করলে অ্যামোনিয়াম সালফাইড বাতাস থেকে অক্সিজেন গ্রহণ করে জারিত হয়ে $(NH_4)_2SO_4$ 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 $(NH_4)_2CO_3$ তৈরি হবে না। $(NH_4)_2CO_3$ তৈরি হলে তা শ্রেণি IV এর ধাতবমূলকগুলির অদ্রব্য কার্বনেট অধঃক্ষেপ তৈরি করত।

শ্রেণি III B ধাতবমূলকগুলির সালফাইড অধঃক্ষেপকে পৃথক করার পর H₂S গ্যাস সম্পৃক্ত 1% NH₄Cl দ্রবণ দিয়ে দুএকবার ধুয়ে নিতে হবে যাতে ভেজা সালফাইড বাতাসের সংস্পর্শে সালফেটে পরিবর্তিত হতে না পারে।

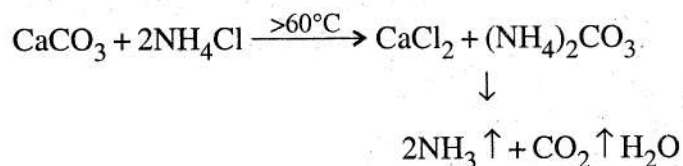
বিভ্লেষক শ্রেণি IV : Ba²⁺, Sr²⁺, Sr²⁺, Ca²⁺

শ্রেণি III B ধাতবমূলকগুলি সালফাইড হিসাবে পৃথক করার পর প্রাপ্ত দ্রবণকে আক্লিক করে ফুটিয়ে H₂S অপসারণ করা হয়। এই দ্রবণকে NH₃ দ্রবণ যোগ করে ক্ষারীয় করার পর সদ্যপ্রস্তুত সম্পৃক্ত (NH₄)₂CO₃ এর দ্রবণ যোগ করে Ba²⁺, Sr²⁺ ও Ca²⁺ এর কার্বনেট হিসাবে অধঃক্ষেপণ সম্পূর্ণ করা হয়। এরপর অধঃক্ষেপ সহ দ্রবণকে 50-60°C তাপমাত্রায় পাঁচমিনিট মতো রাখা হয়।

দ্রবণটি 50-60°C তাপমাত্রায় গরম করলে যদি কোনো দ্রব্য বাইকার্বনেট লবণ তৈরি হয় তা বিয়োজিত হয়ে গিয়ে অদ্রব্য কার্বনেট তৈরি করবে।



আবার 60°C-এর বেশি উত্তপ্ত করলে বা ফোটাতে অদ্রব্য কার্বনেট দ্রবীভূত হতে থাকবে নিম্নলিখিত বিক্রিয়ার জন্য।

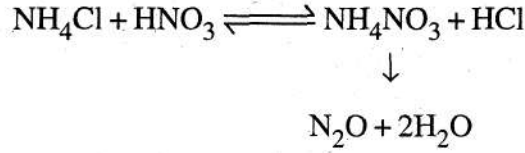


শ্রেণি III B হইতে প্রাপ্ত দ্রবণে প্রচুর পরিমাণে অ্যাসিডধর্মী NH₄⁺ থাকে। ইহা CO₃²⁻ এর সহিত বিক্রিয়া করে বাইকার্বনেট উৎপন্ন করে। কার্বনেটের গাঢ়ত্ব কমে যায় এবং ধাতবমূলকগুলির (Ba²⁺, Sr²⁺, Ca²⁺) কার্বনেট হিসাবে আংশিক অধঃক্ষেপণ হয়।



এইজন্য শ্রেণি III B হইতে প্রাপ্ত দ্রবণের বেশিরভাগ NH₄⁺ কে দূরীভূত করতে হয় প্রথমে তারপর কার্বনেট অধঃক্ষেপণের জন্য ঐ দ্রবণ কাজে লাগানো হয়। একটি পোর্সেলিন মুচিতে শ্রেণি III B হইতে প্রাপ্ত দ্রবণ নিয়ে উত্তপ্ত করে প্রায় শুষ্ক করা হয়। তারপর ঠান্ডা করে ড্রপারের সাহায্যে 3-4 Cm³ গাঢ় HNO₃ 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 ঠান্ডা করে জল বা লঘু IV 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+} সহিত NaHPO_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 পরীক্ষায় সরাসরি বিঘ্ন ঘটায়। এইজন্য দ্রবণ থেকে NH_4^+ কে দূরীভূত করতে হয়। পোস্বেলিন মুচিতে দ্রবণ নিয়ে উত্তপ্ত করে প্রায় শুষ্ক করে ভিজে ময়দার মতো করা হয়। এরপর ঠান্ডা করে 3-4 Cm^3 গাঢ় HNO_3 দিয়ে সমস্ত অবশেষ মুচির তলদেশে জড় করে আবার উত্তপ্ত করে শুষ্ক করা হয়। উদ্ভাবী NH_4NO_3 বিয়োজিত হয়। ঠান্ডা অবস্থায় সাদা অবশেষ শ্রেণি V ধাতব মূলকের উপস্থিতি প্রমাণ করে। অবশেষের জলীয় দ্রবণ তৈরি করা হয়। এই শ্রেণির জন্য কোনো নির্দিষ্ট বিকারক নেই। দ্রবণের একটি করে অংশ নিয়ে Mg^{2+} , Na^+ ও K^+ এর পরীক্ষা করা হয়। NH_4^+ যদিও শ্রেণি V-এ অন্তর্ভুক্ত কিন্তু পূর্ববর্তী কয়েকটি শ্রেণির পৃথকীকরণের সময় NH_4^+ যোগ করা হয়েছে এইজন্য আদি দ্রবণে বা লবণে NH_4^+ এর পরীক্ষা করতে হয়।

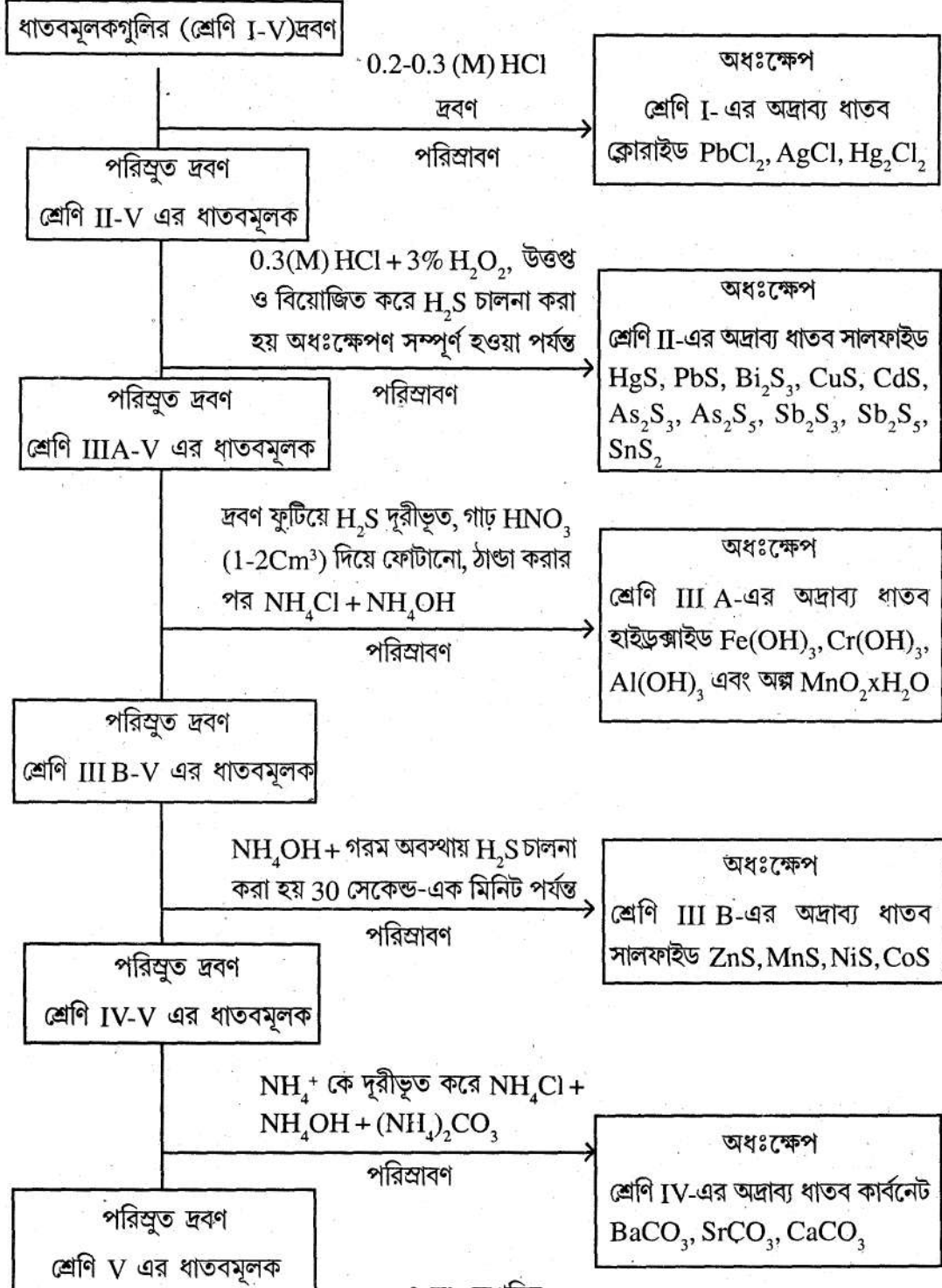
অধঃক্ষেপকে দ্রবণ থেকে আলাদা করার জন্য পরিষ্কাবণ বা অপকেন্দ্রণ প্রক্রিয়া গ্রহণ করা হয়। লেখচিত্রে শুধু পরিষ্কাবণের কথা উল্লেখ করা হয়েছে। এই অধ্যায়ে বিশ্লেষক শ্রেণির ধাতবমূলকগুলির অধঃক্ষেপ হিসাবে পৃথকীকরণের সময় ক্ষেত্রানুযায়ী শ্রেণি বিকারকের (Group Reagent) ব্যবহারবিধি, অধঃক্ষেপ ও পরিস্রুত দ্রবণের নানারকম সমস্যা নিয়ে বিশদ আলোচনা করা হয়েছে। বিশ্লেষক শ্রেণির ধাতবমূলকগুলির অধঃক্ষেপ অনুযায়ী শ্রেণি হিসাবে বিভাগীকরণ ও পৃথকীকরণের পরিলেখ (Outline) দেওয়া হয়েছে।

বিশ্লেষকগুলির 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)
III A	NH ₄ Cl + NH ₄ OH	Fe ³⁺	Fe(OH) ₃ (বাদামি)
		Al ³⁺	Al(OH) ₃ (সাদা)
		Cr ³⁺	Cr(OH) ₃ (সবুজ)
III B	NH ₄ Cl + NH ₄ OH, H ₂ S	Co ²⁺	CoS (কালো)
		Ni ²⁺	NiS (কালো)
		Mn ²⁺	MnS (বেগুনি)
		Zn ²⁺	ZnS (সাদা)
IVA	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	কোনো বিকারক নেই	Mg ²⁺	
		Na ⁺	
		K ⁺	
		NH ₄ ⁺	

1 নং লেখচিত্র

ধাতবমূলকগুলির বিশ্লেষক শ্রেণিতে পৃথকীকরণের লেখচিত্র :



2 নং লেখচিত্র

3.10 বিশ্লেষক-শ্রেণি I ধাতবমূলকগুলির পৃথকীকরণ ও শনাক্তকরণ :

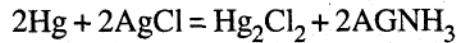
3.10.1 পৃথকীকরণ :

PbCl₂, AgCl ও Hg₂Cl₂-এর সাদা অধঃক্ষেপের মিশ্রণকে একার লঘু HCl এবং পরে 2-3 বার জল দিয়ে ভালোভাবে ধুয়ে নিতে হবে পরবর্তী শ্রেণির ধাতবমূলকের অপদ্রব্য থেকে মুক্ত করার জন্য। PbCl₂ গরম জলে দ্রবীভূত হয় এইজন্য অধঃক্ষেপের মিশ্রণকে অল্প পরিমাণ জলে নিয়ে ফেটানো হয়। উক্ত অবস্থায় PbCl₂-এর দ্রবণকে Hg₂Cl₂ ও AgCl-এর অধঃক্ষেপ থেকে পরিশ্রাবণ বা অপকেন্দ্রণ প্রক্রিয়ায় পৃথক করা হয়। এই দ্রবণ নিয়ে Pb²⁺ এর শনাক্তকরণের পরীক্ষা করা হয়। Hg₂Cl₂ ও AgCl-এর অধঃক্ষেপকে গরম জল দিয়ে ভালভাবে ধুয়ে নিতে হবে যতক্ষণ পর্যন্ত অধঃক্ষেপ Pb²⁺ মুক্ত না হয় [ধৌত দ্রবণে Pb²⁺ এর উপস্থিতি K₂CrO₄ দ্রবণ দিয়ে পরীক্ষা করতে হবে]। অধঃক্ষেপকে ধৌত দ্রবণ থেকে পৃথক করা হল পরিশ্রাবণ দ্বারা। এবার অধঃক্ষেপের উপর অল্প গরম লঘু NH₃ দ্রবণ ঢালা হল। Hg₂Cl₂ ও AgCl-এর অধঃক্ষেপকে গরম জল দিয়ে ভালোভাবে ধুয়ে নিতে হবে যতক্ষণ পর্যন্ত অধঃক্ষেপ Pb²⁺ মুক্ত না হয় [ধৌত দ্রবণে Pb²⁺ এর উপস্থিতি K₂CrO₄ দ্রবণ দিয়ে পরীক্ষা করতে হবে]। অধঃক্ষেপকে ধৌত দ্রবণ থেকে পৃথক করা হল পরিশ্রাবণ দ্বারা। এবার অধঃক্ষেপের উপর অল্প গরম লঘু NH₃ দ্রবণ ঢালা হল। Hg₂Cl₂ অধঃক্ষেপ NH₃ দ্রবণের সংস্পর্শে অসমঞ্জস্য বিক্রিয়ার (Disproportionation) দ্বারা সাদা HgNH₂Cl অধঃক্ষেপ ও মিহি কালো কণা বিশিষ্ট ধাতব মার্কারীর অবশেষ তৈরি করে। এইজন্য ফিল্টার পেপারের উপর কালো অবশেষ দেখা যায়। কিন্তু Hg₂Cl₂-এর সঙ্গে Pb²⁺ অশুদ্ধি হিসাবে থাকলে NH₃ 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 Hg₂Cl₂

ও AgCl অধঃক্ষেপের মিশ্রণ থেকে NH₃ দ্রবণ যোগ করার আগে অশুদ্ধি Pb²⁺ এর অপসারণ দরকার।

NH₃ দ্রবণের সংস্পর্শে AgCl অধঃক্ষেপ দ্রবণীয় জটিল [Ag(NH₃)₂]⁺ যৌগে পরিণত হয়।

মন্তব্য : যদি Hg₂Cl₂-এর পরিমাণ AgCl এর তুলনায় অনেক বেশি হয় তখন NH₃ দ্রবণের সাহায্যে তাদের পৃথক করা যায় না। কারণ NH₃ দ্রবণের সংস্পর্শে উৎপন্ন ধাতব Hg অল্পপরিমাণ AgCl-এর সহিত বিক্রিয়ায় Hg₂Cl₂ ও Ag তৈরি করে।

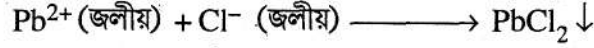


Ag ধাতু NH₃ দ্রবণের সঙ্গে বিক্রিয়া করে না। তখন NH₃ দ্রবণে Ag⁺ এর উপস্থিতি সনাক্ত করা যায় না। এইক্ষেত্রে HgNH₂Cl ও Hg-এর কালো অবশেষকে অল্পরাজের সঙ্গে বিক্রিয়া করিয়ে HgCl₂ কে দ্রবণ হিসাবে অপসারিত করার পর যে অবশেষ (AgCl) থাকে তার সঙ্গে NH₃ দ্রবণের বিক্রিয়ায় Ag⁺ এর উপস্থিতি জানা যায়।

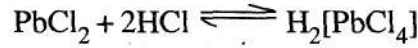
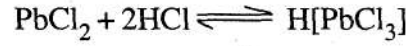
3.10.2 শনাক্তকরণ :

3.10.2.1 লেড :

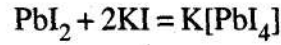
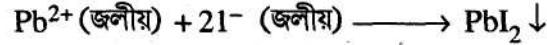
- (i) জলীয় দ্রবণে লঘু HCl যোগ করলে ঠান্ডা অবস্থায় PbCl₂-এর সাদা অধঃক্ষেপ তৈরি হয়, গরম করলে তা দ্রবীভূত হয়, ঠান্ডা করলে সূচের ন্যায় সাদা কেলাস পাওয়া যায়।



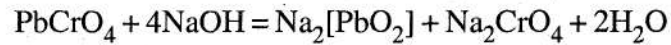
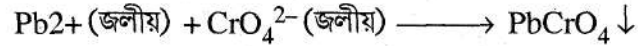
গাঢ় HCl-এর উপস্থিতিতে PbCl₂ দ্রবীভূত হয়ে জটিল যৌগ উৎপন্ন করে। আবার জল মিশালে PbCl₂-এর অধঃক্ষেপ ফিরে আসে।



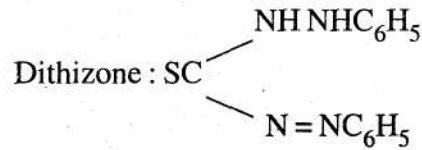
- (ii) জলীয় দ্রবণে KI-এর দ্রবণ যোগ করলে হলুদ বর্ণের PbI₂ অধঃক্ষিপ্ত হয়। গরম করে ফোঁটালে পরিমিত পরিমাণে অধঃক্ষেপ দ্রবণীয় হয়ে বর্ণহীন দ্রবণ তৈরি করে। ঠান্ডা করলে দ্রবণে সোনালি চুমকি (golden spangle) রূপে অধঃক্ষেপ ফিরে আসে। অতিরিক্ত বিকারকে অধঃক্ষেপ দ্রবণীয় হয় (জটিল যৌগ তৈরি হয়)। জল মিশালে আবার অধঃক্ষেপ ফিরে আসে।



- (iii) জলীয় দ্রবণে K₂CrO₄ দ্রবণ যোগ করলে হলুদ বর্ণের PbCrO₄ অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। অধঃক্ষেপ CH₃COOH ও NH₄OH-এ অদ্রব্য কিন্তু HNO₃ ও ক্ষারীয় হাইড্রক্সাইডে দ্রব্য।



- (iv) ডাইফিনাইল থায়োকার্বাজোন বা ডিথিজোন পরীক্ষা :



পরীক্ষানলে 1Cm³ প্রশম বা লঘু ক্ষারীয় দ্রবণ নিয়ে, ছোটো কয়েক দানা KCN যোগ করার পর 2 ফোঁটা বিকারক যোগ করে 30 সেকেন্ড মতো ঝাঁকালে সবুজ বিকারক লাল হয়ে যায় জটিল যৌগ তৈরি হওয়ার জন্য।

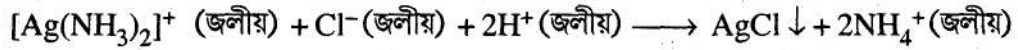
সুবেদিতা : 0.1 মাইক্রোগ্রাম (μg), গাঢ়ত্বসীমা : 1 : 250 000

বিকারক দ্রবণ : 2-5 মিলিগ্রাম ডিথিজোন 100 Cm₃ CCl₄ বা CHCl₃ দ্রাবকে নিয়ে সদ্য তৈরি করে ব্যবহার করতে হয়। দ্রবণ অবস্থায় ডিথিজোন রাখা যায় না।

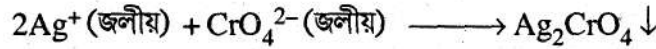
মন্তব্য : প্রশম বা ক্ষারীয় দ্রবণে ইটের মতো লাল জটিল লবণ তৈরি হয়। ভারী ধাতু (Ag, Cu, Hg, Cd, Sb, Ni, Zn ইত্যাদি) বিঘ্ন ঘটায় কিন্তু CN⁻ এর উপস্থিতিতে বিঘ্ন ঘটায় না। Zn-এর জন্য অতিরিক্ত NaOH দ্রবণ প্রয়োজন।

3.10.2.2 সিলভার :

- (i) জলীয় দ্রবণে লঘু HCl দই এর মতো সাদা AgCl অধঃক্ষেপ তৈরি করে। অধঃক্ষেপ HNO₃ দ্রবণে অদ্রব্য কিন্তু অতিরিক্ত NH₄OH দ্রবণে দ্রব্য। আবার ঐ দ্রবণ HNO₃ মিশিয়ে আম্লিক করলে পুনরায় অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়।



- (ii) জলীয় দ্রবণে K₂CrO₄ এর দ্রবণ যোগ করলে Ag₂CrO₄-এর লাল রঙের অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। অধঃক্ষেপ CH₃COOH এ অদ্রব্য কিন্তু HNO₃ ও NH₄OH এ দ্রব্য।



Pb²⁺ ও Hg₂²⁺ র উপস্থিতিতে K₂CrO₄ এর দ্বারা Ag⁺ র শনাক্তকরণ সম্ভব।

স্পট প্লেটের ছোটো গর্তে পরীক্ষণীয় দ্রবণের দুই ফোঁটা নিয়ে তার সাথে দুই ফোঁটা (NH₄)₂CO₃ দ্রবণ মিশিয়ে কাঁচদণ্ড দিয়ে নাড়তে হবে। Pb²⁺ ও Hg₂²⁺ থাকলে অদ্রব্য কার্বনেট তৈরি করবে। অধঃক্ষেপ থিতিয়ে পড়লে উপরের স্বচ্ছ দ্রবণের এক ফোঁটা ড্রপারের সাহায্যে স্পট প্লেটের অন্য একটি ছোটো গর্তে রাখা হল এবং এক ফোঁটা K₂CrO₄ তৈরি হল। বিক্রিয়াটি স্পট প্লেটের বদলে ফিলটার পেপারের উপরও করা যেতে পারে তখন কাগজের উপর একটি লাল রঙের রিং পাওয়া যাবে।

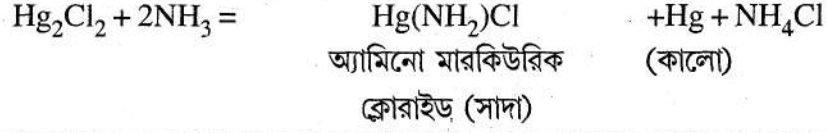
সুবেদিতা : 2.0 mg গাঢ়ত্বসীমা : 1 : 25000

বিকারক দ্রবণ : 1% K₂CrO₄ দ্রবণ 1(N) CH₃COOH দ্রাবকে।

3.10.2.3 মারকারী (Hg₂²⁺) [আস]

জলীয় দ্রবণে লঘু HCl সাদা অধঃক্ষেপ Hg₂Cl₂ তৈরি করে। অধঃক্ষেপ গরম জলে ও লঘু ঠাণ্ডা অ্যাসিডে অদ্রব্য কিন্তু অম্লরাজে দ্রব্য। অম্লরাজ Hg₂²⁺ কে জারিত করে Hg₂²⁺ কে জারিত করে Hg²⁺ তৈরি করে। HgCl₂ জলে দ্রব্য।

HgCl₂ অধঃক্ষেপ NH₃ দ্রবণের সংস্পর্শে কালো হয়ে যায়। Hg²⁺ এর অসমঞ্জস্য (Disproportionation reaction) জন্য Hg²⁺ [সাদা Hg(NH₂)Cl অধঃক্ষেপ] ও Hg [ছোটো ছোটো কালো রঙের কণা] তৈরি হয়।



3.10.3 শ্রেণি I ধাতবমূলকগুলির রীতিবন্ধ বিশ্লেষণ :

PbCl₂, AgCl ও Hg₂Cl₂ (1) এর অধঃক্ষেপ জল সহযোগে উত্তপ্ত করে ফোটাচানো হল এবং সঙ্গে সঙ্গে গরম অবস্থায় পরিশ্রাবণ করা হয়।

<p>অধঃক্ষেপ : Hg₂Cl₂ ও AgCl এবং অদ্রবীভূত অবস্থায় কিছু PbCl₂ থাকতে পারে। অধঃক্ষেপ গরম জলে নিয়ে ফুটন্ত জলগাহের (Waterbath) দু-এক মিনিট রাখলে PbCl₂ দ্রবীভূত হবে। Hg₂Cl₂ ও AgCl-এর অধঃক্ষেপ পরিশ্রাবণ বা অপকেন্দ্রণ প্রক্রিয়ায় পৃথক করা হয়। অধঃক্ষেপের সঙ্গে অল্প পরিমাণ গরম NH₄OH দ্রবণ যোগ করে পরিশ্রাবণ বা অপকেন্দ্রণ করা হল।</p>	<p>পরিস্রুত দ্রবণ : (2) দ্রবণকে কয়েক-ভাগে ভাগ করে নিম্নলিখিত পরীক্ষাগুলি করা যেতে পারে।</p> <p>(i) একভাগে K₂CrO₄ দ্রবণ যোগ করলে হলুদ PbCrO₄ অধঃক্ষেপ তৈরি হয় যা লঘু CH₃COOH দ্রবণে অদ্রাব্য। Pb²⁺ বর্তমান।</p>
<p>অধঃক্ষেপ : (4) কালো রঙের এবং ইহা Hg এবং Hg(NH₂)Cl-এর মিশ্রণ। Hg₂²⁺ বর্তমান</p>	<p>পরিস্রুত দ্রবণে (3) লঘু HNO₃ দ্রবণ যোগ করে অ্যাসিডীয় করা হয়। দই এর মতো সাদা AgCl অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়—অধঃক্ষেপ NH₄OH দ্রবণে দ্রবণীয়। Ag⁺ বর্তমান।</p> <p>(ii) বাকি দুটি ভাগ নিয়ে যথাক্রমে KI পরীক্ষা [3.10.2.1 (ii) দেখুন] ও ডিথিজোন পরীক্ষা [3.10.2.1 (iv) দেখুন] করা হল Pb²⁺ এর উপস্থিতি নিশ্চিত হওয়ার জন্য।</p>

মন্তব্য : (1) AgCl ও Hg₂Cl₂ গরম জলে অদ্রবণীয়। PbCl₂ গরম জলে দ্রবণীয়।
(2) PbCl₂ + গরম জল → Pb²⁺ + 2Cl⁻
(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 শনাক্তকরণ :

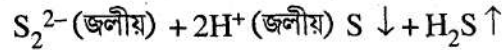
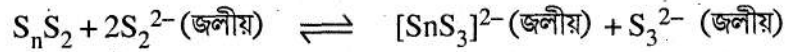
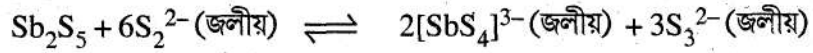
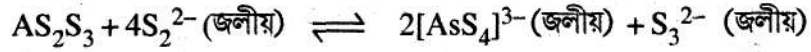
3.11.1 IIA ও IIB উপশ্রেণিতে পৃথকীকরণ :

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

শ্রেণি IIA : Hg^{2+} , Pb^{2+} , Bi^{3+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} এদের সালফাইড উপরোক্ত দ্রবণে অদ্রাব্য (যদিও HgS 2(M) KOH দ্রবণে কিছুটা দ্রাব্য)।

শ্রেণি IIB : As^{3+} , As^{5+} , Sb^{3+} , Sb^{5+} , Sn^{2+} , Sn^{4+} এদের সালফাইড উপরোক্ত দ্রবণে দ্রাব্য (যদিও SnS 2(M) KOH দ্রবণে অদ্রাব্য)।

শ্রেণি IIB সালফাইডগুলি হলুদ $(NH_4)_2S_2$ দ্রবণে দ্রবণীয় থায়োলবণ তৈরি করে। ঐ দ্রবণ আম্লিক করলে সালফাইড অধঃক্ষেপ ফিরে আসে এবং বেশ কিছু পরিমাণ সালফারের অধঃক্ষেপও সঙ্গে তৈরি হয়।



হলুদ অ্যামোনিয়াম সালফাইডের সংকেত $(NH_4)_2S_x$ হিসাবে লেখা হয় কিন্তু বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের সময় $(NH_4)_2S_2$ 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 $50-60^\circ\text{C}$ উত্তমতায় 2-3 মিনিট রাখা হয় এবং ঐ সময় মিশ্রণকে সবসময় কাঁচদণ্ড দিয়ে নাড়তে হয়। পরিশ্রাবণ 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 দুএকবার 1% NH_4NO_3 দ্রবণ দিয়ে ধুতে হবে। এই অধঃক্ষেপ নিয়ে শ্রেণি IIA এর বিশ্লেষণের জন্য ব্যবহার করা হয়।	পরিশ্রুত দ্রবণে শ্রেণি IIB এর দ্রবীভূত থায়ো লবণ থাকে। গাঢ় HCl দ্রবণ ফোঁটা ফোঁটা যোগ করে পরিশ্রুতকে আম্লিক (লিটমাস পরীক্ষা) করে অল্প গরম করা হয়। শ্রেণি IIB-এর হলুদ বা কমলা রঙের সালফাইড অধঃক্ষেপ পৃথক করে দুএকবার H_2S সম্পৃক্ত জল দিয়ে ধুয়ে নেওয়া হল। এই অধঃক্ষেপ শ্রেণি IIB বিশ্লেষণের জন্য ব্যবহার করা হয়। পরিশ্রুত বর্জন করা হয়।

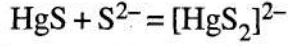
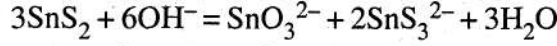
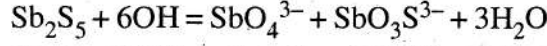
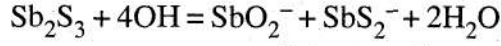
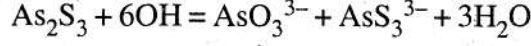
হলুদ $(NH_4)_2S_x$ দ্রবণ প্রস্তুতি : 150 Cm^3 গাঢ় NH_3 দ্রবণ H_2S দ্বারা সম্পৃক্ত করা হল। এরপর 10গ্রাম গুঁড়ো সালফার ও 250 Cm^3 গাঢ় NH_3 দ্রবণ যোগ করে ঝাঁকানো হল যতক্ষণ না সালফার গুঁড়ো দ্রবীভূত না হয়। তারপর জল দিয়ে দ্রবণ লঘু করে আয়তন 1000 Cm^3 করা হল।

হলুদ $(NH_4)_2S_x$ দ্রবণ ব্যবহারের অসুবিধাগুলি :

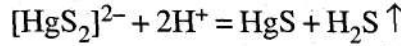
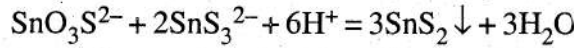
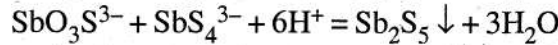
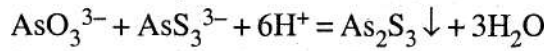
- এই দ্রবণ আম্লিক করলে প্রচুর পরিমাণ সালফার অধঃক্ষিপ্ত হয় যা অল্প পরিমাণ শ্রেণি IIB সালফাইড মিশ্রণের বিশ্লেষণে বিঘ্ন ঘটায়।
- বেশি পরিমাণ শ্রেণি IIA মূলক উপস্থিত থাকলে অল্প পরিমাণ টিনের উপস্থিতি শনাক্ত করা যায় না।
- কিছুটা CuS ও HgS হলুদ $(NH_4)_2S_x$ দ্রবণে দ্রবীভূত হয়। অবশ্য এইজন্য শ্রেণি IIB বিশ্লেষণে কোনো অসুবিধে হয় না।
- 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 কার্যকরী 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

পর্যায়ের অল্প H₂S সম্পৃক্ত জল যোগ করতে হয়। SnS দ্রবীভূত হয় না 2(M) KOH দ্রবণে এইজন্য শ্রেণি II সালফাইড অধঃক্ষিপ্ত করার পূর্বে Sn²⁺ কে জারিত করে Sn⁴⁺ তৈরি করে নিতে হয়।



দ্রবণ আক্লিক 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 বিকারে 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 সবসময় লাফিয়ে ওঠে। এরপর 3-4 Cm³ সদ্য তৈরি সম্পৃক্ত H₂S জলীয় দ্রবণ যোগ করে নাড়িয়ে জোড়া ফিল্টার পেপারের মধ্য দিয়ে পরিশ্রাবণ করা হয়।

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

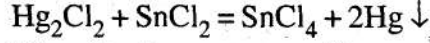
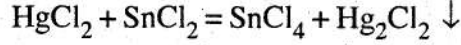
পরিস্রুতকে ফোঁটা ফোঁটা গাঢ় HCl দ্রবণ যোগ করে আক্লিক (লিটমাস পরীক্ষা) করা হল,—এরপর দ্রবণ অল্প গরম করে 1-2 মিনিট H₂S চালনা করা হল সালফাইড অধঃক্ষেপণ সম্পূর্ণ করার জন্য। যদি কোনো অধঃক্ষেপ না তৈরি হয় বা শুধু কালো HgS এর অল্প অধঃক্ষেপ তৈরি হয় তাহলে শ্রেণি IIB এর অনুপস্থিতি নির্দেশ করবে। অধঃক্ষেপ পরিশ্রাবণ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

সাবধনতা : 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 বিকারের উপর চোখ দিয়ে যাওয়া উচিত নয় কারণ KOH দ্রবণ চোখে লাগলে চোখ নষ্ট হবে।

3.11.2 শ্রেণি IIA ধাতব মূলকের শনাক্তকরণের 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 বাদামি বা কালো অধঃক্ষেপ।

সুবেদিতা : 1.0 mg

গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 50000

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

মন্তব্য : বেশি Ag থাকলে বিয় গটে। অ্যানিলিন pH ঠিক রাখে এবং (Sb³⁺ এর দ্বারা অনুরূপ বিক্রিয়া ঘটতে দেয় না।

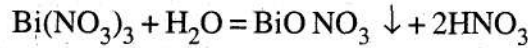
- (ii) কোবাল্ট অ্যাসিটেট-অ্যামোনিয়াম থায়োসায়ানেট পরীক্ষা : Hg²⁺ দ্রবণে গাঢ় কোবাল্ট অ্যাসিটেট ও কঠিন NH₄CNS যোগ করলে গাঢ় নীল বর্ণের CO[Hg(CNS)₄] কেলাস পাওয়া যায়। স্পট প্লেটে এক ফোঁটা পরীক্ষণীয় দ্রবণ নিয়ে কয়েকটি দানা NH₄CNS ও কঠিন CO(Ac)₂ মিশালে গাঢ় নীল রঙ তৈরি হয়।

সুবেদিতা : 0.5 µg

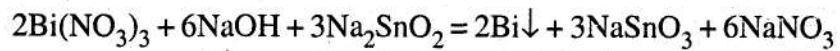
গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 100 000

3.11.2.2 বিসমাথ

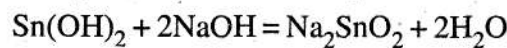
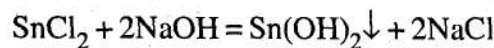
- (i) যখন বিসমাথ লবণের হালকা আম্লিক স্বচ্ছ দ্রবণ ফোঁটা ফোঁটা বেশি পরিমাণ জলে যোগ করা হয় তখন অনুরূপ ক্ষারীয় লবণের সাধা অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়। এই অধঃক্ষেপ টারটারিক অ্যাসিড Sb³⁺ হতে পার্থক্য) ও ক্ষারীয় হাইড্রক্সাইড (Sn²⁺, Sn⁴⁺ হতে পার্থক্য) দ্রবণে অদ্রব্য কিন্তু খনিজ অ্যাসিডে দ্রব্য।



- (ii) সোডিয়াম স্ট্যানাইট দ্রবণ পরীক্ষা : Bi³⁺ দ্রবণে সোডিয়াম স্ট্যানাইট দ্রবণ যোগ করলে সূক্ষ্ম কালো ধাতব Bi কণিকার অধঃক্ষেপ তৈরি হয়।



বিকারক দ্রবণ : SnCl₂ দ্রবণে NaOH দ্রবণ যোগ করে প্রথমে সাদা অধঃক্ষেপ তৈরি হয় তারপর অতিরিক্ত NaOH দ্রবণ মিশিয়ে যখন সবমাত্র অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয় তখন ঐ দ্রবণকে বিকারক দ্রবণ হিসাবে ব্যবহার করা হয়।



মন্তব্য : Ag, Cu ও Hg বিয় 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 ঐ জায়গার উপর হালকা অ্যাসিডযুক্ত পরীক্ষণীয় দ্রবণে কাঁচদণ্ড ডুবিয়ে স্পর্শ করা হল। কমলা রঙের দাগ তৈরি হল।

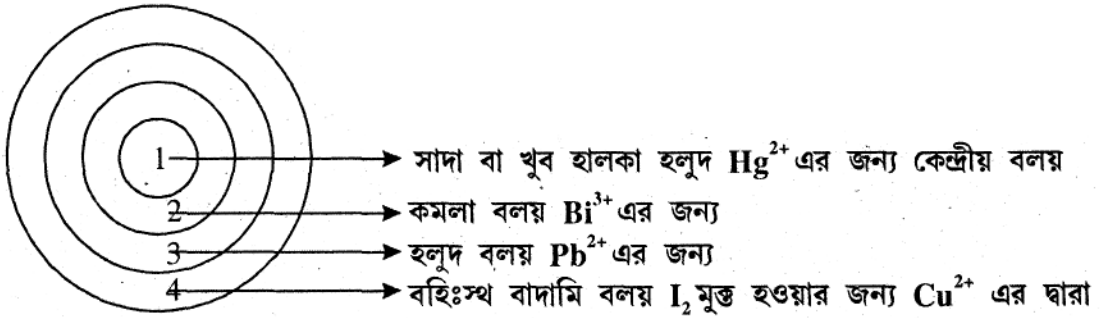
সুবেদিতা : $0.15 \mu\text{g}$

গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 350 000

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

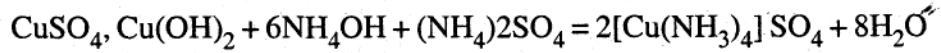
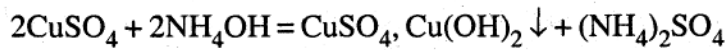
মন্তব্য : Cu^{2+} , Pb^{2+} ও Hg^{2+} বিয় ঘটায় কিন্তু তাদের উপস্থিতিতে Bi^{3+} এর শনাক্তকরণ সম্ভব হয় কারণ উহাদের বিভিন্ন গতিসম্পন্ন ব্যাপন ক্রিয়ার ফলে ফিল্টার পেপারের বিভিন্ন অংশে প্রত্যেকটি মূলকের নির্দিষ্ট রঙীন অধঃক্ষেপ সমকেন্দ্রিক বৃত্তাকার বলয়রূপে অবস্থান করে। আয়নের পরিমাণের উপর নির্ভর করে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

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

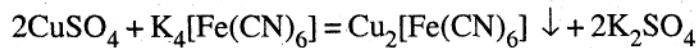


3.11.2.3 কপার

- (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 $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ দ্রবণ যোগ করা হল, চকোলেট বাদামি রঙের $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। অধঃক্ষেপ লঘু CH_3COOH -এ অদ্রব্য।



- (iii) অ্যামোনিয়াম মারকিউরি-থায়োসায়ানেট 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। বেগুনি রঙের অধঃক্ষেপ [সহ-অধঃক্ষেপ $Zn\{Hg(CNS)_4\} + Cu\{Hg(CNS)_4\}$] তৈরি হল।

সুবেদিতা : 0.1 mg

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 বেগুনি 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 $\leq [0.3(N)]$ আম্লিক 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 রঙিন হয় তাহলে KCN দ্রাবণ যোগ করে বর্ণহীন করতে হবে। এই দ্রবণের এক ফোঁটা ফিল্টার পেপারের উপর দিয়ে ঐ একই জায়গায় এক ফোঁটা 10% Na_2S দ্রবণ যোগ করতে হবে। হলুদ রঙের দাগ তৈরি হয়।

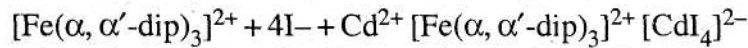
সুবেদিতা : 0.1 mg

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।



স্পট প্লেটে এক ফোঁটা পরীক্ষণীয় রবণ 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 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 50 cm^3 জলে দ্রবীভূত করে 10 গ্রাম KI যোগ করে 30 মিনিট বাঁকানো হল। ফিল্টার করে লাল রঙের দ্রবণ রাখা হয়। অনেকদিন রাখার ফলে যদি দ্রবণ ঘোলাটে হয় তাহলে তা ফিল্টার করে ব্যবহার করতে হবে।

মন্তব্য : Ag^+ , Pb^{2+} , Hg_2^{2+} এবং Cu^{2+} ও Zn^{2+} বিঘ্ন ঘটায়। প্রথমে লঘু HCl যোগ করে অদ্রাব্য ক্লোরাইড পৃথক করে দ্রবণে বেশি NH_4OH দ্রবণ যোগ করা হয় এবং ফিল্টার করে অদ্রাব্য কোনো 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 শনাক্তকরণ সহজে করা যায়। 5000 গুণ Cu^{2+} এর উপস্থিতিতে 0.8 μg Cd^{2+} এর শনাক্তকরণ সম্ভব।

3.11.1 শ্রেণি IIA ধাতবমূলকগুলির রীতিবন্ধ বিশ্লেষণ

শ্রেণি IIA এর সালফাইড অধঃক্ষেপ (HgS, Bi₂S₃, PbS, CuS, CdS) একটি ছোটো বিকারে নিয়ে অল্প (~5 Cm³) লঘু (1 : 3) HNO₃ দ্রবণ (1) যোগ করে কয়েক মিনিট ফোটানো হল। পরিশ্রাবণ বা অপকেন্দ্রণ করা হল অধঃক্ষেপ জল দিয়ে ধুয়ে নেওয়া হল।

কালরঙের অধঃক্ষেপ HgS। গাঢ় HCl দ্রবণে ফোঁটা ফোঁটা Br ₂ ⁻ এর জলীয় দ্রবণ যোগ করে গরম অবস্থায় অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত করা হল। দ্রবণ লঘু করে দুভাগ করা হল। একভাগ নিয়ে SnCl ₂ পরীক্ষা [3.11.2.1(i) দেখুন] করা হল। কালো অধঃক্ষেপ তৈরি হল। অপরভাগ নিয়ে কোবাল অ্যাসিটেট- অ্যামোনিয়াম থায়োসায়ানেট পরীক্ষা [3.11.2.1(ii) দেখুন] করা হল গাঢ় নীল রঙ তৈরি হয়। মারকারী (Hg ²⁺) বর্তমান।	দ্রবণে Pb(NO ₃) ₂ , Bi(NO ₃) ₃ , Cu(NO ₃) ₂ , Cd(NO ₃) ₂ থাকবে। অতিরিক্ত পরিমাণ NH ₄ OH দ্রবণ (2) যোগ করা হয়। পরিশ্রাবণ বা অপকেন্দ্রণ করা হল। অধঃক্ষেপ জল দিয়ে নেওয়া হয়।		সাদা অধঃক্ষেপ Bi(OH) ₃ ও Pb(OH) ₂ । 5 Cm ₃ NaOH দ্রবণ দিয়ে গরম করা হল। পরিশ্রাবণ 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 ₂ S চালনা করলে হলুদ CdS অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। দ্রবণ নীলবর্ম হলে দুভাগ করে একভাগ নিয়ে Cu ²⁺ এর পরীক্ষা করা হয়।	
	অধঃক্ষেপ Bi(OH) ₃ জল দিয়ে ধুয়ে নিয়ে দুভাগ করে এক 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 (ii) দেখুন] কলা হল কমলা বলয়। বিসমাথ বর্তমান	দ্রবণে PbO ₂ ²⁻ থাকে। দ্রবণ দুভাগ করে একভাগকে লঘু CH ₃ COOH অ্যাসিডীয় করে K ₂ CrO ₄ দ্রবণ যোগ করা হয়। হলুদ PbCrO ₄ অধঃক্ষেপ। দ্রবণের অপরভাগ নিয়ে ডিথিজেন পরীক্ষা পরীক্ষা [3.10.2.1(iv) দেখুন] করা হল। সবুজ বিকারক লাল হয়ে গেল। লেড বর্তমান	নীল দ্রবণের এক অংশ নিয়ে লঘু CH ₃ COOH 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] কলা হল। বেগুনী অধঃক্ষেপ। কপার বর্তমান	নীল দ্রবণকে দুভাগে ভাগ করা হয়। দ্রবণের প্রথম অংশে ফোঁটা KCN(3) দ্রবণ যোগ করে দ্রবণ বর্ণহীন করে H ₂ S 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		

মন্তব্য : (1) HgS লঘু HNO₃ এ অদ্রবণীয়, বাকি সালফাইডগুলি দ্রবণীয়। অনেক সময় দ্রবণে কালো প্লাস্টিক সালফারের কণা ভাসতে দেখা যায়। বেশিক্ষণ 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।

(2) NH₄OH দ্রবণে Pb²⁺ ও Bi³⁺ সাদা হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষেপ তৈরি করে এবং Cu²⁺ ও Cd²⁺ যথাক্রমে নীল ও বর্ণহীন জটিল দ্রবণীয় [Cu(NH₃)₄]²⁺ ও [Cd(NH₃)₄]²⁺ তৈরি করে।

(3) CN⁻ এর উপস্থিতিতে নীলবর্ণের [Cu(NH₃)₄]²⁺ আয়ন খুবই সুস্থির বর্ণহীন [Cu(CN)₄]³⁻ আয়ন তৈরি করে যা H₂S এর সঙ্গে বিক্রিয়া করে না কিন্তু [Cd(NH₃)₄]²⁺ হতে উৎপন্ন [Cd(CN)₄]²⁻ বিয়োজিত হয় H₂S এর সংস্পর্শে এবং হলুদ CdS অধঃক্ষেপ তৈরি করে।

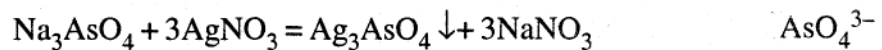
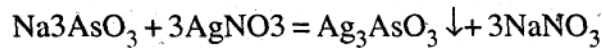
KCN-এর ব্যবহার ছাড়া শ্রেণি IIA বিশ্লেষণে Cu²⁺ ও Cd²⁺ এর পৃথকীকরণ : NH₃ দ্রবণ যুক্ত Cu²⁺ ও Cd²⁺ এর নীল দ্রবণকে লঘু HCl দ্রবণ যোগ করে দ্রবণের অ্যাসিড মাত্রা 0.3(N) এর চেয়ে বেশ কিছুটা বেশি করা হয় এবং গরম করে H₂S চালনা করে Cu²⁺ এর CuS হিসাবে অধঃক্ষেপ সম্পূর্ণ করতে হবে। 0.3(N) এর বেশি অ্যাসিড মাত্রায় দ্রবণ থেকে শুধু Cu²⁺ অধঃক্ষিপ্ত হবে H₂S-এর দ্বারা। পরিশ্রাবণ করে CuS পৃথক করে নিয়ে Cu²⁺ এর শনাক্তকরণ করা হয়। পরিস্রুত দ্রবণে জল যোগ করে বা অল্প NH₄OH দ্রবণ যোগ করে অ্যাসিডের মাত্রা কমিয়ে [$<0.3(N)$] H₂S চালনা করলে CdS এর অধঃক্ষেপ তৈরি হবে। অনেকসময় দ্রবণে অ্যাসিডমাত্রা কমানোর সঙ্গে সঙ্গে CdS-এর আংশিক অধঃক্ষেপণ শুরু হয়।

3.11.4 শ্রেণি IIB খাতব মূলকগুলির শনাক্তকরণের পরীক্ষা :

3.11.4.1 আর্সেনিক

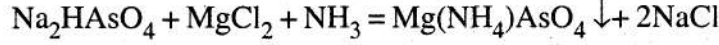
(i) AgNO₃ পরীক্ষা :

প্রশম আর্সেনাইট (AsO₃³⁺) দ্রবণ থেকে AgNO₃ দ্রবণ হলুদ Ag₃AsO₃ অধঃক্ষেপ তৈরি করে। অধঃক্ষেপ NH₃OH দ্রবণে ও HNO₃ দ্রবণে দ্রবীভূত হয়। প্রশম আর্সেনেট (AsO₄³⁻) দ্রবণ থেকে HNO₃ দ্রবণে দ্রবীভূত হয়। প্রশম আর্সেনেট (AsO₄³⁻) দ্রবণ থেকে AgNO₃ দ্রবণ বাদামি লাল Ag₃AsO₄ অধঃক্ষেপ তৈরি করে। অধঃক্ষেপ NH₄OH দ্রবণ ও অ্যাসিডে দ্রবণীয়, অবশ্য CH₃COOH এ অদ্রব্য।

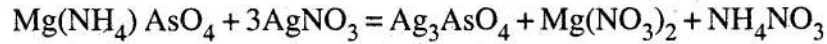


(ii) ম্যাগনেসিয়াম মিশ্রণ ($MgCl_2 + NH_4Cl + NH_4OH$) পরীক্ষা :

ম্যাগনেসিয়া মিশ্রণ AsO_4^{3-} -এর প্রশম বা অ্যামোনিয় দ্রবণ থেকে সাদা কেলাসাকার $Mg(NH_4)AsO_4 \cdot 6H_2O$ অধঃক্ষেপ তৈরি করে। AsO_3^{3-} -এর দ্রবণ থেকে কোনো অধঃক্ষেপ তৈরি করে না (আর্সেনেট ও আর্সেনাইট এর পার্থক্য)।



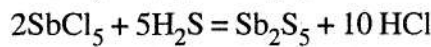
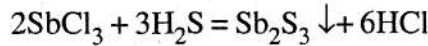
ম্যাগনেসিয়া মিশ্রণের বদলে ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রেট [$Mg(NO_3)_2 + NH_4 \cdot NO_3 + NH_4OH$] দ্রবণ ব্যবহার করলে যে সাদা অধঃক্ষেপ তৈরি হয় তা পৃথক করে তার সঙ্গে কয়েকফোঁটা লঘু CH_3COOH ও $AgNO_3$ দ্রবণ যোগ করলে অধঃক্ষেপ বাদামি লাল বর্ণ ধারণ করে।



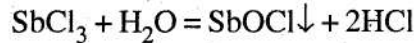
মন্তব্য : ম্যাগনেসিয়া মিশ্রণ ব্যবহার করলে সঙ্গে Cl^- আয়ন $AgNO_3$ এর সঙ্গে বিক্রিয়ায় একগাদা সাদা $AgCl$ অধঃক্ষেপ তৈরি করবে তখন Ag_3AsO_4 -এর বাদামি লাল রঙে সহজে দেখা যাবে না।

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 আঙ্গিক দ্রবণ বেশি পরিমাণ জলে ঢাললে অঙ্গি লবণের সাদা অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। ঐ অধঃক্ষেপ HCl ও টারটারিক অ্যাসিডে দ্রব্য [Bi হতে পার্থক্য] :



(iii) রোডামিন-**B** পরীক্ষা :

একটি স্পট প্লেটে এক ফোঁটা পরীক্ষণীয় দ্রবণ দিয়ে দুফোঁটা গাঢ় HCl যোগ করুন। তারপর কয়েকটি দানা $NaNO_2$ মিশান। দুএকফোঁটা বিকারক দ্রবণ যোগ করলে বিকারকের রঙ লাল থেকে গাঢ় বেগুনি হয়ে যায়।

সুবেদিতা : $0.5 \mu g$

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 বেগুনি রঙের যোগ তৈরি করে। সুতরাং Sb^{3+} থাকলে গাঢ় HCl মাধ্যমে $NaNO_2$ দিয়ে জারিত করে নিতে হয়। Hg^{2+} বিঘ্ন 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 দু ফোঁটা অ্যাসিডীয় $[-2(N)HCl]$ Sn^{2+} দ্রবণ নিয়ে তার সঙ্গে এক ফোঁটা বিকারক যোগ করা হল। বেগুনি রঙের দ্রবণ তৈরি হয়।

সুবেদিতা : $0.2 \mu g$

গাঢ়তা সীমা : 1 : 250 000

বিকারক দ্রবণ : 0.25% জলীয় দ্রবণ

মন্তব্য : Sn^{4+} বিকারকের সঙ্গে বেগুনি 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 বিঘ্ন 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 রীতিবন্ধ বিশ্লেষণ

<p>শ্রেণি IIB ধাতবমূলকের সালফাইডের সঙ্গে অল্প পরিমাণ ($5\sim 10 \text{ Cm}^3$) গাঢ় HCl(1) যোগ করে আন্তে আন্তে 5 মিনিট ফোঁটাতে হবে। অল্প জল দিয়ে লঘু করে পরিশ্রাবণ করা হল।</p>	
<p>অধঃক্ষেপ হলুদ (As_2S_3) বা কালচে হলুদ ($HgS + As_2S_3$) (2) জল দিয়ে অধঃক্ষেপ ধুয়ে ফিল্টার পেপারের অধঃক্ষেপের উপর অল্প পরিমাণ ($4\sim 5 \text{ Cm}^3$) গরম লঘু NH_4OH দ্রবণ (3) ঢালা হল। পরিস্রুত নিয়ে আবার ফিল্টার পেপারের উপর ঢালা হল। এইভাবে তিন চারবার ঢালা হলে দেখা যাবে হলুদ (As_2S_3) অধঃক্ষেপ হলে ফিল্টার পেপারের উপর কালো (HgS) অংশ অদ্রব্য পড়ে থাকবে। তা নিয়ে Hg^{2+} এর শনাক্তকরণ করতে হবে শ্রেণি IIA-এর মতো। NH_4OH এর পরিস্রুতের সঙ্গে $1\sim 2 \text{ Cm}^3$ 3% H_2O_2 দ্রবণ মিশিয়ে উত্তপ্ত করা হল AsO_3^{3-} কে জারিত করে AsO_4^{3-} তৈরির জন্য। দ্রবণ ঠান্ডা 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। বাদামি লাল রঙের অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়। আর্সেনিক বর্তমান।</p>	<p>পরিস্রুত দ্রবণে $H[SbCl_4]$ ও $H_2[SnCl_6]$ থাকতে পারে। দ্রবণ ফুটিয়ে H_2S অপসারিত করা হল।</p> <p>(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।</p> <p>(ii) দ্রবণের অপর একটি অংশ নিয়ে রোডামিন B পরীক্ষা [3.11.4.2 (iii) দেখুন] করা হল। বেগুনি দ্রবণ পাওয়া গেল। অ্যান্টিমনি বর্তমান।</p> <p>আম্লিক দ্রবণের বাকি 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 গুঁড়ো 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।</p> <p>অপর অংশ নিয়ে ক্যাকোথেলিন পরীক্ষা [3.11.4.3(ii) দেখুন] করা হল। বেগুনি দ্রবণ পাওয়া গেল। টিন বর্তমান</p>

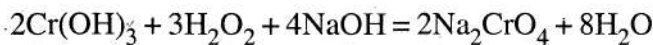
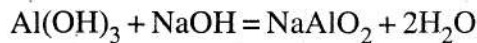
- মন্তব্য : (1) As_2S_3 গাঢ় দ্রবণে দ্রবীভূত হয় না কিন্তু Sb_2S_3 ও SnS_2 দ্রবীভূত হয়ে জটিল $[SbCl_4]^-$ ও $[SnCl_6]^{2-}$ আয়ন তৈরি করে।
- (2) $2(M)KOH$ দ্রবণ দ্বারা শ্রেণি IIA ও IIB পৃথক করলে কিছুটা HgS দ্রবীভূত হয় এবং তা শ্রেণি IIB সালফাইডের সঙ্গে পুনরায় অধঃক্ষিপ্ত হয়। এইজন্য শ্রেণি IIB সালফাইড অধঃক্ষেপ গাঢ় HCl দ্রবণ দ্বারা ফোঁটালে যে অবশেষ থাকে তার মধ্যে হলুদ As_2S_3 ও কালো HgS থাকার জন্য অদ্রব্য অংশ কালচে হলুদ দেখায়।
- (3) As_2S_3 গরম লঘু NH_4OH দ্রবণে দ্রবীভূত হয় কিন্তু HgS অদ্রব্য অবস্থায় থাকে।
 $As_2S_3 + 6NH_3 + 3H_2O = (NH_4)_3AsO_3 + (NH_4)_3AsS_3$
- (4) টিন-অক্সিজেনের সুস্থির জটিল যৌগ H_2S -এর সঙ্গে বিক্রিয়া করে না। এইজন্য দ্রবণের মধ্যে Sn^{4+} দ্রবীভূত থাকে কিন্তু অ্যান্টিমনি-অক্সিজেনের জটিল যৌগ সুস্থির নয়— H_2S এর সঙ্গে বিক্রিয়ায় কমলা রঙের Sb_2S_3 অধক্ষিপ্ত 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 করতে নিতে হবে।

3.12 বিশ্লেষক শ্রেণি IIIA ধাতবমূলকগুলির পৃথকীকরণ ও শনাক্তকরণ

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 ম্যাঙ্গানিজ উপস্থিত থাকলে শ্রেণি IIIA-এর অধঃক্ষেপের সঙ্গে অল্পপরিমাণ $MnO_2 \cdot xH_2O$ অধঃক্ষিপ্ত হয়। শ্রেণি IIIA এর অধঃক্ষেপের আগে দ্রবণের Fe^{2+} কে জারিত করার জন্য গাঢ় HNO_3 দ্রবণ অল্প পরিমাণে যোগ করে ফোঁটানো 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 IIB এর অন্য মূলক (Co^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+}) গুলির মতো অ্যামিনো জটিল যৌগ হিসাবে দ্রবণে দ্রবীভূত থাকে।

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

$Fe(OH)_3$ ও $MnO_2 \cdot xH_2O$ -এর অধঃক্ষেপ অদ্রব্য থাকে।



3.12.2 শ্রেণি IIIA খাতবমূলকের শনাক্তকরণের পরীক্ষা

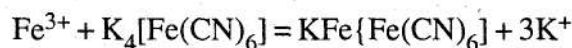
3.12.2.1 আয়রন :

- (i) Fe^{2+} এর দ্রবণে $K_4[Fe(CN)_6]$ 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 $KFe^{III}[Fe^{II}(CN)_6]$ । 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^- কোনো 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-} , বোরোট, অক্সালেট, 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 অপসারণ 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।

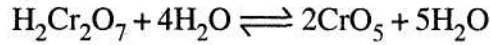
সুবেদিতা : $0.25 \mu g$

গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 200 000

মন্তব্য : রঙিন 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 আঙ্গিক অবস্থায় $1-2 \text{ Cm}^3$ 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 দ্রব্য। এইজন্য জৈবস্তর গাঢ় নীল দেখায়।



মন্তব্য : অ্যামাইল অ্যালকোহলের বদলে জাই 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 ($\sim 2\text{N}$) H_2SO_4 ক্রোমেট দ্রবণ স্পট প্লেটে নিয়ে এক ফোঁটা বিকারক দ্রবণ যোগ করা হল। বেগুনি দ্রবণ তৈরি হয়।

সুবেদিতা : $0.25 \mu\text{g}$

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 সম্পৃক্ত অ্যালকোহলীয় দ্রবণ যোগ করে শুকিয়ে নিতে হবে। এক ফোঁটা আঙ্গিক পরীক্ষণীয় দ্রবণ ফিল্টার পেপারের উপরোক্ত জায়গায় যোগ করে কাগজের ঐ অংশকে NH_3 গ্যাসের উপর ধরতে হবে যতক্ষণ না ঐ জায়গাটি বেগুনি (অ্যামোনিয়াম অ্যালিজারিনেটের রঙ বেগুনি) হয়ে যায়। এরপর কাগজের ঐ অংশটি বুনসেন শিখার উপর এমনভাবে ধরতে হবে যাতে প্রায় 100°C তাপমাত্রায় অ্যামোনিয়াম অ্যালিজারিনেট বিয়োজিত হয়ে বেগুনি রঙ অপসারিত হয়ে লাল রঙের রঞ্জন (lake) দেখা যায়।

সুবেদিতা : $0.15 \mu\text{g}$

গাঢ়ত্ব সীমা : $1 : 333000$

বিকারক : অ্যালকোহলীয় সম্পৃক্ত দ্রবণ

মন্তব্য : Fe^{3+} , Cr^{3+} এবং Mn^{2+} বিঘ্ন ঘটায়।

(iii) অ্যালিজারিন সালফোনেট পরীক্ষা : স্পট প্লেটে এক ফোঁটা NaAlO_2 দ্রবণ নিয়ে এক ফোঁটা বিকারক দ্রবণ যোগ করা হল। এরপর কয়েক ফোঁটা লঘু CH_3COOH দ্রবণ যোগ করা হয় যতক্ষণ পর্যন্ত না বেগুনি রং অদৃশ্য হয় এবং শেষে এক ফোঁটা বেশি CH_3COOH দ্রবণ মিশাতে হবে। লাল দ্রবণ বা অধঃক্ষেপ দেখা যাবে।

সুবেদিতা : 0.7 μg

গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 80 000

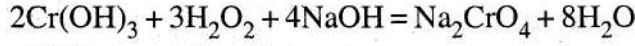
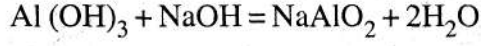
বিকারক দ্রবণ : 0.1% জলীয় দ্রবণ

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

3.12.3 শ্রেণি IIIA ধাতবমূলকগুলির রীতিবন্ধ বিশ্লেষণ

<p>শ্রেণি IIIA-এর অধঃক্ষেপ $[\text{Fe}(\text{OH})_3, \text{Cr}(\text{OH})_3, \text{Al}(\text{OH})_3]$ এবং অল্প পরিমাণ $\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ নিয়ে NaOH দ্রবণ ও অল্প পরিমাণ 3% H_2O_2 দ্রবণ [বা বেশি কিছুটা কঠিন Na_2O_2 লবণ ও জল] (1) মিশিয়ে ধীরে ধীরে ফোঁটানো হল যতক্ষণ পর্যন্ত না বৃদ্ধবৃদ্ধ বন্ধ হয় উত্তপ্ত মিশ্রণকে বুনসেন শিখা থেকে সরিয়ে নেওয়া পর (2)। অদ্রাব্য অংশকে দ্রবণ থেকে পৃথক করা হল এবং দুএকবার গরম জল দিয়ে ধুয়ে নেওয়া হয়।</p>		
<p>অধঃক্ষেপ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ এবং $\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$। লঘু (1 : 1) HNO_3 দ্বারা অধঃক্ষেপ এর একটি অংশ দ্রবীভূত করা হল। জল দিয়ে দ্রবণকে কিছুটা লঘু ও ঠান্ডা করে অল্প পরিমাণ কঠিন সোডিয়াম বিসমুথেট NaBiO_3 লবণ মিশানো হল। দ্রবণ বেগুনি বর্ণের হল। (3) ম্যাঙ্গানীজ বর্তমান</p>	<p>দ্রবণে Na_2CrO_4 (হলুদ) এবং NaAlO_2 (বর্ণহীন) থাকবে। দ্রবণ বর্ণহীন হলে Cr থাকবে না এইজন্য Cr-এর পরীক্ষা করার প্রয়োজন হবে না। যদি দ্রবণ হলুদ রঙের হয়, তাহলে দুভাগ করে এক ভাগ নিয়ে Cr ও অন্যভাগে Al-এর পরীক্ষা করতে হবে।</p>	
<p>অধঃক্ষেপের অপর অংশকে লঘু HCl এ দ্রবীভূত করে দুভাগ করে একভাগে NH_4CNS দ্রবণ যোগ করা হল। গাঢ় লালবর্ণের দ্রবণ পাওয়া গেল। অপর অংশে $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ দ্রবণ যোগ করা হল গাঢ় নীল অধঃক্ষেপ তৈরি হয়।</p>	<p>(i) হলুদ দ্রবণের একটি অংশ নিয়ে CH_3COOH দ্রবণ যোগ করে আল্লিক করা হল এবং কয়েক ফোঁটা লেড অ্যাসিটেট দ্রবণ যোগ করা হল। হলুদ অধঃক্ষেপ।</p> <p>(ii) দ্রবণের অপর অংশ দিয়ে লঘু HNO_3 দ্রবণ দিয়ে অ্যাসিডীয় করে দ্রবণ ঠান্ডা করা হল, তারপর 1 Cm^3 অ্যামাইল অ্যালকোহল ও কয়েকফোঁটা 3% H_2O_2 দ্রবণ যোগ করে মিশ্রণকে ভালভাবে ঝাঁকানো হল। নীল রঙের জৈবস্তর দ্রবণের উপরে ভাসবে। ক্রোমিয়াম বর্তমান</p>	<p>দ্রবণের মধ্যে কঠিন NH_4Cl অল্পমাত্রায় যোগ করে ঝাঁকানো হল এবং একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ NH_4Cl যোগ করার পর সাদা আঠাল অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। দ্রবণ থেকে তা পৃথক করে ধুয়ে নিয়ে দুভাগ করা হল।</p> <p>(i) একভাগের সঙ্গে NaOH দ্রবণ যোগ করা হল অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হল এবং NH_4Cl যোগ করে ঝাঁকালে অধঃক্ষেপ আবার ফিরে আসে।</p> <p>(ii) দ্বিতীয়ভাগ নিয়ে লঘু H_2SO_4 এ দ্রবীভূত করে অ্যালিজারিন-এস পরীক্ষা [3.12.2.3 (iii) দেখুন] করা হল। লাল দ্রবণ বা অধঃক্ষেপ। অ্যালুমিনিয়াম বর্তমান</p>
<p>আয়রন বর্তমান</p>		

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 আম্লিক করলে H_2O_2 সঙ্গে সঙ্গে ক্ষণস্থায়ী CrO_5 তৈরি করে যা বিয়োজিত হয়ে Cr^{3+} তৈরি করে।

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

3.13 বিশ্লেষক শ্রেণি IIIB ধাতবমূলকগুলির পৃথকীকরণ ও শনাক্তকরণ:

3.13.1 পৃথকীকরণ :

ধাতব সালফাইডগুলির (CoS , NiS , MnS ও ZnS) সঙ্গে ঠান্ডা অতি লঘু (1 : 15 বা 16) HCl মিশিয়ে 2-3মিনিট নাড়িয়ে অদ্রব্য অংশ (CoS , NiS) দ্রবণ থেকে পৃথক করা হয়। MnS এবং ZnS ঠান্ডা 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 শনাক্তকরণে অবশ্য বিঘ্ন ঘটায় না। অদ্রব্য CoS ও NiS কে অল্পরাজে (Aqua regia) দ্রবীভূত করে দ্রবণ প্রস্তুত করে Co^{2+} ও Ni^{2+} এর শনাক্তকরণ করা হয়। Co^{2+} ও Ni^{2+} এর দ্রবণে একের উপস্থিতিতে অন্যের শনাক্তকরণে কোনো 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 অদ্রব্য $\text{Co}(\text{OH})_3$ ও $\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ রূপে NaOH দ্রবণে অধঃক্ষিপ্ত হয়ে অপসারিত হয়। NaOH দ্রবণ নিয়ে Zn^{2+} এর শনাক্তকরণ করা হয়। অধঃক্ষেপ [$\text{Co}(\text{OH})_3$, $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ও $\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ রূপে NaOH দ্রবণে অধঃক্ষিপ্ত হয়ে অপসারিত হয়। NaOH দ্রবণ নিয়ে Zn^{2+} এর শনাক্তকরণ 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 শনাক্তকরণ 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 শনাক্তকরণ করা হয় এবং কোনো অদ্রব্য 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 ভালোভাবে 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 ঝাঁকালে 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 : $0.5 \mu\text{g}$

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।

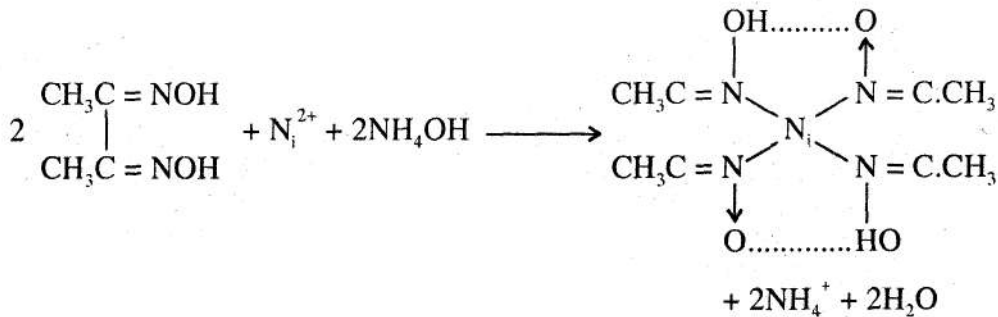
গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 500 000

বিকারক দ্রবণ : 1% জলীয় দ্রবণ

মন্তব্য : নিকেলের উপস্থিতিতে কোনোরকম বিঘ্ন ঘটে না।

3.13.2.2 নিকেল :

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



স্পট প্লেটেও উপরোক্ত পরীক্ষা করা যেতে পারে।

সুবেদিতা : 0.16 mg

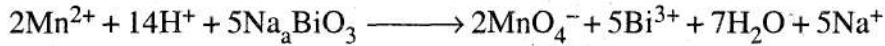
গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 300 000

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 থিতিয়ে পড়ার সঙ্গে সঙ্গে দ্রবণের রঙ বেগুনি হয়। Mn^{2+} জারিত হয়ে MnO_4^- তৈরি হয়।



- (ii) অ্যামোনিয়াম পারসালফেট পরীক্ষা : Ag^+ অনুঘটকের উপস্থিতিতে উত্তপ্ত অবস্থায় $S_2O_8^{2-}$ 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 ককেকদানা কঠিন $(NH_4)_2S_2O_8$ যোগ করে অল্প গরম করা হল। বেগুনি বর্ণের দ্রবণ তৈরি হল।

সুবেদিতা : 0.1 μg

গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 500 000

মন্তব্য : Cl^- , Br^- এবং I^- এবং 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 অদ্রাব্য কিন্তু 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 $(NH_4)_2[Hg(CNS)_4]$ দ্রবণ যোগ করা হল। এরপর একটি কাচদণ্ড দিয়ে মিশ্রণকে নাড়লে ধীরে ধীরে সুন্দর নীল অধঃক্ষেপ তৈরি হয়।

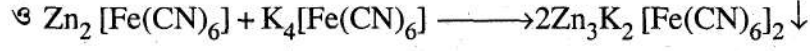
সুবেদিতা : 0.2-0.5 μg

গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 100 000

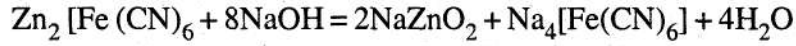
বিকারক দ্রবণ : 8 গ্রাম $HgCl_2$ ও 9গ্রাম NH_4CNS 100 cm^3 জলে দ্রবীভূত করে অ্যামোনিয়াম মারকিউরি-থায়োসায়ানেট তৈরি করা হয়।

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

(iii) $K_4[Fe(CN)_6]$ পরীক্ষা : Zn^{2+} দ্রবণ থেকে সাদা $Zn_2[Fe(CN)_6]$ এর অধঃক্ষেপণ হয়, অতিরিক্ত বিকারকে আরও কম দ্রবণীয় জিঙ্ক পটাশিয়াম ফেরোসায়ানাইড পাওয়া যায়।



অধঃক্ষেপ লঘু অ্যাসিডে অদ্রবণীয় কিন্তু কসটিক অ্যালকালি দ্রবণে দ্রবীভূত হয়।



3.13.3 শ্রেণি IIB ধাতবমূলকগুলির রীতিবন্ধ বিশ্লেষণ :

<p>শ্রেণি IIB এর সদ্যোজাত সালফাইড (CoS, NiS, MnS, ZnS) অধঃক্ষেপের সঙ্গে ঠান্ডা লঘু (1 : 15) HCl দ্রবণ মিশিয়ে 2-3 মিনিট ধরে নেড়ে অদ্রব্য অংশকে পৃথক করা হল।</p>		
<p>কালো রঙের অবশেষ CoS ও NiS থাকতে পারে। অধঃক্ষেপ নিয়ে জারক শিখায় বোরাক্স বীড পরীক্ষা করা হয়। নীল গুটিকা হলে কোবাল্ট আছে বাদামি রঙের গুটিকা হলে নিকেল আছে।</p> <p>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। গোলাপি 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 ফোটাতে হয়। অদ্রব্য অংশকে পৃথক করা হয়।</p> <p>অদ্রব্য 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 শনাক্তকরণের 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। ম্যাঙ্গানিজ 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 শনাক্তকরণে বিঘ্ন ঘটে না। তাছাড়া $Co(OH)_3$ ও $Ni(OH)_2$ সহজে লঘু HNO_3 দ্রবণে দ্রবীভূত হয় না। এইজন্য দ্রবণ নিয়ে ম্যাঙ্গানিজের শনাক্তকরণ করা হয় এবং কোনো অদ্রাব্য কালো অবশেষ থাকলে তা অগ্রাহ্য করা হয়।

3.14 বিশ্লেষক শ্রেণি IV ধাতবমূলকগুলির পৃথকীকরণ ও শনাক্তকরণ :

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 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 শনাক্তকরণ করা হয়। $BaCrO_4$ -এর অধঃক্ষেপ পৃথক করার পর দ্রবণ থেকে $SrCO_3$ এবং $CaCO_3$ -এর অধঃক্ষেপ পৃথক করা হয় $(NH_4)_2CO_3$ বা Na_2CO_3 সহযোগে। অধঃক্ষেপ গরম লঘু 2(N) CH_3COOH দ্রবণে দ্রবীভূত করে দ্রবণে সম্পৃক্ত $(NH_4)_2SO_4$ দ্রবণ যোগ করা হয় অল্প পরিমাণ $Na_2S_2O_3$ সহযোগে। $SrSO_4$ -এর অদ্রাব্য লবণ অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং দ্রবণে জটিল $(NH_4)_2[Ca(SO_4)_2]$ থাকে। $Na_2S_2O_3$ 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 শনাক্তকরণ করা হয়।

3.14.2 শ্রেণি IV ধাতবমূলকগুলির শনাক্তকরণের 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 ক্যালশিয়াম থেকে পার্থক্য) K_2CrO_4 দ্রবণ যোগ করলে



(ii) সোডিয়াম রোডিজেনেট পরীক্ষা : ফিল্টার পেপারের উপর এক ফোঁটা প্রশম পরীক্ষণীয় দ্রবণ নিয়ে এক ফোঁটা বিকারক দ্রবণ যোগ করা হল। লালাভ-বাদামি দাগ তৈরি হল। দু ফোঁটা 0.5(N) HCl দ্রবণ যোগ করা হল ঐ দাগের উপর। লালাভ-বাদামি 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 প্রয়োজনমতো দ্রবণ তৈরি করে নিতে হবে।

মন্তব্য : প্রশম অবস্থায় রোডিজেনেট অ্যাসিডের বেরিয়াম লবণ (লালাভ-বাদামি) অধঃক্ষিপ্ত হয়। Ca^{2+} ও Mg^{2+} বিঘ্ন ঘটায় না। Sr^{2+} বেরিয়ামের ন্যায় বিক্রিয়া ঘটায় কিন্তু 0.5(N) HCl দ্রবণে স্ট্রনসিয়ামের লালাভ-বাদামি রঙ অদৃশ্য হয়। অনেক ধাতবমূলক বিঘ্ন 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 অদ্রব্য। (বেরিয়াম থেকে পার্থক্য)।



(ii) লঘু H_2SO_4 দ্রবণ পরীক্ষা : সাদা $SrSO_4$ অধঃক্ষেপ, লঘু অজৈব অ্যাসিড ও $(NH_4)_2SO_4$ দ্রবণে অদ্রব্য (ক্যালশিয়াম থেকে পার্থক্য)। অধঃক্ষেপ গরম সম্পৃক্ত CH_3COONH_4 দ্রবণেও অদ্রব্য। (লেড থেকে পার্থক্য)।

মন্তব্য : Ba^{2+} মূলক বিঘ্ন ঘটবে 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 সম্পৃক্ত K_2CrO_4 দ্রবণে ভিজিয়ে শুকিয়ে নিতে হবে। এই কাগজের উপর এক ফোঁটা প্রশম পরীক্ষণীয় দ্রবণ নিয়ে, 1-2 মিনিট পরে ঐ জায়গায় এক ফোঁটা বিকারক দ্রবণ যোগ করলে লালাভ-বাদামি দাগ তৈরি হবে।

বেরিয়াম না থাকলে ফিল্টার পেপারের উপর এক ফোঁটা পরীক্ষণীয় দ্রবণ ও এক ফোঁটা বিকারক দ্রবণ যোগ করলে লালাভ-বাদামি 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 অদ্রব্য $BaCrO_4$ হিসাবে অপসারিত করা হয়। সদ্য প্রস্তুত $SrSO_4$ প্রশম মাধ্যমে সোডিয়াম রোডিজোনেটের সঙ্গে লালভ-বাদামি হয়ে যায়।

3.13.2.3 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 দ্রব্য (Sparingly soluble)। এইজন্য Sr^{2+} ও Ca^{2+} এর পার্থক্য নিরূপণ করার জন্য অধঃক্ষেপ নিয়ে শিক্ষা পরীক্ষা করা উচিত।

- (ii) সোডিয়াম রোডিজোনেট পরীক্ষা : Ba^{2+} ও Sr^{2+} এর উপস্থিতিতে Ca^{2+} এর শনাক্তকরণ নিম্নলিখিতভাবে করা হয়। ছোটো পোর্সেলীন 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। বেগুনি অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। Ca^{2+} এর ক্ষারীয় জটিল যোগ উৎপন্ন হয়। ক্ষারীয় মাধ্যমে $BaSO_4$ ও $SrSO_4$ বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না। আবার প্রশম মাধ্যমে শুধু $SrSO_4$ বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে।

3.14.3 শ্রেণি IV ধাতবমূলকগুলির রীতিবন্ধ বিশ্লেষণ :

শ্রেণি IV-এর 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 বাকি 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 শিক্ষা 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 পৃথক করে গরম 2(N) CH_3COOH এ দ্রবীভূত করা হয়। দ্রবণ ফুটিয়ে অতিরিক্ত CO_2 তাড়িয়ে 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>Sr²⁺ ও Ca²⁺ এর পৃথকীকরণ : দ্রবণে সমপরিমাণ সংপৃক্ত (NH₄)₂SO₄ দ্রবণও 1-2 দানা কঠিন Na₂S₂O₃ যোগ করে (2) উত্তপ্ত করকা হল 5 মিনিট ধরে জলগাহে রেখে। তারপর মিশ্রণকে 1-2 মিনিট রেখে SrSO₄ এর অধঃক্ষেপ পৃথক করা হল।</p>	
<p>সাদা অধঃক্ষেপ SrSO₄। 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। লালাভ-বাদামী অধঃক্ষেপ পাওয়া গেল। স্ট্রনসিয়াম বর্তমান</p>	<p>দ্রবণে Ca²⁺ এর দ্রবণীয় জটিল যৌগ [Ca(SO₄)₂]²⁻ থাকে। দ্রবণকে দুভাগ করে একভাগ নিয়ে (NH₄)₂C₂O₄ দ্রবণ যোগ করে জলগাহে গরম করা হল। সাদা CaC₂O₄ অধঃক্ষেপ—শিখা পরীক্ষায় ক্ষণস্থায়ী পোড়া ইটের রঙের শিখা পাওয়া যায়। অপরভাগ নিয়ে সোডিয়াম রোডিজোনেট দ্রবণ ও লঘু NaOH দ্রবণ যোগ করা হল। বেগুনী অধঃক্ষেপ তৈরি হয়। ক্যালসিয়াম বর্তমান</p>

- মন্তব্য : (1) লঘু CH₃COOH দ্রবণে BaCrO₄ অদ্রব্য কিন্তু SrCrO₄ ও CaCrO₄ দ্রব্য।
(2) (NH₄)₂SO₄-এর দ্রবণে Sr²⁺ অদ্রব্য SrSO₄ হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং Ca²⁺ দ্রবণীয় জটিল যৌগে [Ca(SO₄)₂]²⁻ রূপান্তরিত হয়। Na₂S₂O₃ যোগ করলে SrSO₄-এর সঙ্গে CaSO₄-এর সহঅধঃক্ষেপণের ক্ষমতা হ্রাস পায়।

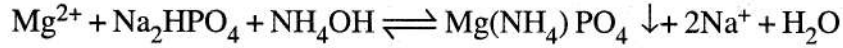
3.15 শ্রেণি V ধাতবমূলকগুলির শনাক্তকরণ :

শ্রেণি IV ধাতব মূলকগুলি কার্বনেট অধঃক্ষেপ হিসাবে পৃথক করে প্রাপ্ত দ্রবণে শ্রেণি V ধাতবমূলকগুলি (Mg²⁺, Na⁺ ও K⁺) থাকে। ঐ দ্রবণে প্রচুর পরিমাণে NH₄⁺ থাকে, যা Mg²⁺ ও Na⁺ এর পরীক্ষার সুবেদিতা (Sensitivity) কমিয়ে দেয় এবং K⁺ এর পরীক্ষায় সরাসরি বিঘ্ন ঘটায়। এইজন্য দ্রবণ থেকে NH₄⁺ অপসারণ করতে হয়। পোসেলিন মুচিতে দ্রবণ উত্তপ্ত করে প্রায় শুষ্ক করা হয়। এরপর ঠাণ্ডা করে অল্প পরিমাণ (3-4 Cm³) গাঢ় HNO₃ দিয়ে সমস্ত অবশেষ মুচিত তলদেশে জড় করে আবার উত্তপ্ত করে শুষ্ক করা হয়। উদ্বায়ী NH₄NO₃ বিয়োজিত হয়। ঠাণ্ডা অবস্থায় সাদা অবশেষ শ্রেণি V ধাতবমূলকের উপস্থিতি নির্দেশ করে। অবশেষের জলীয় দ্রবণ তৈরি করা হয়। এই শ্রেণির ধাতবমূলকগুলির অধঃক্ষেপণের জন্য কোনো নির্দিষ্ট বিকারক নেই। দ্রবণের একটি করে অংশ নিয়ে Mg²⁺, Na⁺ ও K⁺ এর শনাক্তকরণ করা হয়। NH₄⁺ যদিও শ্রেণির V এর অন্তর্ভুক্ত কিন্তু পূর্ববর্তী কয়েকটি শ্রেণির ধাতবমূলকের পৃথকীকরণের সময় NH₄⁺ যোগ করা হয়েছে। এইজন্য আদি দ্রবণে বা লবণে NH₄⁺ এর শনাক্তকরণের পরীক্ষা করতে হয়।

শ্রেণি V ধাতব মূলকগুলির শনাক্তকরণের 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 $\text{Mg}(\text{NH}_4)\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়।



- (ii) টাইটান ইয়েলো (Titan yellow) পরীক্ষা : স্পট প্লেটে এক ফোঁটা পরীক্ষণীয় প্রশম 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 IIIB পর্যন্ত ধাতব মূলকগুলির উপস্থিতি বিঘ্ন ঘটায়।

- (ii) কুইন অ্যালিজারিন পরীক্ষা : স্পট প্লেটে বা ছোটো পরীক্ষানলে 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 বেগুনি 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 : 0.25 mg

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।

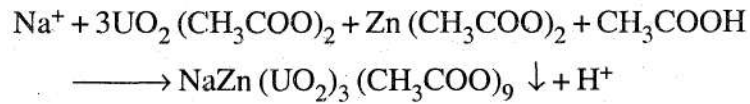
(2) পরীক্ষণীয় দ্রবণের বদলে এক ফোঁটা জল নিয়ে পাশাপাশি পরীক্ষা করলে নীল রঙের বদলে নীলাভ বেগুনি রঙ পাওয়া যাবে।

(3) বেরিলিয়াম ধাতবমূলক Mg^{2+} এর মতো 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 প্রশম 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 mg

গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 4000

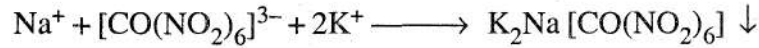
বিকারক দ্রবণ : 10% দ্রবণ জলে বা 1(N) CH₃COOH দ্রবণে তৈরি করা হয়।

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 NH₄⁺ উপস্থিতি বিক্রিয়ার সুবেদিতা কমিয়ে দেয়।

3.15.3 পটাশিয়াম :

সোডিয়াম কোবাল্ট নাইট্রাইট পরীক্ষা :

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



AgNO₃ দ্রবণ যোগ করলে বিক্রিয়ার সুবেদিতা প্রায় চারগুণ বেড়ে যায় কারণ আরও বেশি অদ্রব্য K₂Ag[Co(NO₂)₆] অধঃক্ষেপ তৈরি হয়।

কোবাল্ট ব্লু কাছে এক ফোঁটা পরীক্ষণীয় দ্রবণ নিয়ে, এক ফোঁটা 0.05% AgNO₃ দ্রবণ এবং এক ফোঁটা বিকারক দ্রবণ যোগ করা হল—হলুদ অধঃক্ষেপ তৈরি হয়।

সুবেদিতা : 1.0 mg

গাঢ়ত্ব সীমা : 1 : 50000

বিকারক দ্রবণ : (i) 0.05% AgNO₃ দ্রবণ

(ii) সোডিয়াম কোবাল্ট নাইট্রাইট দ্রবণ প্রস্তুতি :

(a) 7.5 গ্রাম Co(NO₃)₂·6H₂O 30 Cm³ জলে দ্রবীভূত করা হল।

(b) 60 গ্রাম NaNO₂ 30 Cm³ জলে দ্রবীভূত করা হল। এবার (ক) ও (খ) দ্রবণ মিশ্রিত করে 15 Cm³ গ্লেসিয়্যাল CH₃COOH 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 পরিশ্রাবণ 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 অ্যামোনিয়ান :

নেসলারের বিকারক (Neesler's Reagent) পরীক্ষা :

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

সুবেদিতা : $0.3\ \mu\text{g NH}_3$

বিকারক দ্রবণ : 23 গ্রাম HgI_2 এবং 16 গ্রাম KI অ্যামোনিয়া মুক্ত 100 cm^3 জলে দ্রবীভূত করে ঐ দ্রবণে $100\text{ cm}^3 6(N)$ NaOH দ্রবণ যোগে 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 শনাক্তকরণের 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 শনাক্তকরণের পরীক্ষা করে রীতিবন্ধ শ্রেণিগুলির বিশ্লেষণ করতে হয়।

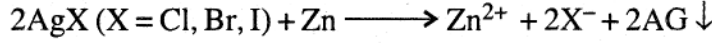
3.16 অদ্রাব্য লবণের বিশ্লেষণ (Analysis of insoluble Salts) :

যেসব লবণ অম্লরাজে দ্রবীভূত হয় না তাদের অদ্রাব্য লবণ বলা হয়। অদ্রাব্য লবণগুলির একটি তালিকা নিম্নলিখিতভাবে তৈরি করা যেতে পারে। :

- (1) AgCl (সাদা), AgBr (হলুদ আভাযুক্ত), AgI (হালকা হলুদ)।
- (2) BaSO_4 (সাদা), SrSO_4 (সাদা), PbSO_4 (সাদা), PbCl_2 (সাদা)।
- (3) তীব্র জ্বালিত অক্সাইডগুলি (Strongly ignited oxides) :
যেমন Al_2O_3 (সাদা), Fe_2O_3 (গাঢ় লাল), Cr_2O_3 (সবুজ),
 SnO_2 (সাদা), Sb_2O_4 (সাদা)।

- (4) SiO_2 এবং অন্যান্য ধাতব সিলিকেটগুলি (সাদা),
খনিজ CaF_2 (সাদা বা হালকা ধূসর)
- (5) $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (চকোলেট), $\text{Zn}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (সাদা), প্রুশীয় নীল।
- (i) অদ্রাব্য লবণের রঙ সাদা এবং BaSO_4 ও SrSO_4 আছে সন্দেহ হলে নিম্নলিখিতরূপে শিখা পরীক্ষা করা হয় :
- প্লাটিনাম তারে কিছু লবণ দিয়ে 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 সিস্ত করে শিখা পরীক্ষা করা হয়। BaSO_4 এর জন্য পীতাভ সবুজ শিখা এবং SrSO_4 -এর জন্য স্থির গাঢ় লাল শিখা পাওয়া যায়।
- (ii) সাদা বা হালকা রঙের অদ্রাব্য লবণে Pb^{2+} ও Ag^+ এর উপস্থিতি জানতে হলে লবণের গায়ে অ্যামোনিয়াম সালফাইড (সদ্যপ্রস্তুত) দ্রবণে ভেজানো কাচদণ্ড স্পর্শ করানো হল। লবণের স্পর্শ করা অংশটি ধীরে ধীরে কালো হয়ে গেল। রঙ অপরিবর্তিত থাকলে Pb^{2+} ও Ag^+ এর অনুপস্থিতি নির্দেশ করে।
- (iii) PbSO_4 ও PbCl_2 -এর জন্য পরীক্ষা : অদ্রাব্য লবণের সঙ্গে অ্যাসেটিক অ্যাসিডযুক্ত সম্পৃক্ত অ্যামোনিয়াম অ্যাসিটেট দ্রবণ মিশিয়ে গরম ($\approx 70^\circ\text{C}$) অবস্থায় পরিশ্রাবণ কর পরিস্রুত নিয়ে IPb^{2+} , SO_4^{2-} ও Cl^- -এর জন্য পরীক্ষা করা হয়।
- মন্তব্য : লেড সিলিকেট ও গলিত লেড ক্রোমেট সম্পৃক্ত $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ দ্রবণে অদ্রবীভূত থাকে।
- (iv) প্লাটিনাম তারের আগায় একটি ছোটো বলয়ের (loop) এর মধ্যে অনার্দ্র Na_2CO_3 এর গুটি তৈরি করে গরম অবস্থায় কিছু অদ্রাব্য লবণ গুটির সাথে লাগিয়ে নিয়ে উত্তপ্ত করা হল, এরপর গুটির সাথে কিছুটা কঠিন NaOH লাগিয়ে নিয়ে দীপশিখায় উচ্চতাপে গুটিকে গলিয়ে (fused) নিতে হবে। ঠান্ডা করে গুটিটি অল্পপরিমাণ জলে দ্রবীভূত করা হল। বেশিরভাগ ক্ষেত্রেই গুটি সম্পূর্ণ দ্রবীভূত হয়। দ্রবণ নিয়ে নিম্নলিখিত পরীক্ষাগুলি করা যেতে পারে।
- (a) Al_2O_3 -এর জন্য অ্যালিজারিন-সালফোনেট পরীক্ষা [3.12.1.3(iii)]
- (b) Cr_2O_3 -এর জন্য পারক্সিক্রোমেট বা ডাইফিনাইল কার্বাজাইড পরীক্ষা [3.12.2]
- (c) SnO_2 -এর জন্য HgCl_2 দ্রবণ বা ক্যাকোথেলীন পরীক্ষা [3.11.4.3]
- (d) Sb_2O_4 -এর জন্য H_2S পরীক্ষা বা রোডামিন B পরীক্ষা [3.11.4.2]

- (v) **AgCl, AgBr ও AgI-এর জন্য পরীক্ষা :** বিকারে জিঙ্কের ছিবড়ের উপর লবণ রেখে লঘু H_2SO_4 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। পরিশ্রাবণের 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) অদ্রব্য 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) অদ্রব্য লবণে SnO_2 -এর উপস্থিতির সম্ভাবনা থাকলে নিম্নলিখিত দুটি পরীক্ষা করা যেতে পারে।

প্রতিভার পরীক্ষা (Fluorescence Test) : একটি ছোটো 100 মিলি বিকারে অদ্রবণীয় লবণের অল্প পরিমাণ নিয়ে 50-60 মিলি 5-6(N) HCl দ্রবণ ও কয়েক টুকরো বিশুদ্ধ* (টিন বিহীন) জিঙ্কের ছিবড়ে যোগ কর। একটি পরীক্ষানল দ্বারা মিশ্রণটি ভালভাবে কিছুক্ষণ নাড়িয়ে ঐ পরীক্ষানলের তলাটি (যা মিশ্রণের মধ্যে ডুবে ছিল) বুনসেন দীপের অদীপ্ত শিখায় উত্তপ্ত করা হল। যদি পরীক্ষানলের তলা ও গা থেকে নীলবর্ণের প্রতিপ্রভা নির্গত হয়, তবে বুঝতে হবে যে ঐ মিশ্রণে SnO_2 আছে।

মন্তব্য : *জিঙ্ক ছিবড়েতে সাধারণত টিন অশুদ্ধি হিসেবে থাকে, সেজন্য পাশাপাশি পরীক্ষণীয় বস্তু ছাড়া (blank) পরীক্ষা করা প্রয়োজন।

গলন পরীক্ষা : অল্পপাতের (Mica foil) উপর লবণের অল্প অংশের সঙ্গে অনার্দ্র Na_2CO_3 ও সালফার চূর্ণ মিশিয়ে উত্তপ্ত করে গলিত করা হল। গলিত মিশ্রণ ঠান্ডা 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 সাধারণভাবে লবণও অনার্দ্র Na_2CO_3 বা গালক মিশ্রণ [Fusion Mixture : এক ভাগ অনার্দ্র Na_2CO_3 ও একভাগ অনার্দ্র K_2CO_3 এর মিশ্রণ] নিয়ে গলন পরীক্ষা করা যেতে পারে।

<p>অদ্রাব্য লবণের গলন পরীক্ষা :</p> <p>নিকেল মুচিতে (Crucible) অদ্রবণীয় লবণের সাথে তিন বা চারগুণ অনার্দ্র Na_2CO_3 বা গালক মিশ্র (fusion mixture) মিশিয়ে ফুৎলন শিখার (Blowpipe flame) সাহায্যে উত্তপ্ত করে মিশ্রণকে গলিত তরল অবস্থায় কমপক্ষে পাঁচমিনিট রাখা হয়। এরপর মিশ্রণকে ঠান্ডা করে জল দিয়ে ফোটানোর পর পরিশ্রাবণ করা হয়।</p>	
<p>অবশেষে : 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।</p>	<p>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 আম্লিক করলে দ্রবণ যদি কলয়েডীয় হয় তাহলে Na_2SiO_3-এর উপস্থিতি নির্দেশিত হয়। তখন সমস্ত দ্রবণে গাঢ় HCl যোগ করে আম্লিক করে বাষ্পীভবন করে প্রায় শুষ্ক করা হয়। ঠান্ডা 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>
<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। ঠান্ডা 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 দ্রবীভূত 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-মূলকগুলির বিশ্লেষকশ্রেণি II ও IIA এবং IIIB (যদি মূল দ্রবণে Na_2ZnO_2 থাকে) এর পরীক্ষা করা যেতে পারে।</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>
<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) প্রুশীয় নীল থাকলে দ্রবণে থাকবে $\text{Na}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ এবং অবশেষ থাকবে $\text{Fe}(\text{OH})_3$।</p>	

3.17 অজানা অজৈব লবণ মিশ্রণে মূলকগুলির শনাক্তকরণ 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) অম্লরাজে যদি কোনো অংশ দ্রবীভূত না হয় সেই অংশকে অদ্রাব্য লবণ (Insoluble Salt) বলা হয়।
- (2) প্রাথমিক পরীক্ষা : (a) ধাতবমূলকগুলির জন্য।
(b) অ্যাসিডমূলকগুলির (বিঘ্নসৃষ্টিকারী 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 কোনো অ্যাসিডমূলক সনাক্ত হয় তখন তার সমগোত্রীয় অন্য কোনো মূলক ঐ দ্রবণে উপস্থিত বা অনুপস্থিত তা 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 ঠান্ডা 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 দূরীভূত 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 শনাক্তকরণের জন্য উপরোক্ত প্রত্যেকটি দ্রবণে রীতিবদ্ধ শ্রেণি বিশ্লেষণ (Systematic group analysis) করা হয়। যদি দ্রবণে কোনো 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 কোনো 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 অ্যামোনিয় করা হয় এবং কোনো অধঃক্ষেপ না তৈরি হয় তাহলে শ্রেণি IIIA থেকে Mg^{2+} পর্যন্ত ধাতবমূলকগুলি অনুপস্থিত থাকবে।
- (5) লবণ মিশ্রণে কোনো অদ্রব্য (Insoluble) অংশ থাকলে তারজন্য পরীক্ষা করতে হবে :
মন্তব্য : বেশিরভাগ ক্ষেত্রে বিশেষ পরীক্ষার সাহায্যে অদ্রব্য অংশের সংযুক্তি জানা যায়।
- (6) শনাক্তমূলকগুলির 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 শনাক্তমূলকগুলি [অ্যাসিড ও ধাতব] জানালেই চলবে তাহলে বিভিন্ন দ্রবণের জন্য বিশ্লেষণের প্রয়োজন নেই ধাতবমূলকগুলির শনাক্তকরণের 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 পরিস্ফুট নিয়ে অনুমোদিত শর্তে (Permissible condition) Pb^{2+} , As^{3+} , Sb^{3+} , Sn^{2+} , Sn^{4+} , Al^{3+} ও Zn^{2+} এর শনাক্তকরণ 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 শনাক্তকরণ। বেশিরভাগ ক্ষেত্রেই প্রতিটি ধাতবমূলকের জন্য একাধিক নিশ্চিত পরীক্ষা দেওয়া হয়েছে তাদের শনাক্তকরণের জন্য।
- অদ্রাব্য লবণের বিশ্লেষণের প্রয়োগবিধি।
- অজানা অজৈব লবণ মিশ্রণে মূলকগুলির (অ্যাসিড ও ধাতব) শনাক্তকরণ পদ্ধতির রূপরেখার ব্যবহারিক প্রয়োগ।

একক 4 □ অজৈব যৌগের প্রস্তুতি

গঠন

4.1 প্রস্তাবনা

উদ্দেশ্য

4.2 প্রথম পরীক্ষা : ক্রোম অ্যালাম প্রস্তুতি

4.2.1 নীতি

4.2.2 প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্যাদি প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি

4.2.3 প্রস্তুত প্রণালি

4.2.4 পর্যবেক্ষণ

4.2.5 শতকরা উৎপাদন নির্ণয়

4.2.6 পরিচয় নির্ণায়ক পরীক্ষা

4.3 দ্বিতীয় পরীক্ষা : টেট্রাঅ্যামিনকপার (II) সালফেট মনোহাইড্রেট প্রস্তুতি

4.3.1 নীতি

4.3.2 প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্যাদি প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি

4.3.3 প্রস্তুত প্রণালী

4.3.4 শতকরা উৎপাদন নির্ণয়

4.3.5 পরিচয় নির্ণায়ক পরীক্ষা

4.4 তৃতীয় পরীক্ষা : (ট্রিস অ্যাসিটাইল অ্যাসিটানেটো ম্যাঙ্গানিজ (III) প্রস্তুতি)

4.4.1 নীতি

4.4.2 প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্যাদি প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি

- 4.4.3 প্রস্তুত প্রণালী
- 4.4.4 শতকরা উৎপাদন নির্ণয়
- 4.4.5 পরিচয় নির্ণায়ক পরীক্ষা
- 4.5 চতুর্থ পরীক্ষা : হেক্সাঅ্যামিনকোবাল্ট (III) অক্সালেট টেট্রাহাইড্রেট প্রস্তুতি
 - 4.5.1 নীতি
 - 4.5.2 প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্যাদি
 - প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি
 - 4.4.3 প্রস্তুত প্রণালী
- 4.6 সারাংশ
- 4.7 উত্তরমালা

4.1 প্রস্তাবনা

আপনি পর্যায় 1-এর একক 1 অংশে বৈশ্লেষণিক অজৈব রসায়নের বীক্ষণাগারে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতির সঙ্গে পরিচিত হয়েছেন। এই এককটিতে আমরা কয়েকটি অজৈব যৌগের প্রস্তুতি-পদ্ধতি আলোচনা করব। এর মধ্যে একটি যুগ্ম লবণ (double salt), তিনটি জটিল যৌগ (complex compound)। আপনি যৌগ চারটি তৈরি করবেন। প্রতিক্ষেত্রে উৎপাদনের পরিমাণ ও শতকরা-উৎপাদন বের করে লিপিবদ্ধ করবেন। উৎপন্ন যৌগের ক্ষেত্রে নির্দেশমতো পরীক্ষা করবেন। ইচ্ছে করলে বিশ্লেষণের উত্তাপ থেকে আরও কিছু পরীক্ষাও করতে পারেন।

উদ্দেশ্য

এই এককটি অনুশীলন করে আপনি কয়েকটি নির্দিষ্ট অজৈব যৌগ পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধভাবে প্রস্তুত করতে পারবেন। যৌগগুলি হল : ক্রোম অ্যালুম (chrome alum), টেট্রাঅ্যামিনকপার (II) সালফেট, ট্রিস্ (অ্যাসিটাইলএ্যাসিটোনেটোম্যাঞ্জানিজ (III) ও হেক্সাঅ্যামিনকোবাল্ট (III) অক্সালেট টেট্রাহাইড্রেট।

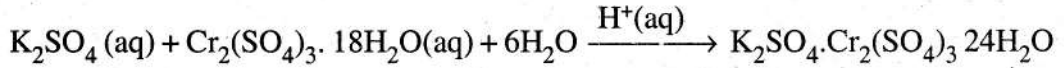
- যৌগগুলির প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি ও রাসায়নিক দ্রব্যাদি সম্বন্ধে আপনি সম্যক ধারণা করতে পারবেন।
- এই যৌগগুলির ক্ষেত্রে শতকরা উৎপাদন নির্ণয় করতে পারবেন।
- এই যৌগগুলির প্রস্তুতিতে সংশ্লিষ্ট তত্ত্বগুলির ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- যৌগে উপস্থিত বিভিন্ন আয়নগুলির ও যৌগগুলির উপস্থিতির পরীক্ষা করতে পারবেন।

4.2 প্রথম পরীক্ষা : ক্রোম এ্যালাম প্রস্তুতি

এই পরীক্ষায় আপনি একটি যুগ্মলবণ প্রস্তুত করবেন।

4.2.1 নীতি :

সমান আণব গাঢ়ত্বের পটাশিয়াম সালফেট ও ক্রোমিয়াম (III) সালফেট কেলাসন বিন্দু পর্যন্ত উদ্ভাবিত করলে পটাশ এ্যালাম তৈরি হয় :



4.2.2 প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্যাদি :

পটাশিয়াম সালফেট (K_2SO_4) 3.0 গ্রাম, অ্যালুমিনিয়াম সালফেট $Cr_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ 10 গ্রা., সালফিউরিক অ্যাসিড 2 মিলি., পাতিত জল।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি :

বিকার (250 মিলি) দুটি, বুনসেন দীপ, উদ্ভাবন থালা (evaporating dish) 1টি, ফানেল ধারক (stand) 1টি, আলোড়ক কাঠি 1টি, মাপনী চোঙ 1টি, সছিদ্র থালা (porous plate), ত্রিপদ ধারক (tripod stand) 1টি, ওয়াচ গ্লাস 1টি, তারজালি 1টি, কয়টি ফিল্টার কাগজ, খল-নুড়ি (mortar-pestle), বুকনার ফিল্টার, শোষক কাগজ (blotting paper)।

4.2.3 প্রস্তুত প্রণালী :

10 গ্রাম ক্রোমিয়াম সালফেট ওজন করে ভালো করে গুঁড়ো করে নিন। 25 মিলি জলে 2 মিলি. গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবীভূত করুন। 250 মিলি. বিকারে ক্রোমিয়াম সালফেট ঢেলে তার মধ্যে লঘু অ্যাসিড যোগ করে নাড়ুন। এবার গরম করে দ্রবীভূত করুন। দরকার হলে আরও একটু অ্যাসিড যোগ করুন যাতে স্বচ্ছ দ্রবণ পান। নামিয়ে নিন।

এবার 3.0 গ্রাম পটাশিয়াম সালফেট ওজন করে গুঁড়ো করুন। 250 মিলি বিকারে নিয়ে 25 মিলি জল মেশান। দরকার হলে অল্প গরম করে দ্রবীভূত করে নিন।

দুটো দ্রবণকেই আগে ভেজানো ফিল্টার কাগজ দিয়ে ফিল্টার করে পরিশ্রুত-কে উদ্ভাবন থালায় নিন। মিশ্রণকে তারজালির উপর রেখে বুনসেন দীপের সাহায্যে গাঢ় করতে থাকুন, একেবারে কেলাসন বিন্দু পর্যন্ত। কী করে বুঝবেন এটা? যখন দেখবেন যে আলোড়ক কাঠি ডোবালে তার উপর কঠিন জমা হচ্ছে, তখনই বুঝতে হবে যে কেলাসন-বিন্দুতে পৌঁছে গেছেন।

এবার নামিয়ে নিন। ওয়াচ-গ্লাস দিয়ে ঢেকে কেলাসন সম্পূর্ণ হতে দিন। সম্পূর্ণ হলে শেষে দ্রবণ ঢেলে

পৃথক করুন। কেলাসকে 5 মিলি বরফ জল দিয়ে ধুয়ে নিন। শোষক কাগজে (blotting paper) এর মধ্যে রেখে চাপ দিয়ে শুকিয়ে নিন।

ওজন করে ওজন লিপিবদ্ধ করুন। শতকরা উৎপাদন বের করুন। 4.2.6 নির্দেশ মতো পরিচয় নির্ণায়ক পরীক্ষা করুন।

4.2.4 পর্যবেক্ষণ :

- (i) পটাশিয়াম সালফেটের গৃহীত ওজন =
- (ii) ক্রোমিয়াম সালফেটের গৃহীত ওজন =
- (iii) ক্রোম এ্যালামের প্রাপ্ত ওজন =
- শতকরা উৎপাদন =

4.2.5 শতকরা উপাদান নির্ণয় :

আপনাদের লক্ষ হবে যত বেশি সম্ভব উৎপাদন পাওয়া। পদ্ধতির উপযুক্ততা ও দক্ষতা বাড়ানোর জন্য আপনাকে শতকরা উৎপাদন বের করতে হবে। শতকরা উৎপাদন কী? এটা হল :

$$\text{শতকরা উৎপাদন} = \frac{\text{প্রাপ্ত উৎপাদন}}{\text{হিসাবানুগ (calculated) বা তাত্ত্বিক (theoretical) উৎপাদন}}$$

আদর্শ অবস্থায় উপাদানগুলি থেকে যতটা উৎপাদন পাওয়া সম্ভব তা-ই হিসাবানুগ উৎপাদন। তবে প্রস্তুতির ক্ষেত্রে এটা কদাচিত লভ্য।

বর্তমান ক্ষেত্রে আসুন আমরা শতকরা উৎপাদন হিসেব করে বের করি। সীমা-নির্ধারক উপাদান থেকে হিসাবানুগ উৎপাদন বের করতে হয়। $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ -র আণবিক ওজন 716.44। আমরা নিয়েছি 100 গ্রাম $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ও 3.0 গ্রাম K_2SO_4 ।

যে উপাদানটি বিক্রিয়াকালে সম্পূর্ণরূপে ব্যবহৃত হয়ে যায় তাকে সীমা-নির্ধারক (limiting) বিকারক বলে।

$$\therefore \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}-\text{র মোল সংখ্যা} = \frac{10}{716.44} = 0.014$$

$$\text{K}_2\text{SO}_4-\text{এর মোল সংখ্যা} = \frac{1}{174} \times 100$$

যেহেতু $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ও K_2SO_4 সম-আণব অনুপাতে বিক্রিয়া করে এবং প্রথমোক্ত যৌগের পরিমাণ কম, তাই এটিই সীমা নির্ধারক।

∴ হিসাবানুগ ক্রোম এ্যালামের উৎপাদন 0.014 মোল অর্থাৎ $0.014 \times 998.28 = 14.0$ গ্রাম
মনে করা যাক প্রাপ্ত উৎপাদন = 12 গ্রাম.

$$\therefore \text{শতকরা উৎপাদন} = \frac{12}{14} \times 100$$

$$= 85.7\%$$

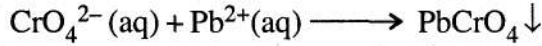
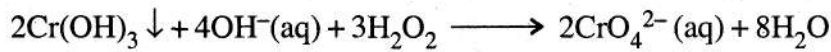
$K_2SO_4 \cdot Cr_2(SO_4)_3$ ও $24H_2O$ -র
আণবিক বা সংকেত ওজন 998.28

4.2.6 পরিচয় নির্ণায়ক পরীক্ষা (qualitative tests)

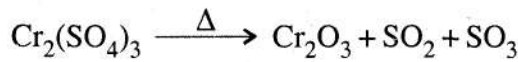
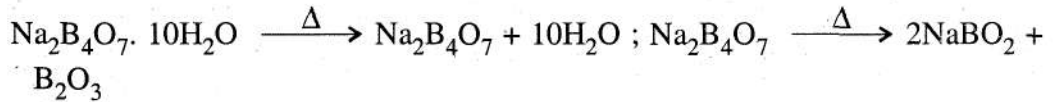
5 মিলি পাতিত জলে 0.5 গ্রাম প্রস্তুত যুগ্ম লবণটি দ্রবীভূত করে নিন। এবার নীচের পরীক্ষাগুলি করুন :

(1) Cr^{3+} আয়ন শনাক্তকরণ :

- (i) একটি পরীক্ষানলে 2 মিলি দ্রবণে ফোঁটা ফোঁটা NH_4OH দ্রবণ ঢালুন। প্রথমে সাদাটে সবুজ অধঃক্ষেপ পড়ে। একে ফিল্টার করে প্রাপ্ত অবশেষে $NaOH$ দ্রবণ ও কয়েক ফোঁটা 20-আয়তন H_2O_2 সহযোগে উত্তপ্ত করুন। হলুদ দ্রবণ পাওয়া গেল। দ্রবণে অ্যাসিটিক অ্যাসিড যোগ করে অম্লীকৃত করুন। এবং তার সঙ্গে লেড অ্যাসিটেট দ্রবণ যোগ করুন। হলুদ অধঃক্ষেপ পড়বে।

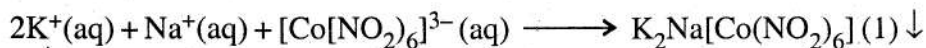


- (ii) একটি প্ল্যাটিনাম তারের আগাটি বেঁকিয়ে তার ওপর একটি স্বচ্ছ সোহাগা গুটি তৈরি করুন। গুটিটি একটু লবণে ছুঁয়ে পর্যায়ক্রমে জারণ ও বিজারণ শিখায় উত্তপ্ত করুন। পান্না-সবুজ গুটি পাওয়া যাবে।



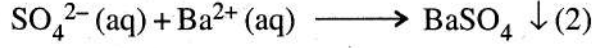
(2) K^+ আয়ন শনাক্তকরণ :

1.0 মিলি জলীয় দ্রবণে অ্যাসিটিক অ্যাসিড যোগ করুন। তারপরে মিশ্রণে সোডিয়াম হেক্সানাইট্রটোকোবাল্টেট (III) দ্রবণ যোগ করুন। হলুদ অধঃক্ষেপ (1) পাবেন।



(3) SO_4^{2-} আয়ন শনাক্তকরণ :

1.0 মিলি জলীয় দ্রবণে লঘু HCl ও BaCl₂ দ্রবণ যোগ করুন। সাদা অধঃক্ষেপ (2) পাবেন।



উপরের নিরীক্ষা প্রস্তুত যৌগ K⁺, Al³⁺ ও SO_4^{2-} এর অস্তিত্ব প্রমাণ করে।

অনুশীলনী-1 :

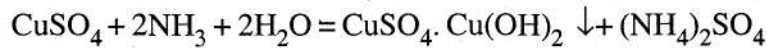
- আপনার করা পরীক্ষায় শতকরা উৎপাদন বের করুন।
- বাজারে গাঢ় HCl-এর গাঢ়ত্ব কত ?
- পটাশ অ্যালাম $[\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}]$ এর সংকেত ওজন কত ?

4.3 দ্বিতীয় পরীক্ষা : টেট্রাঅ্যামিনকপার (II) সালফেট মনোহাইড্রেট প্রস্তুতি : $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

এই পরীক্ষায় আপনি উক্ত নামের জটিল যৌগ প্রস্তুত করবেন।

4.3.1 নীতি :

কপার (II) সালফেট-এর জলীয় দ্রবণে অ্যামোনিয়ার জলীয় দ্রবণ যোগ করলে প্রথমে ফিকা নীল রঙের ক্ষারকীয় কপার (II) সালফেট (1) উৎপন্ন হয়। এটি অতিরিক্ত অ্যামোনিয়া দ্রবণে দ্রবীভূত হয়ে ঘন নীল রঙের জটিল আয়ন (2) টেট্রাঅ্যামিনকপার (II) আয়ন উৎপন্ন করে। দ্রবণে ইথানল যোগ করলে টেট্রাঅ্যামিন কপার (II) সালফেট মনোহাইড্রেট জটিল অধঃক্ষিপ্ত হবে।



4.3.2 প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্যাদি :

(i) কপার সালফেট 2.0 গ্রা. (ii) অ্যামোনিয়া : জলীয় জলীয় দ্রবণ (2 : 1, i.e. 10 M) 15 মিলি. [10 মিলি লাইকার (liquor) অ্যামোনিয়া (15M) + 5 মিলি পাতিত জল] (iii) ইথানল।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি :

(i) 250 মিলি. বিকার 1টি ; (ii) বুকনার পরিষ্কার যন্ত্র—1 সেট ; (iii) কাঁচের আলোড়ক দণ্ড, (iv) মাপনী চোঙ, (v) ওয়াচ গ্লাস, (vi) পেট্রি ডিস, (vii) জলগাহ, (viii) খল-নুড়ি, (ix) ফিল্টার কাগজ, (x) শোষণাধার।

4.3.3 প্রস্তুত প্রণালী :

2.0 গ্রাম কপার (II) সালফেট ওজন করে ভালো করে গুঁড়ো করে নিন। একে বিকারটিতে নিয়ে 15 মি.লি. 10(M) অ্যামোনিয়া দ্রবণ ধীরে ধীরে নাড়তে নাড়তে যোগ করুন। দেখবেন প্রথমে ফিকে নীল অধঃক্ষেপ পড়বে ও পরে তা গুনে গিয়ে ঘন নীল রঙের দ্রবণ পাওয়া যাবে। এই দ্রবণ পাওয়া পর্যন্ত অ্যামোনিয়া দ্রবণ যোগ করুন। দু-এক মিলি. বেশি দিন। এবার ফোঁটা ফোঁটা ইথানল নাড়তে নাড়তে যোগ করুন—যে পর্যন্ত না নীল অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়। জলগাহে 60°C এ গরম করুন, নাড়ুন এবং অধঃক্ষেপ গুলে যাওয়া পর্যন্ত অপেক্ষা করুন। গরম গরম ফিল্টার করে নিন। পরিশ্রুতকে বিকারে স্থানান্তরিত করে ওয়াশ-ব্লাস দিয়ে ঢেকে রেখে দিন। কেলাসিত হতে থাকুক। ঘণ্টাখানেক পরে দেখবেন কেলাস জমা হয়েছে, আর ওপরের তরল প্রায় বর্ণহীন বা খুব ফিকা হয়ে গেছে। বুকনার ফিল্টার যন্ত্রে কেলাস ফিল্টার করে নিয়ে ইথানল দিয়ে ধুয়ে নিন। পাম্পে যতটা সম্ভব শুনো করে পেট্রি ডিসে নিয়ে শোষকাধারে শুকনো করুন।

4.3.4 শতকরা উৎপাদন নির্ণয় :

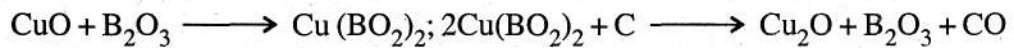
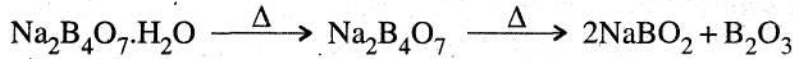
জটিল লবণের ওজন নিন। শতকরা উৎপাদন বের করুন।

4.3.5 পরিচয় নির্ণায়ক পরীক্ষা :

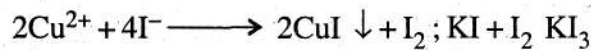
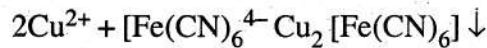
জটিল লবণটিতে যে Cu^{2+} , NH_3 ও SO_4^{2-} আছে তা বুঝতে নীচের পরীক্ষাগুলি করতে পারেন।

(i) Cu^{2+} আয়ন

- (a) প্লাটিনাম তারের আংটিতে স্বচ্ছ সোহাগা গুটি তৈরি করে যৌগটিতে ছুঁয়ে পর্যায়ক্রমে জারণ ও বিজারণ শিখায় গরম করুন। গুটির রঙ যথাক্রমে আকাশী নীল এবং লাল ও অস্বচ্ছ হবে।



- (b) একটি কাচের পরীক্ষানলে অল্প একটু লবণ নিয়ে জলে দ্রবীভূত করে অ্যাসিটিক অ্যাসিড দিয়ে অম্লীকৃত করে দুটি অংশে ভাগ করুন। এক অংশে পটাশিয়াম ফেরোসায়ানাইড ও অপর অংশে পটাশিয়াম আয়োডাইড দ্রবণ যোগ করুন। প্রথম ক্ষেত্রে বাদামি অধঃক্ষেপ ও দ্বিতীয় ক্ষেত্রে সাদা অধঃক্ষেপ ও বাদামি বর্ণের দ্রবণ পাবেন।



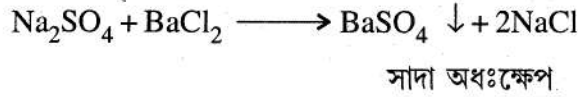
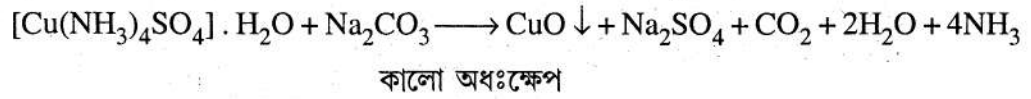
(ii) NH_3

অল্প একটু যৌগ নিয়ে কয়েক ফোঁটা সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড (NaOH) দ্রবণ সহযোগে গরম করুন।

অ্যামোনিয়া গ্যাসের (NH₃) ঝাঁঝাল গন্ধ পাবেন। এই গ্যাসে যদি হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড সিক্ত একটি গ্লাসরড ধরা যায় তবে সাদা ধোঁয়ার সৃষ্টি হবে।

(ii) SO₄²⁻

অল্প পরিমাণ যৌগ নিয়ে 0.1 গ্রাম মতো Na₂CO₃ ও 2 মিলি জল নিয়ে গরম করুন। CuO-এর কালো অধঃক্ষেপ পড়বে। ফিল্টার করে নিন। পরিস্রুত-এর সঙ্গে লঘু HCl যোগ করে গরম করুন। যে পর্যন্ত না CO₂ নির্গমন বন্ধ হয়। ঠান্ডা করে BaCl₂-এর দ্রবণ যোগ করুন। BaSO₄ অধঃক্ষেপ পড়বে।



অনুশীলনী-2 :

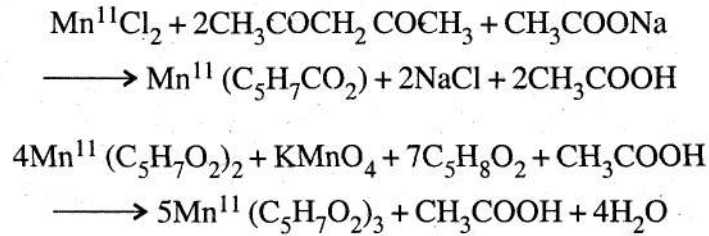
- প্রাপ্ত যৌগের শতকরা উৎপাদন বের করুন।
- [Cu(NH₃)₄](NO₃)₂ প্রস্তুতিতে কী কী রাসায়নিক দ্রব্যের প্রয়োজন তার তালিকা প্রস্তুত করুন।
- [Ni(NH₃)₄]SO₄ প্রস্তুতির একটি পদ্ধতি নির্দেশ করুন।

4.4 তৃতীয় পরীক্ষা : ট্রিস(অ্যাসিটাইল অ্যাসিটোনেটো) ম্যাঙ্গানিজ (III) প্রস্তুতি :

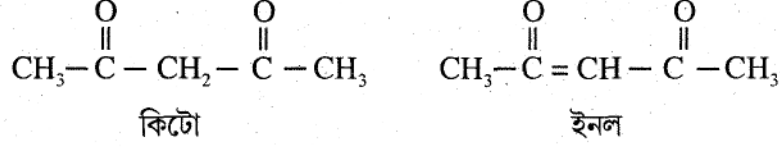
এই পরীক্ষায় আপনারা উক্ত নামের জটিল যৌগ প্রস্তুত করবেন।

4.4.1 নীতি :

ম্যাঙ্গানিজ (II) ক্লোরাইড, অ্যাসিটাইল অ্যাসিটোন ও সোডিয়াম অ্যাসিটেটের বিক্রিয়ায় ঈঙ্গিত জটিল উৎপন্ন হয়।



অ্যাসিটাইল অ্যাসিটোনের আণবিক সংকেত $C_5H_8O_2$, যৌগটির গঠন সংকেত :



অ্যাসিটাইল অ্যাসিটোনকে সংক্ষেপে লেখা হয় “acac”

4.4.2 প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্যাদি :

(i) $MnCl_2 \cdot 3H_2O$ 2.5 গ্রাম ; (ii) CH_3COONa 6.5 গ্রাম ; (iii) অ্যাসিটাইল-অ্যাসিটোন 10 মিলি ; (iv) $KMnO_4$ -এর (N) দ্রবণ 15 মিলি ; (v) বরফ।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি :

(i) খল নুড়ি (ii) বিকার (250 মিলি) 1টি (iii) আলোড়ক কাঠি 1টি (iv) মাপনী চোঙ (10 মিলি) 1টি ; (v) জলগাহ (vi) বুকনার ফিল্টার 1 সেট (viii) ফিল্টার কাগজ কয়েকটি (viii) বরফ-গাহ (ix) শোষণকাধার।

4.4.3 প্রস্তুত প্রণালী :

2.5 গ্রাম $MnCl_2 \cdot 3H_2O$ ওজন গুঁড়ো করে নিন। 3.5 গ্রাম CH_3COONa ওজন করে গুঁড়ো করে নিন। বিকারে দাঁটিকে মিশিয়ে 100 মিলি জল যোগ করে নাড়ুন যাতে একটি স্বচ্ছ দ্রবণ উৎপন্ন হয়। এবার দ্রবণ ভাল করে নাড়তে নাড়তে তার সঞ্জে 10 মি.লি. অ্যাসিটাইল অ্যাসিটোন যোগ করুন। উৎপন্ন দ্বি-দশা মিশ্রণে 15 মিলি (N) $KMnO_4$ দ্রবণ যোগ করে নাড়ুন। কয়েক মিনিট পরে আবার 3 গ্রাম সোডিয়াম অ্যাসিটেট (CH_3COONa) যোগ করুন। মিশ্রণটিকে $60^\circ C$ এ 10 মিনিট গরম করুন। বরফ-গাহে ঠাণ্ডা করে যৌগটি ফিল্টার করে নিন। ঠাণ্ডা জলে ধুয়ে পরে শুকিয়ে নিন। উৎপাদন 2.5-3 গ্রাম।

4.4.4 শতকরা উপাদান নির্ণয় :

প্রাপ্ত জটিলের ওজন লিপিবদ্ধ করুন। শতকরা উৎপাদন বের করুন।

4.4.5 ম্যাঙ্গানিজ :

একটি আর্লেনমায়ার ফ্লাস্কে 0.1 গ্রাম জটিল নিয়ে তার সঞ্জে 5 মিলি গাঢ় H_2SO_4 যোগ করুন। ফ্লাস্কের মুখে একটি ফানেল রেখে অ্যাসবেস্টস্ বোর্ডের ওপর বসিয়ে ধূস্র-কক্ষে রেখে উত্তপ্ত করুন। দেখবেন উৎপন্ন সাদা ধোঁয়া যাতে বেরিয়ে না যায়, অথচ ঐ সাদা ধোঁয়া ফ্লাস্কের মধ্যে থাকে। এজন্য উত্তাপন নিয়ন্ত্রণ করতে হবে। যখন পরিষ্কার দ্রবণ পাওয়া যাবে, তখন খুব সাবধানে জল মিশিয়ে দ্রবণ 15 মিলি করতে হবে। এরপর তা থেকে 2 মিলি নিয়ে ঠাণ্ডা করে এর মধ্যে একটু সোডিয়াম বিসমিউথেট যোগ করে থিতোতে দিন। উপরের স্বচ্ছ তরলের রঙ বেগুনি হয়েছে দেখা যাবে। এতে Mn এর উপস্থিতি প্রমাণিত হয়।

অনুশীলনী-3 :

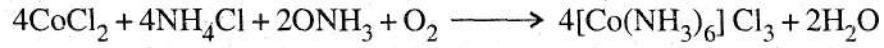
- প্রস্তুতিতে CH_3COONa -র ভূমিকা কী ?
- KMnO_4 -এর কাজ কী ?
- উৎপন্ন জটিল লবণের গঠন আঁকুন।

4.5 চতুর্থ পরীক্ষা : হেক্সামিনকোবাল্ট (III) অক্সালেট টেট্রাহাইড্রেট, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ প্রস্তুতি :

4.5.1 নীতি :

দুই ধাপে জটিলটি প্রস্তুত করা হয়।

প্রথম ধাপ : কোবাল্ট (II) ক্লোরাইডকে অ্যামোনিয়ার উপস্থিতিতে বায়ুর অক্সিজেনের সাহায্যে জারিত করে হেক্সামিনকোবাল্ট (III) ক্লোরাইড প্রস্তুত করা হয়।



4.5.2 প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্যাদি :

- কোবাল্ট (II) ক্লোরাইড হেক্সাহাইড্রেট ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)
- অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (NH_4Cl)
- সক্রিয় অঙ্গার (activated charcoal)
- সোডিয়াম অক্সালেট ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$)
- গাঢ় অ্যামোনিয়া দ্রবণ (NH_4OH)
- গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (HCl) দ্রবণ
- রেস্টিফায়েড স্পিরিট
- পাতিত জল
- বরফ, খাদ্যলবণ
- অক্সিজেন (বায়ু)

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি :

- বিকার 100 মিলি 1টি ; বিকার 250 মিলি 1টি (ii) কাচের আলোড়ক দণ্ড 1টি (iii) মাপনী চোঙ 10 মিলি 1টি ; মাপনী চোঙ 50 মিলি 1টি (iv) বুকনার ফানেল এবং ফিল্টারিং ফ্লাস্ক 1 সেট (v) ফিল্টার

কাগজ কয়েকটি (vi) থার্মোমিটার 1টি (vii) বুনসেন দীপ (ix) শোষণকাধার 1টি (x) নীল লিটমাস কাগজ-
কয়েকটি (xi) বরফগাহ 1টি (xii) বায়ুচালনার যন্ত্র।

4.5.3 প্রস্তুত প্রণালী :

প্রথম ধাপ :

6 গ্রাম কোবাল্ট (II) ক্লোরাইড হেক্সাহাইড্রেট ও 4 গ্রা. NH_4Cl 5 মিলি জলে ঢালুন। নেড়ে দ্রবণ তৈরি
করুন। 0.1 গ্রাম সক্রিয় অজ্জার (অনুঘটক) ও 12.5 মিলি গাঢ় অ্যামোনিয়া দ্রবণ (NH_4OH) খুব জোরে বায়ু
চালনা করুন—যতক্ষণ না লাল দ্রবণ হলুদ-বাদামি হয় (~ 4 ঘণ্ট)।

প্রাপ্ত কেলাস ও অজ্জার একসাথে পরিষ্কাবণ পদ্ধতিতে পৃথক করুন। বুকনার ফানেলে প্রাপ্ত এই
মিশ্রিত কঠিনে 40 মিলি জল 0.6 মিলি হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের মিশ্রণ যোগ করুন। এমনভাবে অ্যাসিড
মিশ্রিত করুন যাতে সমস্ত দ্রবণ আঙ্গিক হয়। গরম করে দ্রবীভূত করুন ও গরম অবস্থায় ফিল্টার করুন।
প্রাপ্ত দ্রবণে 10 মিলি গাঢ় HCl যোগ করে ধীরে ধীরে 0°C এ ঠান্ডা করুন। প্রাপ্ত কেলাসকে পরিষ্কাবণ
প্রক্রিয়ায় পৃথক করে রেঙ্কিফায়েড স্পিরিট দিয়ে ধুয়ে $80-100^\circ\text{C}$ এ ঠান্ডা করুন। প্রাপ্ত কেলাসকে পরিষ্কাবণ
প্রক্রিয়ায় পৃথক করে রেঙ্কিফায়েড স্পিরিট দিয়ে ধুয়ে $80-100^\circ\text{C}$ এ শুকিয়ে নিন।

দ্বিতীয় ধাপ :

প্রাপ্ত ক্লোরাইডকে 50 মিলি জলে গরম করে দ্রবীভূত করুন। তার সঙ্গে গুঁড়ো করা 5 গ্রাম সোডিয়াম
অক্সালেট যোগ করে নাড়ুন। প্রাপ্ত কঠিনকে ফিল্টার করে, ঠান্ডা জলে ধুয়ে 96°C এ শুষ্ক করে নিন।
বিক্রিয়াটি পূর্ণমাত্রিক (quantitative)।

অনুশীলনী-4

- প্রতিটি ধাপে শতকরা উৎপাদন বের করুন
- দ্বিতীয় ধাপ সত্যিই পূর্ণমাত্রিক কিনা লক্ষ্য করুন।
- সংশ্লিষ্ট আয়নের পরিচয় নির্ণায়ক পরীক্ষা প্রণয়ন করে সংঘটিত করুন।

4.6 সারাংশ

এই পর্যায়ে আমরা নীচের চারটি অজ্জের যৌগের প্রস্তুতি, শুদ্ধীকরণ ও সংশ্লিষ্ট নির্ণায়ক পরীক্ষা
আলোচনা করেছি। এই পরীক্ষাগুলি করে আপনি অজ্জের যৌগের প্রস্তুতি-প্রকরণ সম্বন্ধে ধারণা করতে
পেরেছেন :

- ক্রোম অ্যালাম—এটি একটি যুগ্ম লবণ
- টেট্রাঅ্যামিনকপার (II) সালফেট মনোহাইড্রেট

- ট্রিস্‌অ্যাসিটাইল অ্যাসিটোনেটোম্যাঞ্জানিজ (III)
- হেক্সাঅ্যামিনকোবাল্ট (II) অক্সালেট টেট্রাহাইড্রেট। শেষের তিনটি জটিল যৌগ।
এই পরীক্ষাগুলির ফলে যুগ্মলবণ ও জটিল যৌগের পার্থক্য সম্বন্ধেও আপনার ধারণা হয়েছে।

4.7 উত্তরমালা

অনুশীলনী-1

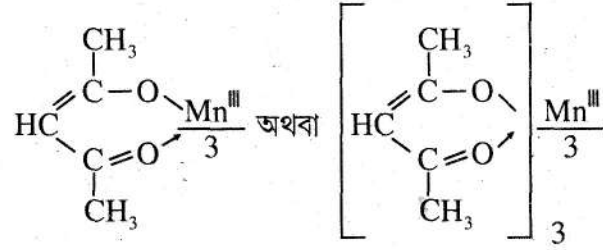
- (a) নিজে করুন ; (b) 12(N); (c) 948.76 গ্রাম মোল-1

অনুশীলনী-2

- (a) নিজে করুন ; (b) নিজে চেষ্টা করুন ; (c) নিজে চেষ্টা করুন

অনুশীলনী-3

- (a) উৎপন্ন HCl কে প্রশমিত করা (b) Mn(II) কে Mn(III)-তে জারিত করা।



অনুশীলনী-4

- (a) নিজে করুন ; (b) ও (c) নির্দেশমতো চেষ্টা করুন।

ECH - 04

BLOCK - 2

ORGANIC CHEMISTRY

একক 5 □ জৈব রসায়নাগারে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি এবং বিভিন্ন পরীক্ষাগত পদ্ধতি

গঠন

- 5.1 - প্রস্তাবনা, উদ্দেশ্য
- 5.2 জৈব রসায়নাগারে ব্যবহৃত বিভিন্ন যন্ত্রপাতি
 - 5.2.1 যন্ত্রপাতির সাধারণ পরিচয়
 - 5.2.2 কাচের যন্ত্রপাতির পরিষ্করণ ও শুষ্ককরণ
- 5.3 সাধারণ রসায়নাগারে পদ্ধতি
 - 5.3.1 উত্তাপন
 - 5.3.2 পুনঃপাতন প্রক্রিয়ায় উত্তাপন
 - 5.3.3 শীতলীকরণ পদ্ধতি
 - 5.3.4 আলোড়িত করার পদ্ধতি
 - 5.3.5 পরিস্রাবণ বা ছাঁকন
- 5.4 পৃথকীকরণ ও বিশুদ্ধিকরণ পদ্ধতি
 - 5.4.1 দ্রাবক নিষ্কাশন পদ্ধতি
 - 5.4.2 কেলাসন
 - 5.4.3 উর্ধপাতন
 - 5.4.4 পাতন ও আংশিক পাতন
- 5.5 বিশুদ্ধির পরীক্ষা
 - 5.5.1 গলনাঙ্ক নির্ণয়
 - 5.5.2 স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয়
- 5.6 উত্তরমালা

5.1 প্রস্তাবনা

জৈব যৌগের গুণগত বিশ্লেষণের জন্য এবং জৈব প্রস্তুতির জন্য বিভিন্ন রসায়নাগারে পদ্ধতির প্রয়োগ করা হয়। এইসব রসায়নাগারে পদ্ধতির জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি এখানে আলোচনা করা হল। এইসব পদ্ধতির সাধারণ তত্ত্ব ও এই পদ্ধতিগুলি কীভাবে করা হয় তাও সংক্ষেপে বলা হল। কাচের যন্ত্রপাতি কীভাবে পরিষ্কার ও শুষ্ক করা যায় তাও আলোচনা করা হল।

জৈব রসায়নাগারে কিছু সাধারণ পদ্ধতি যেমন উত্তাপন, শীতলীকরণ, আলোড়িত করণ 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 কোনো জৈব কঠিন বিশুদ্ধ কী না তার গলনাঙ্ক থেকে তার সম্বন্ধে ধারণা করা যায়। কোনো জৈব তরলের স্ফুটনাঙ্ক থেকে তার বিশুদ্ধতা সম্বন্ধে জানা যায়। এই একক অধ্যয়ন করে কীভাবে গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয় করা যায় সে সম্বন্ধেও আপনার ধারণা হবে।

উদ্দেশ্য

এই একটি অধ্যয়ন করে আপনি যে যে বিষয় জানতে পারবেন সেগুলি হল—

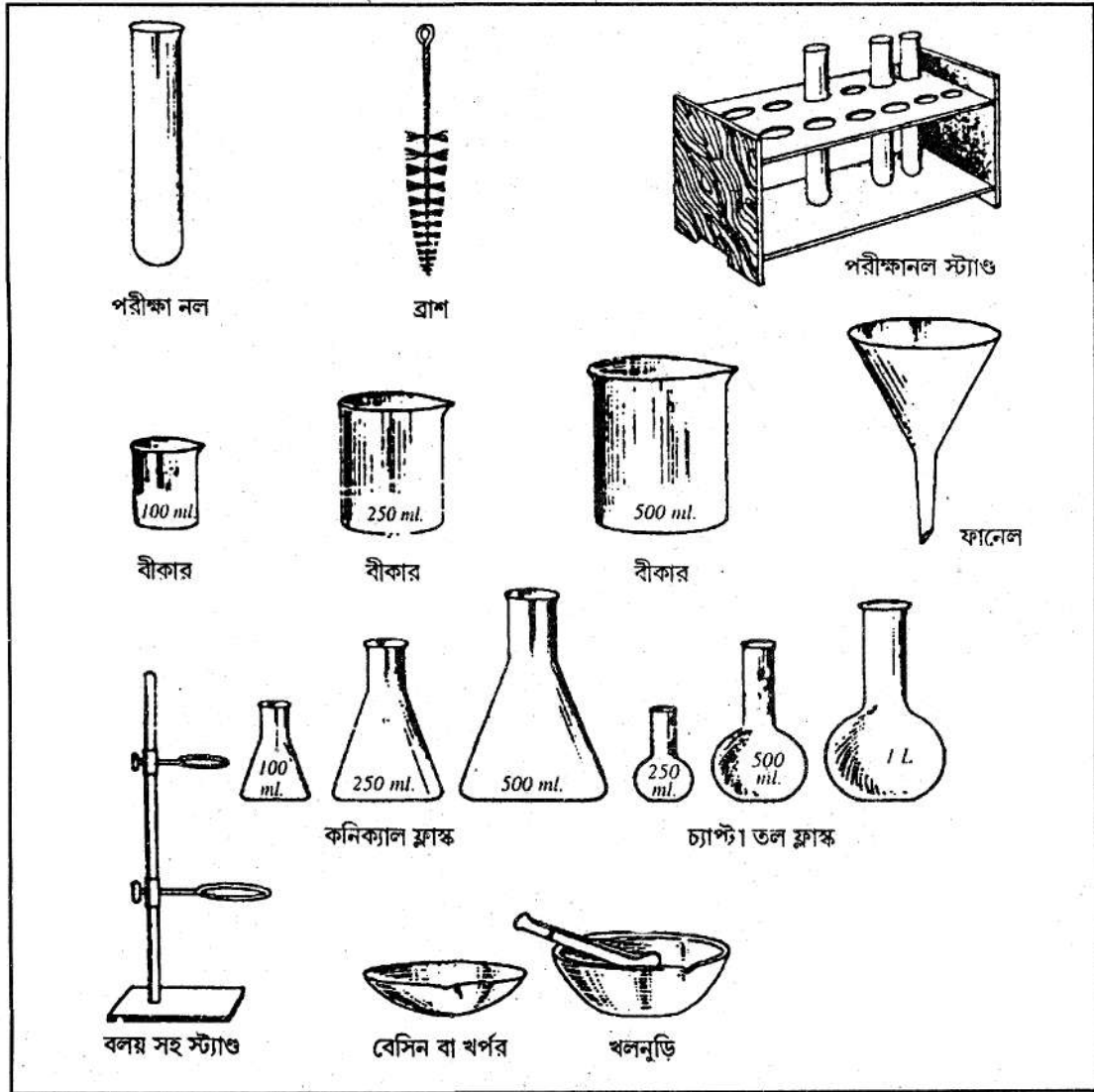
- জৈব রসায়নাগারে যেসব যন্ত্রপাতি ব্যবহৃত হয় তাদের নাম
- ব্যবহৃত যন্ত্রপাতিগুলি, তা সাধারণ যন্ত্রপাতিই হোক বা বিশেষ ধরনের যন্ত্রপাতিই হোক, কী উপায়ে পরিষ্কার করা হয়।
- কোন যন্ত্রটি কখন কীভাবে ব্যবহার করতে হবে—যেমন ধরুন পাতন, পুনঃপাতন বা আংশিক পাতনের জন্য কোন যন্ত্রটি আপনি বেছে নেবেন।
- কাচের যন্ত্রপাতি সজ্জিত করা ও খোলার সময় কী সতর্কতা অবলম্বন করবেন।
- সাধারণ রসায়নাগারে পদ্ধতিগুলি কী কী এবং তাদের প্রয়োগ পদ্ধতি।
যেমন ধরুন উত্তাপন। এই পদ্ধতিতে কোনো জৈব যৌগের মিশ্রণকে কী ধরনের পাত্রে নিতে হবে এবং কখন তারজালিতে, কখন জলগাহে, কখন তৈলগাহে বা কখন বালিগাহে উত্তপ্ত করতে হবে। আবার পরিস্রাবণ পদ্ধতিতে পৃথকীকরণের জন্য বিশেষভাবে ভাঁজ করা ফিল্টার কাগজ (Fluted filter paper) কখন ব্যবহার করা হয় এবং এর সুবিধা কী।
- কীভাবে জৈব যৌগগুলি মিশ্রণ বা অপদ্রব্য থেকে পৃথক করা হয় এবং কীভাবে এদের বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া যায়। শীতক কেন ব্যবহার করা হয় ; শীতক ব্যবহারের সুবিধা কী।
- জৈব যৌগের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক কীভাবে নির্ণয় করতে হয় এবং এর জন্য কোনো কোনো বিশেষ যন্ত্র ব্যবহৃত হয়।

5.2 জৈব রসায়নাগারে ব্যবহৃত বিভিন্ন যন্ত্রপাতি :

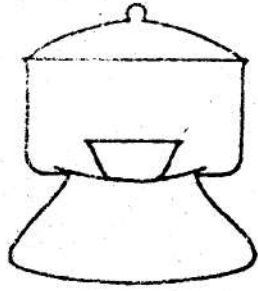
জৈব গুণগত বিশ্লেষণের জন্য, জৈব প্রস্তুতির জন্য এবং রসায়নাগারে বিভিন্ন প্রক্রিয়ার জন্য যে যন্ত্রপাতিগুলি সাধারণত প্রয়োজন হয় নীচে সেগুলি দেখান হল :

5.2.1 যন্ত্রপাতির সাধারণ পরিচয় :

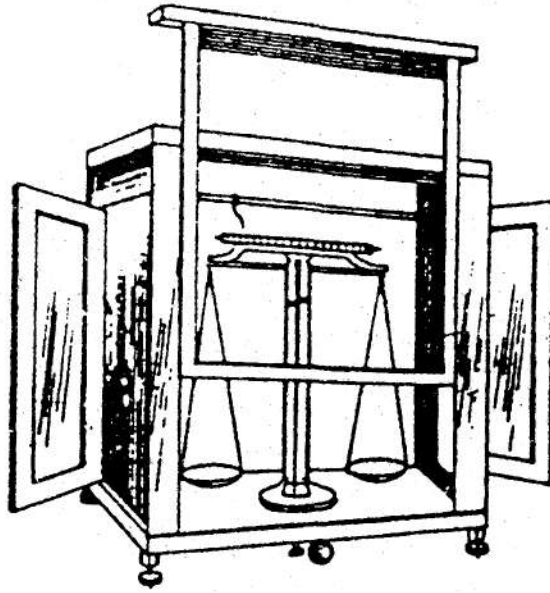
নীচে কিছু যন্ত্রপাতির ছবি, যেগুলি সচরাচর পরীক্ষাগারে ব্যবহৃত হয়, দেখান হল। প্রত্যেকটির নীচে নাম উল্লেখ করা হয়েছে যাতে আপনি সহজেই যন্ত্রপাতিগুলি চিনতে পারেন।



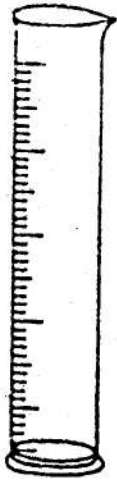
ছবি নং 5.1



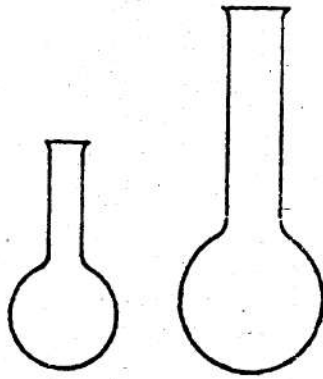
শোষকাধার



তুলা যন্ত্র



মাপক চোঙ

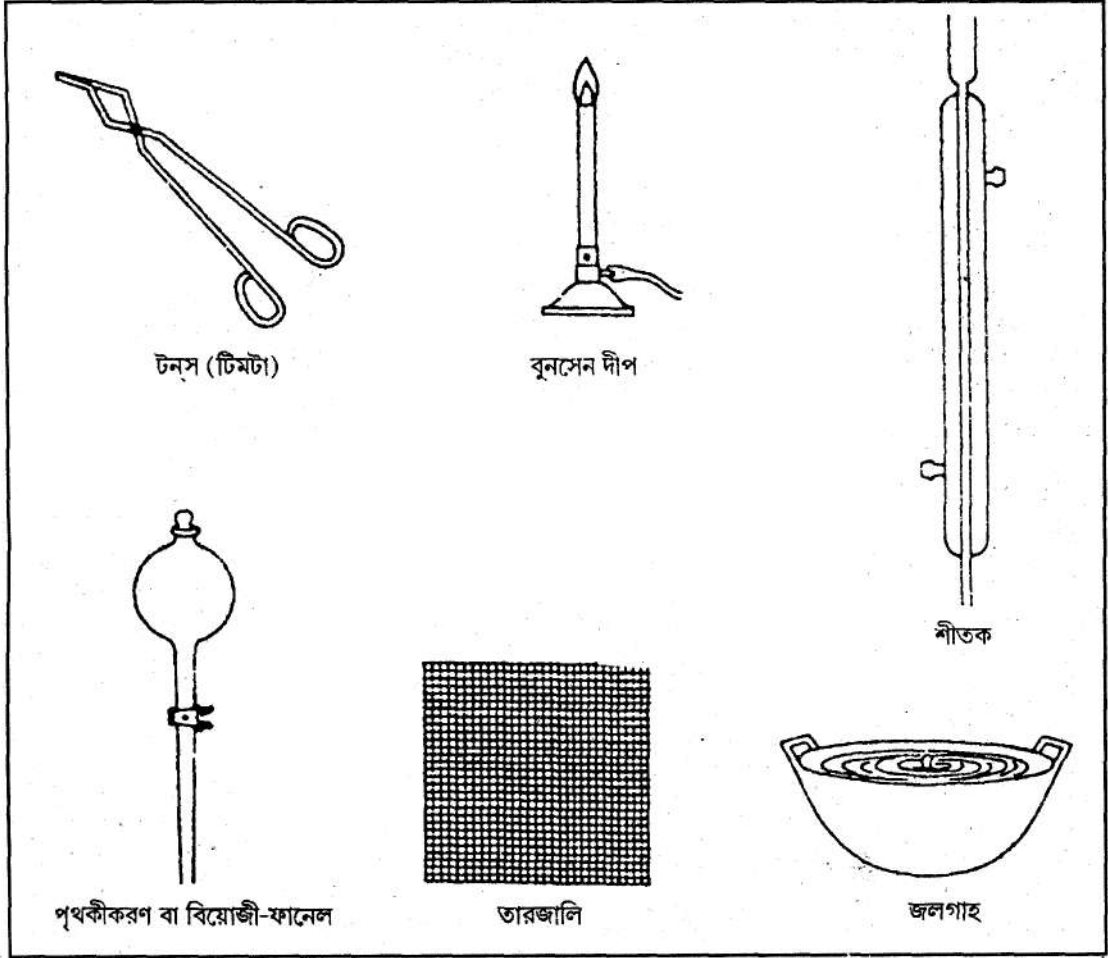


গোলতল ফ্লাস্ক

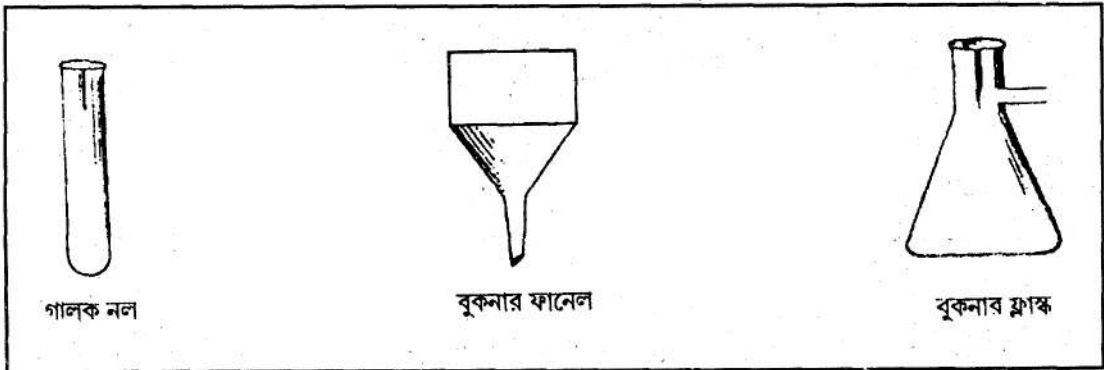


তারজালি সমেত ত্রিপদ স্ট্যান্ড

ছবি নং 5.2



ছবি নং 5.3



ছবি নং 5.4

5.2.2 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 নোংরা হয়ে যায়। পরীক্ষা শেষ হওয়ার পরপরই যন্ত্রপাতি পরিষ্কার করে নিতে হবে। ফেলে রেখে পরে

অনেক সময় জৈব নোংরা লেগে থাকলে অ্যাসিটোন বা অ্যালকোহল দিয়ে ভিজিয়ে রাখলে নোংরা সহজে দূর করা যায়।

পরিষ্কার করতে গেলে নোংরা এমনভাবে এঁটে বসে যায় যে তখন এই সব নোংরা যন্ত্রপাতি পরিষ্কার করা বেশ সময়সাপেক্ষ ও কষ্টসাধ্য হয়ে পড়ে।

অপরিষ্কার কাচের যন্ত্রপাতি প্রথমে সোডা বা সাবান-জল দিয়ে ব্রাশের সাহায্যে ভালোভাবে ঘষে ঘষে পরিষ্কার করা হয়। তারপর কলের জল দিয়ে ভালো করে ধুয়ে নিয়ে লঘু HNO_3 অ্যাসিড দিয়ে ভালো করে ধুয়ে নেওয়া হয়। তারপর আবার কলের জল দিয়ে ভালো করে ধুয়ে

প্রয়োজন হলে পাতিত জল দিয়ে ধুয়ে নেওয়া হয়। যদি যন্ত্রপাতি খুব নোংরা বা তৈলাক্ত হয় তবে ক্রোমিক অ্যাসিড $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 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) ভালো করে ধুয়ে নেওয়া হয়।

কাচের যন্ত্রপাতি ভালো করে ধোওয়ার পর জল ঝরনার জন্য কোনো ধারকের উপর উপর করে রেখে দেওয়া হয়। জলে সম্পূর্ণ ঝরে যাওয়ার পর $110^\circ-120^\circ$ সেত উত্তপ্ত বায়ুচুল্লিতে রেখে দিয়ে শুষ্ক করা

প্রমাণ-সংযোগ যুক্ত এবং অংশাঙ্কিত কাচের যন্ত্রপাতি উত্তাপ দিয়ে শুষ্ক করা নিষেধ। এদের অ্যাসিটোন দিয়ে নিংড়ে নিয়ে অ্যাসিটোন ঝরিয়ে বায়ুতেই শুষ্ক করা হয়।

হয়। অনেক সময় উন্মুক্ত শিখায় উত্তপ্ত করে (flame dried) শুষ্ক করা বেশি কার্যকরী হয়। কাচের পাত্রটির মুখের দিক রুমাল বা পরিষ্কার কাপড়ের টুকরো দিয়ে ধরে অপর দিক মুক্ত শিখায় ঘুরিয়ে ঘুরিয়ে সাবধানে উত্তপ্ত করে শুষ্ক করে নেওয়া হয়। মুখের কাচের 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 ভালোভাবে নিংড়ে নেওয়া হয়। অ্যাসিটোন ঝরিয়ে নিয়ে আগের মতোই বায়ুচুল্লিতে বা মুক্ত শিখায় উত্তপ্ত করে শুষ্ক করে নেওয়া হয়।

উত্তপ্ত বায়ুপ্রবাহ সৃষ্টিকারী যন্ত্রের (hot blower) সাহায্যে উত্তপ্ত বায়ুপ্রবাহিত করেও কাচের যন্ত্রপাতি শুষ্ক করা যায়।

অনুশীলনী :

- (1) কাচের কোন যন্ত্রপাতি জল দিয়ে ধোয়ার পর ইথার দিয়ে ধুয়ে শুষ্ক করা যায় কী ?
- (2) অংশাঙ্কিত যন্ত্রপাতি উত্তাপ দিয়ে শুষ্ক করা হয় না কেন ?

5.2.3 কাচের যন্ত্রপাতি সজ্জিত করা ও খোলার সময় সতর্কতা :

কাচের যন্ত্রপাতি কখনও অনর্থক চাপ দিয়ে আটকান বা খোলা উচিত নয়। কর্কে কাচের যন্ত্র ঢোকানর

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 ?

5.3 সাধারণ রসায়নাগার পদ্ধতি

5.3.1 উত্তাপন :



গোলতল ফ্লাস্ক

মুক্তশিখায় উত্তাপন :

রসায়নাগারে উত্তাপন একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ প্রক্রিয়া ভৌত প্রক্রিয়া যেমন, পাতন, উর্ধ্বপাতন 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 ভাঙন ঘটে আবার সমযোজী বন্ধন গঠিত হয়। তাই অনেক জৈব বিক্রিয়াতেই উত্তাপ প্রয়োগের প্রয়োজন হয়। এখানে উত্তাপের কয়েকটি পদ্ধতির সঙ্গে আপনাকে পরিচিত করান হল।

যদি কোনো অদ্রাঘ্য পদার্থ বা মিশ্রণকে উত্তপ্ত করার প্রয়োজন হয় তবে মুক্ত শিখায় উত্তপ্ত করা হয়। একটি তারজালির উপর 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।

জলগাহে উত্তাপন :

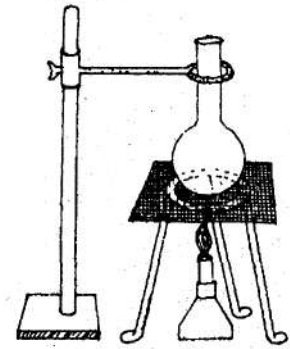
যে মাধ্যমে বিক্রিয়াটি ঘটানো হচ্ছে যদি দাহ্য হয় এবং স্ফুটনাঙ্ক যদি 100° এর কম হয় তবে জলগাহে উত্তপ্ত করা হয়। আবার 100° সে. এর কম তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করার প্রয়োজন হলেও জলগাহ ব্যবহার করা হয়।



জলগাহ
ছবি নং 5.6

জলগাহের চিত্র নীচে দেওয়া হল। জলগাহ বিদ্যুতের সাহায্যে উত্তপ্ত করার ব্যবস্থা থাকে এবং জলগাহে জলের পরিমাণ যাতে স্থির থাকে তারও ব্যবস্থা থাকে।

জলগাহ কপার বা স্টিলের তৈরি হতে পারে। জলগাহের সঙ্গে বিভিন্ন মাপের আংটা থাকে যাতে বিভিন্ন আকৃতির পাত্র জলগাহের উপর বসানো যায়।



ছবি নং 5.5
মুক্ত শিখায় তারজালির
উপর উত্তাপন

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 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। বালিগাহে হিসেবে লোহার সরা ব্যবহার করা যায়।

তৈলগাহে পাম্প অয়েল (প্যারাফিন অয়েল) ব্যবহার করা যায়। সব থেকে ভালো সিলিকোন 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 কী ব্যবহার করবেন ?
- (6) তৈলগাহ ও বালিগাহে উত্তপ্ত করার সুবিধা কী ?

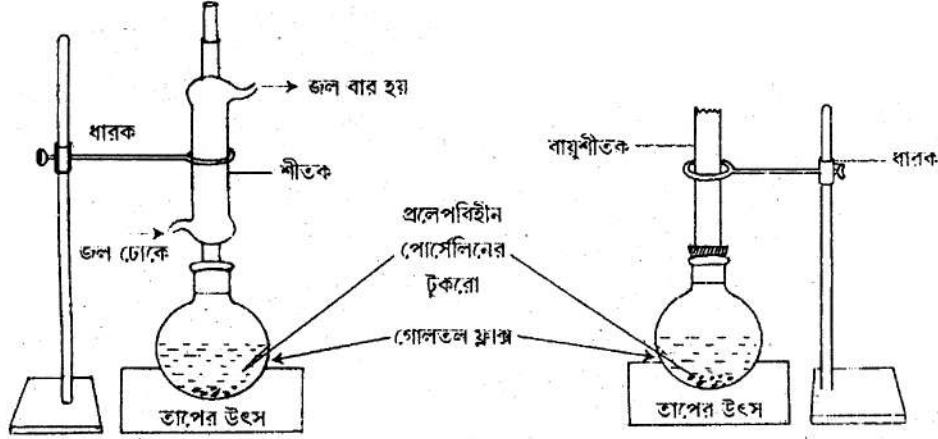
5.3.2 পুনঃপাতন প্রক্রিয়ায় উত্তাপন (Heating under reflux) :

জৈব বিক্রিয়া ঘটানোর জন্য অনেক সময় বিক্রিয়া-মিশ্রণকে (যার একটি উপাদান অংশই তরল) অনেকক্ষণ ফোঁটানোর প্রয়োজন হয়। এতে দ্রাবকটি, বিশেষতঃ 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 হল (বিক্রিয়া মিশ্রণের একটি উপাদান অবশ্যই তরল) এবং ফ্লাস্কের মুখে খাড়া করে একটি শীতক আটকানো হয়। আজকাল সাধারণত ফুটো করা কর্ক দিয়ে শীতক আটকানো হয় না। বাজার থেকে প্রমাণ-সংযোগযুক্ত যন্ত্রপাতি (Standard joint apparatus) পাওয়া যায়। যেমন B-10, B-14, B-19, B-24 মুখযুক্ত গোলতল ফ্লাস্ক এবং তাদের মুখে আটকান উপযুক্ত B-10, B-14, B-19, B-24 সংযোগযুক্ত শীতক পাওয়া যায়। মাপগুলো গল ছোটো 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 ইতারের ক্ষেত্রে, বরফশীতল জল চালনা করা প্রয়োজন হয়। শীতকের নীচের 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 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..... 5.7)।



জলশীতক দিয়ে পুনঃপাতন পদ্ধতি উত্তাপন

বায়ুশীতক দিয়ে পুনঃপাতন পদ্ধতিতে উত্তাপন

ছবি নং 5.7 পুনঃপাতন পদ্ধতিতে উত্তাপন

অনেক সময় কোনো তরলের শুষ্কীকরণের জন্যও পুনঃপাতন করা হয়। যেমন, সোডিয়ামের টুকরো সহযোগে পুনঃপাতন করে বেনজিনকে জলমুক্ত করা হয়। আবার, ম্যাগনেসিয়ামের ছিঁড়া 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। যদি বিক্রিয়া মিশ্রণটি পুরোটাই তরল হয় তবে তার মধ্যে কয়েকটি প্রলেপ বিহীন পোর্সেলিনের 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।

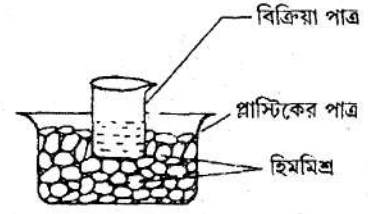
অনুশীলনী :

(7) একটি এস্টারের আর্দ্র-বিশ্লেষণ ঘটানর জন্য অ্যালকোহলীয় KOH দ্রবণ দিয়ে আধ ঘণ্টা ফেটাতে হবে। আপনি জলগাহের উপর প্রত্যক্ষ উত্তাপন ও পুনঃপাতন পদ্ধতিতে উত্তাপনের মধ্যে কোনো পদ্ধতিটি বেছে নেবেন? কেন?

5.3.3 শীতলীকরণ পদ্ধতি :

অনেক বিক্রিয়া আছে যোগুলি তাপ-উদ্গারী। এই বিক্রিয়াগুলি ঘটানর সময় শীতল করার প্রয়োজন হয়।

শীতল করার জন্য প্রয়োজন অনুসারে জল, বরফ-জল বা বরফের গুঁড়ো ব্যবহার করা হয়। তাপমাত্রা যদি 0-5° সে. এর মধ্যে রাখার প্রয়োজন হয় তবে শীতল করার জন্য বরফের গুঁড়ো ব্যবহার করা যায়। আরও নম্রতর তাপমাত্রায় শীতল করার জন্য হিমমিশ্র ব্যবহার করা হয়। বরফের গুঁড়োর সঙ্গে খাদ্যলবণ মিশিয়ে হিম-মিশ্র ব্যবহার করে নেওয়া হয়। প্রতিটি ক্ষেত্রেই প্রয়োজনমতো উপযুক্ত মাপের প্লাস্টিকের পাত্র ব্যবহার করা হয়।



ছবি নং 5.8 : হিমমিশ্রে শীতলীকরণ

5.3.4 আলোড়িত করার পদ্ধতি :

বিক্রিয়া ঘটানোর সময় বিশেষত বিক্রিয়কগুলি 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 ভালোভাবে 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 বসিয়ে তড়িৎ-চুম্বকীয় আলোড়ক দিয়ে আলোড়িত করা যায়।

5.3.5 পরিস্রাবণ বা ছাঁকন (Filtration) :

জৈব রসায়নাগারে পরিস্রাবণ একটি সাধারণ পদ্ধতি। জৈব বিশ্লেষণের সময় এবং জৈব প্রস্তুতির সময় কঠিন ও তরলের মিশ্রণ থেকে কঠিন পদার্থকে পৃথক করার জন্য পরিস্রাবণ পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয়। প্রয়োজন অনুসারে পরিস্রাবণ সাধারণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপে বা নিম্নচাপে করা হয়।

সাধারণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপে পরিস্রাবণ :

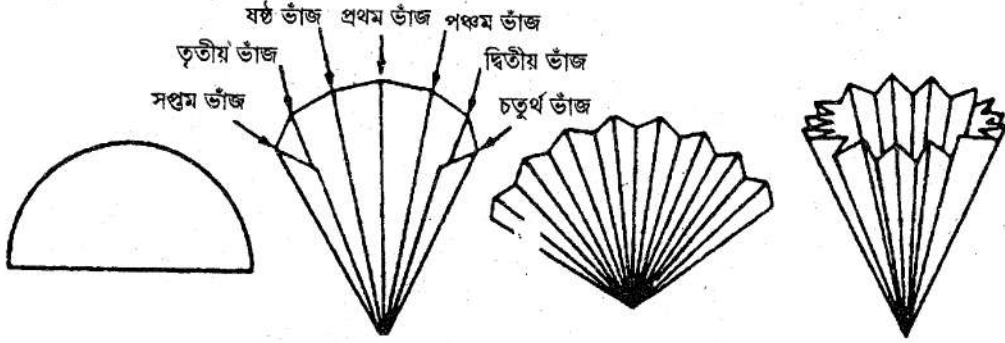
(1) সাধারণ গুণগত বিশ্লেষণের সময় অল্প পরিমাণ পদার্থকে দ্রুত পরিস্রাবণ করে নেওয়ার প্রয়োজন

পরিস্রাবণ করার সময় ফিল্টার কাগজের তিন চতুর্থাংশের বেশি মিশ্রণ দিয়ে ভর্তি করতে নেই।

হলে সাধারণভাবে ভাঁজ করে ফিল্টার কাগজের সাহায্যে পরিস্রাবণ করে নেওয়া হয়। একটি ফিল্টার কাগজ নিয়ে প্রথমে সমান দু'ভাগে ভাঁজ করা হয়। তারপর একে আবার সমান দু'ভাগে ভাজ করা হয়। এখন এক ভাগ একদিকে এবং তিনভাজ অন্যদিকে রেখে শঙ্কুর আকারে ভাঁজ খুলে একটি ফানেলের মধ্যে আঙুলের সাহায্যে আঁটো করে বসান হয়। পরিস্রাবণ করার আগে ফিল্টার কাগজকে উপযুক্ত দ্রাবক দিয়ে ভিজিয়ে নেওয়া হয়। আপনার উপদেষ্টা এ বিষয়ে আপনাকে সাহায্য করবেন।

(2) অনেক সময় বিশেষত জৈব প্রস্তুতির সময় অনেকটা পদার্থকে দ্রুত পরিস্রাবণ করার প্রয়োজন হয়। এইজন্য বিশেষভাবে খাঁজ কেটে ভাজ করা ফিল্টার কাগজ (fluted filter paper) ব্যবহার করতে হয়।

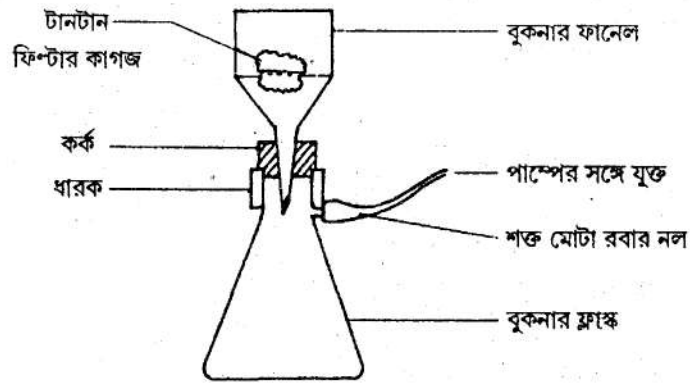
এইভাবে খাঁজ কাটা ফিল্টার কাগজ ব্যবহার করলে ফিল্টার কাগজের পৃষ্ঠ ক্ষেত্রফল বেড়ে যায় এবং তারফলে পরিস্রাবণ দ্রুত ঘটে। আপনার উপদেষ্টা এই বিশেষভাবে ফিল্টার কাগজ ভাঁজ করতে আপনাকে সাহায্য করবেন। পরিস্রাবণ করার আগে সবসময় ফিল্টার কাগজ দ্রাবক দিয়ে ভিজিয়ে নিতে হয়।



ছবি নং 5.9 : বিশেষভাবে ভাঁজ করা ফিল্টার কাগজ

নিম্নচাপে পরিস্রাবণ :

নিম্নচাপে পরিস্রাবণ করলে পরিস্রাবণ করলে পরিস্রাবণ অনেক দ্রুততার সঙ্গে ঘটে এবং পরিস্রাবণ করে প্রাপ্ত কঠিন থেকে দ্রাবককে বহুলাংশে টেনে বার করে দেওয়া সম্ভব হয়। এর ফলে পরবর্তী পর্যায়ে এই কঠিনকে শুষ্ক করার সহজতর হয়। এইভাবে ফিল্টার করার জন্য বুকনার ফানেল ও বুকনার ফ্লাস্ক ব্যবহার হয় (চিত্র 5.10)। বুকনার ফ্লাস্কের মুখে বুকনার ফানেলটি রবারের কর্কের সাহায্যে বায়ু নিরোধকভাবে আঁট 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 ভালো 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 ভালোভাবে ভিজিয়ে নেওয়া হয়। প্রথমে শোষক পাম্প চালু করা হয় এবং তারপর মিশ্রণটি বুকনার ফানেলের উপর ঢালা হয়। পরিস্রাবণ করার সময় মিশ্রণটি দিয়ে বুকনার ফানেলের তিন-চতুর্থাংশের বেশি ভর্তি করা হয় না।



ছবি নং 5.10 : বুকনার ফানেল ও ফ্লাস্ক ব্যবহার করে নিম্নচাপে পরিস্রাবণ

অনুশীলনী :

(৪) বিশেষভাবে খাঁজকেটে ভাজ করা ফিল্টার কাগজের সাহায্যে পরিষ্কাবণ করার সুবিধা কী ?

5.4 পৃথকীকরণ ও বিশুদ্ধিকরণ প্রক্রিয়া

জৈব বিক্রিয়া ঘটিয়ে আমরা যে বিক্রিয়াজাত পাই তো সাধারণত মিশ্রণ। এর কারণ হল : (1) সাধারণত জৈব বিক্রিয়াগুলিতে কাঙ্ক্ষিত বিক্রিয়াজাত ছাড়াও অবাস্তিত পার্শ্ব-বিক্রিয়াজাত উৎপন্ন হয় ; (2) জৈব বিক্রিয়াগুলি সাধারণত সম্পূর্ণত ঘটে না, বিক্রিয়াজাত-র সঙ্গে বিক্রিয়ক মিশে থাকে। তাই জৈব সংশ্লেষণে বা প্রস্তুতিতে পৃথকীকরণের ও বিশুদ্ধিকরণ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে কাঙ্ক্ষিত পদার্থকে সংগ্রহ করা হয়। আবার প্রকৃতিজাত পদার্থগুলিকে যেমন, উদ্ভিজ্জ-জাত পদার্থগুলিকে সংগ্রহ করার জন্য পৃথকীকরণ ও বিশুদ্ধিকরণ প্রক্রিয়ার প্রয়োগ করতে হয়। কাঙ্ক্ষিত পদার্থটি সংগ্রহ করার পর তার বিশুদ্ধতা পরীক্ষা করা হয়। এখানে প্রথমে পৃথকীকরণ ও বিশুদ্ধিকরণ প্রক্রিয়াগুলি আলোচনা করা হল। তারপর বিশুদ্ধতার পরীক্ষাগুলি দেওয়া হল।

5.4.1 দ্রাবক-নিষ্কাশন পদ্ধতি :

দ্রবণে, সাধারণত জলীয় দ্রবণে, একাধিক পদার্থ থাকলে উপযুক্ত দ্রাবক দিয়ে নিষ্কাশন করে পদার্থগুলিকে পৃথক করা যায়। যেমন, জলীয় দ্রবণে আয়নীয় জৈব পদার্থের মিশ্রণ থাকলে ইথার দিয়ে নিষ্কাশন করে পদার্থ দুটিকে পৃথক করা যায়। ইথার অনায়নীয় জৈব পদার্থটিকে দ্রবীভূত করে নিষ্কাশিত করে এবং জলীয় দ্রবণে আয়নীয় পদার্থটি থেকে যায়।

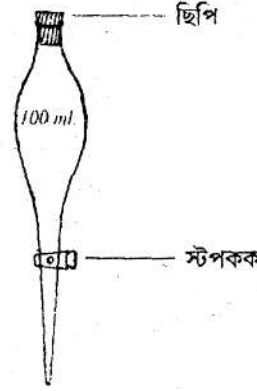
পরস্পর মেশে না এমন দুটি তরল দশার মধ্যে দ্রাবের বন্ডিত হওয়ার সূত্রের উপর নির্ভর করে দ্রাবক-নিষ্কাশন পদ্ধতিটির প্রয়োগ করা হয়। জৈব পদার্থগুলি দ্রাব্যতা জৈব দ্রাবকে বেশি। তাই উপযুক্ত জৈব দ্রাবক ব্যবহার করে বেশি দ্রবণীয় পদার্থটিকে নিষ্কাশিত করা যায়।

দ্রাবক-নিষ্কাশন পদ্ধতিতে ব্যবহৃত দ্রাবকের কয়েকটি গুণ থাকা প্রয়োজন :

- (1) দ্রাবকটির দ্রবণের সঙ্গে মিশে যাবে না,
- (2) দ্রাবকটির দ্রবণে উপস্থিত পদার্থগুলির মধ্যে সাধারণত একটিকে নিষ্কাশিত করতে সক্ষম হবে,
- (3) দ্রাবকটি কোনো অনভিপ্রেত রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটাবে না,
- (4) দ্রাবকটি সহজে দ্রবীভূত করে কাঙ্ক্ষিত পদার্থটিকে উদ্ধার করা সম্ভব হবে।

উদাহরণ হিসাবে বলা যায় সোডিয়াম বেনজোয়েট ও ফেনলের জলীয় দ্রবণকে ইথার দিয়ে নিষ্কাশিত করলে ফেনল ইথারে দ্রবীভূত হয়ে ইথার স্তরে চলে আসে, আর সোডিয়াম বেনজোয়েট আয়নীয় পদার্থ বলে ইথারে দ্রবীভূত হয় না—এটি জলীয় স্তরেই থেকে যায়।

দ্রাবক-নিষ্কাশন পদ্ধতিটি প্রয়োগ করার জন্য পরীক্ষাগারে সাধারণত বিয়োজী-ফানেল (separatory funnel) ব্যবহার করা হয়। বিভিন্ন মাপের বিয়োজী-ফানেল পাওয়া যায় (5 মিলিমিটার, 10 মিলিমিটার 250 মিলি, 500 মিলি. ইত্যাদি)। একটি বিয়োজী ফানেল নিম্নের 5.11 চিত্রে দেখান হল।



ছবি নং 5.11

দ্রবণের আয়তন অনুসারে উপযুক্ত মাপের বিয়োজী-ফানেল ব্যবহার করা হয়।

পদ্ধতিটি কীভাবে করবেন

একটি স্ট্যান্ডের সঙ্গে একটি রিং আটকিয়ে রিং-এর মধ্যে বিয়োজী-ফানেলটিকে খাড়া করে ঝুলিয়ে

দ্রবণের আয়তন 100 মিলি হলে 25 মিলি করে দ্রাবক দিয়ে তিনবার নিষ্কাশন করলে নিষ্কাশনীয় পদার্থটি সম্যক্রূপে নিষ্কাশিত হয়।

দেওয়া হয়। তারপর বিয়োজী-ফানেলের মধ্যে দ্রবণটি ধীরে ধীরে ঢেলে দেওয়া হয়। দ্রবণে উপস্থিত নিষ্কাশনীয় পদার্থের প্রকৃতি অনুসারে যে দ্রাবক দিয়ে নিষ্কাশন করা যে সেটি বেছে নেওয়া হয়। যে আয়তনের দ্রাবক দিয়ে নিষ্কাশন করা হবে তাকে সমান তিনভাবে ভাগ করে নেওয়া হয়। এক ভাগ দ্রাবক বিয়োজী-ফানেলের দ্রবণের মধ্যে সাবধানে ঢেলে দেওয়া হয়। তারপর বিয়োজী-ফানেলের মুখে ভালো করে ছিপি আটকিয়ে বিয়োজী-ফানেলটিকে রিং থেকে বার করে এনে দু'হাত দিয়ে ধরে ভালো

করে ঝাঁকিয়ে তরল দুটিতে ওতপ্রোতভাবে মেশান হয়। ঝাঁকানর পদ্ধতি আপনার উপদেষ্টা আপনাকে দেখিয়ে দেবেন। ভালোভাবে ঝাঁকানর পর বিয়োজী ফানেলটিকে রিং থেকে বার করে এনে দু'হাত দিয়ে ধরে ভালো করে ঝাঁকিয়ে তরল দুটিকে ওতপ্রোতভাবে মেশান হয়। ঝাঁকানোর পদ্ধতি আপনার উপদেষ্টা আপনাকে দেখিয়ে দেবেন। ভালোভাবে ঝাঁকানর পর বিয়োজী ফানেলটিকে আবার রিং-এর মধ্যে খাড়া করে বসিয়ে কিছুক্ষণ রেখে দেওয়া হয় যাতে তরল দুটির মধ্যে সাম্য আসে। নিষ্কাশনের জন্য ব্যবহৃত তরল যদি হালকা হয় তবে তা উপরের স্তরে থাকে। সেক্ষেত্রে নীচের স্তরের তরলটি স্টপকক খুলে ফানেলের নীচ থেকে সংগ্রহ করা হয়। নীচের স্তরের তরল সবটা সংগ্রহ করার পর উপরের স্তরের তরলটি বিয়োজী-ফানেলের উপরের মুখ দিয়ে ঢেলে নিয়ে সংগ্রহ করা হয়। তারপর আবার দ্রবণটি বিয়োজী-ফানেলে ঢেলে আগের মতোই দ্রাবক দিয়ে নিষ্কাশিত করা হয়। এই নিষ্কাশন পদ্ধতিটি মোট তিনবার করা হয় এবং তিনবারে মোট তরল একটি গোলতলে ফ্লাস্কে সংগ্রহ করে রাখা হয়।

নিষ্কাশন দ্রাবকটি ভারী হলে এটি নীচের স্তর উৎপন্ন করে। সেক্ষেত্রে স্টপকক খুলে ফানেলের নীচে দিয়ে নিষ্কাশক দ্রাবকটিকে সংগ্রহ করে নেওয়া হয় এবং ফানেলের মধ্যে দ্বিতীয় ভাগ দ্রাবক যোগ করে আগের মতোই নিষ্কাশন করা হয়। এভাবে মোট তিনবার করা হয় এবং তিনবারের মোট নিষ্কাশক তরলকে একটি গোলতল ফ্লাস্কে সংগ্রহ করা হয়।

নিষ্কাশনীয় পদার্থযুক্ত নিষ্কাশক দ্রাবকটিকে আবার বিয়োজী-ফানেলে নিয়ে (বিয়োজী ফানেলকে অবশ্যই ভালো করে ধুয়ে নিতে হবে) জল দিয়ে ঝাঁকিয়ে ধৌত করে নেওয়া হয়। প্রয়োজন হলে অল্প বা স্কার বা উভয় দিয়েই পরপর ধৌত করে নেওয়া হয়। যাইহোক শেষে জল দিয়ে ভালো করে ধৌত করতেই হবে। তারপর সমগ্র তরলটি একটি শুষ্ক কনিক্যাল ফ্লাস্কে বা গোলতল ফ্লাস্কে নিয়ে উপযুক্ত শুষ্কীকারক পদার্থ যোগ করে শুষ্ক করে নেওয়া হয়। শুষ্কীকারক পদার্থ হিসেবে অনার্দ্র K_2CO_3 , অনার্দ্র Na_2SO_4 বা অনার্দ্র $MgSO_4$ ব্যবহার করা যায়। নিষ্কাশিত দ্রাবক এবং নিষ্কাশনীয় পদার্থের প্রকৃতি অনুযায়ী শুষ্কীকারক পদার্থ বেছে নেওয়া হয়।

শুষ্ক করার পর (দ্রবণটি স্বচ্ছ হয়ে যায়) দ্রবণটি খাজ কেটে ভাজ করা ফিল্টার কাগজের (fluted filter) সাহায্যে শুষ্ক পাত্রে ছেঁকে নেওয়া হয়। তারপর পাতনের সাহায্যে নিষ্কাশক দ্রাবকটি দূর করা হয়। দ্রাবক দূর করার পর নিষ্কাশনীয় পদার্থটি কঠিন হলে কেলাসনের দ্বারা বিশুদ্ধ করা হয়। আর নিষ্কাশনীয় পদার্থটি তরল হলে পাতনের দ্বারা অনেকক্ষেত্রে নিম্নচাপে পাতনের দ্বারা বিশুদ্ধ করা হয়।

দ্রাবক দিয়ে নিষ্কাশনের সময় কয়েকটি কথা মনে রাখা প্রয়োজন :

- (1) স্টপ কক রাবারের ব্যান্ড দিয়ে এবং ফানেলের মুখের ছিপি শক্ত সুতো দিয়ে ফানেলের সঙ্গে বেঁধে রাখতে হবে।
- (2) বিয়োজী-ফানেলে মোট তরলের পরিমাণ (নিষ্কাশক-দ্রাবক সহ) দুই-তৃতীয়াংশের বেশি হবে না। তরলের পরিমাণ বেশি হলে ভালো করে ঝাঁকান যাবে না এবং তরল দুটিও ভালোভাবে মিশবে না। তাছাড়া উদ্ভাসী দ্রাবকের ক্ষেত্রে যে বাষ্প সৃষ্টি হবে তা বার করে দিতেও অসুবিধা হবে।
- (3) যে আয়তনের দ্রাবক দিয়ে নিষ্কাশন করা হবে তা একবারে ব্যবহার না করে ভাগ করে নিয়ে কয়েকবারে ব্যবহার করলে নিষ্কাশন বেশি কার্যকরভাবে করা যায়।
- (4) দ্রাবক দিয়ে, বিশেষ করে উদ্ভাসী দ্রাবক দিয়ে, ঝাঁকানোর সময় মাঝে মাঝেই স্টপকক খুলে ভিতরের বাষ্প বার করে দিতে হবে। (প্রক্রিয়াটি আপনার উপদেষ্টা আপনাকে দেখিয়ে দেবেন।) নতুবা ভিতরের বাষ্পের চাপে বিস্ফোরণ হওয়ার সম্ভাবনা থাকে।
- (5) দ্রাবক দিয়ে ঝাঁকানোর পর বিয়োজী ফানেলটিকে রিং-এর যথেষ্ট সময় রেখে দিতে হবে যাতে তরল দুটি সাম্যে আসে।
- (6) তরল দুটি সাম্যে আসার পর স্টপকক খুলে ফানেলের নীচে রাখা কনিক্যাল ফ্লাস্কে বা গোলতল ফ্লাস্কে নীচের স্তরের তরল সংগ্রহ করতে হবে। এই সময় বিয়োজী ফানেলের মুখের ছিপি অবশ্যই খুলে রাখতে হবে। আবার স্টপকক খুলে রেখে নীচের স্তরের সব স্তরের সব তরল একবারে সংগ্রহ করতে নেই। স্টপকক খোলা এবং বন্ধ করা পর্যায়ক্রমে করে নীচের স্তরের তরল সংগ্রহ করতে হবে। আপনার উপদেষ্টা আপনাকে প্রক্রিয়াটি দেখিয়ে দেবেন।

- (7) নীচের স্তরের তরল সংগ্রহ করার পর উপরের স্তরের তরল নীচ দিয়ে না নিয়ে উপর দিয়ে ঢেলে নিতে হবে।
- (8) কাজ হয়ে যাবার পর বিয়োজী-ফানেলটি ভালো করে ধুয়ে যতটা সম্ভব শুষ্ক করে রাখবেন। ফানেলের মুখের ছিপি এবং নীচের স্টপকক পরিষ্কার কাগজ দিয়ে মুড়ে আলতো করে ঢুকিয়ে রাখবেন।

5.4.2 কেলাসন :

কোনো কঠিন পদার্থকে বিশুদ্ধ করার খুব ভালো পদ্ধতি হল কেলাসন। সাধারণত কোনো কঠিন পদার্থের সঙ্গে যদি অল্প পরিমাণে অন্য কোনো বিজাতীয় কঠিন পদার্থ মিশে থাকে তাহলে কেলাসন প্রক্রিয়ায় সহজেই কঠিন পদার্থটিকে বিশুদ্ধ করা যায়। যেসব পদার্থের দ্রাব্যতা তাপমাত্রা বাড়ালে বেড়ে যায় তাদের জন্য বিশুদ্ধকরণের কেলাসন পদ্ধতি সহজেই প্রয়োগ করা যায়। কেলাসন পদ্ধতিতে কেন কোনো কঠিন পদার্থকে বিশুদ্ধ করা যায় তা সহজেই বোঝা যায়। ধরা যাক কাঙ্ক্ষিত পদার্থ A-এর সঙ্গে অল্প পরিমাণে বিজাতীয় পদার্থ B মিশে আছে। এখন উপযুক্ত কোনো দ্রাবক উপযুক্ত পরিমাণে যোগ করে মিশ্রণকে উত্তপ্ত করে দ্রবীভূত করলে উচ্চতর তাপমাত্রায় A-এর সম্পৃক্ত দ্রবণ প্রস্তুত হয়, কিন্তু যেহেতু B কম পরিমাণে আছে তাই উচ্চতর তাপমাত্রায় B-এর লঘু দ্রবণ প্রস্তুত হয়। এখন দ্রবণকে ঠান্ডা করলে নিম্নতর তাপমাত্রায় A-এর সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরি হয় এবং অতিরিক্ত দ্রাব (A) কেলাস আকারে পৃথক হয়ে আসে। কিন্তু যেহেতু B কম পরিমাণে আছে নিম্নতর তাপমাত্রাতেও B-এর দ্রবণে থাকে কেলাসিত হয় না। হেঁকে নিলেই 'A' এর বিশুদ্ধতর কেলাস পাওয়া যায়।

আবার এমনও হতে পারে যে বিজাতীয় পদার্থটি নির্দিষ্ট দ্রাবকে দ্রবীভূত হয় না। সেক্ষেত্রে, উচ্চতর তাপমাত্রায় দ্রবণ প্রস্তুত করে ঢেঁকে নিলেই বিজাতীয় পদার্থটি দ্রবীভূত হয়।

কেলাসনের জন্য দ্রাবক নির্ধারণ : সাধারণত পরীক্ষানিরীক্ষা পদ্ধতিতে দ্রাবক নির্বাচন করা হয়। অনেক সময়ই মিশ্র দ্রাবক ব্যবহার করার প্রয়োজন হয় (যেমন, জলীয় ইথানল)। তবে দ্রাবক নির্বাচক সম্বন্ধে একটা সাধারণ নীতি অনুসরণ করা যায়। নীতিটি হল কোনো পদার্থ তার সমধর্মী দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়। যেমন অধুবীয় পদার্থ অধুবীয় দ্রাবকে এবং ধুবীয় পদার্থ ধুবীয় দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়। উদাহরণস্বরূপ বলা যায় যে কোনো হাইড্রোকার্বন অধুবীয় যৌগ তাই হাইড্রোকার্বনের কেলাসনের জন্য কার্যকরী দ্রাবকে হাইড্রোকার্বনই হওয়া বাঞ্ছনীয়। হাইড্রোকার্বনের কেলাসনের জন্য পেন্টেন, হেক্সেন, পেট্রোলিয়াম, ইথার, বেনজিন কার্যকরভাবে ব্যবহার করা যায়। যেসব যৌগ ধুবীয় এবং সাধারণ তাপমাত্রায় জলে স্বল্প দ্রাব্য (Sparingly soluble) তাদের ক্ষেত্রে কেলাসনের জন্য জল ব্যবহার করা যায়। যেমন, কার্বক্সিলিক অ্যাসিড (বেনজোয়িক অ্যাসিড, ফিনাইল অ্যাসেটিক অ্যাসিড ইত্যাদি), সালফোনিক অ্যাসিড, জৈব লবণ, অ্যারোমেটিক হাইড্রক্সি অ্যাসিড যেমন, স্যালিসাইলিক অ্যাসিড) গুলির ক্ষেত্রে কেলাসনের জন্য দ্রাবক হিসেবে জল কার্যকরভাবে ব্যবহার করা যায়। এছাড়া কার্বনিল যৌগ (অ্যালডিহাইড, কিটোন), এস্টারের জন্য ইথাইল বা মিথাইল অ্যাসিটেট ইথার যৌগগুলির জন্য ডাইইথাইল ইথার (ইথোক্সিইথেন) বা মিথিলিন ক্লোরাইড, ফেনল ও

অ্যালকোহলগুলির জন্য ইথানল দ্রাবক হিসেবে ব্যবহার করা যায়। অনেকক্ষেত্রেই জলীয় ইথানল খুবই কার্যকরী দ্রাবক।

কেলাসন প্রক্রিয়ার জন্য নমুনার পদার্থের পরিমাণ অনুসারে উপযুক্ত কনিক্যাল ফ্লাস্ক ব্যবহার করা বাঞ্ছনীয়। কেলাসন প্রক্রিয়ার জন্য পরপর কয়েকটি ধাপ অনুসরণ করা হয় :

- (1) প্রথমে দ্রাবক নির্বাচন করা হয়।
- (2) দ্বিতীয় ধাপে নমুনা পদার্থকে এই দ্রাবকে দ্রবীভূত করা হয়। দ্রবীভূত করার জন্য প্রথমে খুব কম পরিমাণ দ্রাবক যোগ করা হয় (এমন পরিমাণ দ্রাবক ব্যবহার করা হয় যাতে পদার্থটি ঢেকে যায়)।

খুব কম পদার্থের কেলাসনের জন্য পরীক্ষানল ব্যবহার করা যায়। জল থেকে কেলাসনের জন্য বীকারও ব্যবহার করা যায়।

তারপর মিশ্রণটি একটি জলগাহে ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করা হয় (যদি জলে ক্ষতি হয় তবে উত্তপ্ত প্লেটের উপর খুব সাবধানে উত্তপ্ত করা হয়) এবং ধীরে ধীরে অল্প অল্প করে দ্রাবক যোগ করা হয় যাতে উচ্চতর তাপমাত্রায় সম্পূর্ণ দ্রবণ উৎপন্ন হয়। অবশ্য কিছুটা ভাসমান বিজাতীয় পদার্থ প্রায়শই থেকে যায়। আর বিজাতীয়টি পদার্থটি অদ্রবণীয় হলে সেটিও অদ্রবীভূত অবস্থায় থেকে যায়। যাইহোক না কেন কেলাসনের আগে হেঁকে নেওয়া একটি অবশ্য করণীয় কাজ।

এখন দ্রবণটি বা মিশ্রণটি বর্ণহীন হলে এরপরেই হেঁকে নেওয়া হয়। কিন্তু দ্রবণটি অবাঞ্ছিতভাবে রঙিন হলে (অবশ্য কেলাসনীয় পদার্থটি রঙিন হলে দ্রবণটিও রঙিন হয়) দ্রবণের মধ্যে চারকোল যোগ করে দ্রবণটি কয়েক মিনিট ফুটিয়ে বিশেষভাবে খাঁজ কেটে ভাজ করা ফিল্টার কাগজের সাহায্যে পরিশ্রাবিত করে নেওয়া হয়। পরিশ্রুতকে বাষ্পীভবন প্রক্রিয়ায় গাঢ় করে ধীরে ধীরে শীতল হতে দিলে কেলাসন শুরু হয়। কেলাসন হওয়ার সময় কনিক্যাল ফ্লাস্কের মুখ বন্ধ করে রাখা হয়। কেলাসন শেষ হলে কেলাসগুলি পরিশ্রাবিত করে ধৌত করা হয় এবং সংগ্রহ করা হয়।

5.4.3 উর্ধ্বপাতন :

কিছু জৈব যৌগকে কেলাসনের পরিবর্তে উর্ধ্বপাতিত করে বিশুদ্ধ করা যায়। কিছু কঠিন পদার্থকে তাপ দিলে তরলে পরিণত না হয়ে সরাসরি বাষ্প পরিণত হয় এবং ঐ বাষ্পকে শীতল করলে আবার কঠিন পদার্থটি ফিরে পাওয়া যায়। এই পদ্ধতিকে উর্ধ্বপাতন বলে। যে সব পদার্থের অপেক্ষাকৃত উচ্চতর বাষ্প চাপ আছে তারা উর্ধ্বপাতিত হয়। যেমন, ন্যাপথলিন, অ্যানথ্রাসিন, অ্যানথ্রাকুইনি ইত্যাদি। এইসব পদার্থ যদি এমন কোনো অপদ্রব্যের সঙ্গে মিশে থাকে যাদের বাষ্প-চাপ পদার্থটির বাষ্প-চাপ থেকে অনেক কম তবে পদার্থটিকে উর্ধ্বপাতনের সাহায্যে বিশুদ্ধকৃত করা যায়।

উর্ধ্বপাতন করার জন্য পদার্থটিকে গলনাঙ্ক থেকে কম তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করে সরাসরি বাষ্প পরিণত করা হয় এবং এই বাষ্পকে অপেক্ষাকৃত শীতল কোনো পাত্রের গাত্রের সংস্পর্শে এলে আবার কঠিনে পরিণত করে সংগ্রহ করা হয়।

পরীক্ষা : উর্ধ্বপাতনের সাহায্যে অবিশুদ্ধ ন্যাপথ্যালিনের বিশুদ্ধিকরণ :

একটি পোর্সেলিন বেসিনে অবিশুদ্ধ ন্যাপথ্যালিন নেওয়া হয়। ত্রিপদ স্ট্যান্ডের উপর রাখা বালিগাহের উপর বেসিনটি বসান হয়। এরপর একটি উপযুক্ত মাপের ফানেলের নল তুলো দিয়ে বন্ধ করা হয় এবং ফানেলটি বেসিনের মধ্যে নেওয়া অবিশুদ্ধ ন্যাপথ্যালিনকে সম্পূর্ণভাবে ঢেকে বেসিনটির উপর উপুড় করে বসান হয়। নলসহ ফানেলটি জলসিক্ত ফিল্টার কাগজ দিয়ে মুড়ে দেওয়া হয়। বুনসেন দীপের সাহায্যে বালিগাহটি উত্তপ্ত করা হয়। ন্যাপথ্যালিন এই তাপের সাদা ধোঁয়ার মতো বাষ্পাকারে উত্থিত হয় এবং ফানেলের ভিতরের শীতল দেয়ালের সংস্পর্শে আবার কঠিনে পরিণত হয়ে ফানেলের গায়ে কেলাসরূপে জমা হয়। এইভাবে সম্পূর্ণ ন্যাপথ্যালিন উর্ধ্বপাতিত হওয়ার পর বুনসেন দীপ নিভিয়ে ফানেলসহ বেসিনটি শীতল হতে দেওয়া হয়। শীতল হওয়ার পর ফানেলটি তুলে এনে ওর গায়ে জমে থাকা বিশুদ্ধ ন্যাপথ্যালিন চ্যাপটা চামচ (spatula) দিয়ে চেঁছে ঘড়ি কাচে সংগ্রহ করা হয়।



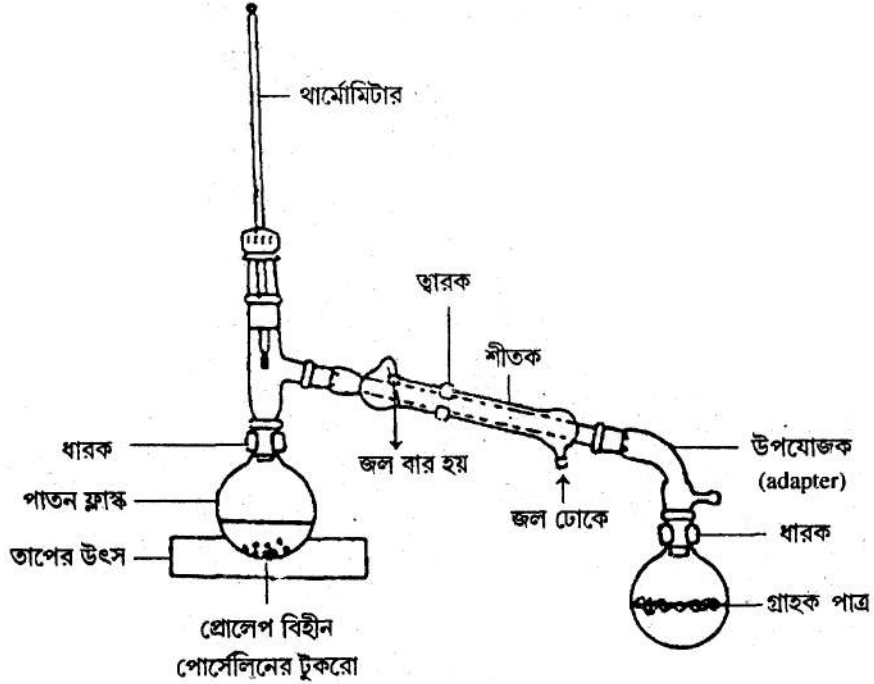
ছবি নং 5.12 : উর্ধ্বপাতনের সাহায্যে বিশুদ্ধিকরণ

5.4.4 পাতন ও আংশিক পাতন :

পাতনের সাহায্যে অনেক তরল পদার্থকে বিশুদ্ধ করা যায়। কোনো তরলকে উত্তাপের সাহায্যে বাষ্পীভূত করে, ঐ বাষ্পকে শৈত্যের সাহায্যে ঘনীভূত করে আবার তরলটিতে পরিণত করাতে পাতন বলে। অনেক তরলেরই সাধারণ বায়ুমণ্ডলীর চাপে নির্দিষ্ট স্ফুটনাঙ্ক আছে। (তরলের স্ফুটনাঙ্ক বাইরের চাপের নির্ভর করে)। এইসব তরলকে সাধারণ বায়ুমণ্ডলীর চাপে পাতিত করে বিশুদ্ধ করা যায়। তরলের মধ্যে যদি কোনো অনুদ্বায়ী অপদ্রব্য থাকে তবে পাতনের সাহায্যে সহজেই এইসব অনুদ্বায়ী অপদ্রব্য থাকে তবে পাতনের সাহায্যে সহজেই এইসব অনুদ্বায়ী অপদ্রব্য থেকে তরলটিকে মুক্ত করা যায়। আবার নমুনা তরলের সঙ্গে যদি অপর কোনো তরল মিশে থাকে যার স্ফুটনাঙ্কের সঙ্গে নমুনা তরলের স্ফুটনাঙ্কের তফাত অনেকটা (50° সে. বা তার বেশি) সেক্ষেত্রেও পাতনের সাহায্যে নমুনা তরলকে বিশুদ্ধকৃত করা যায়। যেসব তরল বায়ুমণ্ডলীয় চাপে ফোটাতে গেলে স্ফুটনাঙ্ক বা স্ফুটনাঙ্কের কাছাকাছি তাপমাত্রায়

বিয়োজিত হয়ে যায় তাদের নিম্নচাপে পাতন করে বিশুদ্ধ করা যায়। বাইরের প্রযুক্ত চাপ কমালে তরলের স্ফুটনাঙ্ক কমে যায়।

তাই নিম্নচাপে পাতিত করতে অনেক কম তাপের প্রয়োজন হয় এবং তরলটিকে অবিয়োজিত অবস্থায় পাতিত করা যায়। নীচে চিত্র 5.13 পাতন করার জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্র-সজ্জা দেখান হল। 100° সে পর্যন্ত



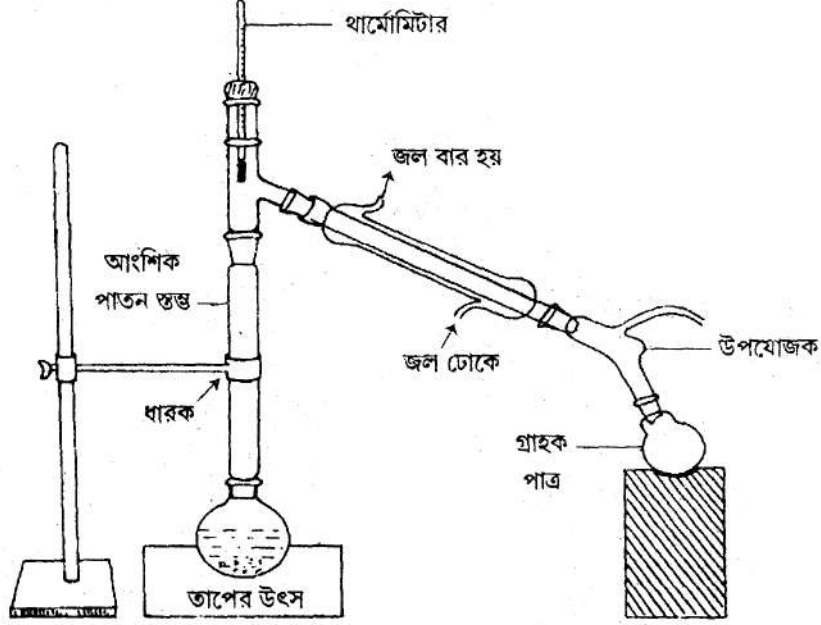
ছবি নং 5.13: পাতন পদ্ধতি

নিম্নচাপে পাতন করার জন্য শোষণপাম্পের সঙ্গে যন্ত্রটি যোগ করা হয়

উত্তপ্ত করার জন্য জলগাহ এবং 200° সে. পর্যন্ত উত্তপ্ত করার জন্য তৈলগাহ ব্যবহার করা হয়। পাতনের সময় তরল ফোটে। তাই যাতে তরল লাফিয়ে লাফিয়ে না উঠে সেজন্য পাতন-ফ্লাস্কে নেওয়া তরলের মধ্যে কয়েকটি পরিষ্কার প্রলেপহীন পোসেলিনের টুকরো যোগ করা হয়। পাতনের সময় শীতকের মধ্যে দিয়ে শীতল জল চালনা করা হয়। যদি নমুনা তরলের স্ফুটনাঙ্ক খুব কম হয় (যেমন, ইথারের ক্ষেত্রে) তবে শীতকের মধ্যে দিয়ে বরফ-শীতল জল চালনা করা হয়। যেসব ক্ষেত্রে স্থির স্ফুটনাঙ্কী মিশ্রণ উৎপন্ন হয় যেসব ক্ষেত্রে আংশিক পাতন করে তরলকে বিশুদ্ধ করা যায় না। যেমন, ইথাইল অ্যালকোহল (স্ফু : 78° সে.) (স্ফু : 100° সে.) থেকে কখনই আংশিক পাতনের সাহায্যে বিশুদ্ধ ইথাইল অ্যালকোহল পাওয়া যায় না।

যদি নমুনা তরলের সঙ্গে মিশে থাকা অন্য তরলে স্ফুটনাঙ্ক নমুনা তরলের স্ফুটনাঙ্কের থেকে অপেক্ষাকৃত কাছাকাছি থাকে সেক্ষেত্রে আংশিক পাতনের সাহায্যে নমুনা তরলটিকে বিশুদ্ধ অবস্থায়

পাওয়া যেতে পারে। আংশিক পাতন করার জন্য পাতন ফ্লাস্কের মুখে একটি আংশিক পাতন স্তম্ভ লাগিয়ে দেওয়া হয়। আংশিক পাতন করার জন্য যন্ত্রসজ্জা নিজে দেখানো হল।

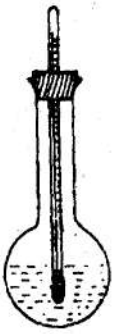


ছবি নং 5.14: আংশিক পাতনের যন্ত্রসজ্জা

5.5 বিশুদ্ধির পরীক্ষা

5.5.1 গলনাঙ্ক নির্ণয় :

অনেক জৈব কঠিন পদার্থের নির্দিষ্ট ও তীক্ষ্ণ গলনাঙ্ক আছে। গলনাঙ্ক জৈব কঠিন পদার্থগুলির একটি বৈশিষ্ট্যপূর্ণ ধর্ম। গলনাঙ্ক নির্ণয়ের মাধ্যমে জৈব কঠিন পদার্থের সনাক্তকরণ সহজতর হয়। আবার জৈব কঠিন এবং জৈব তরলের ক্ষেত্রে যৌগের কোনো জাতক প্রস্তুত করে জাতকটির গলনাঙ্ক নির্ণয় করে জৈব পদার্থটিকে শনাক্ত করা যায়।



ছবি নং 5.15: থার্মোমিটার ও H_2SO_4 যুক্ত গলনাঙ্কসাহ

গলনাঙ্ক নির্ণয় করার জন্য একটি গলনাঙ্ক গাহ (melting point bath) ব্যবহার করা হয়। গলনাঙ্কগাহ একটি লম্বানল যুক্ত কাচের গোলতল পাত্র (চিত্র) লম্বানলের মুখে একটি ফুটো করা কর্কের সাহায্যে একটি থার্মোমিটার ঢোকানো থাকে; থার্মোমিটার এমনভাবে ঢোকানো থাকে যেন গলনাঙ্ক গাহের মুখে কর্কটি লাগিয়ে দিলে থার্মোমিটারের কুণ্ডটি ফ্লাস্কের তলদেশের একটু উপরে থাকে। কর্কের ধারটি একটু কেটে দেওয়া হয় যাতে

উত্তপ্ত করার সময় গাছের ভিতরের বায়ু বের হয়ে যেতে পারে উপযুক্ত থার্মোমিটার ব্যবহার করা হয়। সাধারণত: 0-360° তাপমাত্রা দেখা যায় এম-থার্মোমিটার ব্যবহার করা হয়। গাছের অর্ধেকের সামান্য বেশি

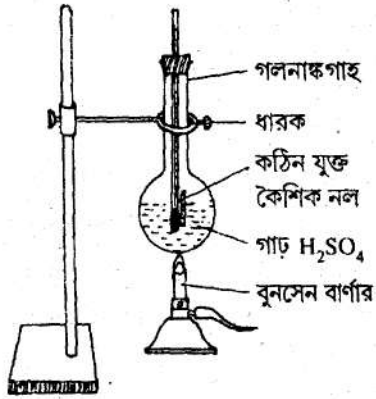


গাঢ় H_2SO_4 দিয়ে ভর্তি করা হয়। গাঢ় H_2SO_4 কম উদ্বায়ী। তাই গাঢ় H_2SO_4 ব্যবহার করা হয়। গাঢ় H_2SO_4 ব্যবহারের অসুবিধা হল উত্তপ্ত অবস্থায় এটি অত্যন্ত বিপজ্জনক পদার্থ। দুর্ঘটনার ফলে গায়ে পড়লে খুব যন্ত্রণাদায়ক ক্ষতের সৃষ্টি করে।

পদ্ধতি : গলনাঙ্কের দেহের অর্ধেকটার একটু বেশি গাঢ় H_2SO_4 দিয়ে পূর্ণ করে গলনাঙ্ক গাছটি একটি স্ট্যান্ডের সাথে একটি ক্ল্যাম্পের সাহায্যে ঝুলিয়ে রাখা হয়। এমনভাবে আঁটা হয় যেন গাছটি সঠিক লম্বভাবে ঝুলে থাকে।

ছবি নং 5.16: গলনাঙ্ক গাছ এবার থার্মোমিটার সহ কর্কটি গাছের মুখে ভালো করে এঁটে দেওয়া হয়। থার্মোমিটারটি গাছের মধ্যে যেন ঠিক লম্বভাবে থাকে। থার্মোমিটার কুণ্ডটি যেন গাছের তলদেশ থেকে একটু উপরে থাকে এবং থার্মোমিটারের কোনো অংশ যেন গাছের গাত্রে না লেগে থাকে। থার্মোমিটারটি কর্কের মধ্যে এমন আঁটোভাবে ঢোকাতে হবে যাতে থার্মোমিটারটি আলগা হয়ে পড়ে না যেতে পারে। থার্মোমিটারটির যে দিকে তাপমাত্রা নির্দেশকে দাগ কাটা আছে সেদিকটা যেন পর্যবেক্ষণকারীর সামনে থাকে।

এবার একটি প্রায় 6 সেমি দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট দু'মুখ খোলা কৈশিক নল নিয়ে তার একদিকে বুনসেন শিখায় ধরে সাবধানে গলিয়ে বন্ধ করে দেওয়া হয়। এমনভাবে গলিয়ে বন্ধ করা হয় যাতে মুখে কোনো ভালোব উৎপন্ন না হয়। পরীক্ষণীয় জৈব যৌগের সামান্য পরিমাণ ঘড়ি কাচে নিয়ে স্প্যাচুলা দিয়ে খুব ভালো করে



মিহি করে নেওয়া হয়। তারপর কৈশিক নলটির খোলা মুখ ঐ মিহিকরা জৈব কঠিন পদার্থটির মধ্যে ডুবিয়ে সামান্য পরিমাণ নমুনা পদার্থ কৈশিক নলের মুখে ভরে নেওয়া হয়। 50-60 সেমি দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট একটি দু'মুখ খোলা কাচের নল টেবিলের উপর খাঁড়া করে বসিয়ে কৈশিক নলটি নলের মধ্য দিয়ে ফেলা হয়। কৈশিক নলের বন্ধ মুখটি নীচের দিকে করে ফেলা হয়। কৈশিক নলটি সোজা হয়ে নলের মধ্য দিয়ে টেবিলের উপর পড়ে। এতে কৈশিক নলের মুখে আটকানো কিছুটা কঠিন কৈশিক নলের তলায় জমা হয়। কয়েকবার প্রক্রিয়াটি করলে কৈশিক নলের মুখে আটকানো পদার্থ সবটা কৈশিক নলের তলায় নেমে আসে।

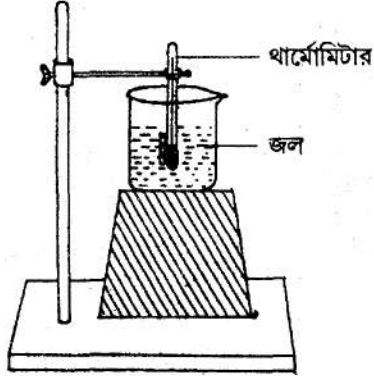
ছবি নং 5.17: গলনাঙ্ক নির্ণয়

এইভাবে কৈশিক নলের খোলা মুখ মিহি নমুনা পদার্থের মধ্যে ডোবানো এবং কাচের নলের মধ্য দিয়ে টেবিলের উপর খাঁড়া ভাবে বারবার ফেলা প্রক্রিয়াটি কয়েকবার করে কৈশিক নলের প্রায় 1 সেমি নমুনা পদার্থ দিয়ে ভর্তি করা হয়। লক্ষ রাখা হয় যেন নমুনা পদার্থটি আঁটো হয়ে কৈশিক নলের তলদেশে থাকে। এরপর গলনাঙ্ক গাছের কর্ক শুদ্ধ থার্মোমিটারটি একহাত দিয়ে গলনাঙ্কগাছের থেকে বের করা হয়। আর

এক হাতে নমুনা ভর্তি কৈশিক নলটি খোলামুখের কাছে ধরা হয় এবং থার্মোমিটারের গায়ে লেগে থাকা H_2SO_4 দিয়ে কৈশিক নলটির গা' ভিজিয়ে নিয়ে কৈশিক নলটিকে চেপে থার্মোমিটার গায়ে খাড়া করে লাগিয়ে দেওয়া হয় (চিত্র ...)। খেয়াল রাখা হয় যেমন কৈশিক নলটির বন্ধ মুখটি এবং থার্মোমিটারে পারদ কুণ্ডের বন্ধ মুখটি প্রায় একই সরলরেখায় থাকে। কৈশিক নলটি ক্রিয়ায় থার্মোমিটারের গায়ে ঐটে যায়।

এরপর কৈশিক নল থার্মোমিটারযুক্ত গলনাঙ্ক গাহের মধ্যে সাবধানে সোজা করে ঢুকিয়ে গলনাঙ্ক গাহের মুখে ককটি ঐটে দেওয়া হয়। থার্মোমিটারটির কুণ্ডটি গলনাঙ্কগাহের তলদেশ থেকে সামান্য উপরে থাকে, থার্মোমিটারটি লম্বভাবে থাকে এবং কৈশিকনলের মধ্যের নমুনা এবং থার্মোমিটারের গায়ের তাপমাত্রা সূচক দাগগুলি সামনে ঢেকে স্পষ্টভাবে বুনসেন বার্নারের জারণ শিখাটি 4-5 সেমি. লম্বা করে বুনসেন বার্নারটি ঘুরিয়ে ঘুরিয়ে গলনাঙ্ক গাহটিকে সর্বত্র সমানভাবে ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করা হয়। তাপমাত্রা ধীরে ধীরে বাড়তে থাকে। একসময় কৈশিক নলের মধ্যের কঠিনটি নরম হওয়া শুরু করে। তাপমাত্রা দেখা হয় এবং এই সময় খুব ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করা হয়—মিনিটে প্রায় 1 মিনিট তাপমাত্রা বাড়তে দেওয়া হয়। যে তাপমাত্রায় সমস্ত কঠিন গলে গিয়ে তরলে পরিণত হয় সেই তাপমাত্রা লক্ষ করা হয়। এই তাপমাত্রাই কঠিন পদার্থটির গলনাঙ্ক। বিশুদ্ধ পদার্থের ক্ষেত্রে $1-2^\circ$ সে. তাপমাত্রার মধ্যেই পদার্থটি তীক্ষ্ণভাবে গলে যায়। মনে রাখতে হবে অনেক পদার্থ আছে যাদের তীক্ষ্ণ গলনাঙ্ক নাই—এগুলি বিয়োজিত হয়ে কালো হয়ে যায়। এদের বিয়োজন তাপমাত্রা দেখা হয়।

যেসব কঠিন পদার্থের গলনাঙ্ক খুব কম তাদের ক্ষেত্রে গলনাঙ্কগাহ হিসাবে একটি বিকার এবং গাড়



ছবি নং 5.18

H_2SO_4 -এর বদলে জল ব্যবহার করা যায়। গাড় H_2SO_4 গাহ ও ব্যবহার করা যায় তবে এক্ষেত্রে একটি অসুবিধা হল কৈশিক নলটি থার্মোমিটারের গায়ে লাগানোর সময় জলীয় বাষ্পের সঙ্গে গাড় H_2SO_4 -এর ক্রিয়ায় যে তাপ উৎপন্ন হয় তাতে নমুনাটি গলে যেতে পারে।

যদি থার্মোমিটারের গা এর দাগ ও লেখা অস্পষ্ট হয়ে যায় তবে একটি চারকোল টুকরো দিয়ে ঘষে নিলেই আবার দাগ ও লেখা সুস্পষ্ট হয়ে যায়।

গলনাঙ্ক গাহের H_2SO_4 রঙিন হয়ে গেলে একটু KNO_3 যোগ করে সামান্য করে আপনাকে 3টি কঠিন জৈব যৌগ দেওয়া হল। এদের গলনাঙ্ক নির্ণয় করে নীচের সারণিতে রিপোর্ট করুন :

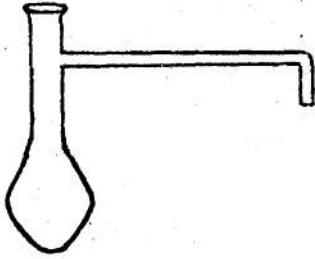
নমুনা	গলনাঙ্ক
নমুনা 1	
.....	
.....	

অনুশীলনী :

- (9) কোনো একটি কঠিন পদার্থ 4-5° সে. তাপমাত্রা জুড়ে গলনে কি কঠিন পদার্থটিকে বিশুদ্ধ বলা যায় ?
- (10) কোনো কঠিন পদার্থ অবিশুদ্ধ হলে তার গলনাঙ্ক বেড়ে যায় না কমে যায়।
- (11) স্যালিসাইলিক অ্যাসিডের গলনাঙ্ক 158° সে। সালফিউরিক অ্যাসিডের কোনো নমুনা 157°-158° সে. তাপমাত্রায় তীক্ষ্ণভাবে গলে গেল। নমুনাটি কি বিশুদ্ধ ?
- (12) আপনার কাছে স্যালিসাইলিক অ্যাসিডের (গলনাঙ্ক 158° সে.) একটি বিশুদ্ধ নমুনা আছে। সরবরাহকারীর দেওয়া স্যালিসাইলিক অ্যাসিডের সঙ্গে আপনার বিশুদ্ধ স্যালিসাইলিক অ্যাসিড মিশিয়ে গলনাঙ্ক নির্ণয় করলেন। গলনাঙ্ক দেখা গেল 153°-155° সে.। সরবরাহকারীর নমুনাটি কী বিশুদ্ধ ?

5.5.2 স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয় :

নির্দিষ্ট চাপে বিশুদ্ধ তরল পদার্থের নির্দিষ্ট স্ফুটনাঙ্ক আছে। স্ফুটনাঙ্কের সাহায্যে তরল পদার্থকে শনাক্ত করতে সুবিধা হয় এবং নির্দিষ্ট চাপে নির্দিষ্ট স্ফুটনাঙ্ক তরলপদার্থের বিশুদ্ধতা সূচিত করে। বিশুদ্ধ তরল পদার্থের স্ফুটনাঙ্ক বাইরের চাপের উপর নির্ভর করে। চাপ কমলে স্ফুটনাঙ্ক কমে, চাপ বাড়লে স্ফুটনাঙ্ক বাড়ে। যেসব বিশুদ্ধ তরল পদার্থ স্ফুটনাঙ্কে বিয়োজিত হয়ে যায় না তাদের স্ফুটনাঙ্ক সাধারণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপেই নির্ণয় করা হয়।

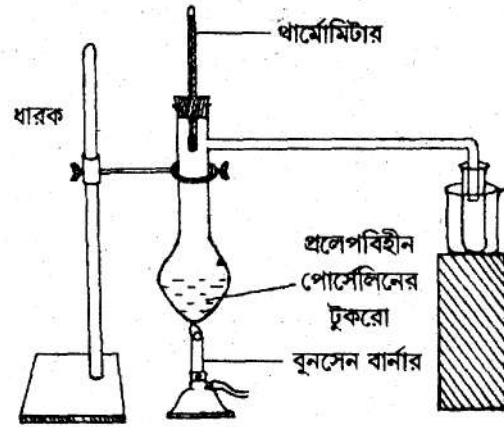


ছবি নং 5.19

স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয় করার জন্য সাধারণত পাতন যন্ত্র ব্যবহার করা

হয়। খুব সাধারণভাবে নীচে দেখান স্ফুটনাঙ্ক যন্ত্রের সাহায্যে তরলের স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয় করা যায় :

স্ফুটনাঙ্ক যন্ত্রটিকে একটি স্ট্যান্ডের সঙ্গে খাঁড়া করে আটকানো হয়। বাল্বের অর্ধেকটা তরল দিয়ে পূর্ণ করা হয়। তরলের মধ্যে প্রলেপহীন পোসেলিনের একটি টুকরো যোগ করা হয়। রবারের কর্কের সাহায্যে একটি থার্মোমিটার যন্ত্রটির মুখে বায়ুনিরোধকভাবে এমন করে আটকান হয় যাতে থার্মোমিটারের বাল্ব পার্শ্বনল বরাবর থাকে। পার্শ্বনলের শেষপ্রান্তে একটি পরিষ্কার পরীক্ষানল লাগিয়ে রাখা হয়। বুনসেন বার্নারের সাহায্যে সাবধানে বাল্বটিকে সবদিকে সমানভাবে উত্তপ্ত করা হয়। কিছুক্ষণের মধ্যে তরলটি ফুটতে শুরু করে এবং পাতিত হয়ে পরীক্ষানলে জমা হয়। প্রথমদিকে থার্মোমিটারের পারদের মাত্রা উঠতে থাকে এবং তরলটি যখন পরিপূর্ণভাবে ফুটতে থাকে তখন পারদের মাত্রা এক জায়গায় স্থির হয়ে যায়। থার্মোমিটারের দেখান উর্ধ্বতম এই স্থির তাপমাত্রাই তরলটির স্ফুটনাঙ্ক। স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয়ের সঙ্গে সঙ্গে তরলটির পাতনও হয়ে যায়।



ছবি নং 5.20

5.6 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 ভেঙে 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 কোন্ পদার্থকে সর্বত্র সমানভাবে উত্তপ্ত করা হয়।
- (7) পুনঃপাতন পদ্ধতিতে উত্তাপন। কারণ এই পদ্ধতিতে উত্তাপন করলে আধঘণ্টাতেও ড্রাবকর বাষ্পীভূত হয়ে অপসারিত হয়ে যাবে না।
- (8) ফিল্টার কাগজের পৃষ্ঠ-ফ্লেক্সফল বেড়ে যায়। ফলে দ্রুত পরিষ্কার করা যায়।
- (9) না।
- (10) কমে যায়।
- (11) বিশুদ্ধ।
- (12) না। বিশুদ্ধ হলে মিশ্র গলনাঙ্ক কমত না।

একক 6 □ জৈব যৌগের গুণগত বিশ্লেষণ (Organic qualitative analysis)

গঠন

- 6.1 প্রস্তাবনা, উদ্দেশ্য
- 6.2 জৈব যৌগের ভৌত বৈশিষ্ট্য সমূহের পরীক্ষা
- 6.3 গলনাঙ্ক নির্ণয়
- 6.4 প্রাথমিক পরীক্ষা
- 6.5 জৈব যৌগে উপস্থিত কতিপয় বিশেষ মৌল, যেমন—নাইট্রোজেন, সালফার, ক্লোরিন, ব্রোমিন ও আয়োডিন শনাক্তকরণ।
 - 6.5.1 নীতি ও রাসায়নিক বিক্রিয়া
 - 6.5.1.1 হ্যালোজেন শনাক্তকরণের জন্য বাইলস্টাইন পরীক্ষার নীতি (Beilstein test)
 - 6.5.1.2 নাইট্রোজেন, সালফার ও হ্যালোজেন শনাক্তকরণের জন্য লাসাইন পরীক্ষার নীতি (Lassaigne test)
 - 6.5.2 জৈব যৌগে উপস্থিত ক্লোরিন, ব্রোমিন, আয়োডিন, নাইট্রোজেন ও সালফার শনাক্তকরণের পরীক্ষা
 - সারণি 1 : হ্যালোজেনের বাইলস্টাইন পরীক্ষা।
 - সারণি 2 : ল্যাসাইন পরীক্ষা।
- 6.6 জৈব যৌগের দ্রাব্যতা পরীক্ষা
- 6.7 কার্যকরী মূলক শনাক্তকরণ : নীতি, বিক্রিয়া এবং পরীক্ষা পদ্ধতি।
 - 6.7.1 কার্যকরী মূলক শনাক্তকরণের নীতি ও বিক্রিয়া
 - 6.7.1.1 নাইট্রোজেনযুক্ত কার্যকরী মূলক
 - (1) প্রাইমারি $-NH_2$ মূলক শনাক্তকরণ
 - (2) অ্যামিডো ($-CONH_2$) ও অ্যানিলিডো ($-CONHAr$) মূলকের শনাক্তকরণ
 - (3) নাইট্রো ($-NO_2$) মূলক শনাক্তকরণ

6.7.2 নাইট্রোজেন বিহীন কার্যকরী মূলক

- (1) ফেনোলীয় হাইড্রক্সিল মূলক ($-OH$) শনাক্তকরণ
- (2) কার্বক্সিল মূলক ($-COOH$) শনাক্তকরণ
- (3) কার্বনিল (অ্যালডিহাইড, $-CHO$ ও কিটো, $>C=O$ মূলক শনাক্তকরণ)
- (4) এস্টার মূলক শনাক্তকরণ

6.7.3 কার্যকরী মূলক শনাক্তকরণের পরীক্ষা পদ্ধতি

- (1) নাইট্রোজেনযুক্ত কার্যকরী মূলকের শনাক্তকরণ
- (2) নাইট্রোজেনযুক্ত বিহীন কার্যকরী মূলকের শনাক্তকরণ

6.8 জাতক প্রস্তুতি :

6.8.1 অ্যাসিটাইল জাতক প্রস্তুতি

- (1) অ্যারোমেটিক $-NH_2$ মূলকের জন্য
- (2) ফেনোলীয় $-OH$ মূলকের জন্য

6.8.2 বেঞ্জয়িল জাতক প্রস্তুতি

6.8.2 আর্দ্রবিলেপন

6.8.2 অ্যামাইড জাতক প্রস্তুতি

6.8.2 2,4-ডাইনাইট্রোফিনাইল হাইড্রোজেন জাতক প্রস্তুতি।

6.9 নমুনা জৈব যৌগের গুণগত বিশ্লেষণ করার পদ্ধতি।

6.10 সর্বশেষ প্রশ্নাবলি

6.11 উত্তরমালা

6.1 প্রস্তাবনা

জৈব যৌগে উপস্থিত একটি মৌল অবশ্যই কার্বন।

এছাড়া অনেক জৈব যৌগেই অক্সিজেন ও হাইড্রোজেন উপস্থিত থাকে। আবার নাইট্রোজেন, সালফার,

ক্রোরিন, ব্রোমিন, আয়োডিন ইত্যাদি কতিপয় বিশেষ মৌল যুক্ত জৈব যৌগও আছে। জৈব যৌগে কোনো মৌলের একটি পরমাণু বা একাধিক 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 শনাক্ত করা প্রয়োজন। আবার কোনো অজ্ঞাত জৈব যৌগের শনাক্তকরণের জন্য উপরোক্ত দুটি তথ্য ছাড়াও জৈব যৌগের ভৌত বৈশিষ্ট্য, দ্রাব্যতা, গলনাঙ্ক এবং জৈব যৌগের উপযুক্ত কোনো জাতক প্রস্তুত করে তার গলনাঙ্ক নির্ণয় করা প্রয়োজন।

অধুনা বর্ণালি বিশ্লেষণ পদ্ধতি জৈব যৌগের গঠন নির্ণয় করা জন্য মূলত ব্যবহার করা হয়। কিন্তু কিছু প্রথাগত পদ্ধতির গুরুত্ব থেকেই যায়। এতে জৈব যৌগের প্রকৃতি সম্বন্ধে হাতে-কলমে যেমন ধারণা পাওয়া যায় তেমনি রসায়নাগারে কাজ করার দক্ষতাও অর্জন করা যায়। এই পর্যায়ে জৈব যৌগের বিশ্লেষণের জন্য মূলত প্রথাগত পদ্ধতি প্রয়োগ করা হবে।

উদ্দেশ্য

এই এককের পরীক্ষাগুলি করে আপনি

- কোনো কঠিন জৈব যৌগের ভৌত বৈশিষ্ট্যগুলি যেমন, কেলাসীয় না অনিয়াতাকার, 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।
- 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।

6.2 জৈব যৌগের ভৌত বৈশিষ্ট্যে সমূহের পরীক্ষা

জৈব যৌগের নিম্নলিখিত ভৌত বৈশিষ্ট্যগুলি পরীক্ষা করা হয় :

- (i) সাধারণ অবস্থায় ভৌতাবস্থা (গঠন) : আপনাকে কঠিন জৈব যৌগ দেওয়া হবে। জৈব যৌগটি কেলাসীয়, মোমের মতো 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 রঙিন পদার্থের সামান্য পরিমাণে উপস্থিতির জন্য বাদামি, বা গাঢ় রক্ত-বেগুনি (dark purple) বা কালো বর্ণের হয় ; অ্যামিডো, অ্যানিলিডো যৌগগুলি সাদা বর্ণের হয়।

নাইট্রোজেন-বিহীন যৌগগুলির মধ্যে অ্যালডিহাইড, কিটোর, কার্বক্সিলিক অ্যাসিড, এস্টার যৌগগুলি সাধারণত বর্ণহীন ; α -ডাইকিটোন (যেমন, বেঞ্জিল $C_6H_5COCO_6H_5$) হালকা হলুদ ; ফেনলগুলি বিশুদ্ধ অবস্থায় সাধারণত বর্ণহীন, কিন্তু বায়ুর জারণ দ্বারা উৎপন্ন সামান্য রঙিন পদার্থের উপস্থিতির জন্য গোলাপি, বাদামি বা গাঢ় রক্ত বেগুনি বর্ণের হয়।

কয়েকটি রঙিন জৈব যৌগের নাম ও বর্ণ নীচে দেওয়া হল :

	জৈবযৌগ	বর্ণ
প্যারা	ক্রোরোনাইট্রোবেঞ্জিন	খুব হালকা হলুদ
অর্থা	নাইট্রোঅ্যানিলিন	কমলা
মেটা ও প্যারা	নাইট্রোঅ্যানিলিন	হলুদ
অর্থা	নাইট্রোফেনল	উজ্জ্বল হলুদ
মেটা	নাইট্রোফেনল	হালকা হলুদ
অর্থা	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 ভালোভাবে 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 মতো 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) ন্যাপথ্যালিন, ইথাইল অ্যালকোহল, ক্লোরোফর্ম, ইথাইল অ্যাসিটেট, অ্যাসিটোন ইত্যাদি যৌগকে শনাক্ত করা যায়।

গন্ধ সাধারণত বলে বোঝান যায় না। অভ্যাসের মাধ্যমে ব্যক্তিগতভাবে বিশেষ গন্ধের সঙ্গে পরিচিত হতে হয়।

পরীক্ষা 1: আপনাকে 6 টি কঠিন জৈব যৌগ দেওয়া হল। আপনি এদের সাধারণ ভৌতাবস্থা, বর্ণ ও গন্ধ পর্যবেক্ষণ করুন এবং এথেকে জৈব যৌগের সম্ভাব্য প্রকৃতি সম্বন্ধে আন্দাজ করুন। নীচের 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 ?
- নীচের কোন ধরনের যৌগগুলির সুগন্ধ থাকার সম্ভাবনা আছে ? আইসোসায়ানাইড যৌগ, এস্টার যৌগ, কার্বনিল যৌগ।
- নীচের জৈব যৌগগুলির বর্ণ উল্লেখ করো :
গ্লুকোজ, অক্সালিক অ্যাসিড, বেঞ্জিন, মেটা-নাইট্রোঅ্যানিলিন, পিকরিক অ্যাসিড।
- ক্রমাঙ্কীয় না অক্রমাঙ্কীয় কোনো যৌগগুলি সাধারণত রঙিন হয় ?

6.3 গলনাঙ্ক

কঠিন জৈব যৌগের গলনাঙ্ক নির্ণয় যৌগটিকে শনাক্ত করতে সাহায্য করে। অনেক জৈব যৌগেরই নির্দিষ্ট তীক্ষ্ণ গলনাঙ্ক আছে। কিছু জৈব যৌগ আবার বিয়োজন সহ গলে।

কঠিন জৈব যৌগের গলনাঙ্ক খুবই কম হতে পারে (~38° সে.) আবার সুউচ্চও হতে পারে। গলনাঙ্ক নির্ণয়ের জন্য সালফিউরিক অ্যাসিড বাথ ব্যবহার করলে 200° সে.-এর উপরে তাপমাত্রা তুলবেন না। যদি কোনো জৈব যৌগ 200° সে. এর মধ্যে না গলে তবে তার গলনাঙ্ক 200° সে. এর উর্ধ্বে বলে উল্লেখ করবেন। যদি বৈদ্যুতিক গলনাঙ্ক নির্ণয়ের যন্ত্র ব্যবহার করেন তবে উচ্চ গলনাঙ্ক যুক্ত যৌগেরও গলনাঙ্ক দেখতে পারবেন। সালফিউরিক অ্যাসিড বাথ ব্যবহার করলে খুব সাবধানে গলনাঙ্ক দেখবেন। যেন কোনো দুর্ঘটনা না ঘটে। খুব সতর্কতার সঙ্গে গলনাঙ্ক নির্ণয় করবেন। যদি আপনার নির্ণীত গলনাঙ্ক নমুনার প্রকৃত গলনাঙ্ক থেকে $\pm 5^\circ$ সে. এর মধ্যে না থাকে তবে গলনাঙ্ক থেকে গ্রহণযোগ্য তথ্য পাবেন না।

পরীক্ষা 2 : আপনাকে 3টি নমুনা দেওয়া হল। এদের গলনাঙ্ক নির্ণয় করুন এবং নিচের ছকে রিপোর্ট করুন।

নমুনা	গলনাঙ্ক
নমুনা 1	
নমুনা 2	
নমুনা 3	

6.4 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 শনাক্তকরণ পরীক্ষা—পরে দেখুন কোনো কোনো 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 ভুল সংশোধন করে নেওয়ার অবকাশ থাকে। নীচে প্রাথমিক পরীক্ষাগুলি দেওয়া হল :

সারণি : প্রাথমিক পরীক্ষা

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
(1) মুক্ত শিখায় জ্বলন পরীক্ষা : সামান্য নমুনা একটি কাচদণ্ডে বা Pt-তারে নিয়ে বুনসেন বার্নারের মুক্ত শিখায় ধরা হল।	(i) নমুনা 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 স্পিরিটে 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 কোনো পরিবর্তন হল না।	2. (i) নমুনাটি আল্কিক। নমুনাটি কার্বক্লিনিক 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।	অ্যামোনিয়ার গন্ধ নির্গত হল।	অ্যামিডো/ইমিডো মূলক উপস্থিত।
(4) ইথিলিনীয় অসম্পৃক্তিকর পরীক্ষা :		
(i) সামান্য নমুনাকে কার্বন টেট্রাক্লোরাইডকে দ্রবীভূত করে কার্বন টেট্রাক্লোরাইডে ব্রোমিনের লঘু দ্রবণ ফোঁটা ফোঁটা করে যোগ করা হল।	ব্রোমিনের রং বর্ণহীন হয়ে গেল।	ইথিলিনীয় অসম্পৃক্তি উপস্থিত। [বা সক্রিয় (activated) বেঞ্জিন বলয়ে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার জন্যও ব্রোমিন বর্ণহীন হতে পারে]]

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
(ii) সামান্য নমুনাকে জলে (জলে দ্রবীভূত না হলে অ্যাসিটোনে) দ্রবীভূত করে পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের লঘু জলীয় দ্রবণ (2%) ফেঁটা, ফেঁটা করে প্রায় এক মিলিমিটার যোগ করা হল। এই পরীক্ষাটির দ্রাবক হিসেবে কখনো ইথাইল অ্যালকোহল ব্যবহার করবেন না।	পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের লালভ গোলাপি রং বর্ণহীন হয়ে গেল।	ইথিলিনীয় অসম্পৃক্তি উপস্থিত। [যৌগে সহজে জারণক্ষম মূলক উপস্থিত বা যৌগটি সামগ্রিকভাবে জারণের জন্য পারম্যাঙ্গানেটের রং বর্ণহীন হতে পারে।]

পরীক্ষা 3 : আপনাকে 3টি নমুনা দেওয়া হল। প্রাথমিক পরীক্ষাগুলি করুন এবং নীচের ছকে পৃথক পৃথকভাবে রিপোর্ট করুন।

নমুনা.....	তারিখ
প্রাথমিক পরীক্ষা :	
পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(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 কোনো জৈব যৌগ মুক্ত শিখায় কাল ধোঁয়াসহ জ্বলে তবে জৈব যৌগটির প্রকৃতিক কী হতে পারে ?
- কোনো একটি যৌগ যে জৈব যৌগ একটি সহজ পরীক্ষার সাহায্যে তা কীভাবে বার করবেন ?
- কোনো জৈব যৌগ $KMnO_4$ এর রং বর্ণহীন করলেই কী বলা যায় যৌগটিতে ইথিলিনীয় অসম্পৃক্তি আছে ?
- কোনো জৈব যৌগ ব্রোমিনের রং বর্ণহীন করলেই কী বলা যায়—যৌগটিতে ইথিলিনীয় অসম্পৃক্তি আছে ?

6.5 জৈব যৌগে উপস্থিত কতিপয় বিশেষ মৌল যেমন নাইট্রোজেন, সালফার, ক্লোরিন, ব্রোমিন ও আয়োডিনের শনাক্তকরণ :

প্রথমে এই মৌলগুলির শনাক্তকরণের নীতি ও রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলি জেনে নিন, তারপর প্রকৃত নীতি ও পরীক্ষা করুন।

6.5.1 নীতি ও রাসায়নিক বিক্রিয়া :

6.5.1.1 হ্যালোজেন শনাক্তকরণের জন্য বাইলস্টাইন পরীক্ষার নীতি : হ্যালোজেন নিরূপণের জন্য প্রথমে এই পরীক্ষাটি করে নিন। এটি নিশ্চিত পরীক্ষা নয়, কিন্তু যথেষ্ট কার্যকরী পরীক্ষা। হ্যালোজেন নিরূপণে অনেক সময় অসুবিধা হয়, তাই এই পরীক্ষা করে হ্যালোজেন অনুপস্থিত কী না প্রথমে দেখে নেওয়া যায়।

কপারের তারকে বুনসেন দীপের জ্বরন শিখায় উত্তপ্ত করলে কপার (II) অক্সাইড উৎপন্ন হয়। হ্যালোজেনযুক্ত কোনো জৈব যৌগকে এই কপার (II) অক্সাইডের আস্তরণ 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 রং সৃষ্টি করে।

$\text{CuO} + \text{হ্যালোজেন ঘটিত জৈব যৌগ} \longrightarrow \text{CuX} [X = \text{Cl, Br, বা I}]$ । (উদ্বায়ী-বুনসেন শিখায় সবুজ রং 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 রং উৎপন্ন করতে পারে। (সম্ভবত কপার (II) সায়ানাইড উৎপন্নের জন্য)। ফ্লোরিন এই পরীক্ষায় সাড়া দেয় না।

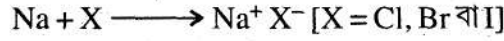
6.5.1.2 নাইট্রোজেন, সালফার ও হ্যালোজেন শনাক্তকরণের জন্য লাসাইন পরীক্ষার নীতি (Lassaigne test) : ল্যাসাইন পরীক্ষায় জৈব যৌগকে ধাতব সোডিয়াম সহযোগে তাপ দিয়ে গলান হয়। গলিত পদার্থকে পাতিত জল/আয়নমুক্ত জল দিয়ে নিষ্কাশিত করে পরিস্রুত নিয়ে নাইট্রোজেন, সালফার ও হ্যালোজেনের জন্য পরীক্ষা করা হয়।

কোনো 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,

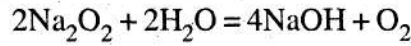
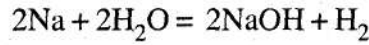
(ii) সালফার উপস্থিত থাকলে, সোডিয়াম সালফাইড ও

(iii) হ্যালোজেন উপস্থিত থাকলে সোডিয়াম হ্যালাইড উৎপন্ন হয় :



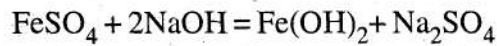
সোডিয়াম সায়ানাইড, সোডিয়াম সালফাইড ও সোডিয়াম হ্যালাইড বর্ণহীন ও জলে দ্রব্য।

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 :

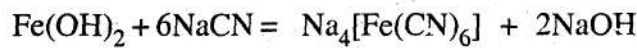


সুতরাং পরিস্রুতে NaCN , Na_2S এবং NaX থাকে। দ্রবণে NaOH থাকার জন্য দ্রবণ ক্ষারকীয় হয়। পরিস্রুত বর্ণহীন ও স্বচ্ছ হয়।

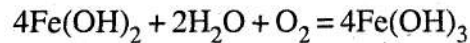
(i) জৈব যৌগে নাইট্রোজেন উপস্থিত থাকলে পরিস্রুতে সোডিয়াম সায়ানাইড ও সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড থাকে। পরিস্রুতে ফেরাস সালফেট যোগ করে ফুটিয়ে মিশ্রণকে লঘু H_2SO_4 দিয়ে অম্লায়িত গাঢ় নীল বর্ণের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয়। গাঢ় নীল বর্ণের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হলে নাইট্রোজেনের উপস্থিতি প্রমাণিত হয়। পরিস্রুতে ফেরাস সালফেট যোগ করলে ফিকে সবুজ ফেরাস হাইড্রক্সাইডের অধঃক্ষেপ পড়ে।



এই মিশ্রণটিকে ফোটাতে ফেরাস সালফেটের সঙ্গে সোডিয়াম সায়ানাইডের বিক্রিয়ায় সোডিয়াম ফেরোসায়ানাইড উৎপন্ন হয়। ফোটানোর সময় আবার ক্ষারকের মাধ্যমে অক্সিজেন কিছুটা Fe^{2+} কে Fe^{3+} এ জারিত করে দেয়।

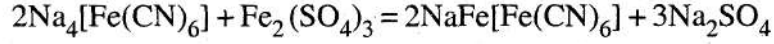
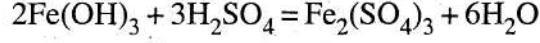
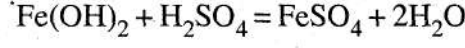


সোডিয়াম ফেরোসায়ানাইড



মিশ্রণকে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড দিয়ে অম্লায়িত করলে ফেরাস ও ফেরিক হাইড্রক্সাইড দ্রবীভূত হয়ে

মনে রাখুন 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)

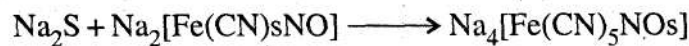
মনে রাখুন

- যদি নমুনাতে নাইট্রোজেনের সঙ্গে সালফারও উপস্থিত থাকে, তবে পরিস্রুতে CN^- আয়নের সঙ্গে S^{2-} আয়নও উপস্থিত থাকে। এই পরিস্রুত 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 ফোটারানোর সময় যথেষ্ট পরিমাণে ফেরিক উৎপন্ন হয়। সেইজন্য প্রুশীয় নীল গঠনের জন্য বাইরের থেকে কোনো 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 ভালো না হয় বা বেশি আয়তন জল দিয়ে গলিত পদার্থকে নিষ্কাশিত করা হয় তবে পরিস্রুতে CN^- এর গাঢ়ত্ব কম থাকে। এক্ষেত্রে নীল অধঃক্ষেপ উৎপন্ন না হয়ে দ্রবণের রং নীল বা ফিকে সবুজও হতে পারে।

(2) সালফার শনাক্তকরণ :

জৈব যৌগে সালফার উপস্থিত থাকলে পরিস্রুতে সোডিয়াম সালফাইড ও সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড তাকে (S^{2-} ও OH^- আয়ন)।

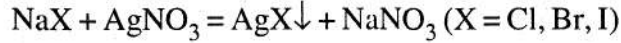
পরিস্রুতে দুই এক ফোঁটা সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইডের সদ্য প্রস্তুত জলীয় দ্রবণ যোগ করলে দ্রবণের রং বেগুনি হয়ে যায় :



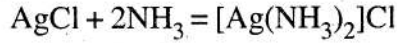
বেগুনি

(3) হ্যালোজেন (Cl, Br, I) শনাক্তকরণ :

জৈব যৌগে হ্যালোজেন (Cl, Br, I) উপস্থিত থাকলে পরিশ্রুতে সোডিয়াম হ্যালাইড ($\text{Na}^+ \text{X}, \text{X}^- = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$) 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 :



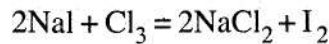
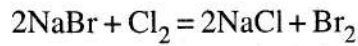
সিলভার ক্লোরাইড লঘু অ্যামোনিয়া দ্রবণে দ্রবীভূত হয়ে যায়।



সিলভার ব্রোমাইড গাঢ় অ্যামোনিয়া দ্রবণে দ্রব্য এবং সিলভার আয়োডাইড গাঢ় অ্যামোনিয়া দ্রবণে অদ্রব্য।

পরিশ্রুতে Br^- I^- উপস্থিত থাকলে এদের শনাক্তকরণের জন্য নীচের পরীক্ষাটিও করা যায় :

পরিশ্রুতকে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড দিয়ে অম্লায়িত করে CCl_4 , CHCl_3 করে CS_2 যোগ করলে তরলের দু'টি স্তর উৎপন্ন হয়। জৈব তরলগুলি ভারী এবং জলে অদ্রব্য, তাই এরা নীচের স্তর উৎপন্ন করে। এই মিশ্রণে ফোঁটা ফোঁটা করে ক্লোরিন-জল যোগ করে ঝাঁকালে (i) ব্রোমাইড থাকলে ব্রোমিন উৎপন্ন হয় এবং জৈব তরলে দ্রবীভূত হয়ে জৈব তরলের রং লালভাদ বাদামি করে। (ii) আয়োডাইড থাকলে আয়োডিন মুক্ত হয় এবং জৈব তরলে দ্রবীভূত হয়ে জৈব তরলের রং বেগুনি করে :

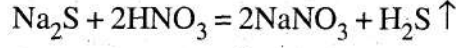
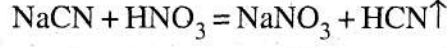


নাইট্রোজেন অথবা/এবং সালফার জৈব যৌগে উপস্থিত থাকলে হ্যালোজেনের শনাক্তকরণের জন্য সিলভার নাইট্রেট পরীক্ষায় অসুবিধা সৃষ্টি হয়। পরিশ্রুতে CN^- থাকলে অম্লায়িত পরিশ্রুতে AgNO_3 দ্রবণ যোগ করলে সিলভার সায়ানাইডের সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। সিলভার সায়ানাইডও লঘু অ্যামোনিয়া দ্রবণে দ্রব্য এবং লঘু HNO_3 -তে অদ্রব্য। তাই এক্ষেত্রে নমুনাতে ক্লোরিন না থাকলেও কোরিণের উপস্থিত বলে ভুল সিদ্ধান্ত নেওয়ার সম্ভাবনা থাকে।

পরিশ্রুতে S^{2-} থাকলে AgNO_3 পরীক্ষায় সিলভার সালফাইডের কালো রঙের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয়। এতেও হ্যালোজেনের শনাক্তকরণ বিঘ্নিত হয়।

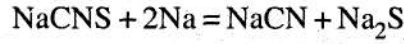
তাই পরিশ্রুতে CN^- এবং/বা S^{2-} থাকলে এদের দূর করার পর সিলভার নাইট্রেট পরীক্ষাটি করা হয়।

পরিস্ফুতকে 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 হয়না।



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 থায়োসায়ানেট 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 নীচের 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 ভালো করে গুঁড়ো 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 ভালো করে গুঁড়ো 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 ও নুড়ি দুটিই পরিষ্কার করে পাতিত জল দিয়ে ধুয়ে নেওয়া হয়। কলের জল ব্যবহার করতে নেই, এতে ক্লোরিন চলে আসতে পারে। নিষ্কাশনের জন্য 6-7 মিলিমিটারের বেশি জল নেওয়া উচিত নয়। বেশি জল ব্যবহার করলে উৎপন্ন দ্রবণ লঘু হয় এবং এতে পরীক্ষার ফল ভালো হয় না।

- গালকনলকে খলে নেওয়া পাতিত জলে খুব সাবধানে ডোবাতে হবে যাতে অতিরিক্ত সোডিয়ামে আগুন ধরলেও ছিটকে চোখে বা শরীরের কোনো অংশে না পড়তে পারে। লোহিততণ্ড অবস্থায় গালকনলটিকে জলে ডোবাতে হয়।
- পরিশ্রুত স্বচ্ছ না হলে বা পরিশ্রুত রঙিন 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।

6.5.2 জৈব যৌগে উপস্থিত নাইট্রোজেন, সালফার, ক্লোরিন, ব্রোমিন, আয়োডিনের শনাক্তকরণের পরীক্ষা :

সারণি 1 : হ্যালোজেনের বাইলস্টাইন পরীক্ষা (Beilstein test for halogens)

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
একদিকে কর্কের সঙ্গে লাগানো এবং খোলাদিক বাঁকানো একটি শক্ত কপারের তারের বাঁকানো অংশ বুনসেন জারণ শিখার বহির্ভাগে উত্তপ্ত করা হয়। বুনসেন শিখায় কোন রং উৎপন্ন হওয়া বন্ধ হলে কপারের তারটি কিছুটা ঠাণ্ডা করে তারের বাঁকানো অংশটি নমুনাতে ডুবিয়ে অল্প পরিমাণ নমুনা তারের গায়ে লাগিয়ে নেওয়া হয়। তারপর নমুনা লাগানো তারের বাঁকান অংশটি আবার অদীপ্ত বুনসেন শিখায় উত্তপ্ত করা হয়।	বুনসেন শিখায় সবুজ বা নীলাভ সবুজ রং উৎপন্ন হয়।	ক্লোরিন, ব্রোমিন বা আয়োডিন উপস্থিত থাকতে পারে।

সারণি 2 : লাসাইন পরীক্ষা (Lassaigne test) :

মটরের দানাকৃতি এক টুকরো পরিষ্কার ধাতব সোডিয়ামকে রুটিং কাগজ দিয়ে ভালোভাবে চেপে কেরোসিন তেল মুক্ত করে একটি গালক নলে নেওয়া হয়। গালকনলকে চিমটে বা পাকানো কাগজের সাহায্যে ধরে অদীপ্ত বুনসেন শিখায় খুব ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করা হয়। উত্তাপে সোডিয়াম গলে গেলে অর্থাৎ সোডিয়ামের টুকরোটি রূপোর মতো চকচকে হয়ে উঠলে খুব সামান্য পরিমাণ (প্রায় 50 মিলিগ্রাম) খুব ভালো করে গুঁড়ো করা নমুনা গলিত সোডিয়ামের উপর যোগ করা হয়। তারপর গালকনলটিকে প্রথমে ধীরে ধীরে এবং পরে অদীপ্ত বুনসেন শিখার উন্নতম অঞ্চলে তীব্রভাবে উত্তপ্ত করে লোহিত-তণ্ড করা হয়। লোহিততণ্ড গালকনলটিকে চিনামাটির খলে নেওয়া 6-7 মিলিমিটার পাতিত জলে খুব সাবধানে ডোবান হয়। গালকনলটি ভেঙে যায়। [অতিরিক্ত সোডিয়াম থাকলে আগুন ধরে যেতে পারে] যদি গালকনলটি না ভাঙে নুড়ির আঘাতে ভেঙে নেওয়া হয়। গালকনলের ভাঙ্গা অংশকে খলে রাখা জলের মধ্যে নুড়ি দিয়ে ভালো করে গুঁড়ো করা হয়। মিশ্রণকে ফিল্টার কাগজের সাহায্যে ছেঁকে নেওয়া হয়। পরিশ্রুত নিয়ে নীচের পরীক্ষাগুলি করা হয়।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
<p>(1) নাইট্রোজেন পরীক্ষা : একটি পরীক্ষানলে ~2 মিলিমিটার পরিস্রুত নিয়ে ~2 মিলিমিটার ফেরাস সালফেটের সম্পৃক্ত 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।</p>	<p>(i) গাঢ় নীল বা সবুজ রঙের অধঃক্ষেপ পড়ে। [কোন কোন ক্ষেত্রে শুধু নীল বা সবুজ রং উৎপন্ন হয়।]</p>	<p>(1) নাইট্রোজেন নিশ্চিতরূপে উপস্থিত।</p>
<p>(2) সালফারের পরীক্ষা : একটি পরীক্ষানলে ~2 মিলিমিটার পরিস্রুত নিয়ে দুই-এক ফোঁটা সদ্য প্রস্তুত সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইডের জলীয় দ্রবণ যোগ করা হয়।</p>	<p>(2) দ্রবণের রং বেগুনি (purple) হয় (রং ক্ষণস্থায়ী হতে পারে)।</p>	<p>(2) সালফার নিশ্চিতরূপে উপস্থিত।</p>
<p>(3) হ্যালোজেনের পরীক্ষা : (A) নমুনাতে নাইট্রোজেন ও সালফারের অনুপস্থিতিতে (অর্থাৎ পরিস্রুতে CN^- বা S^{2-} নাই)।</p> <p>(a) একটি পরীক্ষানলে ~2 মিলিমিটার পরিস্রুত নিয়ে লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড দিয়ে অম্লায়িত করা হয়। আঙ্গিক দ্রবণে অতিরিক্ত পরিমাণ সিলভার নাইট্রেটের জলীয় দ্রবণ যোগ করা হয়।</p>	<p>(i) দই 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।</p>	<p>(i) ক্লোরিন উপস্থিত।</p>

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
<p>(b) একটি পরীক্ষানলে ~2 মিলিমিটার পরিশ্রুত নিয়ে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড দিয়ে অঙ্গায়িত 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 ঝাঁকানো হয়।</p> <ul style="list-style-type: none"> ● উপরের 3(A)(b) পরীক্ষায় নমুনাতে নাইট্রোজেন/সালফারের উপস্থিতি কোন বিঘ্ন সৃষ্টি করে না। নমুনাতে নাইট্রোজেন, সালফার, ক্লোরিনের উপস্থিতিতে অর্থাৎ, পরিশ্রুতে CN^-, S^{2-}, Cl^--এর উপস্থিতিতে 3(A)(b) পরীক্ষার সাহায্যে ব্রোমিন ও আয়োডিনের উপস্থিতি নির্ণয় করা যায়। ● 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>(i) জৈব তরলের স্তর (নিচের স্তর) লালভ-বাদামি বর্ণ ধারণ করে।</p> <p>(ii) জৈব তরলের স্তর বেগুনি বর্ণ ধারণ করে।</p>	<p>(i) ব্রোমিন নিশ্চিতরূপে উপস্থিত।</p> <p>(ii) আয়োডিন নিশ্চিতরূপে উপস্থিত।</p>

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
<p>(B) নমুনা নাইট্রোজেন/ সালফারের উপস্থিতিতে (অর্থাৎ পরিস্রুতে CN-/S²⁻- এর উপস্থিতিতে)</p> <p>একটি পরীক্ষানলে ~2 মিলিলিটার পরিস্রুত নিয়ে লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড যোগ করে অম্লায়িত করা হয়। আল্পিক 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>(ii) আয়োডিন উপস্থিত।</p>

পরীক্ষা 3: আপনাকে 3টি নমুনা দেওয়া হল। এদের মধ্যে N, S, Cl, Br ও I-এর উপস্থিতি/অনুপস্থিতি
নির্ণয় করুন এবং নীচের 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-1 :

- (i) প্যারা-ক্লোরোঅ্যানিলিনকে সোডিয়াম দিয়ে গলিত করে পাতিত জল দিয়ে নিষ্কাশিত করা হল। পরিশ্রুতে কী কী রাসায়নিক পদার্থ থাকে ?
- (ii) হাইড্রক্সিল্যামিন (NH_2OH) এ উপস্থিত নাইট্রোজেন কী লাসাইন পরীক্ষায় নির্ণয় করা যায় ? উত্তরের স্বপক্ষে যুক্তি দিন।
- (iii) অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইডের ক্ষেত্রে জলীয় দ্রবণে AgNO_3 যোগ করে ক্লোরিনের পরীক্ষা করা যায়, কিন্তু প্যারা-ক্লোরো অ্যানিলিনের ক্ষেত্রে তা সম্ভব নয় কেন ?
- (iv) প্যারা-ক্লোরোবেনজোয়িক অ্যাসিডের ক্ষেত্রে লাসাইন পরীক্ষায় ক্লোরিনের পরীক্ষা করার সময় পরিশ্রুত লঘু HNO_3 তে অম্লায়িত করার প্রয়োজন আছে কী ? কেন ?
- (v) নাইট্রোজেনের উপস্থিতিতে ক্লোরিনের পরীক্ষা বিঘ্নিত হয় কেন ? কীভাবে এই বিঘ্ন দূর করা যায় ?

6.6 জৈব যৌগের দ্রাব্যতা পরীক্ষা :

জৈব যৌগের দ্রাব্যতা পরীক্ষা থেকে জৈব যৌগের প্রকৃতি এবং জৈব যৌগে উপস্থিত কার্যকরী গ্রুপ সম্বন্ধে মূল্যবান তথ্য পাওয়া যায়। সাধারণতঃ নীচে 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. দ্রাবক 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 হলে গেলে নমুনাটিকে ওই দ্রাবকে দ্রাব্য বলে ধরা হয়।

দ্রাব্যতার একটি সাধারণ নিয়ম হল : সাধারণত কোনো যৌগ সেই দ্রাবকেই সব থেকে বেশি দ্রবীভূত হয়, যার গঠনের সঙ্গে যৌগটির গঠনের সাদৃশ্য সব থেকে বেশি (Like dissolves like)।



নীচের 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 ফেনলসমূহ।



[যেমন রিসরসিনল (-OH), হাইড্রোকুইনোন (HO--OH)], বহু ক্ষারকীয় অ্যাসিডসমূহ

HOOC-COOH
অক্সালিক অ্যাসিড
HOOCCH₂CH₂COOH
সাকসিনিক অ্যাসিড
CH₃CONH₂
অ্যাসিট্যামাইড

[যেমন, অক্সালিক অ্যাসিড, সাকসিনিক অ্যাসিড, বহুহাইড্রক্সি অ্যালডিহাইড ও কিটোন সমূহ (শর্করা), কিছু অ্যামাইড (যেমন, অ্যাসিট্যামাইড), অ্যামিনো অ্যাসিড, লবণসমূহ [যেমন, অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইড ()] জলে দ্রাব্য।

দ্রাব্যতা পরীক্ষায় কোনো যৌগ জলে দ্রাব্য হলে অন্য দ্রাবকে আর পরীক্ষার প্রয়োজন নাই।

অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক অ্যামিনো যৌগ এই শ্রেণির অন্তর্ভুক্ত।

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 নাই। কারণ

যে যৌগগুলি 5% NaOH-এ দ্রব্য নয় তারা 5% NaHCO₃ তেও দ্রব্য নয়। আবার 5% HCl-এ দ্রব্যীভূত হলে গাঢ় H₂SO₄-এ দ্রব্য হবেই। তাই গাঢ় H₂SO₄-এ দ্রব্যতা দেখার আর প্রয়োজন নেই।

জলে অদ্রব্য 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 দ্রব্যীভূত হয়ে যায় কিন্তু 5% NaHCO₃ তে দ্রব্যীভূত হয় না।

নাইট্রোফেনল, ফেনোলিক অ্যালডিহাইড ও কিটোন ও 5% NaOH এ দ্রব্যীভূত হয়ে যায়।

চতুর্থ শ্রেণি : অপেক্ষাকৃত তীব্র আম্লিক জৈব যৌগগুলি এই শ্রেণির সদস্য। যেমন,— COOH

কার্বক্সিলিক—(COOH) যুক্ত যৌগগুলি এই শ্রেণির অন্তর্ভুক্ত।

ও —SO₃H মূলক যুক্ত যৌগগুলি 5% NaOH ও 5% NaHCO₃ উভয়েতেই দ্রব্যীভূত হয়ে যায়। ফেনোলিক অ্যাসিডগুলিও 5% NaOH ও 5% NaOH₃-এ দ্রব্যীভূত 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 দ্রব্যকেই দ্রব্যীভূত হয়ে যায়। যেমন, অ্যানথ্রানিলিক অ্যাসিড (H₂N—C₆H₄—COOH)। অ্যাসিডমূলকটি

অপেক্ষাকৃত তীব্র হওয়ায় এরা 5% NaHCO₃ তেও দ্রব্যীভূত হয়। জলে এরা আংশিক দ্রব্য।

অ্যামিডো, অ্যানিলিডো, নাইট্রো, কার্বনিল, এস্টার যৌগগুলি এই শ্রেণির অন্তর্ভুক্ত।

ষষ্ঠ শ্রেণি : এই শ্রেণির যৌগগুলি প্রশম। এই যৌগগুলির অণুতে নাইট্রোজেন বা অক্সিজেন পরমাণু নিঃসঙ্গ ইলেকট্রনযুগল বহন করে। ফলে তীব্র অ্যাসিড, গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড এদের প্রোটন দান করতে পারে। অ্যামিডো, অ্যানিলিডো, নাইট্রো, কার্বনিল, এস্টার যৌগগুলি এই শ্রেণিভুক্ত।

পরীক্ষা 4 : আপনাকে 6টি নমুনা দেওয়া হল। এদের দ্রব্যতা পরীক্ষা করুন এবং নীচে দেওয়া ছকে আপনার পরীক্ষালব্ধ ফল রিপোর্ট করুন :

নমুনা	দ্রব্যতা (সাধারণ তাপমাত্রায়)					
	জলে	5% NaOH-এ	5% NaHCO ₃ এ	5% HCl-এ	গাঢ় H ₂ SO ₄ এ	সিদ্ধান্ত
নমুনা 1						
নমুনা 2						
নমুনা 3						
নমুনা 4						
নমুনা 5						
নমুনা 6						

অনুশীলনী-1 :

- দ্রাব্যতা পরীক্ষায় একটি নমুনা শুধু 5 HCl দ্রাব্য হলে, নমুনাটি সম্বন্ধে আপনার ধারণা কী হয় ?
- দ্রাব্যতা পরীক্ষায় কোনো নমুনা 5% NaOH-এ দ্রাব্য না হলে আপনি কী 5 NaHCO₃ দিয়ে দ্রাব্যতা পরীক্ষায় করবেন। এ সম্বন্ধে আপনার যুক্তি কী ?
- দ্রাব্যতা পরীক্ষায় একটি নমুনা শুধু 5 NaOH না 5% NaHCO₃ দিয়ে দ্রাব্যতা পরীক্ষা করবেন ? কেন ?
- কোনো জৈব যৌগ 5% HCl ও 5% NaOH উভয়েতেই দ্রাব্য হলে যৌগটিতে কী কী 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 ?

6.7 কার্যকরী মূলকের শনাক্তকরণ : নীতি, বিক্রিয়া এবং পরীক্ষা পদ্ধতি

জৈব যৌগে বিভিন্ন কার্যকরী মূলক উপস্থিত থাকতে পারে। এই মূলকগুলি নাইট্রোজেন যুক্ত ও নাইট্রোজেন বিহীন হতে পারে।

নাইট্রোজেন যুক্ত কার্যকরী মূলক : (1) প্রাইমারি অ্যামিনো ($-\text{NH}_2$), অ্যানিলিড ($-\text{CONHAr}$), অ্যামিডো ($-\text{CONH}_2$) নাইট্রো ($-\text{NO}_2$)।

নাইট্রোজেনবিহীন কার্যকরী মূলক : (1) ফেনোলিক মূলক ($-\text{OH}$) (2) কার্বক্সিলিক মূলক

($-\text{COOH}$), (3) অ্যালডিহাইড মূলক ($\begin{array}{c} \text{R} \\ | \\ \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{H} \end{array}$), কিটো মূলক ($\begin{array}{c} \text{R} \\ | \\ \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{R} \end{array}$), এস্টার মূলক ($-\text{COOH}$)।

প্রথমে এই মূলকগুলি নির্ণয়ের নীতি ও বিক্রিয়াগুলি ভালো করে জেনে নিন। তারপর প্রকৃত পরীক্ষাগুলি করুন।

6.7.1 কার্যকরী মূলক শনাক্তকরণের নীতি ও বিক্রিয়া :

6.7.1.1 নাইট্রোজেনমূলক কার্যকরী মূলক :

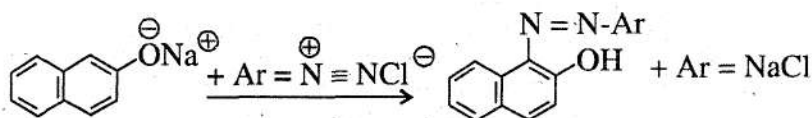
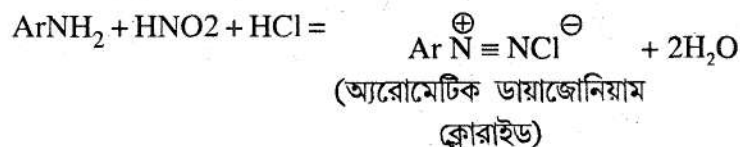
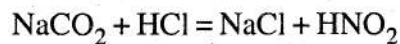
সাধারণ তাপমাত্রায় উৎপন্ন ডায়াজেনিয়াম যৌগের পরিমাণ কম হয়, কিন্তু অ্যাজোরঞ্জকত পরীক্ষায় সাড়া দেওয়ার মতো যথেষ্ট পরিমাণেই হয়।

(1) প্রাইমারি $-\text{NH}_2$ মূলক শনাক্তকরণ :

অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিনো যৌগ নিম্নতর তাপমাত্রায় ($0^\circ-5^\circ$ সে.) হাইড্রোক্লোরিকের উপস্থিতিতে নাইট্রাস অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়া করে অ্যারোমেটিক ডায়াজেনিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন করে। উৎপন্ন

অ্যারোমেটিক ডায়াজেনিয়াম যৌগ ক্ষারীয় মাধ্যমে 2-ন্যাপথলের সোডিয়াম ঘটিত লবণের সঙ্গে বিক্রিয়া করে লাল অ্যাজো রঞ্জক উৎপন্ন করে :

সব অ্যারোমেটিক প্রাইমারি-অ্যামিনো যৌগই লাল রঙের অ্যাজো-রঞ্জক উৎপন্ন করে না। বেনজিডিন বেগুনি রঙের অ্যাজো-রঞ্জক 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) ও ($-\text{CONHAr}$) মূলকের শনাক্তকরণ :

গাঢ় সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ সহযোগে উত্তপ্ত করলে অ্যামিডো মূলক যুক্ত যৌগ আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয়ে যায়। উৎপন্ন হয় কার্বক্সিলিক অ্যাসিডের সোডিয়াম ঘটিত লবণ এবং বাঁঝালো গন্ধযুক্ত অ্যামোনিয়া গ্যাস নির্গত হয়।



[R = অ্যালকিল বা অ্যারিল]

বেঞ্জানিলাইড ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NHCOC}_6\text{H}_5$) HCl দ্বারা আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয় না। এই যৌগের অ্যানিলিডো মূলক নির্ণয় করার জন্য এই পরীক্ষাটি বেশ উপযোগী।

উত্তপ্ত অ্যামোনিয়ার শনাক্তকরণের মাধ্যমে নমুনাতে অ্যামিডো মূলকের উপস্থিতি নির্ণয় করা হয়।

অ্যানিলাইডের N- অ্যারিল অংশটি N- ফিনাইল হলে অর্থাৎ অ্যানিলাইডটি $\text{C}_6\text{H}_5\text{NHCOR}$ হলে, এই ধরনের অ্যানিলাইড যৌগকে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ সহ উত্তপ্ত

করলে আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয়ে অ্যানিলিন উৎপন্ন করে :

$\text{C}_6\text{H}_5\text{NHCOR} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{RCOONa}$ । উৎপন্ন অ্যানিলিনকে গন্ধ বা অ্যাজোরঞ্জক পরীক্ষার সাহায্যে শনাক্ত করে নমুনাতে অ্যানিলিডো মূলকের উপস্থিতি নির্ণয় করা যায়।

অ্যাসিড দিয়ে আর্দ্র-বিশ্লেষণের মাধ্যমে অ্যানিলিডো মূলকের শনাক্তকরণ :

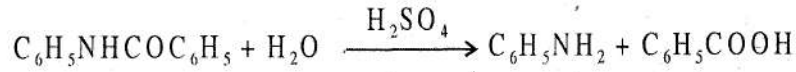
অ্যানিলিডো যৌগকে লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দিয়ে ফোটাতে অ্যানিলাইড আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয়ে অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিন উৎপন্ন করে এবং এটি হাইড্রোক্লোরাইড লবণ হিসেবে দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে।



উৎপন্ন দ্রবণকে শীতল করে প্রাইমারি অ্যামিনের জন্য অ্যাজো রঞ্জক পরীক্ষা করা হয় (অ্যাজো রঞ্জক পরীক্ষার বিক্রিয়া দ্রষ্টব্য)। এবং এইভাবে নমুনাতে অ্যানিলিডো মূলককে শনাক্ত করা হয়।

যেহেতু অ্যানিলাইডকে অ্যাসিড দিয়ে আর্দ্র বিশ্লেষিত করলে প্রাইমারি অ্যামিন উৎপন্ন হয়, তাই নমুনাতে অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিনো মূলক উপস্থিত থাকলে এই পরীক্ষাটি করা যায় না।

সব অ্যানিলাইড যৌগই লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দিয়ে ফোটাতে আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয় না। যেমন, বেঞ্জানিলাইড লঘু HCl দিয়ে ফোটাতে আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয় না। কিন্তু 70% H₂SO₄ (গাঢ় H₂SO₄ ও জল 4:3 অনুপাতে) দিয়ে ফোটাতে এটি আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয়ে যায়।



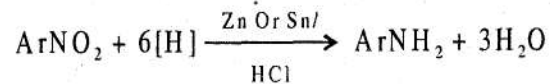
উৎপন্ন অ্যানিলিন দ্রবণে সালফেট লবণ হিসেবে থাকে। দ্রবণকে লঘু করে অ্যাজো-রঞ্জক পরীক্ষা করা হয়।

(3) নাইট্রো (-NO₂) মূলক শনাক্তকরণ :

(i) অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিনো মূলক অনুপস্থিত থাকলে :

অ্যারোমেটিক নাইট্রো-যৌগকে অ্যাসিডের মাধ্যমে ধাতু (যেমন, জিঙ্ক, টিন ইত্যাদি) দিয়ে বিজারিত করলে অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিন উৎপন্ন হয়।

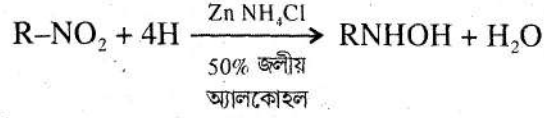
এই পরীক্ষায় অ্যাসিড হিসেবে HCl ব্যবহার করা হয়। ধাতু হিসেবে টিন ব্যবহার করা বাঞ্ছনীয়।



উৎপন্ন দ্রবণ দিয়ে অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিনো মূলকের জন্য অ্যাজো-রঞ্জক পরীক্ষা করা হয় (অ্যাজো-রঞ্জক পরীক্ষার বিক্রিয়া দ্রষ্টব্য)।

(ii) অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিনো মূলক উপস্থিত থাকলে :

নাইট্রো-যৌগকে জিঙ্ক-রজ এবং অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড দিয়ে জলীয় অ্যালকোহল মাধ্যমে উত্তপ্ত করলে -NO₂ মূলক বিজারিত হয়ে -NHOH উৎপন্ন করে অর্থাৎ নাইট্রো-যৌগ বিজারিত হয়ে হাইড্রক্সিল্যামিন জাতকে পরিণত হয় :



উৎপন্ন হাইড্রক্সিল্যামিন জাতক তীব্র বিজারণ গুণসম্পন্ন। এটি টোলেঞ্চ বিকারকে ধাতব সিলভারে বিজাতি 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 অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের পরিবর্তে ক্যালশিয়াম ক্লোরাইড ও ব্যবহার করা হয়।

6.7.2 নাইট্রোজেনবিহীন কার্যকরী মূলক :

- (i) ফেনোলিয় -OH মূলকের ক্ষীণ অল্পধর্মিতা আছে। ফেনোলিয় -OH মূলক যুক্ত যৌগের জলীয় বা অ্যালকোহলীয় দ্রবন নীল লিটমাস সিন্ত কাগজকে স্বল্প লাল করতে পারে। আর্থা/প্যারা উভয়স্থানেই শক্তিশালী ইলেকট্রন-আকর্ষী মূলক যেমন, -NO₂

মূলক থাকলে ফেনোলিয় -OH মূলকের আকর্ষিতা অনেক বেড়ে যায়। যেমন, 2, 4 ডাইনাইট্রোফেনল

বা 2, 4, 6 ট্রাইনাইট্রোফেনল (পিকরিক অ্যাসিড) নীল লিটমাস-সিন্ত কাগজকে লাল করে দেয়।

- (ii) ফেনোলিয় -OH মূলক যুক্ত জৈব যৌগের জলীয় বা অ্যালকোহলীয় দ্রবণে কয়েক ফোঁটা সদ্য প্রস্তুত প্রশম

নীল লিটমাস-সিন্ত কাগজকে লাল না করলে ফেনোলিয় -OH মূলক নাই এই সিদ্ধান্ত কখনই করা যায় না।

নমুনায় -NH₂ মূলক থাকলে -FeCl₃ এর সঙ্গে রং উৎপন্ন করতে পারে। তাই অ্যারোমেটিক -NH₂ মূলক থাকলে সতর্কতার সঙ্গে সিদ্ধান্ত করতে হয়।

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। কোনো কোনো 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।

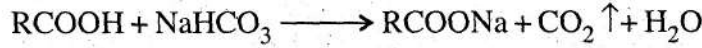
- (iii) পশ্চাৎ অ্যাজো রঞ্জক পরীক্ষা : অ্যাজো রঞ্জক পরীক্ষায় প্রকৃতপক্ষে অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিনো যৌগের থেকে উৎপন্ন অ্যারোমেটিক ডায়াজোনিয়াম যৌগের সঙ্গে কোনো ফেনোলীয় -OH মূলক যুক্ত যৌগের (যেমন 2-ন্যাপথলের) সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটিয়ে অজানা প্রাইমারি অ্যামিনো মূলক শনাক্ত করা যায়। আবার, জানা যায় অ্যারোমেটিক প্রাইমারি মূলক যুক্ত যৌগের (যেমন, অ্যানিলিনের) সাহায্যে অজানা ফেনোলিয় -OH মূলক শনাক্ত করা যায়। সব ফেনোলিয় -OH

মূলক যুক্ত যৌগই কিন্তু অ্যাজো রঞ্জক উৎপন্ন করতে পারে না। অ্যাজো রঞ্জক সৃষ্টির একটি অবশ্য সর্ত হল যে, ফিনোলিয় —OH মূলক যুক্ত যৌগের ফেনোলিয় —OH এর সাপেক্ষে বেনজিন বলয়ে অর্থো বা প্যারা স্থান খালি থাকতে হবে।

অ্যানিলিনের হাইড্রোক্সিক 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 লাল অ্যাজো রঞ্জক উৎপন্ন হয়। (বিক্রিয়ার জন্য 6.7.1.1 দেখুন)

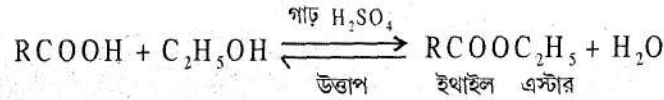
(2) কার্বক্সিল মূলক (—COOH) শনাক্তকরণ :

- COOH মূলক যুক্ত যৌগ অ্যাসিডধর্মী। এদের জলীয় বা অ্যালকোহলীয় দ্রবণ নীল লিটমাসকে লাল করে দেয়।
- COOH মূলক যুক্ত যৌগ জলীয় দ্রবণ সোডিয়াম [NaHCO₃] সঙ্গে বিক্রিয়া করে জৈব যৌগের সোডিয়াম ঘটিত লবণ উৎপন্ন করে। এই বিক্রিয়ার বুদবুদাকারে CO₂ নির্গত হয়।



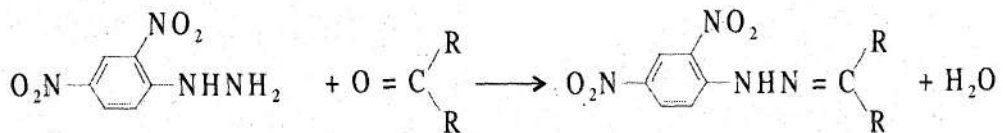
[—COOH মূলক যুক্ত যৌগ ছাড়াও —SO₃H (সালফোনিক অ্যাসিড) মূলক যুক্ত যৌগ, কিছু নাইট্রোফেনল (যেমন 2, 4 ডাইনাইট্রোফেনল, পিকরিক অ্যাসিড), অ্যামিনের লবণ (যেমন, অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইড) দ্রবণে NaHCO₃-এর সঙ্গে বিক্রিয়ায় CO₂ নির্গত করে।]

- গাঢ় H₂SO₄-এর উপস্থিতিতে অ্যালকোহলের সঙ্গে উত্তপ্ত করলে —COOH মূলকযুক্ত জৈব যৌগ এস্টার উৎপন্ন করে। অনেক এস্টারে ফলের মতো মিষ্টি গন্ধ আছে এবং এই গন্ধের সাহায্যে এস্টার শনাক্ত করা যায়।



(3) কার্বনিল (অ্যালাডিহাইড ও কিটো) মূলক শনাক্তকরণ :

প্রথমে সাধারণভাবে নমুনা কার্বনিল মূলকের অস্তিত্ব শনাক্ত করা হয়। তারপর পরীক্ষায় সাহায্যে অ্যালাডিহাইড ও কিটো মূলকের মধ্যে পার্থক্য করা হয়। কার্বনিল মূলক যুক্ত যৌগের সঙ্গে ব্র্যাডার বিকারকের (এতে 2, 4 ডাইনাইট্রোফিনাইলহাইড্রাজিন থাকে) বিক্রিয়ায় 2, 4 ডাইনাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজেন উৎপন্ন হয়। এগুলি নির্দিষ্ট গলনাঙ্ক-যুক্ত রঙিন (লাল, কমলা বা হলুদ) পদার্থ এবং এদের উৎপত্তি জৈব যৌগে কার্বনিল মূলকের উপস্থিতি চিহ্নিত করে।

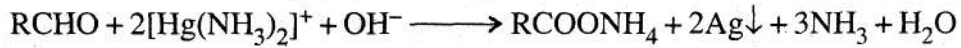


2, 4-ডাইনাইট্রোফিনাইলহাইড্রাজিন

R = H, অ্যালিকিল বা অ্যারিল মূলক R' = H, অ্যালিকিল বা অ্যারিল মূলক ;

অ্যালডিহাইড ও কিটোনের মধ্যে পার্থক্য

অ্যামোনিয়াক্স সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ বা টোলেঙ্গ বিকারকের সাহায্যে : অ্যামোনিয়াক্স সিলভার নাইট্রেট বা টোলেঙ্গ বিকারকের সঙ্গে অ্যালডিহাইডের বিক্রিয়া ঘটালে অ্যালডিহাইডের টোলেঙ্গ বিকারকের বিজারিত করে ধাতব সিলভার অধঃক্ষিপ্ত করে। ধাতব সিলভার পরীক্ষানলের গায়ে রূপোলি দর্পণ উৎপন্ন করে বা কালো অধঃক্ষেপ হিসেবে পৃথক হয়ে আসে।



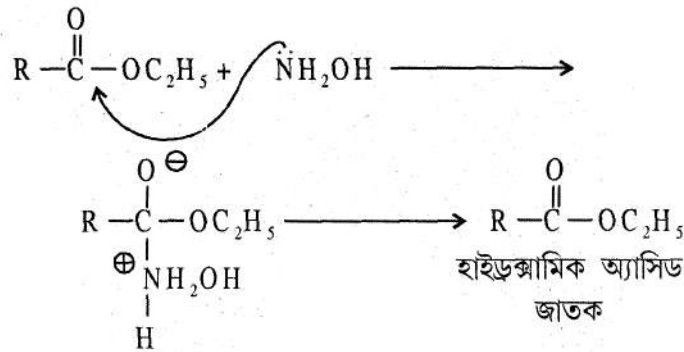
এই বিক্রিয়ায় কিটোনা সাড়া দেয় না। যদি টোলেঙ্গ বিকারকের সঙ্গে বিক্রিয়ায় রূপোলি দর্পণ বা কালো

α হাইড্রক্সি-কিটোন ও (RCHOHCOR')
টোলেঙ্গ বিকারককে বিজারিত করে।

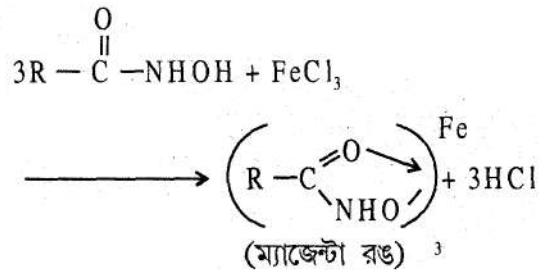
অধঃক্ষেপ না আসে তবে নমুনায় কিটো মূলক আছে বলে সিদ্ধান্ত করা হয়। কিটো মূলকের জন্য পৃথক কোনো পরীক্ষা করা হয় না।

(4) এস্টার মূলকের শনাক্ত (হাইড্রক্সামিক অ্যাসিড পরীক্ষা) :

এস্টারকে হাইড্রক্সামিন সহ উত্তপ্ত করলে হাইড্রক্সামিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয় :



অ্যাসিড মাধ্যমে এর মধ্যে সদ্যপ্রস্তুত FeCl₃ দ্রবণ যোগ করলে নীচের জটিল উৎপন্ন হওয়ার জন্য দ্রবণের রং ম্যাজেন্টা হয় :



6.7.3 কার্যকরী মূলক শনাক্তকরণের পরীক্ষা পদ্ধতি :

(1) নাইট্রোজেনযুক্ত কার্যকরী মূলকের শনাক্তকরণ :

[প্রাইমারি অ্যামিনো ($-NH_2$), অ্যামিডো, ($-CONH_2$) অ্যানিলিডো ($-CONHAr$) এবং নাইট্রো ($-NO_2$):

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
<p>(1) প্রাইমারি অ্যামিনো মূলক ($-NH_2$) অ্যাজো-রঞ্জক পরীক্ষা :</p> <p>একটি পরীক্ষানলে সামান্য (প্রায় 0.2 গ্রাম) নিয়ে লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (প্রায় 3 মিলিমিটার) যোগ করে ঝাঁকানো হয়। [যদি দ্রবীভূত হয় তবে দ্রবণ নিয়ে আর দ্রবীভূত না হলে মিশ্রণটি নিয়েই পরবর্তী ধাপগুলি কার হয়।] দ্রবণকে/মিশ্রণকে কলের জলের ধারায় (বরফে ঠান্ডা করলেই ভাল হয়) ভালোভাবে ঠান্ডা করা হয়। ঠান্ডা দ্রবণ ঝাঁকাতে ঝাঁকাতে দ্রবণের মধ্যে সোডিয়াম নাইট্রাইটের জলীয় দ্রবণ (প্রায় 20% — ~1 গ্রাম সোডিয়াম নাইট্রাইট প্রায় ~ 1 মিলিমিটার জলে) অল্প অল্প করে যোগ করা হয় এবং দ্রবণকে মিশ্রণকে ভালোভাবে ঠান্ডা করা হয়। উৎপন্ন এই শীতল দ্রবণকে/মিশ্রণকে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণে দ্রবীভূত 2-ন্যাপথলের 3 মিলিমিটার শীতল দ্রবণের মধ্যে ধীরে ধীরে যোগ করা হয়।</p> <p>(2) অ্যামিডো ($-COH_2$) 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>লাল রঙের অধঃক্ষেপ পড়ে (লাল অ্যাজো রঞ্জক উৎপন্ন হয়)</p> <p>অ্যামোনিয়ার ঝাঁঝাল গন্ধ নির্গত হয়।</p> <p>কাগজটি লালাভ-বেগুনি (pink) হয়ে যায়। এর থেকে বোঝা যায় গ্যাসটি অ্যামোনিয়া।</p>	<p>অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিনো মূলক নিশ্চিতরূপে উপস্থিত।</p> <p>অ্যামিনো ($CONH_2$) মূলক নিশ্চিতরূপে উপস্থিত।</p>

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
<p>(3) অ্যানিলিডো ($-NH_2$) মূলকের পরীক্ষা : একটি পরীক্ষানলে 0.5 গ্রাম নমুনা নিয়ে 5-6</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>অ্যারোমেটিক NH_2 মূলক উপস্থিত থাকলে এই পরীক্ষাটি করা যায় না। বেঞ্জানিলাইডের ক্ষেত্রে HCl-এর পরিবর্তে 70% H_2SO_4 নিয়ে আর্দ্র বিশ্লেষিত করতে হয়।</p> </div> <p>মিলিমিটার লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড যোগ করে কয়েক মিনিট উত্তপ্ত করা হয়। তারপর খুব ভালো করে ঠান্ডা করা হয় এবং প্রয়োজন হলে ছেকে নেওয়া</p> <p>হয়। ঠান্ডা করতে করতে এবং ঝাঁকাতে ঝাঁকাতে দ্রবণটির মধ্যে সোডিয়াম নাইট্রাইটের জলীয় দ্রবণ অল্প অল্প করে যোগ করা হয়। তারপর এই শীতল দ্রবণ 2-ন্যাপথলের শীতল ক্ষারীয় দ্রবণের মধ্যে যোগ করা হয়।</p> <p>(অ্যারোমেটিক $-NH_2$ মূলকের পরীক্ষা দেখুন)</p> <p>(4) নাইট্রো ($-NO_2$) মূলকের পরীক্ষা :</p> <p>(i) অ্যারোমেটিক $-NO_2$ মূলকের অনুপস্থিতিতে একটি পরীক্ষানলে অল্প পরিমাণ (~200 মিলিগ্রাম) নমুনা এবং জিঙ্ক বা টিনের 2-3 টি দানা (~500 মিলিগ্রাম) নিয়ে ঝাঁকাতে ঝাঁকাতে প্রায় 3 মিলিমিটার 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 মিলিমিটার গাঢ় HCl যোগ করে মিশ্রণটি 2 মিনিট ফোটাতে হবে।)</p> <p>বিক্রিয়া শেষে মিশ্রণটি খুব ভালোভাবে ঠান্ডা করে উপর থেকে 2 মিলিমিটারের মতো দ্রবণ অন্য একটি পরীক্ষানলে নিয়ে অ্যাজোরঞ্জক পরীক্ষা করতে হবে। (9.2.1 দেখুন)।</p>	<p>লাল অ্যাজোরঞ্জক উৎপন্ন হয়।</p> <p>লাল অ্যাজোরঞ্জক উৎপন্ন হয়।</p>	<p>অ্যানিলিডো ($-CONHAR$) মূলক নিশ্চিতরূপে উপস্থিত।</p> <p>অ্যারোমেটিক ($-NO_2$) মূলক উপস্থিত।</p>

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
<p>(ii) অ্যারোমেটিক $-NH_2$ মূলকের উপস্থিতিতে বা অনুপস্থিতিতে মুলিকেন-বার্কার পরীক্ষা (Mulliken-Barker Test) :</p> <p>একটি পরীক্ষানলে অল্প পরিমাণ নমুনা (প্রায় 0.2 গ্রাম, কঠিন অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (প্রায় 0.2 গ্রাম),</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>এই পরীক্ষা করার আগে একটি ফাঁকা পরীক্ষা (Blank Test) অবশ্যই করণীয়। যে কোন একটি বিকারক যেমন, জিক রজ যোগ না করে পুরো পরীক্ষাটিই করা হয়। হ্যাঁ সূচক ফল পেলে এই পরীক্ষাটি করা যায় না।</p> </div> <p>কঠিন অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (প্রায় 0.2 গ্রাম), কঠিন অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (প্রায় 0.2 গ্রাম) এবং জিঙ্ক-রজ (প্রায় 0.2 গ্রাম) নিয়ে 5 মিলিমিটার মতো 50% অ্যালকোহল যোগ করা হয়। মিশ্রণকে ফুটন্ত জলগাহে কিছুক্ষণ (প্রায় 5 মিনিট উত্তপ্ত করে একটি পরিষ্কার পরীক্ষানলের মধ্যে নেওয়া টোলেঙ্গ বিকারকের মধ্যে (3-4 মিলিমিটার) ছাঁকা হয়। (সাবধানতা : ছাঁকার সময় যাতে জিঙ্ক রজ কিছুতেই পরীক্ষানলে না পড়ে) [টোলেঙ্গ বিকারক প্রস্তুতি] :</p>	<p>টোলেঙ্গ বিকারক কালো হয়ে যায় অথবা ধূসর বা কালো অধঃক্ষেপ পড়ে। [পরীক্ষাটি ভালোভাবে করলে পরীক্ষানলের গায়ে চকচকে রূপালি আয়না জমা হয়]।</p>	<p>নাইট্রো($-NO_2$) মূলক উপস্থিত।</p>

(2) নাইট্রোজেনযুক্ত কার্যকরী মূলকের সনাক্তকরণ :

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
<p>(1) (i) ফেনোলীয় হাইডক্সিল ($-OH$) ও কার্বক্সিল ($-COOH$) মূলকের পরীক্ষা :</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>শুধু ফেনোলীয় $-OH$ থাকলে নীল লিটমাসের বর্ণ পরিবর্তন নাও হতে পারে। <i>O</i> ও <i>p</i>-নাইট্রোফেনলের ক্ষেত্রে ফিকে লাল হয়। অ্যামিনের লবণ থাকলেও নীল লিটমাস লাল হয়।</p> </div> <p>(i) সামান্য পরিমাণ নমুনা জলে দ্রবীভূত (দ্রবীভূত না হলে প্রলম্বিত অবস্থায়) দ্রবণ (বা মিশ্রণ) নীল লিটমাস কাগজ দিয়ে পরীক্ষা করা হয়।</p>	<p>নীল লিটমাস কাগজ লাল হয়ে যায়।</p>	<p>$-COOH$ থুপ, ফেনোলীয় $-OH$ মূলক (খুব ফিকে লাল হয়) বা অন্য কোনো আম্লিক মূলক থাকতে পারে।</p>

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
<p>(ii) সামান্য পরিমাণ নমুনা জলে দ্রবীভূত করে (জলে অ্যারোমেটিক $-NH_2$ মূলক উপস্থিত থাকলে (ii) ও (iii) নং পরীক্ষায় বিঘ্ন সৃষ্টি করতে পারে। অনেক সময় (ii)/(iii) পরীক্ষার রং খুব স্থায়ী হয়। তাই $FeCl_3$ দ্রবণ যোগ করার মুহূর্তেই রং লক্ষ করতে হয়।</p>	<p>দ্রবণের রং বেগুনি, লালাভ-বেগুনি, ফিকে লাল সবুজ বা নীল হয়। [উৎপন্ন রং স্থায়ী বা ক্ষণস্থায়ী হতে পারে।]</p> <p>লাল রং উৎপন্ন হয় বা অধঃক্ষেপ পড়ে।</p>	<p>ফেনোলের $-OH$ মূলক উপস্থিত।</p> <p>$-COOOH$ মূলক হতে পারে।</p>
<p>(iii) ফেনোলের $-OH$ মূলকের জন্য পশ্চাৎ অ্যাজো রঞ্জক পরীক্ষা (Back dye test) : একটি ফেনোলের $-OH$ মূলক যুক্ত সমস্ত যৌগই এই পরীক্ষায় সাড়া দেয় না। অ্যানিলিনের ভালো ভাবে 1-2 ফোঁটার বেশি কখনো নেওয়া উচিত নয়।</p>	<p>পরীক্ষানলে 1 ফোঁটা অ্যানিলিন প্রায় 3 মিলিমিটার লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করে দ্রবণকে খুব ঠান্ডা করা হয়। এই</p> <p>লাল অ্যাজোরঞ্জক উৎপন্ন হয়।</p>	<p>ফেনোলের $-OH$ মূলক উপস্থিত।</p>
<p>ঠান্ডা দ্রবণে সোডিয়াম নাইট্রাইটের লঘু ঠান্ডা দ্রবণ অল্প অল্প করে ঝাঁকাতে ঝাঁকাতে এবং ঠান্ডা করতে করতে যোগ করা হয়। উৎপন্ন শীতল দ্রবণ নমুনার সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের পূর্বে প্রস্তুত অতিরিক্ত পরিমাণ শীতল দ্রবণে যোগ করা হয়।</p> <p>(iv) $-COOH$ মূলকের জন্য $NaHCO_3$ পরীক্ষা :</p>	<p>বুদ্বুদ দেখা যায়।</p>	<p>$-COOH$ মূলক উপস্থিত।</p>
<p>পর্যবেক্ষণের আগে নমুনাকে ভেজার সময় দেওয়া হল। <i>o</i> ও <i>p</i> নাইট্রোফেনল ও অন্যান্য অ্যাসিড মূলকও এই পরীক্ষায় বুদ্বুদের উৎপন্ন করে।</p>	<p>(i) একটি পরীক্ষানলে সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেটের সম্পৃক্ত জলীয় দ্রবণ (3-4 মিলিমিটার) নিয়ে তার মধ্যে সামান্য নমুনা যোগ করা হয়।</p>	

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
<p>(v) $-COOH$ মূলকের এস্টারিফিকেশন পরীক্ষা</p> <p>সমস্ত $-COOH$ যুক্ত যৌগই এই পরীক্ষায় সাড়া দেয় না। আবার সব এস্টারের গন্ধই ফলের এস্টারের গন্ধই ফলের গন্ধের মতো মিষ্টি হয় না।</p>	<p>ফলের মতো মিষ্টি গন্ধ পাওয়া যায়। (এস্টার উৎপন্নের জন্য)।</p>	<p>$-COOH$ মূলক উপস্থিত।</p>
<p>গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড (প্রায় 0.5 মিলিমিটার যোগ করে মিশ্রণসহ পরীক্ষানলটি ফুটন্ত জলগাহে রেখে কিছুক্ষণ উত্তপ্ত করা হয়।</p> <p>মিশ্রণকে কিছুটা ঠান্ডা করে একটি বিকারে নেওয়া 20-25 মিলিমিটার জলে বা সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণে সাবধানে ঢালা হয়।</p> <p>(2) কার্বনিল (অ্যালডিহাইড/কিটো) মূলকের</p>	<p>একটি তৈলাক্ত স্তর পৃথক হয়ে যায় (জলের উপর ভাসতে থাকে) এবং আরও ভালো মিষ্টি গন্ধ পাওয়া যায়।</p>	<p>কার্বনিল (অ্যালডিহাইড/বা কিটো মূলক উপস্থিত।)</p>
<p>যদি অল্পক্ষণ ঝাঁকিয়ে অধঃক্ষেপ না আসে তবে পাঁচমিনিট পর্যন্ত ভালোভাবে ঝাঁকান হয়। এর মধ্যে অধঃক্ষেপ না এলে বুঝতে হবে কার্বনিল মূলক নাই। এই পরীক্ষায় উত্তপ্ত না করাই বাঞ্ছনীয়।</p>	<p>লাল, কমলা বা হলুদ রঙের অধঃক্ষেপ পড়ে।</p>	<p>কার্বনিল (অ্যালডিহাইড/বা কিটো মূলক উপস্থিত।)</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>পরিষ্কার মতো গায়ে রুপোলি আয়না উৎপন্ন হয় অথবা ধূসর বা কালো অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয়।</p>	<p>অ্যালডিহাইড ($-CHO$ বা α-হাইড্রক্সি-কিটো $[-CH(OH)CO-1]$ মূলক উপস্থিত।)</p>
<p>(3) অ্যালডিহাইড ও কিটো মূলকের পার্থক্য সূচক পরীক্ষা : একটি পরিষ্কার পরীক্ষানলে 4 মিলিমিটার মতো টোলেপ বিকারক নিয়ে সামান্য পরিমাণ নমুনা যোগ করে ঝাঁকানো হয় এবং গরম জলগাহে পরীক্ষানলটি বসিয়ে মিশ্রণকে কিছুক্ষণ উত্তপ্ত করা হয়।</p>		

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
<p>(4) এস্টার মূলকের (-COOR) পরীক্ষা :</p> <p>এই পরীক্ষাটি করার আগে একটি ফাঁকা পরীক্ষা অবশ্যই করতে হয়। হাইড্রক্সিল্যামিন হাইড্রোক্লোরাইড যোগ না করে পরীক্ষাটি করা হয়। যদি এতে হলুদ ছাড়া অন্য কোনো রং উৎপন্ন হয় তবে এই পরীক্ষাটি করা যায় না।</p> <p>হাইড্রক্সামিক : একটি পরীক্ষানলে প্রায় 0.1 গ্রাম নমুনা নিয়ে 2 মিলিমিটার মতো 5% মিথানলীয় হাইড্রক্সি-অ্যামিন হাইড্রো-ক্লোরাইড দ্রবণ যোগ করা হয়। তারপর এর মধ্যে মিথানল দ্রবীভূত পটাশিয়াম হাইড্রক্সাইডের সম্পৃক্ত দ্রবণ ফোঁটা ফোঁটা করে যোগ করা হয় যতক্ষণ না মিশ্রণটি ঠিক স্ফারকীয় হয়। এবার মিশ্রণকে ফুটিয়ে ঠান্ডা করা হয় এবং লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ফোঁটা ফোঁটা করে যোগ করে মিশ্রণকে ঠিক আঙ্গিক করা হয়। তারপর এর মধ্যে 1-2 ফোঁটা ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণ যোগ করা হয়।</p>	<p>ম্যাঙ্গেল্টা, 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 শনাক্ত করুন। প্রতিটি পরীক্ষালব্ধ ফল নীচের ছকে রিপোর্ট করুন।

নমুনা তারিখ

কার্যকরী মূলকের শনাক্তকরণ

A. সারণি : নাইট্রোজেন যুক্ত কার্যকরী মূলকের শনাক্তকরণ

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
<p>(1) অ্যারোমেটিক -NH₂ 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 রং পরীক্ষা (অ্যারোমেটিক -NH₂ ও অ্যানিলিডো মূলকের অনুপস্থিতিতে)</p> <p>(ii) মুলিকেন-বার্কার পরীক্ষা।</p>		

B. সারণি 2 : নাইট্রোজেনযুক্ত কার্যকরী মূলকের শনাক্তকরণ :

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
(1) কার্বক্সিল ($-\text{COOH}$) মূলকের পরীক্ষা (i) লিটমাস পরীক্ষা (ii) NaHCO_3 পরীক্ষা। (ii) এস্টারিফিকেশন পরীক্ষা।		
(2) ফেনোলীয় $-\text{OH}$ মূলকের পরীক্ষা (i) FeCl_3 পরীক্ষা (ii) পশ্চাৎ অ্যাজো রঞ্জক পরীক্ষা		
(3) কার্বনিল মূলকের পরীক্ষা (i) কার্বনিল মূলকের পরীক্ষা (ii) অ্যালডিহাইড ও কিটো মূলকের পার্থক্যের পরীক্ষা—টোলেন্স বিকারকের সাহায্য		
(4) এস্টার মূলকের পরীক্ষা চূড়ান্ত সিদ্ধান্ত—		

অনুশীলনী—1 :

- অ্যারোমেটিক $-\text{NH}_2$ মূলকের উপস্থিতিতে $-\text{NO}_2$ মূলকের জন্য পরীক্ষা Zn/HCl দিয়ে বিজারণ করে করা যায় না কেন ?
- আপনি আগে কোন্ মূলকের পরীক্ষা করবেন—অ্যানিলিডো না নাইট্রো মূলকের ? কেন ?
- $\text{C}_6\text{H}_5\text{NHCOCH}_3$ যৌগটিতে অ্যানিলিডো মূলক কোনোটী ?
- কোন নাইট্রো যৌগকে Zn -রঙ্গ $/\text{NH}_4\text{Cl}$ জলীয় অ্যালকোহল দিয়ে বিজারিত করলে $-\text{NO}_2$ মূলক কোনোটী মূলকে পরিবর্তিত হয় ?
- অ্যামিডো মূলক কে শনাক্ত করবেন কীভাবে ?
- কার্বনিল মূলক যুক্ত কোনো যৌগ টোলেন্স বিকারককে বিজারিত করলেই কী বলা যায় কার্বনিল মূলকটি অ্যালডিহাইড ?
- কোনো অ্যালডিহাইডের সঙ্গে টোলেন্স বিকারকের বিক্রিয়ায় কালো অধঃক্ষেপ পড়ল। অধঃক্ষেপটি কীসের ?
- কোনো জৈব অ্যালকোহলীয় দ্রবণে প্রশম FeCl_3 এর সঙ্গে বেগুনি রঙ উৎপন্ন করল। এই যৌগটি নিয়ে আপনি কী 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 কী থাকে ?

6.8 জাতক প্রস্তুতি

জৈব যৌগে উপস্থিত কার্যকরী মূলক অনুযায়ী জৈব যৌগের এক বা একাধিক জাতক প্রস্তুত করা হয়।
কোনো জাতক প্রস্তুত করা হয় ?

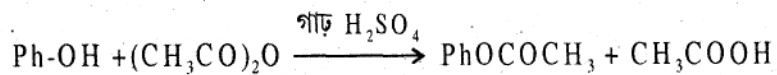
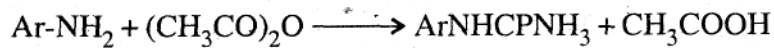
- (1) জাতকটি কঠিন হতে হবে/জাতকটিকে সহজে হতে হবে।
- (2) জাতকটি কেলাসীয় এবং জাতকটি কেলাসনের মাধ্যমে পরিশুদ্ধ যোগ্য হতে হবে।
- (3) জাতকটির তীক্ষ্ণ গলনাঙ্ক থাকতে হবে এবং নমুনার যৌগের গলনাঙ্ক থেকে বেশ পার্থক্য থাকতে হবে।

জাতক প্রস্তুতির উদ্দেশ্য : জৈব যৌগের গুণগত বিশ্লেষণের মাধ্যমে জৈব যৌগকে শনাক্ত করার জন্য জাতক প্রস্তুতির প্রয়োজন হয়। অনেক সময় একই বিশেষ মৌল ও কার্যকরী মূলক যুক্ত বিভিন্ন যৌগের কাছাকাছি গলনাঙ্ক থাকে। সেসব ক্ষেত্রে জৈব যৌগটির গলনাঙ্ক দিয়ে জৈব যৌগটিকে শনাক্ত করা যায় না। কিন্তু জৈব যৌগটির কোনো উপযুক্ত জাতকের গলনাঙ্ক, জৈব যৌগটির কাছাকাছি গলনাঙ্ক অন্যান্য জৈব যৌগগুলির একই জাতকের গলনাঙ্ক থেকে অনেকটা তফাত হয়। তাই জৈব যৌগটির উপযুক্ত জাতক প্রস্তুত করে তার গলনাঙ্ক নির্ণয় করা হয়। এই জাতকটির গলনাঙ্ক যে জৈব যৌগের জাতকের গলনাঙ্কের সঙ্গে সমান হয় বা খুব কাছাকাছি হয় নমুনা জৈব যৌগটিকে সেই জৈব যৌগটি বলে চিহ্নিত করা হয়। জৈব যৌগে উপস্থিত কার্যকরী মূলক অনুযায়ী জৈব যৌগটির কোনো উপযুক্ত জাতক প্রস্তুত করা হয়। জাতক প্রস্তুতি আসলে প্রায় ক্ষেত্রেই কার্যকরী মূলক রূপান্তরণ।

6.8.1 অ্যাসিটাইল জাতক প্রস্তুতি :

(অ্যারোমেটিক NH_2 এবং ফেনোলীয় $-\text{OH}$ মূলকযুক্ত যৌগগুলির ক্ষেত্রে)

বিক্রিয়া : ArNH_2 বা ফেনোলীয় $-\text{OH}$ মূলক যুক্ত যৌগের সঙ্গে অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইডের বিক্রিয়া ঘটালে অ্যাসিটাইল জাতক উৎপন্ন হয়। ফেনোলীয় $-\text{OH}$ মূলক যুক্ত যৌগের ক্ষেত্রে গাঢ় H_2SO_4 অনুঘটকরূপে ব্যবহার করা হয়।



(1) অ্যারোমেটিক $-NH_2$ মূলকের ক্ষেত্রে অ্যাসিটাইল জাতক প্রস্তুতি :

পদ্ধতি : একটি শুষ্ক পরীক্ষানলে 1 গ্রাম নিয়ে 2 মিলিমিটার অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড যোগ করা হয়। তারপর ঝাঁকাতে ঝাঁকাতে গরম করা হয় যতক্ষণ না একটি পরিষ্কার দ্রবণ উৎপন্ন হয়। ঠান্ডা করে একটি ছোটো বিকারে নেওয়া 10 মিলিমিটারে জলের মধ্যে ঢালা হয় এবং একটি কাচদণ্ড দিয়ে নাড়তে থাকা হয় যতক্ষণ না তৈলাক্ত পদার্থটি কঠিনে পরিণত হয়। ছেকে নিয়ে কঠিন পদার্থটিকে শীতল জল দিয়ে ধৌত করা হয়। তারপর জলীয় ইথাইল অ্যালকোহলন থেকে পুনঃকেলাসিত করে শুষ্ক করে নিয়ে গলনাঙ্ক নির্ণয় করা হয়।

পুনঃকেলাসন করার পদ্ধতি : 0.5 গ্রাম মতো প্রস্তুত করা জাতকটি একটি পরীক্ষানলে নিয়ে সামান্য পরিমাণ জল দিয়ে কঠিন পদার্থটিকে ঢেকে দেওয়া হয়। তারপর উত্তপ্ত জলগাহে পরীক্ষানলটি রেখে উত্তপ্ত করা হয় এবং ফোঁটা ফোঁটা অ্যালকোহল যোগ করে কঠিন পদার্থটিকে ঠিক দ্রবীভূত করা হয়। এরপর পরীক্ষানলটি জলগাহ থেকে তুলে নিয়ে দ্রবণের মধ্যে ফোঁটা ফোঁটা করে জল যোগ করা হয় যতক্ষণ না দ্রবণটি ঘোলাটে হয়। ঘোলাটে দ্রবণটি জলগাহে উত্তপ্ত করে স্বচ্ছ দ্রবণে পরিণত করে স্বচ্ছ দ্রবণটি ঠান্ডা হতে দেওয়া হয়। দ্রবণটি শীতল হলে উৎপন্ন কেলাস ছেকে নেওয়া হয়।

ফেনোলীয় $-OH$ মূলক যুক্ত যৌগের ক্ষেত্রে অ্যাসিটাইল জাতক প্রস্তুতি :

পদ্ধতি : একটি শুষ্ক পরীক্ষানলে 1 গ্রাম মতো নমুনা নিয়ে এর মধ্যে 2.5 মিলিমিটার অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড ও এক ফোঁটা গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের একটি মিশ্রণ যোগ করা হয়। মিশ্রণটিকে এক মিনিট মতো ভাল করে ঝাঁকানো হয়। একটি 50 মিলিমিটার বিকারে 20 মিলিমিটার মতো পাতিত জল নিয়ে তার মধ্যে এই মিশ্রণটি ঢেলে দেওয়া হয় এবং কাচদণ্ড দিয়ে নাড়তে থাকা হয় যতক্ষণ না তৈলাক্ত পদার্থটি কঠিনে পরিণত হয়।

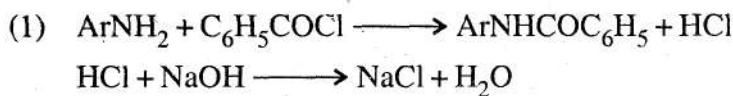
কোনো কোনো ক্ষেত্রে পরীক্ষানলটি ঝাঁকানোর সময়েই পরীক্ষানলের তরল জমাট বেঁধে কঠিন হয়ে যায়। সেক্ষেত্রে পরীক্ষানলের কঠিনের মধ্যেই জল যোগ করে কাচদণ্ড দিয়ে ভালো করে নাড়া হয়।

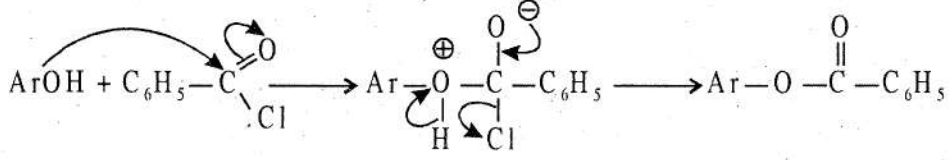
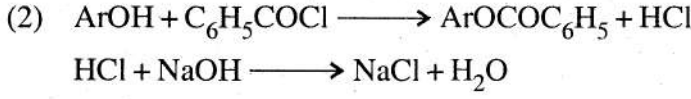
উভয়ক্ষেত্রেই কঠিন পদার্থটি ছেকে নিয়ে শীতল জল দিয়ে ধৌত করা হয়। তারপর জলীয় ইথাইল অ্যালকোহল থেকে পুনঃকেলাসিত করে, শুষ্ক করে নিয়ে গলনাঙ্ক নির্ণয় করা হয়।

6.8.2 বেঞ্জয়িল জাতক প্রস্তুতি :

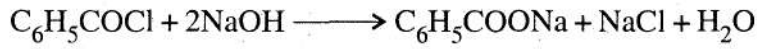
($-NH_2$ এবং ফেনোলীয় $-OH$ মূলকের জন্য) শটেন-বাউম্যান পদ্ধতি (Schotten-Bowmann method) :

বিক্রিয়া : প্রাইমারি অ্যামিনো যৌগ বা ফেনোলীয় হাইড্রক্সিল যুক্ত যৌগের সঙ্গে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের উপস্থিতিতে বেঞ্জয়িল ক্লোরাইডের বিক্রিয়া ঘটালে এদের বেঞ্জয়িল জাতক উৎপন্ন হয় :





অতিরিক্ত বেঞ্জয়িল ক্লোরাইড NaOH দ্বারা আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়ে সোডিয়াম বেঞ্জয়েট উৎপন্ন করে। সোডিয়াম বেঞ্জয়েট দ্রবণে থেকে যায়।

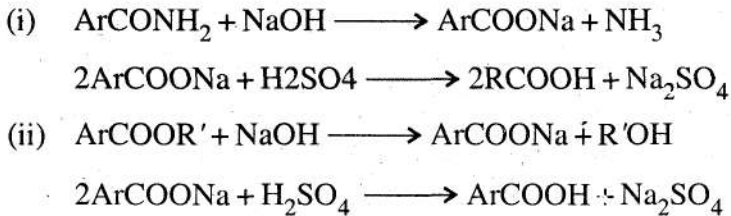


অ্যামিনো অ্যাসিড বা ফেনোলিক অ্যাসিডের ক্ষেত্রে বেঞ্জয়িল জাতক প্রস্তুতির জন্য বিশেষ পদ্ধতি অবলম্বন করতে হয়। এদের বেঞ্জয়িল জাতক এই পর্যায়ে প্রস্তুত করার প্রয়োজন নাই।

পদ্ধতি : একটি 100 মিলি কনিকাল ফ্লাস্কে 1 গ্রাম নমুনা 20 মিলিমিটার 5% NaOH জলীয় দ্রবণে প্রলম্বিত করা হয়। ফ্লাস্কটি ঝাঁকাতে ঝাঁকাতে এবং জলে শীতল করতে করতে এর মধ্য একবারে 0.5 মিলিমিটার করে মোট 2 মিলি বেঞ্জয়িল ক্লোরাইড যোগ করা হয়। কনিকাল ফ্লাস্কের মুখ ভেলভেটের ছিপি দিয়ে খুব আঁট করে বন্ধ করে 5-6 মিনিট সজোরে ঝাঁকান হয়—যতক্ষণ না বেঞ্জয়িল ক্লোরাইডের গন্ধ দূর হয়। (মাঝে মাঝে ছিপিটি খুলে দেওয়া হয়)। সবসময় খেয়াল রাখতে হয় মিশ্রণটি যেন ক্ষারীয় থাকে। প্রয়োজন হলে আরও সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ যোগ করা হয়। কঠিন বেঞ্জয়িল জাতককে ছেকে নিয়ে সামান্য শীতল জল দিয়ে ধৌত করা হয়। তারপর জলীয় ইথাইল অ্যালকোহল থেকে পুনঃকেনাসিত করে শুষ্ক করে গিয়ে গলনাঙ্ক নির্ণয় করা হয়।

6.8.3 আর্দ্র-বিশ্লেষণ (অ্যামিডো ও এস্টার মূলকের জন্য) :

অ্যামাইডো ও এস্টারকে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ সহযোগে ফোটাতে এরা আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়ে কার্বক্সিলিক অ্যাসিডের সোডিয়াম ঘটিত লবণ উৎপন্ন হয়। এর সঙ্গে অ্যামাইডের ক্ষেত্রে উৎপন্ন হয় অ্যামোনিয়া এবং এস্টারের ক্ষেত্রে উৎপন্ন হয় অ্যালকোহল। কার্বক্সিলিক অ্যাসিডের ঘটিত লবণের দ্রবণকে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড দিয়ে অম্লায়িত করলে কার্বক্সিলিক অ্যাসিডটি অধঃক্ষিপ্ত হয় (যদি এটি জলে অদ্রব্য হয়)।



পদ্ধতি : একটি 100 মিলি কনিকাল ফ্লাস্কে 1 গ্রাম নমুনা নিয়ে তার মধ্যে 15 মিলি 10% সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের জলীয় দ্রবণ এবং কয়েকটি সচ্ছিদ্র পোসেলিনের ছোটো টুকরো যোগ করা হয়। কনিকাল ফ্লাস্কের মুখে একটি ফানেল বসান হয় এবং কনিকাল ফ্লাস্কটি একটি তারজালি উপর বসিয়ে উত্তপ্ত করা হয়। মিশ্রণটি ফুটতে থাকে। মিশ্রণটিকে 10-15 মিনিট এইভাবে ফোটানো হয়। (ফ্লাস্কের জল কমে গেলে ঠান্ডা করে সাবধানে জল যোগ করে তরলের আয়তন ঠিক রাখা হয়)। তারপর

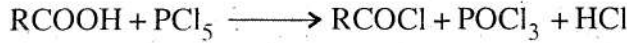
আর্দ্রবিশ্লেষণ প্রক্রিয়াটি একটি শীতকযুক্ত গোলতল ফ্লাস্কে করলেই ভাল হয়।

দ্রবণটি খুব ভাল করে ঠান্ডা করে। 1:1 সালফিউরিক অ্যাসিড যোগ করে অম্লায়িত করা হয়। মিশ্রণটি বরফ জলে ঠান্ডা করা হয়। তারপর অধিঃক্ষিপ্ত কঠিন পদার্থটি ছেকে নিয়ে শীতল জল দিয়ে ধৌত করা হয়। একে জল থেকে পুনঃকেলাসিত করে নিয়ে শুষ্ক করা হয় এবং এর গলনাঙ্ক নির্ণয় করা হয়। [পুনঃকেলাসন : কঠিন পদার্থটি পরীক্ষানলে নিয়ে উপযুক্ত পরিমাণ জল যোগ করে উত্তপ্ত করে স্বচ্ছ দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়। শীতল করলে কেলাস পৃথক হয়ে আসে। একে ছেকে নেওয়া হয়।]

আর্দ্রবিশ্লেষণ পর HCl-এর সাহায্যে অম্লায়িত না করে H₂SO₄ দিয়ে অম্লায়িত করাই শ্রেয়। কারণ NaCl এর দ্রাব্যতা Na₂SO₄-এর দ্রাব্যতা অপেক্ষা অনেক কম। HCl ব্যবহার করলে জৈব অ্যাসিড পেতে অসুবিধা হবে।

6.8.4 অ্যামাইড জাতক প্রস্তুতি (-COOH মূলকের ক্ষেত্রে) :

বিক্রিয়া : কার্বক্সিলিক অ্যাসিডের সঙ্গে থায়োনিল ক্লোরাইড বা ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের বিক্রিয়া ঘটালে অ্যাসিড ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।



অ্যাসিড ক্লোরাইডের সঙ্গে গাঢ় অ্যামোনিয়া দ্রবণের বিক্রিয়া ঘটালে অ্যামাইড উৎপন্ন হয়।



পদ্ধতি : (1) অ্যাসিড ক্লোরাইড প্রস্তুতি : প্রথম প্রস্তুতি : একটি পোসেলিন ডিশে 0.5 গ্রাম নমুনা নিয়ে তার মধ্যে 2 গ্রাম ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড যোগ করা হয়। মিশ্রণকে একটি নোড়া দিয়ে ভালো করে পেয়া হয় যতক্ষণ না মিশ্রণ তরলে পরিণত হয়।

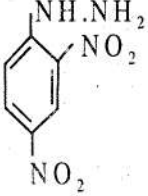
দ্বিতীয় পদ্ধতি : নমুনাকে (0.5 গ্রাম) থায়োনিল ক্লোরাইড (3-4 মিলি) রিফ্লাস্ক করেও অ্যাসিড ক্লোরাইড প্রস্তুত করা যায়।

(2) অ্যামাইড প্রস্তুতি : উপরের পদ্ধতিতে প্রস্তুত অ্যাসিড ক্লোরাইডের মধ্যে 10 মিলি গাঢ় অ্যামোনিয়া দ্রবণ অল্প অল্প করে যোগ করা হয়। প্রবল বিক্রিয়া সংঘটিত হয়। বিক্রিয়াটি প্রশমিত হলে কাচের দণ্ড দিয়ে মিশ্রণটিকে নাড়া হয় এবং ঠান্ডা করার পর ছেকে নেওয়া হয়। কঠিন শীতল জল দিয়ে

ধৌত করা হয়। তারপর রেকটিফায়েড স্পিরিট থেকে পুনঃকেলাসিত করে নিয়ে শুষ্ক করা হয় এবং শুষ্ক জাতকের গলনাঙ্ক নির্ণয় করা হয়।

6.8.5 2, 4-ডাইনাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজেন জাতক প্রস্তুতি (কার্বনিল মূলকের

ব্র্যাডির বিকারক



(2 : 4-ডাইনাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজিন (2g), গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড (4 মিলিমিটার), মিথানল (30 মিলিমিটার), এবং জল (10 মিলিমিটার)।

ক্ষেত্রে) :

বিক্রিয়া : কার্বনিল মূলকের শনাক্তকরণ দ্রষ্টব্য (পৃ.....)।

পদ্ধতি : একটি শুষ্ক পরীক্ষানলে 0.5 গ্রাম নমুনা নিয়ে সর্বনিম্ন আয়তন ইথাইল অ্যালকোহলে দ্রবীভূত করা হয়। এর মধ্যে 3 মিলি ব্র্যাডি'র বিকারক যোগ করা হয় এবং জোরে বাঁকান হয়। কঠিন পৃথক হয়ে এলে ছেকে নেওয়া হয়। অধঃক্ষেপ না পড়লে কয়েক মিনিট জোরে বাঁকান হয়। অধঃক্ষিপ্ত কঠিনকে ছেকে নেওয়া হয় এবং ইথালি অ্যালকোহল থেকে পুনঃকেলাসিত করা হয় (পুনঃকেলাসনের সময় কখনও জল যোগ করা হয় না)। পুনরায় ছেকে নিয়ে জাতককে শুষ্ক করে গলনাঙ্ক নির্ণয় করা হয়।

অনুশীলনী-6 :

- কোনো একটি জৈব যৌগে ও তার জাতকের গলনাঙ্কের পার্থক্য 5° সে. এর মধ্যে। এই জাতকটি প্রস্তুত করা কী যুক্তিসংগত ?
- অ্যাসিট্যামাইডের (CH₃CONH₂) আর্দ্র-বিচ্ছেদ করে জাতক প্রস্তুত করবেন কী ?
- ফেনোলিয় -OH মূলকের জন্য কী কী জাতক প্রস্তুত করা যায় ?
- বেঞ্জয়িক অ্যাসিডের কী জাতক প্রস্তুত করবেন ?
- কোনো ফেনোলিয় -OH যুক্ত যৌগের বেঞ্জলিয় জাতক প্রস্তুত করার পর জাতকটি HCl দিয়ে ধৌত করা কী উচিত ?

6.9 নমুনা জৈব যৌগের গুণগত বিশ্লেষণ করার পদ্ধতি :

আপনাকে জৈব যৌগের একটি নমুনা দেওয়া হল। গুণগত বিশ্লেষণ করে নমুনাটি সম্বন্ধে নীচের 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) মুক্তশিখায় জ্বল পরীক্ষা (2) লিটমাস পরীক্ষা। (3) সোডালাইম পরীক্ষা। (4) ইথিলিনীয় অসম্পৃক্তির পরীক্ষা (i) Ba_2/CCl_4 পরীক্ষা (ii) $KMnO_4$ পরীক্ষা।		

D. সারণি 2: কতিপয় বিশেষ মৌলের শনাক্তকরণ (লাসাইল 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)					
জলে	5% NaOH-এ	5% $NaHCO_3$	5% HCl-এ	গাঢ় H_2SO_4 -এ	সিদ্ধান্ত

F. কার্যকরী মূলকের শনাক্তকরণ

1. সারণি 4: নাইট্রোজেনযুক্ত কার্যকরী মূলকের শনাক্তকরণ (নাইট্রোজেন অনুপস্থিত থাকলে এই পরীক্ষাগুলি করার প্রয়োজন নাই)

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
(i) অ্যারোমেটিক $-NH_2$ মূলকের অ্যাজো রঙ পরীক্ষা (ii) অ্যানিলিডা মূলকের পরীক্ষা। (iii) অ্যামিডো মূলকের পরীক্ষা। (iv) নাইট্রো মূলকের পরীক্ষা (a) Zn/HCl দিয়ে বিজারণ ও তারপর অ্যাজো রঙ পরীক্ষা ($Ar-NH_2$ ও অ্যানিলিডো মূলকের অনুপস্থিতিতে) (b) মুলিকেন-বার্কার পরীক্ষা।		

2. সারণি 5: নাইট্রোজেনবিহীন কার্যকরী মূলকের পরীক্ষা

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
(i) কার্বক্সিল ($-COOH$) মূলকের পরীক্ষা (a) লিটমাস পরীক্ষা (b) $NaHCO_3$ পরীক্ষা (c) এস্টারফিকেশন পরীক্ষা (ii) ফেনোলিয় হাইডক্সিল ($-OH$) মূলকের পরীক্ষা। (a) $FeCl_3$ পরীক্ষা (b) পশাৎ 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

কোনো জাতক প্রস্তুত করা হল,

কেন

জাতক প্রস্তুতির পদ্ধতি ও উৎপন্ন ও উৎপন্ন জাতকের বিশুদ্ধকরণ (পুনঃকেলাসনের সাহায্যে)

জাতকের গলনাঙ্ক

G. সারণি 6: শেষ ফলাফল

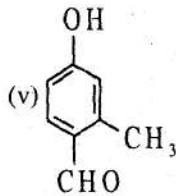
জৈব যৌগের গলনাঙ্ক	বিশেষ মৌল উপস্থিত	কার্যকরী মূলক উপস্থিত	কী জাতক প্রস্তুত করা হল	জাতকের গলনাঙ্ক

6.10 সর্বশেষ প্রশ্নাবলি :

- কোনো বিকারক ব্যবহার না করে থ্যালিক অ্যাসিড ও সাকসিনিক অ্যাসিডের মধ্যে পার্থক্য নিরূপনের জন্য কী পরীক্ষা করবেন ?
- অ্যামাইড ক্ষার এবং অ্যাসিড উভয়ের দ্বারাই আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয়। অ্যামিডো মূলকের শনাক্তকরণের জন্য কী দিয়ে অ্যামাইডের আর্দ্র-বিশ্লেষণ করবেন ? কেন ?
- একই কার্যকরী মূলকযুক্ত দুটি ভিন্ন যৌগের গলনাঙ্ক খুব কাছাকাছি। এদের পার্থক্য করার জন্য একটি পদ্ধতির উল্লেখ করুন।
- নিচের কোনো যৌগগুলি টোলেন্স পরীক্ষায় সাড়া দেয় ?

(i) PhCHOCOPh (ii) PhCOH(CH₃)COPh

(iii) PhNHOH (iv) PhCOPh



- p*-নাইট্রোবেঞ্জালডিহাইডের ক্ষেত্রে -NO₂ মূলকের শনাক্তকরণের জন্য মূলিকেন বার্কার পরীক্ষাটি করা যায় কী ?
- বেঞ্জামাইডকে লঘু HCl দিয়ে জলীয় NaNO₂ যোগ করলে কী হয় ?

7. অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইড ও প্যারো-ক্লোরো অ্যানিলিনের ক্লোরিন ও $-NH_2$ মূলক শনাক্তকরণের পরীক্ষার দ্বারা যৌগ দুটির মধ্যে পার্থক্য করতে পারেন কি ?
8. টোলেন্স বিকারক তৈরি করে রয়াক বিকারক হিসেবে রাখা কী উচিত ?
9. কোনো কার্যকরী মূলকের জন্য অ্যাজো রঞ্জক পরীক্ষা করা হয় ? কীভাবে পরীক্ষাটি করা হয় ? বিক্রিয়ার সমীকরণগুলি লিখুন।
10. নাইট্রোজেন ও সালফার যুক্ত যৌগের ক্ষেত্রে নাইট্রোজেনের পরীক্ষার সালফারের উপস্থিতির কোনো নিদর্শন পাওয়া যায় কী ?
11. $Ar-NH_2$ -এর উপস্থিতিতে $-NO_2$ মূলকের পরীক্ষার সমীকরণগুলি লিখুন। এই পরীক্ষায় আপনার পর্যবেক্ষণ লিখুন।

6.11 উত্তরমালা :

অনুশীলনী :

1. (i) কেলাসকার, মোমের মতো 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 কোনো ধাতব মৌল না থাকে)। (iii) না, যৌগটিতে সহজে জারিত হতে পারে এমন কোনো মূলক (যেমন, $-CHO$) থাকতে পারে। (iv) না। প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার দ্বারাও ব্রোমিনের রঙ বর্ণহীন হতে পারে।
3. (i) $NaCOI, NaCl, NaOH$ । (ii) না। কারণ NH_2OH -এ কার্বন নেই। লাসাইন পরীক্ষা Na গলনে উৎপন্ন CN^- -এর উপর নির্ভরশীল। এখানে CN^- উৎপন্ন হতে পারে না।
(ii) অ্যানিলিনের হাইড্রোক্লোরাইডে ক্লোরিন আয়নীয় ক্লোরিন ($C_6H_5NH_3Cl^-$)। জলে দ্রবীভূত করলে জলীয় দ্রবণে Cl^- আয়ন উৎপন্ন করে। ফলে $AgNO_3$ যোগ করলে $AgCl$ অধঃক্ষিপ্ত হয়। প্যারা-ক্লোরোঅ্যানিলিনে ক্লোরিন সমযোজী বন্ধনে বেঞ্জিন বলয়ের কার্বনের সঙ্গে যুক্ত। তাই জলে Cl^- আয়ন উৎপন্ন করে না। যৌগটি জলে দ্রব্য নয়।
(iii) হ্যাঁ পরিস্রুতে $NaOH$ থাকে। তাকে প্রশমিত না করে $AgNO_3$ যোগ করলে Ag_2O -এর অধঃক্ষেপ পড়ে।
(iv) পরিস্রুতে CN^- থাকে। এটি $AgNO_3$ -এর সঙ্গে $AgCN$ -এর অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে, যেটি সঙ্গে $AgNI$ -এর অধঃক্ষেপ বলে ভুল হয়। পরিস্রুতকে HNO_3 দিয়ে অম্লায়িত করে ফোঁটালে CN^- আয়ন HCN রূপে দূরীভূত হয়।

4. (i) নমুনাকে ক্ষারকীয়। এতে অ্যামিনো মূলক থাকা সম্ভব।
- (ii) না। কারণ NaHCO_3 অপেক্ষা NaOH তীব্রতর ক্ষারক। কোনো 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% NaOH -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 $-\text{COOH}$ । যৌগটি উভধর্মী। (2) ফেনোলিয় $-\text{OH}$ মূলক।
5. (i) কারণ $-\text{NO}_2$ কে Zn/HCl দিয়ে বিজারিত করলে $-\text{NH}_2$ 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 ঝাঁকালো 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 কী না। যদি বর্ণহীন হয়ে যায় তবে এস্টারের এই পরীক্ষা করা যাবে। কারণ হাইড্রক্সামিক 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 কোনো 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 :

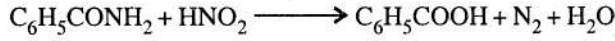
সর্বশেষ প্রশ্নাবলি :

1. মুক্ত শিখায় জ্বলন পরীক্ষা। থ্যালিক অ্যাসিড অ্যারোমেটিক তাই ধোঁয়াটে শিখায় জ্বলবে।

2. 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 (iv)।
5. না। কারণ যোগে অ্যালডিহাইডে মূলক উপস্থিত আছে যেটি নিজেই টোলেন্স বিকারককে বিজারিত করে।
6. বৃদ্ধবৃদ্ধাকারে নাইট্রোজেন নির্গত হয়।



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 ঘটানোর 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) অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড
(3) জিঙ্ক রজ	(3) বেঞ্জিল ক্লোরাইড
(4) ধাতব জিঙ্কের টুকরো	(4) থায়োনিল ক্লোরাইড
(5) ধাতব টিনের টুকরো	(5) মিথাইল অ্যালকোহল
(6) পটাশিয়াম আয়োডাইড	(6) ইথাইল অ্যালকোহল (রেস্টিফায়েড স্পিরিট, অনার্দ্র অ্যালকোহল)
(7) পটাশিয়াম হাইড্রক্সাইড	(1) অ্যানিলিন

কঠিন বিকারক

তরল বিকারক

- | | |
|--|--|
| (8) ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড | (2) অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড |
| (9) ফেরাস সালফেট | (3) বেঞ্জয়িল ক্লোরাইড |
| (10) ফেরিক ক্লোরাইড | (4) থায়োনিল ক্লোরাইড |
| (11) আয়োডিন | (5) মিথাইল অ্যালকোহল |
| (12) সিলভার নাইট্রেট | (6) ইথাইল অ্যালকোহল (রেস্টিফায়েড
স্পিরিট, অনার্দ্র অ্যালকোহল) |
| (13) সোডিয়াম নাইট্রাইট | (7) ক্লোরোফর্ম |
| (14) সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুশাইড | (8) কার্বন টেট্রাক্লোরাইড |
| (15) সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড | (9) ব্রোমিন |
| (16) ধাতব সোডিয়াম | (10) অ্যাসেটিক অ্যাসিড |
| (17) সোডিয়াম বাইকার্বনেট | (11) অ্যাসিটোন |
| (18) পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট | |
| (19) কপার তার | |
| (20) হাইড্রক্সিল অ্যামিন হাইড্রোক্লোরাইড | |
| (21) সেমিকার্বাজাইড হাইড্রোক্লোরাইড | |
| (22) 2-ন্যাফথ্যাল | |
| (23) 2, 4-ডাইনাইট্রোফিনাইলহাইড্রাজিন | |

[সমস্ত বিকারক প্রস্তুতিতে সর্বদা পাতিত জল বা আয়নমুক্ত জল ব্যবহার করবেন।]

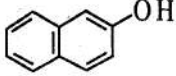
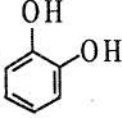
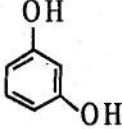
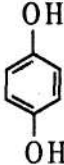
গাঢ় অ্যাসিড (বিশেষ র্যাকে থাকে)

নাম	আপেক্ষিক গুরুত্ব	শতকরা তৌলিকভাগ	আনুমানিক তুল্যাঙ্কমাত্রা
1. হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড	1.19	38	12
2. নাইট্রিক অ্যাসিড	1.42	70	16
3. সালফিউরিক অ্যাসিড	1.84	96	36
4. স্লোসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড	1.05	99.5	17.5

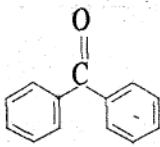
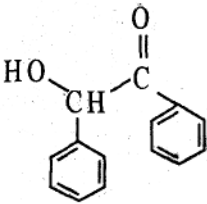
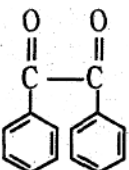
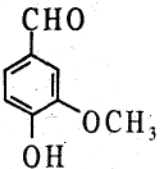
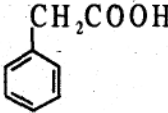
কিছু লঘু অ্যাসিড (র্যাক বিকারক হিসেবে ডেস্কের উপরের র্যাকে থাকে)

নাম	আপেক্ষিক গুরুত্ব	শতকরা তৌলিকভাগ
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 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 গাঢ় অ্যাসিড যোগ করবেন।

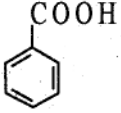
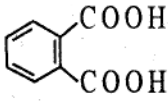
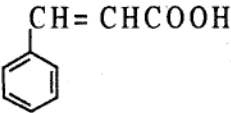
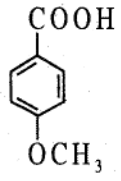
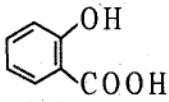
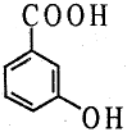
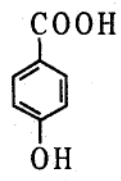
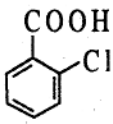
কঠিন জৈব যৌগের একটি তালিকা

যৌগের নাম	গঠন	গলনাঙ্ক	জাতক	গলনাঙ্ক
2-ন্যাপথল		122°	অ্যাসিটেট, বেঞ্জয়েট	70° 107°
ক্যাটিকল		104°	ডাইঅ্যাসিটেট ডাইবেঞ্জয়েট	63° 84°
রিসরসিনল		110°	ডাইবেঞ্জয়েট	117°
কুইনল (হাইড্রোকুইনোন)		160°	ডাইঅ্যাসিটেট ডাইবেঞ্জয়েট	123° 199°

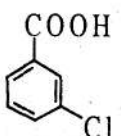
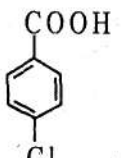

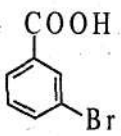
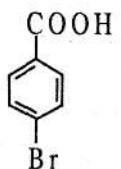
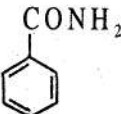
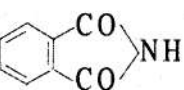
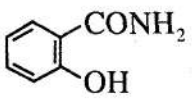
কঠিন জৈব যৌগের একটি তালিকা

যৌগের নাম	গঠন	গলনাঙ্ক	জাতক	গলনাঙ্ক
বেঞ্জোফেনোন		48°	2, 4 ডাইনাইট্রো- ফিনাইলহাইড্রাজোন	238°(?)
বেঞ্জয়িন		134°	2, 4-ডাইনাইট্রো- ফিনাইলহাইড্রাজোন	141° 245°
বেঞ্জিল		95°	2, 4-ডাইনাইট্রো- ফিনাইলহাইড্রাজোন	189°
ভ্যানিলিন		80°	ট্রাইঅ্যাসিটেট 2, 4 ডাইনাইট্রো ফিনাইলহাইড্রাজোন	88°
অ্যাডিপিক অ্যাসিড	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH} \end{array}$	150°	অ্যামাইড	220°
সাকসিনিক অ্যাসিড	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2\text{COOH} \end{array}$	185°	*অ্যানিলাইড	226°
ফিনাইল অ্যাসেটিক অ্যাসিড		76°	অ্যামাইড	157°

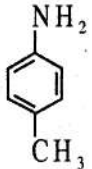
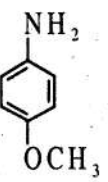
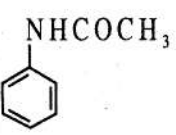
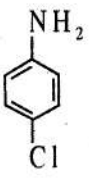
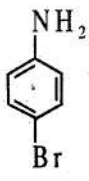
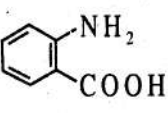
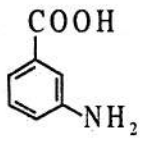
কঠিন জৈব যৌগের একটি তালিকা

যৌগের নাম	গঠন	গলনাঙ্ক	জাতক	গলনাঙ্ক
বেঞ্জয়িক অ্যাসিড		121°	অ্যামাইড	128°
থ্যালিক অ্যাসিড		195° 213°	থ্যালিমাইড	231°
সিনামিক অ্যাসিড		133°	অ্যামাইড	147°
অ্যানিসিক অ্যাসিড		184°	অ্যামাইড	162°
স্যালিসাইলিক অ্যাসিড		158°	অ্যাসিটাইল	135°
<i>m</i> -হাইড্রক্সিবেঞ্জয়িক অ্যাসিড		200°	অ্যাসিটাইল	131°
<i>p</i> -হাইড্রক্সিবেঞ্জয়িক অ্যাসিড		213°	অ্যাসিটাইল	187°
<i>o</i> -ক্লোরোবেঞ্জয়িক অ্যাসিড		140°	* অ্যামাইড (অ্যামাইড প্রস্তুত করার পর জলে নিয়ে NaHCO ₃ দিয়ে দেখতে হয় অ্যাসিডটি আছে কী না।)	142°

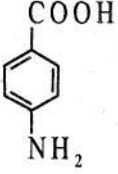
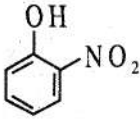
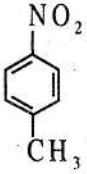
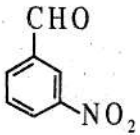
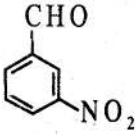
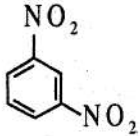
কঠিন জৈব যৌগের একটি তালিকা

যৌগের নাম	গঠন	গলনাঙ্ক	জাতক	গলনাঙ্ক
<i>m</i> -ক্লোরোবেঞ্জয়িক অ্যাসিড		153°	অ্যামাইড	134°
<i>p</i> -ক্লোরোবেঞ্জয়িক অ্যাসিড		236°	অ্যামাইড	179°
<i>o</i> -ব্রোমোবেঞ্জয়িক অ্যাসিড		147°	অ্যামাইড	157°
<i>m</i> -ব্রোমোবেঞ্জয়িক অ্যাসিড		155°	অ্যামাইড	155°
<i>p</i> -ব্রোমোবেঞ্জয়িক অ্যাসিড		251°	অ্যামাইড	189°
বেঞ্জামাইড		128°	বেঞ্জয়িক অ্যাসিড	121°
থ্যালিমাইড		231°	থ্যালিক অ্যাসিড	195° 213°
স্যালিসিল্যামাইড		138°	স্যালিসাইলিক অ্যাসিড	158°

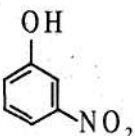
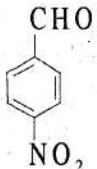
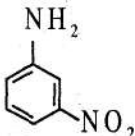
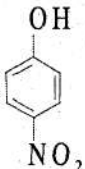

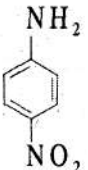
কঠিন জৈব যৌগের একটি তালিকা

যৌগের নাম	গঠন	গলনাঙ্ক	জাতক	গলনাঙ্ক
<i>p</i> -টলুইডিন		43°	অ্যাসেটাইল বেঞ্জয়িল	148° 158°
<i>p</i> -অ্যানিসিডিন		57°	অ্যাসেটাইল বেঞ্জয়িল	127° 154°
অ্যাসিট্যানিলাইড		114°	<i>p</i> -ব্রোমোঅ্যাসিট্যানি লাইড	167°
<i>p</i> -ক্লোরোঅ্যানিলিন		70°	অ্যাসেটাইল বেঞ্জয়িল	178° 192°
<i>p</i> -ব্রোমোঅ্যানিলিন		66°	অ্যাসেটাইল বেঞ্জয়িল	167° 202°
<i>o</i> -অ্যামিনোবেঞ্জয়িক অ্যাসিড (অ্যানথ্রানিলিক অ্যাসিড)		144°	অ্যাসেটাইল	185°
<i>m</i> -অ্যামিনোবেঞ্জয়িক অ্যাসিড		174°	অ্যাসেটাইল	250°

কঠিন জৈব যৌগের একটি তালিকা

যৌগের নাম	গঠন	গলনাঙ্ক	জাতক	গলনাঙ্ক
<i>p</i> -অ্যামিনোবেঞ্জয়িক অ্যাসিড		186°	অ্যাসেটাইল	252°
বেঞ্জানিলাইড	$C_6H_5CONHC_6H_5$	161°	বেঞ্জয়িক অ্যাসিড	121°
<i>o</i> -নাইট্রোফেনল অ্যাসিড		44°	বেঞ্জয়িল	55°
<i>p</i> -নাইট্রোটলুইন		54°	2, 4 ডাইনাইট্রো- টলুইন	70°
<i>m</i> -নাইট্রোবেঞ্জ্যাডিহাইড		58°	<i>m</i> - নাইট্রো- বেঞ্জয়িক অ্যাসিড	141°
<i>o</i> -নাইট্রোঅ্যানিলিন		71°	অ্যাসেটাইল বেঞ্জয়িল	92° 94°
<i>m</i> -ডাইনাইট্রোবেঞ্জিন		90°	<i>m</i> - নাইট্রোঅ্যানিলিন (বিজারণ)	114°

কঠিন জৈব যৌগের একটি তালিকা

যৌগের নাম	গঠন	গলনাঙ্ক	জাতক	গলনাঙ্ক
<i>m</i> -নাইট্রোফেনল		96°	বেঞ্জয়েট	95°
<i>p</i> -নাইট্রোবেঞ্জ্যালডিহাইড		106°	ডি.এন.পি <i>p</i> -নাইট্রোবেঞ্জয়িক অ্যাসিড	238°
<i>m</i> -নাইট্রোঅ্যানিলিন		114°	অ্যাসেটাইল বেঞ্জয়িল	155° 155°
<i>p</i> -নাইট্রোফেনল		114°	অ্যাসেটাইল বেঞ্জয়িল	81° 142°
<i>m</i> -নাইট্রোবেঞ্জয়িক অ্যাসিড		141°	অ্যামাইড	142°
<i>p</i> -নাইট্রোঅ্যানিলিন		147°	অ্যাসেটাইল বেঞ্জয়িল	212° 99°

একক 7 □ জৈব যৌগ প্রস্তুতি

গঠন

- 7.1 প্রস্তাবনা, উদ্দেশ্য
- 7.2 জৈব যৌগ প্রস্তুতির পরিকল্পনা ও সাধারণ আলোচনা
- 7.3 পরীক্ষা 1: জৈব প্রস্তুতিতে অ্যাসিটাইলেশন বিক্রিয়ার প্রয়োগ—অ্যাসিট্যানিলাইড প্রস্তুতি
- 7.4 পরীক্ষা 2: জৈব প্রস্তুতিতে নাইট্রেশন বিক্রিয়ার প্রয়োগ—মেটা-ডাইনাইট্রোবেনজিন প্রস্তুতি
- 7.5 পরীক্ষা 3: জৈব বিক্রিয়ায় আর্ড-বিল্লেষণ বিক্রিয়ার প্রয়োগ—থ্যালিক অ্যাসিড প্রস্তুতি
- 7.6 পরীক্ষা 4: জৈব বিক্রিয়ায় সংঘনন বিক্রিয়ার প্রয়োগ—থ্যালিমাইড প্রস্তুতি
- 7.7 পরীক্ষা 5: জৈব বিক্রিয়ায় জারণ বিক্রিয়ার প্রয়োগ—প্যারা-নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিড প্রস্তুতি

7.1 প্রস্তাবনা

এই এককে জৈব যৌগ প্রস্তুতির জন্য রসায়নাগারে কী ভাবে পরীক্ষা পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয় সে সম্বন্ধে আলোচনা করা হবে। আপনি একক-1-এ জৈব রসায়নাগারে যে সব পরীক্ষাগত পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয় সে সম্বন্ধে ধারণা পেয়েছেন। জৈব প্রস্তুতিতে সেই সব পদ্ধতির প্রয়োগ করতে পারবেন।

জৈব যৌগ প্রস্তুতি জৈব রসায়নের একটি অতি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। বিভিন্ন পদ্ধতির মাধ্যমে একদিকে যেমন নতুন নতুন জৈব যৌগ সংশ্লেষণ করা হয়, অপরদিকে তেমনি প্রয়োজনীয় জানা যৌগগুলিকেও সংশ্লেষণ করা হয়। জৈব যৌগ প্রস্তুতির সময় বিশেষ বিক্রিয়া পরীক্ষাগারে ঘটানোর ক্রিয়াকৌশল আয়ত্ত্ব করতে হয়, আবার কাঙ্ক্ষিত যৌগ পৃথকীকরণের জন্য বিভিন্ন ক্রিয়াকলাপের প্রয়োগ করতে হয়। মেধা ও নিপুণতার সংমিশ্রণেই বিভিন্ন জৈব যৌগ সুষ্ঠুভাবে প্রস্তুত করা সম্ভব। জৈব যৌগ প্রস্তুতির সময় উদ্ভাবনী ক্ষমতারও প্রয়োগ করা প্রয়োজন হয়। বিভিন্ন জৈব যৌগ প্রস্তুতির মাধ্যমে আপনি মেধা ও উদ্ভাবনী শক্তির প্রয়োগ করতে পারবেন এবং পরীক্ষা পদ্ধতি প্রয়োগে নিপুণতা অর্জন করতে পারবেন। এখানে অ্যামিট্যানিলাইড, মেটা-ডাইনাইট্রোবেনজিন, থ্যালিক অ্যাসিড, থ্যালিমাইড এবং বেনজোয়িক অ্যাসিডের প্রস্তুতি পদ্ধতি আলোচনা করা হল।

উদ্দেশ্য

- এই একক অধ্যয়ন করে এবং এই এককে বর্ণিত পরীক্ষাগুলি নিজের হাতে করে আপনি—
- কোন জৈব যৌগ প্রস্তুতির পদ্ধতি নির্বাচনের সময় কী কী বিষয় মনে রাখতে হবে সে সম্বন্ধে আলোচনা করতে পারবেন।

- কোনো জৈব যৌগ প্রস্তুতিতে কি পরিমাণ যৌগ প্রস্তুত করবেন এবং তার জন্য কী মাপের ও কী ধরনের যন্ত্রপাতি ব্যবহার করবেন সে সম্বন্ধে পরিকল্পনা করতে পারবেন।
- অ্যাসিটাইলেশন, নাইট্রেশন, আর্দ্র বিশ্লেষণ, সংঘনন এবং জারণ বিক্রিয়াগুলি কী ভাবে ঘটান যায় সে সম্বন্ধে নির্দেশ দিতে পারবেন।
- নিজের হাতে উপরোক্ত বিক্রিয়াগুলি রসায়নাগারে করতে সক্ষম হবেন।

7.2 জৈব যৌগ প্রস্তুতির পরিকল্পনা ও সাধারণ আলোচনা

কোনো জৈব যৌগকে রসায়নাগারে প্রস্তুতির জন্য প্রথমে একটি সুষ্ঠু পরিকল্পনা করে নেওয়া প্রয়োজন। এর জন্য নীচের বিষয়গুলি মনে রাখতে হবে—

- প্রথমে দেখতে হবে যৌগটিকে প্রস্তুতির জন্য রসায়নাগারে ব্যবহার করা যায় এমন পদ্ধতি আছে কি না। এজন্য সংশ্লিষ্ট পুস্তক ও জার্নালের সাহায্য নিতে হয়।
- প্রস্তুতির জন্য প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্যগুলি সহজলভ্য এবং মোটামুটি কম দামে ক্রয় থেকে এগুলিকে কিনতে পারা চাই।
- রসায়নাগারে প্রস্তুতিটির পদ্ধতিটি সহজে প্রয়োগ করা সম্ভব হওয়া চাই। প্রস্তুতিটির জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি সহজলভ্য হওয়া চাই এবং এদের সহজেই সজ্জিত করা সম্ভব হওয়া চাই।
- পদ্ধতিটির প্রয়োগ বিপজ্জনক হলে চলবে না। খেয়াল রাখতে হবে সে রাসায়নিক পদার্থগুলি ব্যবহার করতে হবে তাদের ব্যবহার করা যেন বিপজ্জনক না হয় এবং প্রস্তুতিকালে যেন কোনো বিপজ্জনক রাসায়নিক পদার্থ উৎপন্ন না হয় বা প্রস্তুতিতে যেন কোনো বিপজ্জনক আবর্জনা উৎপন্ন না হয়।
- প্রস্তুতির জন্য প্রয়োজনীয় সতর্কতাগুলি নেওয়া সহজ হয় এবং উপযুক্ত সতর্কতা নিলে যেন বিস্ফোরণ বা অন্য কোনো বিপদ হওয়ার সম্ভাবনা না থাকে।
- প্রস্তুতিটির জন্য যেন খুব বেশি সময় না লাগে এবং প্রস্তুতিটির জন্য যেমন খুব বেশি খরচ না হয়।
- প্রস্তুতিটির বিক্রিয়াগুলি এবং প্রস্তুতির ধাপগুলি খুব ভালোভাবে বুঝে নিতে হবে। প্রস্তুত করার সময় কোন্ কোন্ পর্যায়ে কী কী সমস্যা হতে পারে এবং সেগুলিকে দূর করার জন্য কী কী পদক্ষেপ নেওয়া প্রয়োজন হবে তা আগে থেকে ঠিক করে রাখতে হবে। যেমন, ধরা যাক একটি পর্যায়ে পার্শ্ববিক্রিয়ার ফলে পার্শ্ববিক্রিয়াজাত উৎপন্ন হওয়ার সম্ভাবনা থাকে এবং তাপমাত্রা একটি নির্দিষ্ট মান ছাড়ালে পার্শ্ববিক্রিয়াজাত উৎপন্ন হওয়ার সম্ভাবনা বাড়ে। সেক্ষেত্রে উপযুক্ত শীতলীকরণ পদ্ধতির সাহায্যে এই পর্যায়ে তাপমাত্রা যাতে ঠিক থাকে তার ব্যবস্থা নেওয়ার কথা ভেবে রাখতে হবে।
- কী পরিমাণ জৈব যৌগ প্রস্তুত করতে হবে এবং তার জন্য কী মাপের যন্ত্রপাতি লাগবে তা আগে থেকে ভেবে নিতে হবে।

প্রকৃত প্রস্তুতি শুরু করার আগে প্রয়োজনীয় সব রাসায়নিক দ্রব্য এবং যন্ত্রপাতি জোগাড় করে নিতে হবে। রাসায়নিক দ্রব্যগুলিকে প্রয়োজনমত বিশুদ্ধ ও শুষ্ক করে নিতে হবে। যেমন, অ্যানিলিন থেকে

অ্যাসিট্যানিলাইড প্রস্তুতির সময় যদি রঙিন অ্যানিলিন পাওয়া যায় তবে একে পাতিত করে বিশুদ্ধ বর্ণহীন অ্যানিলিন প্রস্তুত করে নিতে হবে। যদি শুষ্ক বিক্রিয়ক ব্যবহারের প্রয়োজন হয় তাহলে বিক্রিয়কগুলিকে শুষ্ক করে নিতে হবে। প্রয়োজন মতো যন্ত্রপাতিগুলিকে শুষ্ক করে রাখতে হবে। প্রস্তুতির পরপর ধাপগুলি আগে থেকে ঠিক করে রাখতে হবে। প্রস্তুতি চলাকালীন বই দেখে কী করতে হবে জেনে নিয়ে তারপর কাজ করা একদম ঠিক নয়। জৈব বিক্রিয়া বিক্রিয়ার শর্তের উপর বিশেষভাবে নির্ভর করে। তাই বিক্রিয়ার শর্তগুলি যেমন বিক্রিয়ক ও যন্ত্রপাতির শুষ্কতা, উপযুক্ত তাপপ্রদান, উপযুক্তভাবে শীতলীকরণ ইত্যাদি খুব ভালোভাবে মেনে চলতে হবে।

জৈব প্রস্তুতির সময় একক-1 যে পদ্ধতিগুলি শিখেছেন সেগুলির প্রত্যক্ষ প্রয়োগ করা শিখবেন।

জৈব প্রস্তুতির সময় পরপর চারটি ধাপ অনুসরণ করতে হয়—

1. বিক্রিয়াটি সুষ্ঠুভাবে ঘটান।
2. কাঙ্ক্ষিত পদার্থের পৃথকীকরণের ক্রিয়াকলাপ (work up)।
3. প্রস্তুত করা যৌগের বিশুদ্ধিকরণ।
4. প্রস্তুত যৌগের শনাক্তকরণ।

বিক্রিয়াটি সুষ্ঠুভাবে ঘটানোর জন্য কী করা উচিত তা আগেই বলা হয়েছে। পৃথকীকরণ-ক্রিয়াকলাপে প্রস্তুত যৌগ, তার সঙ্গে উৎপন্ন পার্শ্ববিক্রিয়াজাত ও বিক্রিয়ায় উপস্থিত যৌগগুলির উপর নির্ভর করে। এর জন্য যে পদ্ধতিগুলি ব্যবহার করা হয় সেগুলি একক-1-এ আলোচনা করা হয়েছে। প্রস্তুত জৈব যৌগ কঠিন হলে বিশুদ্ধকরণের জন্য সাধারণত পুনর্কেলাসন পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয়। পরপর দু'বার পুনর্কেলাসনের পর গলনাঙ্ক (প্রতিবারই গলনাঙ্ক নির্ণয় করা হয়) যদি স্থির থাকে (অর্থাৎ, না বাড়ে) তবে ধরে নেওয়া যায় জৈব যৌগটি বিশুদ্ধ হয়েছে। প্রস্তুত জৈব যৌগটিকে বিশুদ্ধ করার পর আর একটি গুরুত্বপূর্ণ কাজ হল তাকে শুষ্ক করা। প্রস্তুত জৈব যৌগটি শুষ্ক না হলে তার ওজন বেশি হবে। এর ফলে তার প্রকৃত ওজন পাওয়া যাবে না। পরপর দু'বার শুষ্কীকরণ পদ্ধতির প্রয়োগ করার পর যদি দেখা যায় দু'বারই ওজন একই আছে তবে বুঝতে হবে যৌগটি শুষ্ক হয়ে গিয়েছে। শেষে জৈব যৌগটিকে শনাক্ত করার জন্য জৈব যৌগটির গলনাঙ্ক নির্ণয় করা হয়। কাঙ্ক্ষিত পদার্থের গলনাঙ্কের সঙ্গে প্রস্তুত যৌগটির গলনাঙ্ক মিলে গেলে প্রস্তুত যৌগটিকে কাঙ্ক্ষিত পদার্থ হিসেবে ধরা হয়।

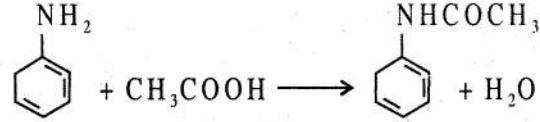
প্রস্তুত জৈব যৌগটির ওজন নিয়ে তার শতকরা উৎপাদন কত হল নির্ণয় করা হয়। বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়াজাতগুলির পরিমাণ ওজন হিসেবে গ্রামে এবং মোল হিসেবে প্রকাশ করা হয়।

অ্যানিলিন থেকে অ্যাসিট্যানিলাইড প্রস্তুতি উদাহরণ নিয়ে বিষয়টি আলোচনা করা হল। ধরা যাক 10 সেমি.³ অ্যানিলিন নিয়ে প্রস্তুতিটি করা হল। অ্যানিলিনের পরিমাণকে নীচের মতো করে প্রকাশ করা হয় : অ্যানিলিন—10 সেমি.³ (10.2 গ্রাম, 0.1096 মোলে)। [তরলের আয়তনকে তার ঘনত্ব দিয়ে গুণ করলে জেন পাওয়া যায়। মোল অ্যানিলিন = 93 গ্রাম (অ্যানিলিনের আণবিক ভর = 93)।

$$\therefore 10.2 \text{ গ্রাম অ্যানিলিন} = \frac{10.2}{93} \text{ বা মোল অ্যানিলিন।}]$$

ধরা যাক, 12 গ্রাম অ্যাসিট্যানিলাইড উৎপন্ন হয়েছে। তাহলে, একে নিচের মত ভাবে প্রকাশ করা হয়।
অ্যাসিট্যানিলাইড—12 গ্রাম (0.0889 মোল) [অ্যাসিট্যানিলাইডের আণবিক ভর = 135]

10.2 গ্রাম অ্যানিলিন থেকে 12 গ্রাম অ্যাসিট্যানিলাইড উৎপন্ন হয়।



এখন, গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিডের ক্রিয়ায় অ্যানিলিন যদি সম্পূর্ণ অ্যাসিট্যানিলাইড উৎপন্ন করে। তাহলে 93 গ্রাম অ্যানিলিন 135 গ্রাম অ্যাসিট্যানিলাইড উৎপন্ন করবে। এটি অ্যাসিট্যানিলাইডের তাত্ত্বিক উৎপাদন। অর্থাৎ বিক্রিয়কটি সম্পূর্ণত বিক্রিয়াজাতটি উৎপন্ন করে ধরে নিয়ে গণনা করে যে উৎপাদন পাওয়া যায় তা হল তাত্ত্বিক উৎপাদন।

তাহলে 10.2 গ্রাম অ্যানিলিন থেকে অ্যাসিট্যানিলাইডের তাত্ত্বিক উৎপাদন হল—

$$\frac{135 \times 10.2}{93} \text{ গ্রাম বা, } 14.8 \text{ গ্রাম}$$

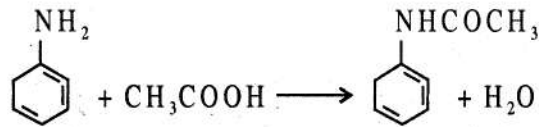
অ্যাসিট্যানিলাইডের শতকরা উৎপাদন হল—

$$\begin{aligned} & \frac{\text{প্রকৃত উৎপাদন}}{\text{তাত্ত্বিক উৎপাদন}} \times 100 \\ &= \frac{12}{14.8} \times 100 \\ &= 81.08\% \end{aligned}$$

এই গণনাটি মোল ত্বরেও করা যায়।

অ্যানিলিন থেকে অ্যাসিট্যানিলাইড প্রস্তুতি নীচের মতো ভাবে রিপোর্ট করা যায়—

বিক্রিয়া : অ্যানিলিনকে অতিরিক্ত পরিমাণ গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিডের সঙ্গে পুনঃপাতন করে অ্যাসিট্যানিলাইড প্রস্তুত করা হল :



উৎপন্ন অ্যাসিট্যানিলাইডকে চারকোল দিয়ে বিরঞ্জিত করে গরম জল থেকে পুনঃকেলাসিত করে বিশুদ্ধ করা হল।

তালিকা-1 : বিক্রিয়কগুলির তালিকা

ক্রমিক সংখ্যা	বিক্রিয়ক	পরিমাণ	আণবিক ভর	মোল
1.	অ্যানিলিন	10 সেমি. ³ (10.2 গ্রাম)	93 8	0.1096
2.	গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড	20 সেমি. ³ (21 গ্রাম)	60	0.3500

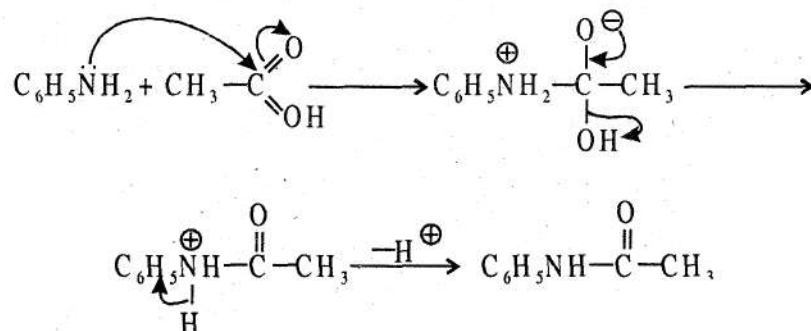
তালিকা-2 : বিক্রিয়াজাত সম্পর্কিত তথ্য

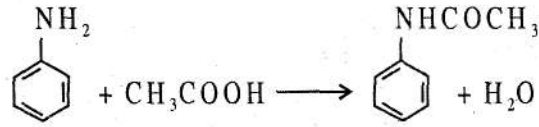
অ্যানিলিনের পরিমাণ	অ্যাসিট্যানিলাইডের তাত্ত্বিক উৎপাদন (theoretical yield)	অ্যাসিট্যানিলাইডের প্রকৃত উৎপাদন (actual yield)	অ্যাসিট্যানিলাইডের শতকরা উৎপাদন	অবিশুদ্ধ অ্যাসিট্যানিলাইডের গলনাঙ্ক	বিশুদ্ধ অ্যাসিট্যানিলাইডের গলনাঙ্ক
10 সেমি. ³ (10.2 গ্রাম, 0.1096 মোল)	14.8 গ্রাম (0.0962 মোল)	12 গ্রাম (0.0889 মোল)	81.08 —	112° সে —	114° সে —

7.3 পরীক্ষা 1 : জৈব প্রস্তুতিতে অ্যাসিটাইলেশন বিক্রিয়ার প্রয়োগ—অ্যাসিট্যানিলাইড প্রস্তুতি

অ্যাসিট্যানিলাইড প্রস্তুতি

1. বিক্রিয়া : অ্যানিলিনকে অতিরিক্ত পরিমাণ গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড সহ পুনঃপাতন (রিফ্লাক্স—reflux) করে অ্যাসিট্যানিলাইড প্রস্তুত করা হয়।





2. প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্যসমূহ :

- অ্যানিলিন (প্রস্তুতির আগে অ্যানিলিনকে একটু জিঙ্ক রজ সহযোগে পাতিত করে নেওয়া হয়)— 10 সেমি.³ (10.25 গ্রাম)
- গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড—20 সেমি.³ (21 গ্রাম)
- চারকোল

3. প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি :

- গোলতল ফ্লাস্ক (100 সেমি.³)—1টি
- রিফ্লাক্স—1টি
- বিকার (500 সেমি.³)—1টি
- কাচদণ্ড—1টি
- আয়তনমাপক সিলিন্ডার (25 সেমি.³)—2টি ফিল্টার কাগজ ফানেল

পাম্পের সাহায্যে ফিল্টার করার সঙ্গে গলনাঙ্ক দেখার যন্ত্র (গলনাঙ্ক গাছ ও থার্মোমিটার বা বৈদ্যুতিক গলনাঙ্ক দেখার যন্ত্র)—1টি

3. পদ্ধতি : একটি শুষ্ক 100 সেমি.³ গোলতল ফ্লাস্কে 10 সেমি.³ (10.25 গ্রাম, 0.1096 মোল) অ্যানিলিন ও 20 সেমি.³ (21গ্রাম, 0.3500 মোল) গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অ্যাসিড নিন এবং এর মধ্যে কয়েকটি প্রলেপবিহীন ভাঙা পোর্মেলিনের ছোট টুকরো যোগ করুন। গোলতল ফ্লাস্কের মুখে একটি শুষ্ক পুনঃপাতন করার জন্য শীতক জুড়ে দিন। শীতকযুক্ত গোলতল ফ্লাস্ককে একটি ত্রিপদ স্ট্যান্ডের উপর রাখা অ্যাসবেসটস কেন্দ্রযুক্ত তারজালির উপর সোজা করে বসিয়ে ধারকের সাহায্যে একটি স্ট্যান্ডের সঙ্গে আটকিয়ে দিন। বুননেস বার্নার দিয়ে উত্তপ্ত করে ফ্লাস্কের তরলের মিশ্রনকে ফোটান এবং 1 ঘণ্টা পুনঃপাতন করুন। পুনঃপাতন করার সময় শীতকের মধ্য দিয়ে জল চালনা করুন। তারপর শীতক খুলে নিয়ে গোলতল ফ্লাস্ককে ঠান্ডা করে রসয়নাগারের তাপমাত্রায় আনুন। একটি 500 সেমি.³ বিকারে 200 সেমি.³ বরফ জল নিয়ে সর্বক্ষণ নাড়তে নাড়তে এর মধ্যে পাতলা ধারায় গোলতল ফ্লাস্কের তরলের মিশ্রণকে ঢেলে দিন। অ্যাসিট্যানিলাইডের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হবে। অধঃক্ষিপ্ত অ্যাসিট্যানিলাইডকে শোষক পাম্পের সাহায্যে বুফনার পানেলের উপর পরিষ্কৃত করে সংগ্রহ করুন। অ্যাসিট্যানিলাইডকে বুফনার ফানেলের উপর রেখেই জল দিয়ে খুব ভালো করে ধুইয়ে নিন। বুফনার ফালেন শোষক পাম্পের সাহায্যে অ্যাসিট্যানিলাইড থেকে যতটা সম্ভব জল দূর করুন। তারপর এই অ্যাসিট্যানিলাইডকে ঘড়িকাচের উপর নিয়ে বাষ্পগাহের উপর রেখে চ্যাপটা চামচের সাহায্যে নেড়ে নেড়ে শুষ্ক করুন।

[একটি বিকারে জল নিয়ে ফোটানো হয় এবং বিকারের মুখে অ্যাসিট্যানিলাইড যুক্ত ঘড়িকাচটি বসান হয়। বাষ্পের সাহায্যে ঘড়িকাচটি উত্তপ্ত হয় এবং একটি চ্যাপটা চামচ দিয়ে নেড়ে নেড়ে অ্যাসিট্যানিলাইডকে শুষ্ক করা হয়। অ্যাসিট্যানিলাইড উর্ধ্বপাতিত হয়, তাই খুব সাবধানে অ্যাসিট্যানিলাইডকে শুষ্ক করা হয়, অ্যাসিট্যানিলাইডকে বায়ুতে শুষ্ক করাই বাঞ্ছনীয়।]

শুষ্ক অ্যাসিট্যানিলাইডের ওজন নিন।

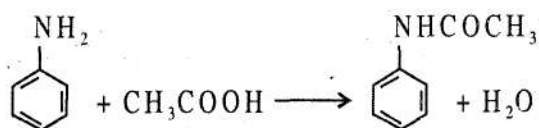
প্রাপ্ত অ্যাসিট্যানিলাইডকে একটি বিকারে নিয়ে যতটা সম্ভব কম আয়তনের ফুটন্ত জলে দ্রবীভূত করুন। এর মধ্যে সামান্য চারকোল যোগ করে ফুটিয়ে বিশেষভাবে খাঁজ কেটে ভাজ করা ফিল্টার কাগজের (fluted filter paper) সাহায্যে উত্তপ্ত অবস্থায় পরিশ্রাবিত করে নিন।

[উত্তপ্ত অবস্থায় পরিশ্রাবণ করার জন্য নিচের পদ্ধতি অনুসরণ করা যায় : একটি কোনিকাল ফ্লাস্কে সামান্য জল (প্রয়োজনতম অন্য দ্রাবকও নেওয়া যায়) নিয়ে ফ্লাস্কের মুখে খাঁজকেটে ভাজ করা ফিল্টার কাগজযুক্ত ফানেল বসিয়ে দেওয়া হয়। ফানেলযুক্ত কোনিকাল ফ্লাস্ককে উত্তপ্ত করা হয়। এর ফলে জল বাষ্পায়িত হয় এবং উত্তপ্ত বাষ্প ফানেলটি উত্তপ্ত করে রাখে। এইবার উত্তপ্ত মিশ্রণটি খাঁজ কেটে ভাজ করা ফিল্টার কাগজের সাহায্যে দ্রুত পরিশ্রাবিত করে নেওয়া হয়। যদি পরিশ্রুতে কিছুটা কঠিন পৃথক হয়ে আসে তবে আবার উত্তপ্ত করে স্বচ্ছ দ্রবণ উৎপন্ন করা হয়।]

পরিশ্রুতকে স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঠাণ্ডা হতে দিন। অ্যাসিট্যানিলাইড কেলাসিত হয়। অ্যাসিট্যানিলাইডের কেলাস শোষক পাম্পের সাহায্যে বুফনার ফানেলের উপর পরিশ্রাবিত করে সংগ্রহ করুন। এই অ্যাসিট্যানিলাইডকে বাষ্পগাহের উপর শুষ্ক করে ওজন নিন এবং এর গলনাঙ্ক নির্ণয় করুন।

পরীক্ষা : 10 সেমি.³ (10.25) অ্যানিলিন নিয়ে উপরে বর্ণিত পদ্ধতিতে অ্যাসিট্যানিলাইড প্রস্তুত করুন। অবিশুদ্ধ অ্যাসিট্যানিলাইডকে শুষ্ক করুন এবং এর ওজন নিন এবং এর গলনাঙ্ক নির্ণয় করুন। গ্রাম অ্যাসিট্যানিলাইডকে চারকোল দিয়ে বিরঞ্জিত করে গরম জল থেকে পুনর্কেলাসিত করুন। পুনর্কেলাসিত অ্যাসিট্যানিলাইডকে শুষ্ক করে এর গলনাঙ্ক নির্ণয় করুন। নীচের মতো করে রিপোর্ট করুন এবং অবিশুদ্ধ ও পুনর্কেলাসিত অ্যাসিট্যানিলাইড আপনার প্রশিক্ষকের কাছে জমা দিন।

বিক্রিয়া : অ্যানিলিনকে অতিরিক্ত পরিমরাণ গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড সহ পুনঃপাতিত করে অ্যাসিট্যানিলাইড প্রস্তুত করা হল :



বিক্রিয়াগুলির তালিকা :

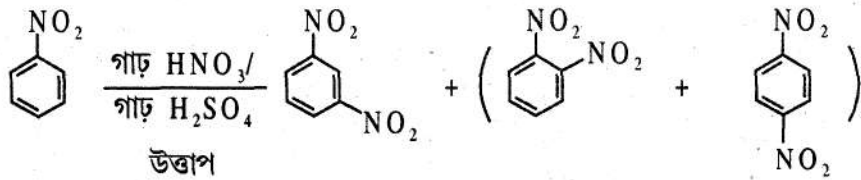
ক্রমিক সংখ্যা	বিক্রিয়ক	পরিমাণ	আণবিক ভর	মোল
1.				
2.				

গৃহীত অ্যানিলিনের পরিমরাণ	অ্যাসিট্যানি- লাইডের তাত্ত্বিক উৎপাদন	অ্যাসিট্যানি- লাইডের প্রকৃত উৎপাদন	অ্যাসিট্যানি- লাইডের শতকরা উৎপাদন	অবিশুদ্ধ অ্যাসিট্যানি- লাইডের গলনাঙ্ক	পুনর্কেলাসিত অ্যাসিট্যানি- লাইডের গলনাঙ্ক

7.4 পরীক্ষা 2: জৈব প্রস্তুতিতে নাইট্রেশন বিক্রিয়ার প্রয়োগ—মেটা-ডাইনাইট্রোবেনজিন প্রস্তুতি

মেটা-ডাইনাইট্রোবেনজিন প্রস্তুতি

1. বিক্রিয়া : নাইট্রোবেনজিনকে মিশ্র অ্যাসিড (গাঢ় H_2SO_4 ও HNO_3) দিয়ে নাইট্রেশন বিক্রিয়া ঘটিয়ে মেটা-ডাইনাইট্রোবেনজিন প্রস্তুত করা হয়।



(খুব অল্প পরিমাণে)

রেকটিফায়েড স্পিরিট থেকে পুনঃকেলাসিত করলে বিশুদ্ধ মেটা-ডাইনাইট্রোবেনজিন পাওয়া যায়।

2. প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্যসমূহ :

- (1) নাইট্রোবেনজিন—3 সেমি.³
- (2) গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড—5 সেমি.³
- (3) গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড—8 সেমি.³
- (4) রেকটিফায়েড স্পিরিট (কেলাসনের জন্য) এছাড়া বরফ-জল লাগবে।

3. প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি :

- (1) কোনিকাল ফ্লাস্ক (100 সেমি.³)—1টি
- (2) বিকার (250 সেমি.³)—1টি
- (3) মাপক চোঙ—2টি
- (4) কাচদণ্ড—1টি
- (5) ধারক—1টি
- (6) জলগাহ—1টি

4. **পদ্ধতি** : একটি 100 সেমি.³ শুষ্ক কোনিকাল ফ্লাস্কে 3 সেমি.³ (3.5 গ্রাম, 0.0292 মোল) নাইট্রোবেনজিন নিন। এর মধ্যে ধীরে ধীরে 8 সেমি.³ গাঢ় H₂SO₄ যোগ করা হয় এবং কোনিকাল ফ্লাস্কটি ঘুরিয়ে ঘুরিয়ে ভালো করে মিশিয়ে নিন। একটি দ্রবণ উৎপন্ন হল। কোনিকাল ফ্লাস্কটি ধীরে ধীরে ঘোরাতে ঘোরাতে 5 সেমি.³ গাঢ় H₂SO₄ দ্রবণটির মধ্যে সাবধানে অল্প অল্প করে যোগ করুন। মেশানোর সময় তাপ নির্গত হয় এবং প্রায় পাঁচ মিনিটের মধ্যে মিশ্রণ 60-70° সে তাপমাত্রায় উত্তপ্ত হয়ে ওঠে। প্রাথমিক তাপ নির্গমন বন্ধ হলে ফ্লাস্কটিকে একটি ফুটন্ত জলগাহের উপর রাখুন এবং সাবধানে ফ্লাস্কটি ঘোরান যাতে কোনিকাল ফ্লাস্কের মিশ্রণ ঘনিষ্ঠভাবে মেশে। প্রায় 15 মিনিট ধরে এইভাবে উত্তপ্ত করার পর বিক্রিয়া-মিশ্রণকে ঠান্ডা করে ঘরের তাপমাত্রায় আনুন। তারপর একটি বিকারে 100 মিলি. বরফ-জল নিন এবং একটি কাচদণ্ড দিয়ে সর্বক্ষণ নাড়তে নাড়তে এর মধ্যে বিক্রিয়া-মিশ্রণটি ধীরে ধীরে ঢেলে দিন। মিশ্রণকে কিছুক্ষণ নাড়ার পর উৎপন্ন কঠিন পদার্থকে বুফনার ফানেলের উপর শোষক-পাম্পের সাহায্যে পরিশ্রাবিত করে নিন। উৎপন্ন কঠিনকে জল দিয়ে ভাল করে ধৌত করুন যতক্ষণ না ধৌতি তরল অ্যাসিড-মুক্ত হয়। শোষক পাম্পের সাহায্যে যতটা সম্ভব জল বার করে দিন। বুফনার ফানেল থেকে উৎপন্ন অবিশুদ্ধ (cruda) নাইট্রোবেনজিনকে ব্রটিং কাগজের উপর স্থানান্তরিত করে ব্রটিং কাগজ দিয়ে চেপে চেপে যতটা সম্ভব জলমুক্ত করুন। তারপর একটি ঘড়িকাচের উপর ছড়িয়ে দিয়ে বায়ুতে শুষ্ক করুন। মেটা-ডাইনাইট্রোবেনজিনের ওজন নিন।

পুনর্কেলাসন : অবিশুদ্ধ মেটা-ডাইনাইট্রোবেনজিনকে একটি কোনিকাল ফ্লাস্কে নিয়ে রেকটিফায়েড স্পিরিট থেকে পুনর্কেলাসিত করুন। বিশুদ্ধ মেটা-ডাইনাইট্রোবেনজিনকে পরিশ্রাবিত করে বায়ুতে শুষ্ক করুন। শুষ্ক মেটা-ডাইনাইট্রোবেনজিনের ওজন নিন এবং গলনাঙ্ক নির্ণয় করুন।

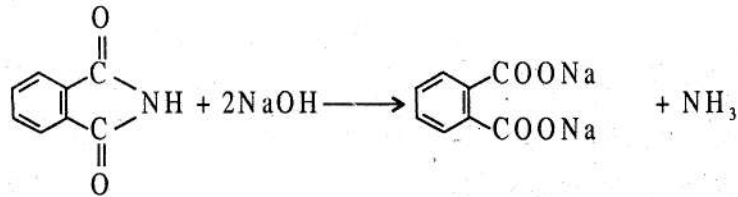
পরীক্ষা : 3 মি.লি (3.6 গ্রাম) নাইট্রোবেনজিন নিয়ে উপরের নির্দেশ মতো অবিশুদ্ধ (crude) মেটা-ডাইনাইট্রোবেনজিন প্রস্তুত করুন। এর ওজন নিন। একে রেকটিফায়েড স্পিরিট থেকে পুনর্কেলাসিত করে বিশুদ্ধ করুন। বিশুদ্ধ মেটা-ডাইনাইট্রোবেনজিনের ওজন নিন ও গলনাঙ্ক নির্ণয় করুন। আপনার পরীক্ষালব্ধ ফল নিচের ছকে রিপোর্ট করুন।

নাইট্রো- বেনজিনের গৃহীত পরিমারণ	মেটা- ডাইনাইট্রো- বেনজিনের তাত্ত্বিক উৎপাদন	অবিশুদ্ধ মেটা- ডাইনাইট্রো- বেনজিনের প্রকৃত উৎপাদন	অবিশুদ্ধ মেটা- ডাইনাইট্রো- বেনজিনের শতকরা উৎপাদন	বিশুদ্ধ মেটা- ডাইনাইট্রো- বেনজিনের প্রকৃত উৎপাদন	বিশুদ্ধ মেটা- ডাইনাইট্রো- বেনজিনের শতকরা	মেটা- ডাইনাইট্রো- বেনজিনের গলনাঙ্ক

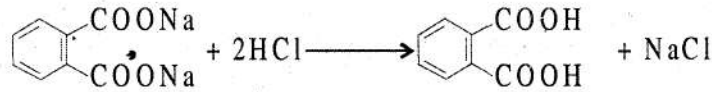
7.5 পরীক্ষা 3: জৈব বিক্রিয়ায় আর্দ্র-বিশ্লেষণ বিক্রিয়ার প্রয়োগ—থ্যালিক অ্যাসিড প্রস্তুতি

থ্যালিমাইডের ক্ষারীয় আর্দ্র-বিশ্লেষণ দ্বারা থ্যালিক অ্যাসিড প্রস্তুতি

1. বিক্রিয়া : 10% জলীয় সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের দ্রবণ দিয়ে থ্যালিমাইডকে আর্দ্রবিশ্লেষিত করলে সোডিয়াম থ্যালিমেটের জলীয় দ্রবণ উৎপন্ন হয়।



উৎপন্ন সোডিয়াম থ্যালিমেটের জলীয় দ্রবণকে গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দিয়ে অম্লায়িত করলে থ্যালিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।



2. প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

- (1) থ্যালিমাইড—5 গ্রাম
- (2) সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড—5 গ্রাম

3. প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি :

- (1) গোলতল ফ্লাস্ক—150-মিলি.
- (2) পুনঃপাতন করার জন্য শীতক—1টি
- (3) বিকার—250 মিলি.
- (4) বাষ্পগাহ (steam bath)

4. পদ্ধতি : একটি 150 মিলি. গোলতল ফ্লাস্কে 5 গ্রাম থ্যালিমাইড নিন। এর মধ্যে 50 মিলি. 10% জলীয় সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের দ্রবণ 5 গ্রাম সোডিয়াম অক্সাইড 50 মিলি. জলে এবং কয়েকটি প্রলেপবিহীন পোর্সেলিনের টুকরো যোগ করুন। গোলতল ফ্লাস্কের মুখে পুনঃপাতন করার জন্য একটি শীতক জুড়ে দিন। শীতক সহ ফ্লাস্কটিকে একটি ত্রিপদ স্ট্যান্ডের উপর রাখা তারজালির উপর সোজা করে বসিয়ে ধারকের সাহায্যে একটি স্ট্যান্ডের সঙ্গে আটকিয়ে নিন। শীতকের মধ্য দিয়ে জল চালনা করুন এবং বুন্সেন শিখার সাহায্যে তাপ দিয়ে ফ্লাস্কের মিশ্রণকে আধঘন্টা পুনঃপাতিত করুন। তারপর শীতকটি খুলে প্রায় 2মিনিট ফোটান। ঠান্ডা করে ফ্লাস্কের তরল একটি 250 মিলি. বিকারে স্থানান্তরিত করুন। বিকারটিকে বরফ জলের মধ্যে বসিয়ে বিকারের তরল কাচদণ্ড দিয়ে নাড়তে নাড়তে ওর মধ্যে গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড যোগ

করে তীব্রভাবে অম্লীয়ত করুন। থ্যালিক অ্যাসিড অধঃক্ষিপ্ত হয়। থ্যালিক অ্যাসিডকে শোষণ পাম্পের সাহায্যে পরিষ্কৃত করে বুফনার ফানেলের উপর সংগ্রহ করুন। বুফনার ফানেলের উপর থ্যালিক অ্যাসিডকে জল দিয়ে ভালোভাবে ধৌত করুন যতক্ষণ না ধৌতি তরল অ্যাসিডমুক্ত হয়। তারপর শোষণ পাম্পের সাহায্যে যতটা সম্ভব জলমুক্ত করুন। থ্যালিক অ্যাসিডকে একটি ঘড়িকাচের উপর সংগ্রহ করে বাষ্পগাহের উপর শুষ্ক করুন [একটি বিকারে জল নিয়ে ফোটান এবং বিকারের মুখে থ্যালিক অ্যাসিড যুক্ত ঘড়িকাচটি বসান। চ্যাপটা চামচের সাহায্যে নেড়ে নেড়ে থ্যালিক অ্যাসিডকে শুষ্ক করে করুন। প্রাপ্ত থ্যালিক অ্যাসিডের ওজন করুন।

প্রাপ্ত থ্যালিক অ্যাসিডকে গরম জল থেকে পুনর্কলাসিত করুন। পুনর্কলাসিত থ্যালিক অ্যাসিডকে শুষ্ক করে ওজন নিন এবং এর গলনাঙ্ক নির্ণয় করুন।

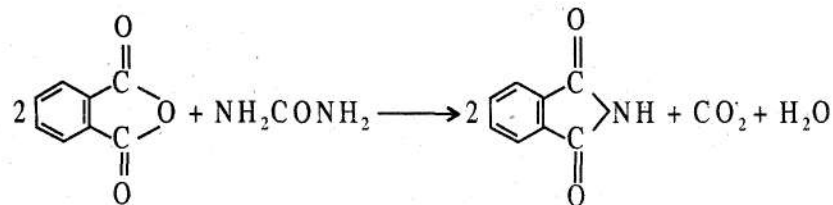
পরীক্ষা : 5 গ্রাম থ্যালিমাইড নিয়ে উপরে বর্ণিত পদ্ধতিতে আর্দ্রবিশ্লেষিত করে থ্যালিক অ্যাসিড প্রস্তুত করুন। শুষ্ক থ্যালিক অ্যাসিডের ওজন নিন। 1 গ্রাম থ্যালিক অ্যাসিডকে গরমজল থেকে পুনর্কলাসিত করুন এবং পুনর্কলাসিত থ্যালিক অ্যাসিডকে শুষ্ক করে গলনাঙ্ক নির্ণয় করুন। নীচের ছকে রিপোর্ট করুন এবং অবিশুদ্ধ (crude) থ্যালিক অ্যাসিড ও পুনর্কলাসিত থ্যালিক অ্যাসিড আপনার উপদেষ্টার কাছে জমা দিন।

গৃহীত থ্যালিমাইডের ওজন	থ্যালিক অ্যাসিডের তাত্ত্বিক উৎপাদন (theoretical yield)	থ্যালিক অ্যাসিডের প্রকৃত উৎপাদন (actual yield)	থ্যালিক অ্যাসিডের শতকরা উৎপাদন (percentage yield)	বিশুদ্ধ থ্যালিক অ্যাসিডের গলনাঙ্ক

7.6 পরীক্ষা 4: জৈব বিক্রিয়ায় সংঘনন বিক্রিয়ার প্রয়োগ—থ্যালিমাইড প্রস্তুতি

থ্যালিমাইড প্রস্তুতি

1. বিক্রিয়া : গ্লিসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড মাধ্যমে থ্যালিক অ্যানহাইড্রাইডকে ইউরিয়া সহ পুনঃপাতিত করে থ্যালিমাইড প্রস্তুত করা হয়।



2. প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

- (1) থ্যালিক অ্যানহাইড্রাইড—5 গ্রাম
- (2) ইউরিয়া—2.5 গ্রাম
- (3) গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড—10 মিলি.

3. প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি :

- (1) গোলতল ফ্লাস্ক—(100 সেমি.³)—1টি
- (2) পুনঃপাতন করার জন্য শীতক—1টি
- (3) ত্রিপদ স্ট্যান্ড, স্ট্যান্ড, ধারক, তারজালি ইত্যাদি।

4. পদ্ধতি : একটি 100 মি.লি. গোলতল ফ্লাস্কে 5 গ্রাম থ্যালিক অ্যানহাইড্রাইড, 2.5 গ্রাম ইউরিয়া ও 10 মিলি. গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড নিন। গোলতল ফ্লাস্কের মুখে একটি শীতক জুড়ে দিন। একটি অ্যাসবেসটস কেন্দ্রযুক্ত তারজালির উপর গোলতল ফ্লাস্কটিকে যথারীতি বসিয়ে বুনসেন বার্নারের সাহায্যে উত্তপ্ত করুন এবং মিশ্রণটিকে 1 ঘন্টা পুনঃপাতিত করুন। তারপর শীতকটি খুলে মিশ্রণটিকে রক্ষণাগারের তাপমাত্রায় ঠান্ডা করুন। ফ্লাস্কের ভিতর কঠিন জমাট বেধে যায়। ফ্লাস্কের মধ্যে 20-30 মি.লি. জল যোগ করে ফ্লাস্কটি জোরে ঝাঁকিয়ে ভিতরের জমাট বাধা কঠিন পদার্থকে ভেঙে গুড়ো করে নিন। উৎপন্ন কঠিন থ্যালিমাইডকে শোষণ পাম্পের সাহায্যে বুফনার ফানেলের উপর পরিষ্কৃত করে নিন। কঠিন থ্যালিমাইডকে জল দিয়ে ভালো করে ধৌত করে অ্যাসিড মুক্ত করুন এবং শোষণ পাম্পের সাহায্যে যতটা সম্ভব জল দূর করুন। অপসারণ বাষ্পগাহের উপর শুষ্ক করার পর থ্যালিমাইডের ওজন নিন।

এইভাবে প্রাপ্ত অবিশুদ্ধ থ্যালিমাইডকে গল জল থেকে পুনর্কেলাসিত করুন। পুনর্কেলাসিত থ্যালিমাইডকে শুষ্ক করে ওজন নিন এবং এর গলনাঙ্ক নির্ণয় করুন।

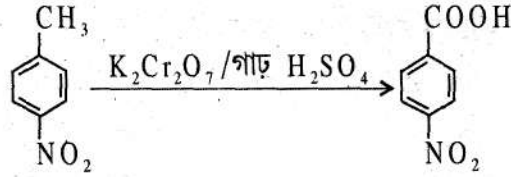
পরীক্ষা : 5 গ্রাম থ্যালিক অ্যাসিড নিয়ে উপরে বর্ণিত সংঘনন পদ্ধতিতে থ্যালিমাইড প্রস্তুত করে শুষ্ক করুন। শুষ্ক থ্যালিমাইডের ওজন নিন। 1 গ্রাম থ্যালিমাইডকে গরম জল থেকে পুনর্কেলাসিত করুন। পুনর্কেলাসিত থ্যালিমাইডকে শুষ্ক করে তার গলনাঙ্ক নির্ণয় করুন। নীচের ছকে রিপোর্ট করুন এবং অবিশুদ্ধ থ্যালিমাইড এবং পুনর্কেলাসিত থ্যালিমাইড আপনার প্রশিক্ষকের কাছে জমা দিন।

গৃহীত থ্যালিক অ্যানহাইড্রাইডের ওজন	থ্যালিমাইডের তাত্ত্বিক উৎপাদন	থ্যালিমাইডের প্রকৃত উৎপাদন (actual yield)	থ্যালিমাইডের শতকরা উৎপাদন (percentage yield)	পুনর্কেলাসিত থ্যালিমাইডের গলনাঙ্ক

7.7 পরীক্ষা 5 : জৈব বিক্রিয়ায় জারণ বিক্রিয়ার প্রয়োগ—প্যারা-নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিড প্রস্তুতি

প্যারা-নাইট্রোটলুইনের জারণের মাধ্যমে প্যারা-নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিড প্রস্তুতি

1. বিক্রিয়া : প্যারা-নাইট্রোটলুইনকে পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট/গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড দিয়ে জারিত করে প্যারা-নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিড প্রস্তুত করা হয়।



2. প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

- (1) প্যারা-নাইট্রোটলুইন—5 গ্রাম (0.0365 মোল)
- (2) গাঢ় H_2SO_4 —20 সেমি.³
- (3) সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট
- (5) 5% ও 15% জলীয় সালফিউরিক অ্যাসিড

3. প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি :

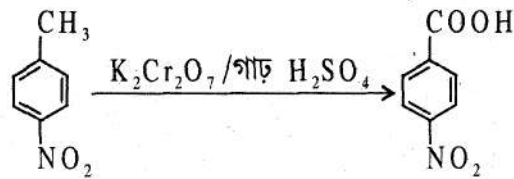
- (1) গোলতল ফ্লাস্ক (150 সেমি.³)—1টি
- (2) পুনঃপাতনের জন্য শীতক—1টি
- (3) বিকার—(250 সেমি.³)—1টি

4. পদ্ধতি : একটি 150 মিলি.³ গোলতল ফ্লাস্কে 30 সেমি.³ জল নিয়ে এর মধ্যে 20 সেমি.³ গাঢ় H_2SO_4 এবং তারপর 15 গ্রাম পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট যোগ করুন। একটি উষ্ণ দ্রবণ উৎপন্ন হল। এই উষ্ণ দ্রবণযুক্ত গোলতল ফ্লাস্কটি ঘোরাতে ঘোরাতে উষ্ণ দ্রবণের মধ্যে 5 মন্ডম প্যারা-নাইট্রোটলুইন ধীরে ধীরে অল্প অল্প করে 5 মিনিট ধরে যোগ করুন। প্যারা-নাইট্রোটলুইন সম্পূর্ণ যোগ করার পর আরও 5 মিনিট ফ্লাস্কটি ঘুরিয়ে ঘুরিয়ে মিশ্রণটি ভালো করে মেশান। তারপর গোলতল ফ্লাস্কের মুখে পুনঃপাতন করার জন্য একটি শীতক জুড়ে দিয়ে মিশ্রণটি ফেটান এবং আধ ঘণ্টা ধরে পুনঃপাতিত করুন। পরে মিশ্রণটিকে রসায়নাগারের তাপমাত্রায় ঠান্ডা করুন। এবং একটি 250 সেমি.³ বিকারে 100 সেমি.³ বরফ শীতল জল নিয়ে একটি কাচদণ্ড দিয়ে সর্বক্ষণ নাড়তে নাড়তে এর মধ্যে পরীক্ষাগারের তাপমাত্রায় শীতল করা মিশ্রণটি ধীরে ধীরে ঢেলে দিন। প্যারা-নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিড অধঃক্ষিপ্ত হবে। শোশক পাম্পের সাহায্যে বুফনার ফানেলের উপর একে পরিশ্রবিত করে নিন এবং শীতল 5% H_2SO_4 দিয়ে খুব ভালোভাবে ধৌত করে নিন। শোষণপাম্প সাহায্যে যতটা সম্ভব জল দূর করে উৎপন্ন প্যারা-নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিডকে একটি ঘড়িকাচে করে বাষ্পগাহের উপর রেখে শুষ্ক করে নিন। অবিশুদ্ধ প্যারা-নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিডের ওজন নিন এবং এর গলনাঙ্ক নির্ণয় করুন।

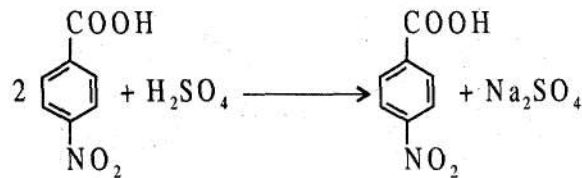
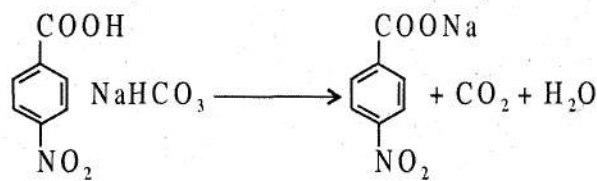
প্রাপ্ত প্যারা-নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিডকে যতটা সম্ভব কম আয়তন সম্পৃক্ত জলীয় সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট দ্রবণে দ্রবীভূত করুন। এর মধ্যে সামান্য বিরঞ্জক চারকোল যোগ করে গরম করুন। তারপর রসায়নাগারের তাপমাত্রায় ঠাণ্ডা করে বিশেষভাবে খাঁজ কেটে ভাজ করা ফিল্টার কাগজের (fluted filter paper) সাহায্যে পরিষ্কৃত করে নিন। পরিস্রুতকে 15% H₂SO₄ দিয়ে অম্লায়িত করুন। প্যারা-নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিড অধঃক্ষিপ্ত হবে। শীতল করে শোষক পাম্পের সাহায্যে বুফনার পানেরের উপর প্যারা-নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিডকে পরিষ্কৃত করে সংগ্রহ করুন। সামান্য শীতল জল দিয়ে ধুইয়ে শোষক পাম্পের সাহায্যে যতটা সম্ভব জল দূর করুন। তারপর বাষ্পগাহের উপর শুষ্ক করুন। প্রাপ্ত শুষ্ক প্যারা-নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিডের ওজন নিন এবং এর গলনাঙ্ক নির্ণয় করুন।

পরীক্ষা : 5 গ্রাম প্যারা-নাইট্রোটলুইন উপরে বর্ণিত। পদ্ধতিতে প্যারা-নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিড প্রস্তুত করুন। অশুদ্ধ প্যারা-নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিডকে শুষ্ক করুন ও ওজন নিন। 1 গ্রাম প্যারা-নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিড নিয়ে উপরে বর্ণিত পদ্ধতি বিরঞ্জিত করে বিশুদ্ধ প্যারা-নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিড প্রস্তুত করুন। বিশুদ্ধ প্যারা-নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিডকে শুষ্ক করে ওজন নিন ও এর গলনাঙ্ক নির্ণয় করুন। নীচের মতো করে রিপোর্ট করুন এবং অশুদ্ধ ও বিশুদ্ধ প্যারা-নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিড আপনার প্রশিক্ষকের কাছে জমা দিন।

বিক্রিয়া : প্যারা-নাইট্রোটলুইনকে K₂Cr₂O₇/গাঢ় H₂SO₄ দিয়ে জারিত করে প্যারা-নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিড প্রস্তুত করা হল।



একে সম্পৃক্ত সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট দ্রবণে দ্রবীভূত করে চারকোল দিয়ে বিরঞ্জিত করে 15% H₂SO₄ দিয়ে অম্লায়িত করে বিশুদ্ধ প্যারা-নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিড প্রস্তুত করা হল।



বিক্রিয়াগুলির তালিকা :

ক্রমিক সংখ্যা	বিক্রিয়ক	পরিমাণ	আণবিক ভর	মোল
1.				
2.				
3.				

প্যারা-নাইট্রো টলুইনের পরিমরণ	প্যারা-নাইট্রো- বেনজোয়িক অ্যাসিডের তাত্ত্বিক উৎপাদন	প্যারা-নাইট্রো- বেনজোয়িক অ্যাসিডের প্রকৃত উৎপাদন	প্যারা-নাইট্রো- বেনজোয়িক অ্যাসিডের শতকরা উৎপাদন	অবিশুদ্ধ প্যারা-নাইট্রো- বেনজোয়িক অ্যাসিডের গলনাঙ্ক	বিশুদ্ধ প্যারা-নাইট্রো- অ্যাসিডের গলনাঙ্ক