

2 – year B. Ed Programme
Part – I

Method Paper : Physical Science



UNIVERSITY OF BURDWAN
DIRECTORATE OF DISTANCE EDUCATION
Golapbag, P.O – Rajbati,
Burdwan – 713104

পাঠ-প্রণেতা

ডঃ চন্দন অধিকারী

অ্যাসিস্ট্যান্ট প্রফেসর (ভৌতবিজ্ঞান)
ইনসটিটিউট অফ এডুকেশন ফর উইমেন,
চন্দননগর, বর্ধমান।

যুগ্ম সম্পাদক

অধ্যাপক তুহিন কুমার সামন্ত

শিক্ষা বিভাগ
বর্ধমান বিশ্ববিদ্যালয়।

ডঃ শাঁওলী চক্রবর্তী

বিভাগীয় প্রধান (বি.এড)
ডিরেক্টরেট অফ ডিসট্যান্স এডুকেশন,
বর্ধমান বিশ্ববিদ্যালয়।

গ্রন্থসত্ত্ব © ২০১৬

বর্ধমান বিশ্ববিদ্যালয়
বর্ধমান—৭১৩ ১০৪
পশ্চিমবঙ্গ, ভারত।

প্রকাশনা

ডিরেক্টর, দূরশিক্ষা অধিকরণ
বর্ধমান বিশ্ববিদ্যালয়।

প্রচ্ছদ ও মুদ্রণ

সরস্বতী প্রেস লিমিটেড
(পশ্চিমবঙ্গ সরকারের উদ্যোগ)
কলকাতা - ৭০০ ০৫৬

সম্পাদকের নিবেদন

বর্ধমান বিশ্ববিদ্যালয়ে দূরশিক্ষা ব্যবস্থা কার্যকর করা হয়েছে ১৯৯৪ সাল থেকে। আর দূরশিক্ষার মাধ্যমে বি.এড. চালু করার পরিকল্পনাটি রূপায়িত হয়েছে ২০১৪ সালে, যা দূরশিক্ষা অধিকরণের তথা বর্ধমান বিশ্ববিদ্যালয়ের অন্যতম বড় প্রাপ্তি। সমগ্র পশ্চিমবঙ্গে এই প্রচেষ্টা এই প্রথম। ভারতের মতো জনবহুল ও উন্নয়নশীল দেশে শিক্ষক-শিক্ষিকার ক্রমবর্ধমান চাহিদা মেটানোর জন্য এবং এই পেশামূলক কোর্সটির বিস্তার ঘটানোর জন্য এই কার্যক্রমের প্রয়োজনীয়তা অনস্বীকার্য।

বি.এড. কোর্সটি NCTE-র (National Council For Teacher Education) নিয়মানুসারে দ্বি-বার্ষিক কোর্স হিসাবে কার্যকরী হয়েছে। Part-I ও Part-II-এর চারটি করে আবশ্যিক পেপার এবং সর্বমোট ১২টি মেথড পেপারের পাঠ্যবিষয়গুলি যাতে ছাত্রছাত্রীদের কাছে সহজবোধ্য হয় এবং অন্য কারও সাহায্য ছাড়াই যাতে তারা তা অনুধাবন করতে পারে, সেজন্য প্রতিটি পেপারের জন্য একটি পাঠ্যপুস্তক আবশ্যিক হয়ে পড়ে, যা কিনা সম্পূর্ণভাবে এখানকার পাঠক্রম অনুসারী। এই কাজটি সুসম্পন্ন করার জন্য দূরশিক্ষা অধিকরণ; বিশ্ববিদ্যালয়ের শিক্ষাবিভাগ এবং অন্যান্য অনুমোদিত কলেজগুলি থেকে দক্ষ অধ্যাপক/অধ্যাপিকা নিযুক্ত করেন। তাঁরা প্রত্যেকেই যথাযোগ্য মর্যাদায় তাঁদের কাজটি সম্পন্ন করেছেন। তাঁদের প্রত্যেককে আন্তরিক কৃতজ্ঞতা জানাই।

দূরশিক্ষা অধিকরণের অধিকর্তা ডঃ দেবকুমার পাঁজা মহাশয় এই কার্যক্রম সুচারুভাবে পরিচালনা করেছেন। উপ-অধিকর্তা শ্রী অংশুমান গোস্বামীর অকুণ্ঠ সহযোগিতার ফলেই কাজটি সংক্ষিপ্ত সময়ে সম্পন্ন করা সম্ভব হয়েছে। তাঁদের জানাই আমাদের কৃতজ্ঞতা ও ধন্যবাদ। তাঁদের উৎসাহ ও পরামর্শ প্রতি মুহূর্তে আমাদের প্রেরণা জুগিয়েছে।

দূরশিক্ষা অধিকরণের অন্যান্য সকল আধিকারিক ও কর্মীবৃন্দ এবং গ্রন্থাগার কর্মীদের ধন্যবাদ জানাই। মুদ্রণ প্রতিষ্ঠানের কর্ণধার ও কর্মীদের সহযোগিতা অবশ্য-স্মরণীয় এবং সামগ্রিকভাবে সবক্ষেত্রে আমাদের পাশে থাকার জন্য ধন্যবাদ জানাই বি.এড.-এর দুইজন কোর-ফ্যাকাল্টি ডঃ সোমনাথ দাস এবং শ্রী অর্পণ দাসকে।

আগস্ট, ২০১৬

প্রফেসর তুহিন কুমার সামন্ত

ডঃ শাঁওলী চক্রবর্তী

CONTENTS

	বিষয়	পৃষ্ঠা নং
একক - ১ :	পশ্চিমবঙ্গ মধ্যশিক্ষা পর্ষদ বা সমতুল্য কোনো বোর্ডের নবম এবং দশম শ্রেণীর ভৌতবিজ্ঞান পাঠ্যসূচির বিষয়বস্তু	১
একক - ২ :	ষষ্ঠ থেকে অষ্টম শ্রেণী পর্যন্ত পাঠ্যসূচির বিষয়বস্তুর বিজ্ঞানসম্মত বিশ্লেষণ	৭৩
একক - ৩ :	ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষার লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য এবং অপর বিষয়ের সাথে সম্পর্ক	৯৮
একক - ৪ :	ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণ পদ্ধতি	১২০
একক - ৫ :	বিজ্ঞানভিত্তিক মেজাজ এবং বিজ্ঞানের জনমুখী প্রসার	১৫১
একক - ৬ :	ভৌতবিজ্ঞানে উপস্থিতমতো তৈরী যন্ত্রপাতি	১৬৬
একক - ৭ :	ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষায় মূল্যায়ন	১৮৫

Group - A

Unit - 1

পশ্চিমবঙ্গ মধ্যশিক্ষা পর্ষদ বা সমতুল্য কোনো বোর্ডের নবম এবং দশম শ্রেণীর ভৌতবিজ্ঞান পাঠ্যসূচির বিষয়বস্তু (Content of the Syllabus of Class IX-X Under WBBSE or equivalent)

1.1 কাম্য আচরণগত শিক্ষণ সামর্থ্য (Expected learning outcome in terms of behaviour)

এই অধ্যায়ের পাঠগ্রহণের মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা যে সমস্ত সামর্থ্যগুলি অর্জন করবে সেগুলি হল :

- পশ্চিমবঙ্গ মধ্যশিক্ষা পর্ষদ বা সমতুল্য বোর্ডের নবম-দশম শ্রেণীর ভৌতবিজ্ঞান বিষয়ের পাঠ্যসূচি সম্পর্কে অবহিত হবে।
- নবম শ্রেণীর পাঠ্যবিষয়ে পদার্থবিদ্যা ও রসায়নবিদ্যার কোন কোন দিকগুলি গুরুত্ব পেয়েছে সে সম্পর্কে ধারণা লাভ করবে।
- দশম শ্রেণীর পাঠ্যবিষয়ে পদার্থবিদ্যা ও রসায়নবিদ্যার যে সমস্ত অংশগুলি গুরুত্ব পেয়েছে সে সম্পর্কে অবগত হবে।
- পরিবেশবিদ্যার সঙ্গে বিজ্ঞানের ওতপ্রোত সম্পর্কে জ্ঞান লাভ করবে।
- সক্রিয়তাভিত্তিক, আনন্দময় পরিবেশে, সমন্বিত পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীরা ভৌতবিজ্ঞানের বিষয়গুলি অনুশীলনে সমর্থ হবে এবং দৈনন্দিনজীবনে তাদের প্রয়োগগুলি অনুসন্ধান করতে পারবে।

1.2 ভূমিকা (Introduction)

জাতীয় পাঠক্রমের রূপরেখায় (2005) বিজ্ঞানকে প্রক্রিয়া (process) এবং ফল (product) হিসেবে চিহ্নিত করা হয়েছে। প্রক্রিয়াগত দিকটিকে pedagogy বা art or science of teaching -এর সঙ্গে সংযুক্ত করা হয়; অর্থাৎ শিক্ষার্থী কীভাবে বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু শিখবে, অনুসন্ধান করবে বা সক্রিয়তার ভিত্তিতে সমস্যার সমাধান করবে তার উপর গুরুত্ব আরোপ করা হয়। অপরপক্ষে ফলাফলগত দিকটিতে শিক্ষণীয় বিষয়বস্তু বা content সম্পর্কে সম্যকজ্ঞান অর্জনের ওপর গুরুত্ব দেওয়া হয়। একজন প্রকৃত ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষক হতে গেলে আমাদের তিনটি বিষয় সম্পর্কে পর্যাপ্ত জ্ঞানলাভ করতে হবে। যথা- a) শিক্ষার্থী সম্পর্কে জানা (to know the learner) b) বিষয়বস্তু সম্পর্কে পাণ্ডিত্য (content mastery) c) বিষয়বস্তুর উপস্থাপনা (pedagogy or how to teach)। আমাদের বর্ধমান বিশ্ববিদ্যালয়ের দূর শিক্ষা বিভাগের বি. এড পাঠক্রমে ভৌতবিজ্ঞান বিষয়ে একইসঙ্গে content (বিষয়বস্তু) এবং pedagogy (শিক্ষণ পদ্ধতি) উভয়েরই মেলবন্ধন ঘটানোর চেষ্টা করা হয়েছে।

এই অধ্যায়ে আমরা নবম এবং দশম শ্রেণীর মধ্যশিক্ষা পর্যদ, পশ্চিমবঙ্গ সরকার প্রবর্তিত ভৌতবিজ্ঞান পাঠক্রমের বিষয়বস্তুগুলি সংক্ষিপ্ত আকারে আলোচনা করব।

1.3 বিষয়বস্তু (Content)

পশ্চিমবঙ্গ মধ্যশিক্ষা পর্যদ অনুমোদিত ‘ভৌতবিজ্ঞান ও পরিবেশ’ পাঠ্যপুস্তকে নবম শ্রেণীর পাঠ্যসূচিতে যে এককগুলি অন্তর্ভুক্ত তা হল (1) পরিমাপ (2) চল ও গতি (3) পদার্থ : গঠন ও ধর্ম (4) পদার্থ : পরমাণুর গঠন ও পদার্থের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মসমূহ (পরমাণুর গঠন, মোলের ধারণা, দ্রবণ, অ্যাসিড, ক্ষার ও লবণ, মিশ্রণের উপাদানের পৃথকীকরণ, জল) (5) শক্তির ক্রিয়া — কার্য, ক্ষমতা ও শক্তি (6) তাপ (7) শব্দ, অপরপক্ষে দশম শ্রেণীর পাঠ্যসূচিতে যে এককগুলি বর্তমান তা হল : (1) পরিবেশের জন্য ভাবনা (2) গ্যাসের আচরণ (3) রাসায়নিক গণনা (4) তাপের ঘটনাসমূহ (5) আলো (6) চলতড়িৎ (7) পরমাণুর নিউক্লিয়াস (8) পদার্থের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মসমূহ (পর্যায় সারণি ও ধর্মের পর্যাবৃত্ততা, ক্ষারীয় ও সমযোজী বন্ধন, তড়িৎপ্রবাহ ও রাসায়নিক বিক্রিয়া, পরীক্ষাগার ও রাসায়নিক শিল্পে অজৈব রসায়ন, ধাতুবিদ্যা, জৈব রসায়ন)। আলোচ্য অধ্যায়টিতে উপরিউক্ত এককগুলির সংক্ষিপ্ত আলোচনা করা হল।

নবম শ্রেণী একক : পরিমাপ

বিষয় সংক্ষেপ

- যেসব প্রাকৃতিক বিষয়কে প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে পরিমাপ করা যায় তাকে ভৌত রাশি বলা হয়।
- ভৌত রাশি দু-প্রকার—1. স্কেলার রাশি ও 2. ভেক্টর রাশি। স্কেলার রাশির শুধুমাত্র মান আছে। যেমন—দৈর্ঘ্য, ভর, উষ্ণতা, সময়। ভেক্টর রাশির মান ও অভিমুখ দুই-ই আছে। যেমন—সরণ, বেগ, ত্বরণ, বল।
- কোনো ভৌত রাশির পরিমাপ করার ক্ষেত্রে ওই ভৌত রাশির একটি সুবিধাজনক ও নির্দিষ্ট মানকে প্রমাণ ধরে তুলনামূলকভাবে ওই ভৌত রাশির পরিমাপ করা হয়। ওই প্রমাণ মানকে ভৌত রাশির একক বলা হয়।
- কোনো ভৌত রাশি যদি একই এককবিশিষ্ট দুটি রাশির অনুপাত হয়, তাহলে ওই ভৌত রাশির কোনো একক থাকে না। এই ধরনের ভৌত রাশিকে এককবিহীন ভৌত রাশি বলা হয়। যেমন—পারমাণবিক ভর। কোনো মৌলের পারমাণবিক ভর

$$= \frac{\text{মৌলের একটি পরমাণুর ভর}}{\frac{1}{12} \times \text{একটি } ^{12}\text{C পরমাণুর ভর}}$$

- যে সমস্ত ভৌত রাশির একক পরস্পরের ওপর নির্ভরশীল নয়, অর্থাৎ স্বাধীনভাবে গঠিত হয় এবং যাদের সাহায্যে অন্যান্য ভৌত রাশির একক গঠন করা যায়, সেই সমস্ত ভৌত রাশির এককগুলিকে মৌলিক একক বলা হয়। যেমন—দৈর্ঘ্য, ভর ও সময়ের একককে মৌলিক একক বলা হয়।
মৌলিক এককগুলি গঠন করতে অন্য কোনো এককের দরকার পড়ে না।
- যে সমস্ত ভৌত রাশির একক, এক বা একাধিক মূল এককের সাহায্যে গঠিত হয়, সেই সমস্ত ভৌত রাশির এককগুলিকে লব্ধ একক বলা হয়। যেমন—বেগ, ত্বরণ, ভরবেগ, বল, কার্য প্রভৃতি রাশির একক হল লব্ধ একক।
- মৌলিক ও লব্ধ এককসহ সমস্ত ভৌত রাশির একককে একত্রে (বা সেটকে) এককের পদ্ধতি বলা হয়। বর্তমানে বিজ্ঞান আলোচনায় মূলত দুটি এককের পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়—1. CGS পদ্ধতি ও 2. আন্তর্জাতিক পদ্ধতি বা SI।
- CGS পদ্ধতিতে দৈর্ঘ্যের একক সেন্টিমিটার (cm), ভরের একক গ্রাম (g) ও সময়ের একক সেকেন্ড (s)।
- SI -তে মূল একক হল সাতটি।

SI -তে মৌলিক এককগুলির নাম ও প্রতীক :

মূল রাশি	একক	প্রতীক
1. দৈর্ঘ্য (length)	মিটার (metre)	m
2. ভর (mass)	কিলোগ্রাম (kilogram)	kg
3. সময় (time)	সেকেন্ড (second)	s
4. তাপমাত্রা (temperature)	কেলভিন (kelvin)	K
5. তড়িৎপ্রবাহ (electric current)	অ্যাম্পিয়ার (ampere)	A
6. দীপন প্রাবল্য (luminous intensity)	ক্যান্ডেলা (candela)	cd
7. পদার্থের পরিমাণ (quantity of matter)	মোল (mole)	mol

- CGPM স্বীকৃত মিটারের সংজ্ঞা : আলো শূন্যস্থানে $\frac{1}{299792458}$ s সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে 1 মিটার বলে ধরে নেওয়া হয়েছে।
- BIPM স্বীকৃত কিলোগ্রামের সংজ্ঞা : ফ্রান্সের প্যারিস শহরে ‘আন্তর্জাতিক ব্যুরো অফ ওয়েটস অ্যান্ড মেজারস’-এর দপ্তরে রাখা প্ল্যাটিনাম-ইরিডিয়াম সংকর ধাতুর তৈরী একটি নিরেট চোঙের ভরকে 1 কিলোগ্রাম বলে ধরে নেওয়া হয়েছে।
- CIPM স্বীকৃত সেকেন্ডের সংজ্ঞা : তাত্ত্বিকভাবে নির্দিষ্ট 0 K উষ্ণতার যথাসম্ভব কাছাকাছি উষ্ণতায় একটি স্থির সিজিয়াম-133 (Cs^{133}) পরমাণুর ভূমিস্তরের (ground state-এ) অবস্থিত দুটি অতিসূক্ষ্ম স্তরের (hyperfine levels-এর) মধ্যে সংক্রমণের (transition-এর) ফলে সৃষ্টি বিকিরণের 9192631770 সংখ্যক পর্যায়ের জন্য অতিবাহিত সময়কে 1 সেকেন্ড ধরে নেওয়া হয়েছে।
- CGS পদ্ধতি ও SI-তে আয়তনের একক হল যথাক্রমে cm^3 ও m^3 ।
- 4°C বা 277 K উষ্ণতায় 1 কিলোগ্রাম বিশুদ্ধ জলের আয়তনকে 1 কিলোগ্রাম বিশুদ্ধ জলের আয়তনকে 1 লিটার বলা হয়।
- কোনো পদার্থের একক আয়তনের ভরকে ওই পদার্থের ঘনত্ব বলা হয়।
কোনো পদার্থের V আয়তনের ভর m হলে ঘনত্ব, $d = \frac{m}{V}$ ।
CGS পদ্ধতি ও SI-তে ঘনত্বের একক যথাক্রমে g/cm^3 ও kg/m^3 ।
এদের মধ্যে সম্পর্ক হল : $1\text{ g/cm}^3 = 1000\text{ kg/m}^3$ ।
- কোনো ভৌত রাশির মাত্রা বলতে সেই ঘাত বোঝায়, যে ঘাতে দৈর্ঘ্য, ভর, সময় প্রভৃতি মূল এককগুলিতে উন্নীত করে ওই রাশিটিকে প্রকাশ করা হয়। ভৌত রাশির মাত্রা প্রকাশ করার সময় দৈর্ঘ্য, ভর, সময়,

তাপমাত্রা, তড়িৎপ্রবাহ, দীপন প্রাবল্য ও পদার্থের পরিমাণ যথাক্রমে L, M, T, Θ , I, J ও N দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

- যে রাশিমালার সাহায্যে মূল এককগুলির মাত্রার সঙ্গে কোনো ভৌত রাশি কীভাবে সম্পর্কযুক্ত তা বলা হয়, তাকেই মাত্রীয় সংকেত বলে। যেমন—ক্ষেত্রফলের মাত্রীয় সংকেত হল L^2 , বেগের মাত্রীয় সংকেত হল LT^{-1} ।
- কোনো ভৌত রাশিকে তার মাত্রীয় সংকেতের সাহায্যে যে সমীকরণের মাধ্যমে প্রকাশ করা হয় তাকে মাত্রীয় সমীকরণ বলা হয়। যেমন—বেগের মাত্রীয় সমীকরণ, $[v] = LT^{-1}$, বলের মাত্রীয় সমীকরণ, $[F] = MLT^{-2}$ ।
- প্রতীকের সাহায্যে বিভিন্ন ভৌত রাশির একককে সংক্ষেপে লেখা হয়। বিভিন্ন ভৌত রাশির একক লেখার জন্য প্রতীক কীভাবে লিখতে হবে সে সম্পর্কে একটি সর্বসম্মত নিয়ম আন্তর্জাতিকভাবে স্বীকৃত হয়েছে। এরূপ কয়েকটি নিয়ম হল —
 1. যেসব একক কোনো বৈজ্ঞানিকের নামানুসারে গঠিত হয়েছে, সেইসব এককের প্রথম অক্ষরটি বড়ো হরফে হবে, এ ছাড়া অন্য সব এককে ছোটো হরফ ব্যবহৃত হবে। যেমন—নিউটন (N), কুলম্ব (C), ভোল্ট (V), অ্যাম্পিয়ার (A), ওয়েবার (Wb) প্রভৃতি এককের প্রথম অক্ষরটি বড়ো হরফে হবে এবং গ্রাম (g), কিলোগ্রাম (kg), সেকেন্ড (s), ক্যালোরি (cal) প্রভৃতি এককের প্রতিটি অক্ষরই ছোটো হরফে হবে।
 2. যে-কোনো ভৌত রাশির এককের প্রতীক সর্বদা সোজা (roman) হরফে ছাপাতে হবে, বাঁকানো বা কাত করা (italics) হরফে ছাপানো যাবে না। যেমন—দৈর্ঘ্য, ভর, বেগ প্রভৃতি ভৌত রাশির একক বোঝাতে যথাক্রমে m, kg, m/s লিখতে হবে *m*, *kg*, *m/s* লেখা যাবে না।
 3. বহুবচন বোঝাতে এককের প্রতীকের শেষে 's' বা 'es' যোগ করা যাবে না। যেমন—100 কিলোগ্রাম বা 100 ক্যালোরি বোঝাতে লিখতে হবে 100 kg বা 100 cal, 100 kgs বা 100 cals লেখা যাবে না।
 4. দুটি এককের গুণফলের ফলে কোনো একক গঠনের ক্ষেত্রে ওই একক দুটির প্রতীকের মাঝে একটা ফাঁক (space) বা ডট চিহ্ন দেওয়া যাবে।
 5. ভাগ বোঝাতে তির্যক রেখা (/) একবারের বেশি ব্যবহার করা যাবে না। যেমন—আপেক্ষিক তাপের একক লিখতে হবে $J/(kg \cdot K)$, $J/kg/K$ লিখলে হবে না। এই এককটিকে $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ এইভাবেও প্রকাশ করা যায়।
 6. পরম উষ্ণতা প্রকাশ করার সময় ডিগ্রি চিহ্ন থাকবে না। যেমন —কোনো বস্তুর উষ্ণতা $300^\circ K$ লেখা যাবে না, লিখতে হবে 300 K।

7. কোনো এককের মাঝে বা শেষে ডট (dot) চিহ্ন দেওয়া যাবে না। যেমন— $10 \text{ c} \cdot \text{m}$., $50 \text{ c} \cdot \text{m}$, 10 cal , এইভাবে না লিখে, লিখতে হবে 10 cm , 50 cm , 10 cal । তবে বাক্যের শেষ বোঝাতে এককের প্রতীকের শেষে ডট চিহ্ন দেওয়া যাবে। যেমন—The velocity of particle is 15 m/s .
8. বীজগাণিতিক রাশির ক্ষেত্রে যেমন গুণ বা ভাগ করা যায় তেমনভাবেই মতো এককগুলির গুণ বা ভাগ করা যাবে। যেমন— $10 \text{ m/s} \div 5 \text{ s} = 2 \text{ m/s}^2$ ।
9. কতকগুলি এককের ভুল ব্যবহার হল cc , sq cm , sec । এদের সঠিক ব্যবহার হল cm^3 বা cubic centimetre, cm^2 , বা square centimetre, s ।
- দৈর্ঘ্য পরিমাপ করার জন্য স্কেল ব্যবহার করা হয়।
 - সাধারণ তুলাযন্ত্র (common balance)-এর সাহায্যে কোনো বস্তুর ভর পরিমাপ করা হয়।
 - যে তুলাযন্ত্র দিয়ে ভরের সামান্যতম পার্থক্যও যত সূক্ষ্মভাবে পরিমাপ করা যায় সেই তুলাযন্ত্রের সুবেদিতা তত বেশি।
 - ঘড়ির সাহায্যে আমরা সময়ের পরিমাপ করি।

একক : বল ও গতি

বিষয় সংক্ষেপ

- কোনো বস্তু যদি পারিপার্শ্বিক বস্তুর সাপেক্ষে সময়ের পরিবর্তনের সঙ্গে স্থান পরিবর্তন না করে, তাহলে ওই বস্তুকে স্থির বস্তু এবং বস্তুর এই অবস্থাকে স্থিতি বলে।
- কোনো বস্তু যদি পারিপার্শ্বিক বস্তুর সাপেক্ষে সময়ের পরিবর্তনের সঙ্গে স্থান পরিবর্তন করে, তাহলে ওই বস্তুকে গতিশীল বস্তু বলা হয়। বস্তুর এই অবস্থাকে গতি বলে।
- কণার গতি সাধারণত দুপ্রকার— 1. চলন গতি ও 2. ঘূর্ণন গতি।
সরলরেখা বরাবর কোনো বস্তুর গতি হল **চলন গতি**।
কোনো বস্তু যদি নিজের কোনো অক্ষের সাপেক্ষে ঘুরতে থাকে তাহলে বস্তুর গতিকে **ঘূর্ণন গতি** বলা হয়।
- পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তু যদি একটি নির্দিষ্ট সময় অন্তর বারবার একই সরলরেখা বরাবর যাওয়া আসা করে, তবে তার গতিকে **সরলরৈখিক দোলগতি** বলা হয়।
- কোনো কণা যদি কোনো অক্ষ বা বিন্দুর চারিদিকে বৃত্তপথে গতিশীল হয়, তবে কণার গতিকে **বৃত্তীয় গতি** বলা হয়।
- কোনো গতিশীল কণা, একক সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে **দ্রুতি** বলা হয়। দ্রুতি স্কেলের রাশি। SI-তে দ্রুতির একক হল m/s। দ্রুতির মাত্রীয় সংকেত হল LT^{-1} ।
- কোনো গতিশীল কণা যদি সমান সময়ের অবকাশে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে তাহলে কণার দ্রুতিকে **সমদ্রুতি** বলা হয়।
- কোনো গতিশীল কণা যদি সমান সময়ের অবকাশে বিভিন্ন দূরত্ব অতিক্রম করে তাহলে কণার দ্রুতিকে **অসমদ্রুতি** বলা হয়।
- কোনো গতিশীল কণা কোনো নির্দিষ্ট সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে সেই অতিক্রান্ত দূরত্ব ও সময়ের অবকাশের অনুপাতকে **গড় দ্রুতি** বলা হয়।
কোনো গতিশীল কণা প্রথম t_1 সময়ে s_1 দূরত্ব, পরবর্তী t_2 সময়ে s_2 দূরত্ব এবং শেষ t_3 সময়ে s_3 দূরত্ব, অতিক্রম করলে গড় দ্রুতি,
$$v_a = \frac{s_1 + s_2 + s_3}{t_1 + t_2 + t_3}$$
- কোনো কণার বেগের মান ও অভিমুখ যদি সর্বদা অপরিবর্তিত থাকে তাহলে কণার বেগকে **সমবেগ** বলা হয়।
- কোনো কণার বেগের মান ও অভিমুখ বা উভয়েই যদি সময়ের সাপেক্ষে পরিবর্তন হয় তাহলে কণার বেগকে **অসমবেগ** বলা হয়।

■ যদি কোনো কণা বৃত্ত বরাবর সমদ্রুতিতে ঘোরে তাহলে কণার গতিকে সমবৃত্তীয় গতি বলে। কণার সমবৃত্তীয় গতি হল সমদ্রুতিসম্পন্ন গতি। এক্ষেত্রে কণার ত্বরণ (অভিকেন্দ্র ত্বরণ) ব্যাসার্ধ বরাবর কেন্দ্রাভিমুখে ক্রিয়া করে।

■ কোনো গতিশীল কণার সময়ের সাপেক্ষে বেগ পরিবর্তনের হারকে ত্বরণ বলা হয়।

ত্বরণের মান ও অভিমুখ দুই-ই আছে, তাই ত্বরণ ভেক্টর রাশি।

SI-তে ত্বরণের একক হল m/s^2 এবং ত্বরণের মাত্রীয় সংকেত হল LT^{-2} ।

সরলরেখা বরাবর গতিশীল কোনো কণার প্রাথমিক বেগ u , t সময় পরে বেগ v হলে কণার ত্বরণ $a = \frac{v-u}{t}$ ।

মন্দন হল ঋণাত্মক ত্বরণ।

সরলরেখা বরাবর গতিশীল কণার বেগ বাড়তে থাকলে বেগ ও ত্বরণের অভিমুখ একই কিন্তু কণার বেগ কমতে থাকলে বেগ ও ত্বরণ বিপরীতমুখী হয়।

■ স্থিতিবিজ্ঞান সংক্রান্ত সমীকরণ :

সরলরেখা বরাবর গতিশীল কোনো কণার প্রাথমিক বেগ = u , সমত্বরণ = a , t সময় পরে বেগ = v এবং t সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব = s হলে,

$$1. v = u + at \quad 2. s = ut + \frac{1}{2} at^2 \quad 3. v^2 = u^2 + 2as$$

কণার প্রাথমিক বেগ, $u = 0$ হলে অর্থাৎ কণা স্থিরাবস্থা থেকে যাত্রা শুরু করলে,

$$1. v = at \quad 2. s = \frac{1}{2} at^2 \quad 3. v^2 = 2as$$

কণা u প্রাথমিক বেগ নিয়ে a সমন্দনে গতিশীল হলে,

$$1. v = u - at \quad 2. s = ut - \frac{1}{2} at^2 \quad 3. v^2 = u^2 - 2as$$

কণা অভিকর্ষের অধীনে u প্রাথমিক বেগ নিয়ে পতনশীল হলে, কণা $a = g$ সমত্বরণে নামে। এক্ষেত্রে, $s = h$ ধরা হলে,

$$1. v = u + gt \quad 2. h = ut + \frac{1}{2} gt^2 \quad 3. v^2 = u^2 + 2gh$$

কণা অভিকর্ষের অধীনে স্থিরাবস্থা থেকে পতনশীল হলে,

$$1. v = gt \quad 2. h = \frac{1}{2} gt^2 \quad 3. v^2 = 2gh$$

কণাকে u বেগে উল্লম্বভাবে ওপর দিকে ছোড়া হলে,

$$1. v = u - gt \quad 2. h = ut - \frac{1}{2} gt^2 \quad 3. v^2 = u^2 - 2gh$$

- কোনো বস্তুর ওপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি ক্রিয়াশীল বলগুলির লব্ধি (resultant) শূন্য হয়, তাহলে ওই বলগুলিকে **প্রতিমিত বল** বলা হয়। কোনো বস্তুর ওপর প্রতিমিত বল ক্রিয়া করলে বস্তুর ত্বরণ সৃষ্টি হয় না, বস্তুর বিকৃতি হয়।
- কোনো বস্তুর ওপর এক বা একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি ক্রিয়াশীল বলগুলির লব্ধি শূন্য না হয়, তাহলে ওই বলগুলির লব্ধি শূন্য না হয়, তাহলে ওই বলগুলিকে **অপ্রতিমিত বল** বা **কার্যকর বল** বলা হয়। কার্যকর বলের প্রভাবে প্রধানত বস্তুর ত্বরণ সৃষ্টি হয়।
- কোনো বস্তুর ওপর বল প্রযুক্ত হওয়ার সময় যদি বলের প্রয়োগকারী ওই সংস্থার অংশ বিশেষ হয় তাহলে প্রযুক্ত বল গতিবেগের পরিবর্তন করে না, গতিবেগের পরিবর্তনের শুধুমাত্র চেষ্টা করে, সেই বলকে **অভ্যন্তরীণ বল** বলা হয়।
- কোনো বস্তুর ওপর বল প্রযুক্ত হওয়ার সময় যদি বলের প্রয়োগকারী ও বস্তু আলাদা সংস্থা হয় তাহলে প্রযুক্ত বল বস্তুর গতিবেগের পরিবর্তন করে বা গতিবেগের পরিবর্তনের চেষ্টা করে, সেই বলকে **বাহ্যিক বল** বলা হয়।
- নিউটনের প্রথম গতিসূত্র: বাইরে থেকে বল প্রয়োগ না করা হলে স্থির বস্তু চিরকাল স্থির থাকবে এবং গতিশীল বস্তু সর্বদা সমবেগে চলতে থাকবে।
- যে ধর্মের জন্য কোনো বস্তু, স্থিতিশীল বা গতিশীল যে অবস্থাতেই থাকুক না কেন, সেই অবস্থাতেই থাকতে চায় এবং সেই অবস্থার পরিবর্তনের প্রচেষ্টাকে বাধা দেয় তাকে বস্তুর **জড়তা** বলা হয়।
- কোনো গতিশীল বস্তুর সর্বদা সমবেগে গতিশীল থাকতে চাওয়ার প্রবণতাকে **গতিজড়তা** বলা হয়।
- কোনো স্থির বস্তুর সর্বদা স্থির থাকতে চাওয়ার প্রবণতাকে **স্থিতিজড়তা** বলা হয়।
- ধ্রুবক ভরের ক্ষেত্রে নিউটনের দ্বিতীয় গতিসূত্র: কোনো বস্তুর ভর যদি অপরিবর্তিত থাকে, তবে বস্তুর ওপর প্রযুক্ত কার্যকর বল হল বস্তুর ভর ও ত্বরণের গুণফলের সমান। বল যদিকে প্রযুক্ত হয় ত্বরণও সেদিকেই ঘটে।
- পরিবর্তনশীল ভর সংস্থা বলতে বোঝায় এমন একটি সংস্থা যার গতিশীল অবস্থায় সংস্থার ভর বৃদ্ধি বা হ্রাস পেতে থাকে, তবে এক্ষেত্রে এরূপ ঘটনা ঘটে না যাতে ভরের সৃষ্টি বা বিনাশ হয়।
- পরিবর্তনশীল ভরের ক্ষেত্রে নিউটনের দ্বিতীয় গতিসূত্র: কোনো বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার বস্তুর ওপর প্রযুক্ত বাহ্যিক কার্যকর বলের সমান এবং বল যদিকে প্রযুক্ত হয় ভরবেগের পরিবর্তনও সেদিকে ঘটে।
- কোনো বস্তুর ওপর প্রযুক্ত বল ও বস্তুর ত্বরণের অনুপাতই হল **জড়ত্বীয় ভর**।
- একক বল হল এমন একটি বল যা একক ভরের বস্তুর ওপর প্রযুক্ত হলে একক ত্বরণ উৎপন্ন হয়।
- ভর ও বেগের সমন্বয়ে কোনো গতিশীল বস্তুর মধ্যে যে ধর্মের সৃষ্টি হয় তাকে **রৈখিক ভরবেগ** বলা হয়। রৈখিক ভরবেগ ভেক্টর রাশি। SI-তে রৈখিক ভরবেগের একক $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}$ এবং মাত্রীয় সংকেত হল MLT^{-1} ।

- **বলের সামান্তরিক সূত্র:** কোনো বিন্দু থেকে একই সঙ্গে ক্রিয়াশীল দুটি বলের মান ও অভিমুখ যদি ওই বিন্দু থেকে অঙ্কিত কোনো সামান্তরিকের দুটি সন্নিহিত বাহু দ্বারা প্রকাশ করা যায় তাহলে ওই দুই বাহুর ছেদবিন্দু থেকে অঙ্কিত সামান্তরিকের কর্ণ বল দুটির লব্ধিকে মানে ও অভিমুখে প্রকাশ করবে।
- **বলের বিভাজন** বলতে একটি বলকে একটি বলকে দুটি নির্দিষ্ট দিকে এমনভাবে ভাগ করা বোঝায় যে, বিভাজিত অংশ দুটির লব্ধি প্রদত্ত বলের সমান হয়।
- **বলের সমকৌণিক উপাংশে বিভাজন** বলতে একটি বলকে পরস্পরের সঙ্গে লম্বভাবে দুটি উপাংশে এমনভাবে বিভাজিত করা বোঝায় যে, বিভাজিত অংশ দুটির লব্ধি প্রদত্ত বলের সমান হয়।
- **নিউটনের তৃতীয় গতিসূত্র:** প্রত্যেক ক্রিয়ার একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।
- **রৈখিক ভরবেগের সংরক্ষণ নীতি:** বাইরে থেকে কোনো বল প্রয়োগ করা না হলে, কোনো বস্তুসমষ্টির মোট রৈখিক ভরবেগ সর্বদা অপরিবর্তিত থাকে।

ধরা যাক, m_1 ও m_2 ভরের দুটি বস্তু একই সরলরেখা বরাবর যথাক্রমে, u_1 ও u_2 ($u_1 > u_2$) বেগে অগ্রসর হয়ে সংঘর্ষ ঘটাল এবং সংঘর্ষের পরে বস্তু দুটি ওই একই সরলরেখা বরাবর যথাক্রমে v_1 ও v_2 বেগে অগ্রসর হল। রৈখিক ভরবেগের সংরক্ষণ নীতি অনুযায়ী,

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$

একক : পদার্থ—গঠন ও ধর্ম

বিষয় সংক্ষেপ

- কোনো তলের একক ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে প্রযুক্ত বলকে চাপ বলা হয়।
CGS পদ্ধতিতে ও SI-তে চাপের একক হল যথাক্রমে dyn/cm^2 ও N/m^2 (বা Pa)।
- যেসব পদার্থ প্রবাহিত হয় তাদের প্রবাহী বলা হয়। তরল ও গ্যাস হল প্রবাহী।
- তরলের মধ্যে কোনো বিন্দুর চারিদিকে একক ক্ষেত্রফলযুক্ত কোনো তলের ওপর তরল লম্বভাবে যে বল প্রয়োগ করে, তাকে ওই বিন্দুতে তরলের চাপ বলা হয়।
- তরল-সংলগ্ন কোনো তলের ওপর তরল লম্বভাবে যে বল প্রয়োগ করে, তাকে তরলের ঘাত বলা হয়।
- d ঘনত্বের কোনো তরলের h গভীরতায় তরলের জন্য চাপ, $P = hdg$ এবং মোট চাপ $p' = P_a + hdg$, যেখানে P_a হল বায়ুমণ্ডলীয় চাপ।
- প্রমাণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপে জল ব্যারোমিটারে জলের উচ্চতা হল 10.336 m ($g = 980 \text{ cm/s}^2$ ধরে)।
- কোনো নির্দিষ্ট স্থানে কোনো বিন্দুর চারিদিকে একক ক্ষেত্রফলের ওপর বায়ুমণ্ডল তার ওজনের জন্য লম্বভাবে যে বল প্রয়োগ করে, তাকে বায়ুমণ্ডলের চাপ বলা হয়।
- সমুদ্রপৃষ্ঠে 45° অক্ষাংশে 0°C উষ্ণতায় 76 cm পারদস্তম্ভের চাপকে প্রমাণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপ বলা হয়।
প্রমাণ চাপ = $1.01325 \times 10^6 \text{ dyn/cm}^2$
- যে যন্ত্রের সাহায্যে বায়ুমণ্ডলের চাপ মাপা হয়, তাকে ব্যারোমিটার বলা হয়।
- সাইফন হল এমন একটি ব্যবস্থা, যার সাহায্যে বায়ুমণ্ডলীয় চাপকে কাজে লাগিয়ে, নাড়াচাড়া না করে কোনো পাত্র থেকে তরলকে অপেক্ষাকৃত নীচু জায়গায় স্থানান্তরিত করা যায়।
- কোনো বস্তুর একক আয়তনের ভরকে ঘনত্ব বলা হয়।
- কোনো বস্তুর ভর ও 4°C উষ্ণতায় সম-আয়তন জলের ভরের অনুপাতকে ওই বস্তুর আপেক্ষিক গুরুত্ব বলা হয়।
আপেক্ষিক গুরুত্ব একটি মাত্রাহীন, এককহীন রাশি।
পরিমাপের যে-কোনো পদ্ধতিতে আপেক্ষিক গুরুত্বের মান একই।
- কোনো বস্তুকে তরল বা গ্যাসীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণরূপে নিমজ্জিত করা হলে ওই তরল বা গ্যাস বস্তুর ওপর যে উর্ধ্বমুখী ঘাত প্রয়োগ করে, তাকে প্লবতা বলা হয়।
- প্লবতা, $F_b = vdg$, যেখানে v হল বস্তুর নিমজ্জিত অংশের আয়তন, d হল তরলের ঘনত্ব ও g হল ওই স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণ।

- **আর্কিমিডিসের নীতি :** কোনো বস্তুকে স্থির তরল বা গ্যাসীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণ নিমজ্জিত করলে বস্তুর ওজনের আপাত হ্রাস হয়। এই আপাত হ্রাস বস্তু দ্বারা অপসারিত তরল বা গ্যাসীয় পদার্থের ওজনের সমান।

অবাধে পতনশীল বস্তু বা কৃত্রিম উপগ্রহে আর্কিমিডিসের নীতি প্রযোজ্য নয়।

- **বস্তুর ভাসন ও নিমজ্জন:** ধরা যাক, বায়ুতে কোনো বস্তুর ওজন = W এবং তরলে পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় বস্তু দ্বারা অপসারিত তরলের ওজন = W_1 ।

(i) $W > W_1$ হলে, বস্তু তরলের মধ্যে নীচের দিকে গতিশীল হবে।

(ii) $W = W_1$ হলে, বস্তু তরলে পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় যে-কোনো স্থানে ভাসবে।

(iii) $W < W_1$ হলে, বস্তু তরলের মধ্যে দিয়ে ওপর দিকে উঠতে থাকবে এবং সাম্যাবস্থায় তরলে ভাসবে।

- কোনো তরলের মুক্তপৃষ্ঠে একটি রেখা কল্পনা করা হল। ওই রেখার সঙ্গে লম্বভাবে এবং তরলপৃষ্ঠের স্পর্শক বরাবর একক দৈর্ঘ্য যে বল ক্রিয়া করে, তাকে **পৃষ্ঠটান** বলা হয়।

রেখার দৈর্ঘ্য = l এবং রেখার ওপর ক্রিয়াশীল বল = F হলে, পৃষ্ঠটান, $S = \frac{F}{l}$

CGS পদ্ধতি ও SI তে পৃষ্ঠটানের একক যথাক্রমে dyn/cm ও N/m।

পৃষ্ঠটানের মাত্রীয় সংকেত হল MT^{-2} ।

- তাপমাত্রা বাড়লে তরলের পৃষ্ঠটান হ্রাস পায়। একটি নির্দিষ্ট উষ্ণতায় তরলের পৃষ্ঠটান শূন্য হয়ে যায়, একে **সংকট উষ্ণতা** বলা হয়।

- প্রবাহকালে কোনো প্রবাহীর প্রবাহপথের যে-কোনো বিন্দুতে প্রবাহীর বেগের মান ও অভিমুখ যদি সর্বদা অপরিবর্তিত থাকে, তাহলে সেই প্রবাহকে **ধারারেখ** বা **শান্ত প্রবাহ** বলা হয়।

ধারারেখ প্রবাহের ক্ষেত্রে, প্রবাহীর কোনো কণা যে পথ বরাবর গতিশীল হয়, তাকে ধারারেখা বলা হয়।

ধারারেখার কোনো বিন্দুতে স্পর্শক অঙ্কন করলে, ওই স্পর্শক ওই বিন্দুতে প্রবাহীর বেগের অভিমুখকে প্রকাশ করে।

- প্রবাহকালে প্রবাহীর প্রবাহপথের যে-কোনো বিন্দুতে প্রবাহীর বেগের মান ও অভিমুখ যদি এলোমেলোভাবে পরিবর্তিত হয়, তাহলে এই ধরনের প্রবাহকে **অশান্ত প্রবাহ** বলা হয়।

প্রবাহীর বেগ সংকট বেগ অপেক্ষা বেশি হলে প্রবাহ অশান্ত হয়।

অশান্ত প্রবাহে প্রবাহীর মধ্যে বিভিন্ন জায়গায় ঘূর্ণাবর্তের সৃষ্টি হয়।

- যে ধর্মের জন্য প্রবাহী প্রবাহমান পাশাপাশি দুটি স্তরের আপেক্ষিক বেগ হ্রাস করতে চায়, তাকে **সান্দ্রতা** বলা হয়।

- সাদ্রতা প্রবাহীর সাধারণ ধর্ম। আদর্শ তরলের সাদ্রতা থাকে না।
- ঘর্ষণের সঙ্গে সাদ্রতার অনেক সাদৃশ্য থাকার জন্য সাদ্রতাকে প্রবাহীর অভ্যন্তরীণ ঘর্ষণ বলা হয়।
- অসীম বিস্তৃত সাদ্র মাধ্যমের মধ্য দিয়ে পতনশীল বস্তু শেষ পর্যন্ত যে সর্বোচ্চ মানের সমবেগে পড়ে, তাকে প্রান্তীয় বেগ বলা হয়।
- কোনো নলের মধ্যে দিয়ে যখন কোনো তরল প্রবাহিত হয়, তখন যে-কোনো প্রস্থচ্ছেদের মধ্যে দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে যতটা আয়তনের তরল প্রবাহিত হয়, তাকে তরল প্রবাহের হার বলা হয়।
- বার্নোলির উপপাদ্য: আদর্শ প্রবাহীর ধারারেখ প্রবাহের ক্ষেত্রে, ধারারেখার যে-কোনো বিন্দুতে একক আয়তন প্রবাহীর গতিশক্তি, স্থিতিশক্তি ও চাপশক্তির সমষ্টি ধ্রুবক। বার্নোলির উপপাদ্যের সমীকরণ হল,

$$\frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gh + P = \text{ধ্রুবক}$$
 বা, $\frac{v^2}{2g} + h + \frac{P}{\rho g} = \text{ধ্রুবক}$
 বা, বেগশীর্ষ + উচ্চতাসীর্ষ + চাপশীর্ষ = ধ্রুবক।
- যে ধর্মের ফলে কোনো পদার্থ তার ওপর প্রযুক্ত বাহ্যিক প্রতিমিত বলের প্রয়োগে বস্তুর আকার বা আয়তন বা উভয়েরই পরিবর্তনের প্রচেষ্টাকে বাধা দেয় এবং বাহ্যিক বল অপসারিত হলে পূর্বের আকার বা আয়তন ফিরে পায়, তাকে স্থিতিস্থাপকতা বলা হয়।
- বাহ্যিক প্রতিমিত বলের যে-কোনো মানের জন্য প্রযুক্ত বল অপসারণের পর বিকৃত বস্তু যদি পূর্বের আকার বা আয়তন সম্পূর্ণভাবে ফিরে পায়, তাহলে তাকে পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তু বলা হয়।
- বাহ্যিক প্রযুক্ত বলে যে সর্বোচ্চ সীমা পর্যন্ত কোনো বস্তু পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তুর ন্যায় আচরণ করে, তাকে স্থিতিস্থাপক সীমা বলা হয়।
- বাহ্যিক প্রতিমিত বলের প্রভাবে কোনো স্থিতিস্থাপক বস্তুর বিভিন্ন অংশের মধ্যে আপেক্ষিক সরণ হয়, ফলে বস্তুর আকার বা আয়তন বা উভয়েরই পরিবর্তন হয়, একে বিকৃতি বলা হয়।
বিকৃতি মাত্রাহীন, এককহীন একটি ভৌত রাশি।
- বাহ্যিক প্রতিমিত বলের প্রভাবে কোনো স্থিতিস্থাপক বস্তুকে বিকৃত করা হলে বস্তুর স্থিতিস্থাপকতার জন্য বস্তুর মধ্যে একটি অভ্যন্তরীণ প্রতিক্রিয়া বলের উদ্ভব হয় যা বাহ্যিক বলকে প্রতিরোধ করে এবং বাহ্যিক বল অপসারণ করলে এই অভ্যন্তরীণ প্রতিক্রিয়া বল বস্তুকে তার পূর্বের অবস্থায় ফিরে পেতে সাহায্য করে। বস্তুর তলের প্রতি একক ক্ষেত্রফলে উদ্ভূত এই প্রতিক্রিয়া বলকেই পীড়ন বলা হয়।
- হকের সূত্রের সংশোধিত রূপ — স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পীড়ন বিকৃতির সমানুপাতিক।
- স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে অনুদৈর্ঘ্য পীড়ন ও অনুদৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাতকে ইয়ং গুণাঙ্ক বলা হয়।

$$\text{ইয়ং গুণাক, } Y = \frac{\text{অনুদৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{অনুদৈর্ঘ্য বিকৃতি}} = \frac{F/A}{l/L} = \frac{FL}{Al}$$

যেখানে, L হল তারের দৈর্ঘ, l হল দৈর্ঘ্যবৃদ্ধি, F হল প্রসার্য বল এবং A হল তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল।

CGS পদ্ধতি ও SI-তে ইয়ং গুণাকের একক হল যথাক্রমে dyn/cm^2 ও N/m^2 ।

- স্প্রিং-এর একক দৈর্ঘ্যবৃদ্ধির জন্য প্রয়োজনীয় প্রসার্য বলকে স্প্রিং-এর **বল ধ্রুবক** বলা হয়।

CGS পদ্ধতি ও SI-তে স্প্রিং-এর বল ধ্রুবকের একক যথাক্রমে dyn/cm ও N/m ।

- স্প্রিং-এর বল ধ্রুবকের মাত্রীয় সংকেত হল MT^{-2} ।

একক : পরমাণুর গঠন

বিষয় সংক্ষেপ

- অতি নিম্নচাপে (0.01 mm পারদস্তম্ভের চাপে) তড়িৎমোক্ষণ নলে রাখা গ্যাসের মধ্য দিয়ে উচ্চ বিভব পার্থক্যে (10000 V) তড়িৎক্ষরণ করলে ক্যাথোড তড়িৎদ্বার থেকে ক্যাথোড রশ্মির এবং অ্যানোডের দিক থেকে ক্যাথোডের দিকে ধনাত্মক আধানযুক্ত অ্যানোড রশ্মির সৃষ্টি হয়।
- ক্যাথোড রশ্মি এবং অ্যানোড রশ্মিতে (হাইড্রোজেন গ্যাসের উপস্থিতিতে উৎপন্ন) যথাক্রমে ইলেকট্রন (জে. জে. থমসন 1897 খ্রি.) এবং প্রোটন (রাদারফোর্ড, 1911 খ্রি.) নামক পরমাণুতে উপস্থিত দুটি মৌলিক কণার অস্তিত্ব আবিষ্কৃত হয়।
- জে. জে. থমসন পরমাণুর গঠন সম্পর্কিত যে মডেলটির অবতারণা করেন তার নাম ওয়াটার মেলন মডেল বা প্লাম পুডিং মডেল (1898 খ্রি.)।
- বিজ্ঞানী রাদারফোর্ড আলফা কণার বিচ্ছুরণ পরীক্ষার (1911) মাধ্যমে পরমাণুর গঠন সম্পর্কে নিউক্লিয়াস কেন্দ্রিক পারমাণবিক মডেলের ধারণা দেন। যদিও এই মডেল পরমাণুর স্থায়িত্ব ব্যাখ্যা করতে পারে না।
- বিজ্ঞানী স্যাডউইক (1932 খ্রি.) বেরিলিয়াম (${}^9\text{Be}$) পরমাণুকে আলফা (α) কণা দ্বারা আঘাত করে, পরমাণুর আরেকটি নিস্তড়িৎ উপাদান কণিকা নিউট্রন-কে শনাক্ত করেন।
- বোর-রাদারফোর্ড পারমাণবিক মডেলে বিজ্ঞানী নিলস্ বোর (1913 খ্রি.) ইলেকট্রনের সুস্থির কক্ষপথের (stationary orbit) ধারণা দেন এবং রাদারফোর্ডের পারমাণবিক মডেলের ত্রুটি সংশোধনের চেষ্টা করেন।
- একটি ইলেকট্রনের ভর $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ । একটি প্রোটনের ভর একটি ইলেকট্রনের তুলনায় 1836 গুণ বেশি ভারী এবং একটি নিউট্রন একটি ইলেকট্রনের তুলনায় 1839 গুণ বেশি ভারী।
- একটি ইলেকট্রন কণার আধান $-1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ । একটি প্রোটন কণার আধান ইলেকট্রনের আধানের সমান হলেও বিপরীত প্রকৃতির। নিউট্রন কণা আধানহীন।
- যেসব পরমাণুর পারমাণবিক সংখ্যা একই, কিন্তু ভরসংখ্যা আলাদা, তাদের সমস্থানিক বা আইসোটোপ (isotope) বলা হয়।
- ভিন্ন পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট কিন্তু একই ভরসংখ্যার পরমাণুগুলিকে পরস্পরের সমভর বা আইসোবার (isobar) বলে।
- ভিন্ন প্রোটন সংখ্যা কিন্তু একই নিউট্রন সংখ্যার ভিন্ন ভিন্ন মৌলের পরমাণুগুলিকে আইসোটোন (isotone) বলে।
- পরমাণুর নিউক্লিয়াসে অত্যন্ত ক্ষুদ্র পরিসরে (1.5 ফার্মি) ক্রিয়াশীল যে বলের প্রভাবে নিউক্লিয়নগুলি (প্রোটন ও নিউট্রন) জোটবদ্ধ হয়ে থাকে, তাকে নিউক্লীয় বল বলে।

- বোর ও বারির নিয়ম অনুযায়ী মধ্যে নিউক্লিয়াসের বাইরে n -তম কক্ষপথে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন সংখ্যা $2n^2$ এবং সর্ববহিস্থ কক্ষপথে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন সংখ্যা ৪।
- ইলেকট্রন উপযুক্ত শক্তি শোষণ করে নিম্নশক্তি কক্ষপথ থেকে উচ্চতর শক্তির কক্ষপথে স্থানান্তরিত হতে পারে বা উচ্চতর শক্তির কক্ষপথ থেকে শক্তি বিকিরণ করে নিম্নশক্তির কক্ষে নেমে আসতে পারে। ইলেকট্রন দ্বারা শোষিত এই শক্তির পরিমাণ কক্ষপথ দুটির শক্তির পার্থক্যের $(E_2 - E_1)$ সমান হয়।
- সর্বনিম্ন শক্তিস্তরে থাকা কোনো মৌলের একটি বিচ্ছিন্ন গ্যাসীয় পরমাণু থেকে তার যোজ্যতা-কক্ষের সবচেয়ে দুর্বলভাবে আবদ্ধ ইলেকট্রনটিকে সম্পূর্ণভাবে অপসারিত করে পরমাণুটিকে একক ধনাত্মক আধানবিশিষ্ট আয়নে পরিণত করতে ন্যূনতম প্রয়োজনীয় শক্তিকে প্রথম আয়নীভবন শক্তি বলে।

একক : দ্রবণ

বিষয় সংক্ষেপ

- দ্রবণ হল দুই বা ততোধিক পদার্থের সমসত্ত্ব মিশ্রণ যেখানে উপাদানগুলির আপেক্ষিক পরিমাণ একটি নির্দিষ্ট সীমা পর্যন্ত পরিবর্তিত করা যায়।
- দ্রবণে যে পদার্থটি বেশি পরিমাণে থাকে অথবা যার ভৌত অবস্থা উৎপন্ন দ্রবণটির ভৌত অবস্থা নির্ধারণ করে, তাকে দ্রাবক বলে।
অপরদিকে দ্রবণের যে উপাদানটির আপেক্ষিক পরিমাণ কম থাকে, তাকে দ্রাব বলে।
- একটি পদার্থ (কঠিন, তরল বা গ্যাসীয়) অপর একটি পদার্থের (কঠিন, তরল বা গ্যাসীয়) মধ্যে $10^{-7} - 10^{-5}$ ব্যাসবিশিষ্ট কণারূপে বিস্তৃত থেকে যে স্থায়ী, অসমসত্ত্ব সিস্টেম বা তন্ত্র উৎপন্ন করে তাকে কোলয়েড বলে।
- কোলয়েড কোনো বিশেষ শ্রেণির পদার্থ নয়, এটি পদার্থের একটি বিশেষ অবস্থা মাত্র।
- কোলয়েড দ্রবণে যে মাধ্যমের মধ্যে কোলয়েড কণাগুলি সমভাবে ছড়িয়ে থাকে তাকে বিস্তার মাধ্যম বলে। অপরদিকে, বিস্তার মাধ্যমে ছড়িয়ে থাকা কণাগুলিকে বিস্তৃত দশা বলে।
- কোলয়েড দ্রবণের মধ্য দিয়ে আলোকরশ্মি পাঠালে মাধ্যমের প্রলম্বিত কণাগুলি ওই রশ্মিকে বিচ্ছুরিত করে দ্রবণের মধ্যে রশ্মির গতিপথ দৃশ্যমান করে। একে টিভাল প্রভাব বলে।
- টিভাল প্রভাবের সাহায্যে প্রকৃত দ্রবণ ও কোলয়েডীয় দ্রবণের মধ্যে পার্থক্য করা যায়।
- বিস্তৃত দশা ও বিস্তার মাধ্যমের ভৌত অবস্থার ওপর ভিত্তি করে কোলয়েডকে আটটি শ্রেণিতে ভাগ করা যায়। যথা— কঠিন সল, সল, কঠিন এরোসল, তরল এরোসল, কঠিন ফোম, ফোম, জেল এবং ইমালসন।
- কোলয়েডের বিস্তার মাধ্যম ও বিস্তৃত দশা উভয়ই তরল হলে তাকে ইমালসন বলে।
- ইমালসন দুইপ্রকারের হয়। যথা— জলে-তেল জাতীয় ইমালসন এবং তেলে-জল জাতীয় ইমালসন।
- যে পদার্থ ইমালসনের স্থায়িত্ব বৃদ্ধি করে তাকে ইমালসনকারক বলে। সাবান, ডিটারজেন্ট ইত্যাদি হল পরিচিত ইমালসনকারক।
- প্রলম্বন একটি অসমসত্ত্ব ও অস্থায়ী মিশ্রণ যাকে স্থিরভাবে রেখে দিলে বিস্তৃত কণাগুলি (ব্যাস $> 10^{-5}$ cm) আস্তে আস্তে দ্রাবকের নীচে থিতিয়ে পড়ে।
- কোলয়েডের বিস্তার মাধ্যমে কোলয়েড কণার বিরামহীন, ইতস্তত ও বিক্ষিপ্ত বিচরণকে ব্রাউনীয় গতি বলা হয়।

- কোলয়েডীয় দ্রবণের কণাগুলির ক্ষেত্রে ব্রাউনীয় গতি দেখা গেলেও প্রলম্বনের কণাগুলির ক্ষেত্রে ব্রাউনীয় গতি দেখা যায় না।
- নির্দিষ্ট উষ্ণতায় 100g দ্রবকে সর্বোচ্চ যত গ্রাম দ্রাব দ্রবীভূত হতে পারে, সেই গ্রাম নির্দেশক সংখ্যাকে ওই উষ্ণতায় ওই দ্রাব্যের দ্রাব্যতা বলে।
- x-অক্ষ বরাবর উষ্ণতা এবং y-অক্ষ বরাবর দ্রাব্যতা নিয়ে বিভিন্ন উষ্ণতায় কোনো লবণের দ্রাব্যতাকে স্থাপন করে যে লেখচিত্র পাওয়া যায়, তাকে দ্রাব্যতা-লেখ বলে।
- নির্দিষ্ট উষ্ণতায় যে দ্রবণে অতিরিক্ত দ্রাব দ্রবীভূত হয় না, তাকে সম্পৃক্ত দ্রবণ বলে। কোনো দ্রবণে যদি নির্দিষ্ট উষ্ণতায় অতিরিক্ত দ্রাব দ্রবীভূত করা যায় তবে ওই দ্রবণকে ওই উষ্ণতায় অসম্পৃক্ত দ্রবণ বলে।
- নির্দিষ্ট উষ্ণতায় কোনো সম্পৃক্ত দ্রবণে যে পরিমাণ দ্রাব থাকা সম্ভব, কোনো বিশেষ অবস্থায় যদি তার চেয়ে বেশি পরিমাণ দ্রাব দ্রবীভূত থাকে তবে সেই দ্রবণকে ওই উষ্ণতায় ওই দ্রাবের অতিপৃক্ত দ্রবণ বলে।
- কোনো কঠিন পদার্থের সম্পৃক্ত দ্রবণ বা গলিত অবস্থা থেকে শীতল করে অথবা উর্ধ্বপাতন দ্বারা কেলাস গঠন করার প্রক্রিয়াকে কেলাসন বলে।
- দ্রবণের শক্তিমাত্রা সাধারণ ওজনভিত্তিক শতাংশ (% W/W), আয়তনভিত্তিক শতাংশ (% W/V), mol · L⁻¹ বা g · L⁻¹ এককে প্রকাশ করা হয়।
- কোনো পদার্থের x% (W/V) জলীয় দ্রবণ বলতে বোঝায় যে নির্দিষ্ট উষ্ণতায় 100mL জলে ওই পদার্থের xg দ্রবীভূত আছে।
- যে ধর্মের জন্য দুই বা ততোধিক পদার্থ তাদের আণবিক গুরুত্বের নির্বিশেষে বাহ্যিক কোনো সাহায্য ছাড়াই স্বতঃস্ফূর্তভাবে মিশ্রিত হয়ে সমসত্ত্ব মিশ্রণ উৎপন্ন করে, তাকে 'ব্যাপন' বলে।
- দ্রাবক হিসেবে জল ছাড়াও ইথাইল আলকোহল, মিথাইল অ্যালকোহল, অ্যাসিটোন, ক্লোরোফর্ম, কোরোসিন প্রভৃতি বিভিন্ন ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়। এগুলিকে অ-জলীয় দ্রাবক বলে।
- উদ্বায়ী দ্রাবকের ব্যবহারের ফলে বিভিন্ন স্বাস্থ্যসংক্রান্ত সমস্যা দেখা দিতে পারে।

একক : অ্যাসিড, ক্ষার ও লবণ

বিষয় সংক্ষেপ

- আরহেনিয়াসের মতানুসারে, যেসব হাইড্রোজেন ঘটিত যৌগ জলীয় দ্রবণে আয়নিত হয়ে H_3O^+ আয়ন উৎপন্ন করে, তাদের অ্যাসিড বলে। আবার, যেসব যৌগ জলীয় দ্রবণে বিয়োজিত হয়ে OH^- আয়ন উৎপন্ন করে, তাদের ক্ষারক বলে।
- জলে দ্রাব্য ধাতব হাইড্রক্সাইডকে ক্ষার বলে। যেসব ধাতব অক্সাইড বা হাইড্রক্সাইড জলে দ্রবীভূত হয় না তারা ক্ষারক হলেও ক্ষার হয়। অর্থাৎ সব ক্ষারই ক্ষারক কিন্তু সব ক্ষারক ক্ষার নয়।
- যেসব পদার্থ বর্ণ পরিবর্তনের মাধ্যমে অ্যাসিড-ক্ষার বিক্রিয়ার প্রশমনক্ষণ নির্দেশ করে তাদের সূচক বা নির্দেশক (indicator) বলে।
- শিল্পক্ষেত্রে $NaOH$, H_2SO_4 , HCl , HNO_3 ইত্যাদির গুরুত্বপূর্ণ ব্যবহার রয়েছে।
- 3 আয়তন গাঢ় HCl ও 1 আয়তন গাঢ় HNO_3 -এর মিশ্রণকে অম্লরাজ বলে। এতে সোনা ও প্ল্যাটিনাম দ্রবীভূত হয়ে যায়।
- লঘু ও শীতল HNO_3 ধাতুর সাথে বিক্রিয়ায় H_2 উৎপন্ন করতে পারে না। শুধুমাত্র Mg ও Mn , অতি লঘু ও শীতল HNO_3 -এর সাথে বিক্রিয়ায় H_2 উৎপন্ন করে।
- সিলভার নাইট্রেটের জলীয় দ্রবণ দ্বারা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডকে শনাক্ত করা যায়। বেরিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ দ্বারা সালফিউরিক অ্যাসিডকে শনাক্ত করা যায়। 'বলয় পরীক্ষা'র সাহায্যে নাইট্রিক অ্যাসিড শনাক্ত করা যায়।
- গাঢ় অ্যাসিড ও গাঢ় ক্ষার দ্রবণ তীব্র ক্ষয়কারী পদার্থ। তাই এদের নিয়ে কাজ করার সময় উপযুক্ত সতর্কতা অবলম্বন করা উচিত।
- গাঢ় HNO_3 -এর সাথে অল্প পরিমাণে স্টার্চ মিশিয়ে পাতিত করলে, প্রাপ্ত নাইট্রোজেনের বিভিন্ন অক্সাইড সমৃদ্ধ হলুদ বর্ণের নাইট্রিক অ্যাসিডকে ধূমায়মান নাইট্রিক অ্যাসিড বলে।
- কোনো লঘু দ্রবণে H^+ আয়নের গাঢ়ত্বকে pH এককে প্রকাশ করা হয়। প্রশম দ্রবণের $pH = 7$, আম্লিক দ্রবণের $pH < 7$ ও ক্ষার দ্রবণের $pH > 7$ হয়।
- কোনো দ্রবণের pH -এর মান সম্বন্ধে ধারণা পাওয়ার জন্য সর্বজনীন নির্দেশকের আস্তরণযুক্ত এক ধরনের পেপার ব্যবহার করা হয়। একে pH -পেপার বলে। বিভিন্ন pH -এর মানে এই কাগজ বিভিন্ন বর্ণ প্রদর্শন করে।
- মুখের ভেতর pH -এর মান 5.5-এর কম হলে দাঁতের এনামেল ক্ষয়প্রাপ্ত হয়।
- মাটির বা জলাশয়ের জলের pH কমে গেলে চুন জাতীয় পদার্থ প্রয়োগ করা হয়।

- যে অক্সাইডগুলি ক্ষারের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও জল উৎপন্ন করে তাদের আম্লিক অক্সাইড বলে। অধাতব অক্সাইডগুলি আম্লিক প্রকৃতির।
- যে অক্সাইডগুলি অ্যাসিডের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও জল উৎপন্ন করে, তাদের ক্ষারকীয় অক্সাইড বলে। সাধারণ ধাতব অক্সাইডগুলি ক্ষারীয় প্রকৃতির।
- যেসব অক্সাইড অ্যাসিড ও ক্ষারক উভয়ের সঙ্গেই বিক্রিয়ায় লবণ ও জল উৎপন্ন করে তাদের উভধর্মী অক্সাইড বলে।
- বৃষ্টির জলের অম্লত্ব নির্দিষ্ট সীমার বেশি হলে তাকে অম্লবৃষ্টি (acid rain) বলে। অম্লবৃষ্টির ফলে কৃষিজমির অম্লত্ব বেড়ে উর্বরতা হ্রাস পায়, জলাশয়ের জীবের জীবন বিপন্ন হয়।
- অম্লবৃষ্টির ফলে মারবেল পাথরের উপর CaSO_4 -এর একটি আস্তরণ পড়ে, যা পাথরের ঔজ্জ্বল্য নষ্ট করে। প্রাকৃতিক কারণে এই আস্তরণ খসে পড়লে পাথরের গায়ে যে ক্ষতের সৃষ্টি হয়, তাকে স্টোন ক্যানসার বলে।
- তুল্যাক্ষ পরিমাণ অ্যাসিড ও ক্ষারকের পারস্পরিক বিক্রিয়ায় উভয়ের ধর্ম সম্পূর্ণ প্রশমিত হয়ে লবণ ও জল উৎপন্ন হওয়ার প্রক্রিয়াকে প্রশমন বিক্রিয়া বলে।
- যেসব ক্ষারজাতীয় পদার্থ পাকস্থলীতে অতিরিক্ত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডকে প্রশমিত করে তাদের অম্লনাশক (antacid) বলে।
- কোনো অ্যাসিডের অণুর সবগুলি প্রতিস্থাপনযোগ্য হাইড্রোজেন পরমাণু, ধাতু বা অন্য কোনো ধনাত্মক তড়িৎগ্রস্ত মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে যে লবণ উৎপন্ন করে তাকে শমিত লবণ বলে।
- দ্বি-ক্ষারীয় বা বহুক্ষারীয় অ্যাসিডের প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন পরমাণু, ধাতু বা অন্য কোনো ধনাত্মক আধানযুক্ত মূলক দ্বারা আংশিকভাবে প্রতিস্থাপিত হয়ে যে লবণ উৎপন্ন করে তাকে আম্লিক লবণ বলে।
- কোনো ক্ষার বা ক্ষারকের অণুতে উপস্থিত হাইড্রক্সিল (OH^-) মূলক, অধাতবমূলক দ্বারা আংশিক প্রতিস্থাপিত হয়ে যে লবণ উৎপন্ন করে তাকে ক্ষারকীয় বা বেসিক লবণ বলে।

একক : জল

বিষয় সংক্ষেপ

- জলের উচ্চ আপেক্ষিক তাপ, উচ্চ স্ফুটনাঙ্ক, কৈশিক ক্রিয়া ও দ্রাবক ধর্মের জন্যই প্রাণের বিকাশ ও জীবের প্রাণধারণ সম্ভব হয়েছে।
- জলে আয়নীয় ও সমযোজী উভয় প্রকৃতিরই বহু সংখ্যক কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় পদার্থ দ্রবীভূত হয় বলে একে সর্বজনীন দ্রাবক বলা হয়।
- পৃথিবীর মোট জলের মাত্র 1% নদী, ঝরণা, হ্রদ, পুকুর বা মাটির তলায় সঞ্চিত থাকে এবং তা মানুষের বিভিন্ন প্রয়োজনে ব্যবহৃত হয়।
- WHO-এর নির্দেশিকা অনুযায়ী, পানীয় জলের pH-এর মাত্রা 6.5 থেকে 8.5, দ্রবীভূত অক্সিজেনের মাত্রা $4-6\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ -এর মধ্যে থাকা উচিত।
- পানীয় জলে ক্লোরাইড, ফ্লুরাইড ও আর্সেনিক যৌগের মাত্রা নির্দিষ্ট মাত্রার চেয়ে বেশি হলে সেই জল ব্যবহার করা স্বাস্থ্যের পক্ষে ক্ষতিকর।
- 100 mL কোনো জলের নমুনায় কলিফর্ম ব্যাকটেরিয়া যেমন E.coli-এর যতগুলি কলোনি আছে তাকে ওই জলের নমুনার কলিকর্ম কাউন্ট বলা হয়। পানীয় জলের কলিকর্ম কাউন্ট শূন্য হওয়া বাঞ্ছনীয়।
- জল পরিশোধনের জন্য প্রচলিত কয়েকটি পদ্ধতি হল স্ফুটন, ক্লোরিনেশন ও অতিবেগুনি রশ্মির ব্যবহার।
- আবদ্ধ পাত্রে জলের সঙ্গে পরিমাণ মতো ব্লিচিং পাউডার মিশিয়ে বেশ কিছুক্ষণ রেখে দিলে জল জীবাণুমুক্ত হয়। এরপর পাত্রটাকে কিছুক্ষণ খোলা অবস্থায় রেখে দিলে অতিরিক্ত ক্লোরিন দূরীভূত হয় এবং জল পানের উপযোগী হয়। এছাড়া জলের সঙ্গে ক্লোরিন ট্যাবলেট মিশিয়েও জীবাণুমুক্ত করা যায়।
- জলে কোনো জৈব যৌগ উপস্থিত থাকলে তাদের সঙ্গে ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় ট্রাইহ্যালোমিথেন (THMs) ও হ্যালোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড (HAAs) উৎপন্ন হয়। এই যৌগগুলোর কার্সিনোজেনিক ধর্ম বর্তমান।
- অ্যাকোয়া ফিলটারে জলের মধ্যে দিয়ে অতিবেগুনি রশ্মি পাঠালে জল জীবাণুমুক্ত হয়। এই পদ্ধতিতে কোনো ক্ষতিকারক রাসায়নিক পদার্থ ব্যবহার করতে হয় না। ভাইরাস দূরীকরণে এই পদ্ধতি ক্লোরিনেশন পদ্ধতির চেয়ে বেশি কার্যকরী।
- যে জলে সাবান ঘষলে সহজে ফেনা উৎপন্ন হয় না, অনেকক্ষণ সাবান ঘষার পর সামান্য ফেনা উৎপন্ন হয় তাকে খর জল বলে। অপরদিকে, যে জলে সাবান ঘষলে সহজে ফেনা উৎপন্ন হয়, তাকে মৃদু জল বলে।
- যে খরতা সাধারণ স্ফুটনের দ্বারা দূর করা যায় তাকে অস্থায়ী খরতা বলে। অপরদিকে, যে খরতা স্ফুটনের দ্বারা দূর করা যায় না তাকে স্থায়ী খরতা বলে।

- জলে ক্যালশিয়াম, ম্যাগনেশিয়াম ইত্যাদি ধাতুর ক্লোরাইড, সালফেট ইত্যাদি লবণের উপস্থিতিতে জলের স্থায়ী খরতা সৃষ্টি হয়। এসব ধাতুর বাইকার্বনেট লবণজনিত খরতা স্ফুটনের মাধ্যমে দূর করা যায় বলে একে অস্থায়ী খরতা বলে।
- জলে Zn, Al প্রভৃতি ধাতুর লবণ দ্রবীভূত থাকলেও ওই জল খর হয়। কিন্তু Na, K-এই ক্ষার ধাতুগুলির ক্লোরাইড, সালফেট বা বাইকার্বনেট লবণ দ্রবীভূত থাকলেও জল খর হয় না।
- স্ফুটন পদ্ধতিতে অস্থায়ী খরতা এবং আয়ন বিনিময় রেজিনের দ্বারা স্থায়ী ও অস্থায়ী খরতা উভয়ই দূর করা যায়।
- যে জলে H^+ ও OH^- আয়ন ছাড়া অন্য কোনো ক্যাটায়ন বা অ্যানায়ন থাকে না, তাকে আয়নমুক্ত জল বলে।
- ডিটারজেন্ট, পেস্টিসাইট বা রাসায়নিক সার জলে মিশলে ব্যাপক জলদূষণ ঘটে।
- জলে ফসফেটজাতীয় পদার্থের পরিমাণ বৃদ্ধির ফলে জলজ উদ্ভিদের দ্রুত বৃদ্ধি ঘটাকে ইউট্রোফিকেশন বলে। এর ফলে সমগ্র জলাশয় শৈবাল দ্বারা আচ্ছাদিত হয়ে যায়। ফলে অ্যালগাল ব্লুম-এর সৃষ্টি হয়।
- আর্সেনিক যৌগের সংক্রমণে মানুষ তথা জীব পরিবেশে যে অনভিপ্রেত পরিবর্তন ঘটে তাকে আর্সেনিক দূষণ বলে। পানীয় জলে আর্সেনিকের সহনশীল মাত্রা (WHO-এর নির্দেশানুসারে) $0.05mg \cdot L^{-1}$ ।
- পানীয় জলের মাধ্যমে আর্সেনিক অতিরিক্ত পরিমাণে মানুষের দেহে প্রবেশ করে ব্ল্যাক ফুট ডিজিজ সৃষ্টি করে।
- জলে উপস্থিত ফ্লুরাইড যৌগের সংক্রমণে মানুষ তথা জীব-পরিবেশে যে অনভিপ্রেত পরিবর্তন ঘটে তাকে ফ্লুরাইড দূষণ বলে। WHO-এর মতানুসারে পানীয় জলে ফ্লুরাইডের সহনশীল মাত্রা $1.10mg \cdot L^{-1}$ ।
- জলে ফ্লুরাইড দূষণের ফলে ডেন্টাল ফ্লুরোসিস নামক রোগ দেখা দেয়।
- অধিশোষণ পদ্ধতি, সহঅধঃক্ষেপণ পদ্ধতি, আয়ন বিনিময় পদ্ধতি, বিপরীত অভিস্রবণ পদ্ধতি প্রভৃতির দ্বারা আর্সেনিক মুক্ত জল পাওয়া সম্ভব।
- সক্রিয় অ্যালুমিনা নির্মিত স্তম্ভের মধ্য দিয়ে চালনা করলে জল ফ্লুরাইড দূষণমুক্ত হয়।

একক : শক্তির ক্রিয়া — কার্য, ক্ষমতা ও শক্তি

বিষয় সংক্ষেপ

- কোন বস্তুর ওপর বল প্রযুক্ত হলে যদি বলের প্রয়োগবিন্দুর সরণ হয়, তাহলে প্রযুক্ত বল কার্য করেছে বলা হয়।

কোন বস্তুর ওপর F বল প্রযুক্ত হলে যদি বলের অভিমুখে বলের প্রয়োগবিন্দুর সরণ s হয়, তাহলে কৃত কার্য, $W = Fs$ ।

- কোনো বস্তুর ওপর বল প্রযুক্ত হলে যদি বলের প্রয়োগবিন্দুর সরণ প্রযুক্ত বলের অভিমুখে হয়, তাহলে সম্পাদিত কার্যকে বলের পক্ষে কার্য বা ধনাত্মক কার্য বলা হয়।
- কোনো বস্তুর ওপর বল প্রযুক্ত হলে, যদি বলের প্রয়োগ বিন্দুর সরণ, প্রযুক্ত বলের বিপরীতে হয় তাহলে সম্পাদিত কার্যকে বলের বিপক্ষে কার্য বা ঋণাত্মক কার্য বলা হয়।
- কোনো বস্তুর ওপর বল প্রযুক্ত হলে যদি বলের প্রয়োগবিন্দুর সরণ বলের অভিমুখের সমকোণে হয়, তাহলে প্রযুক্ত বল কোনো কার্য করে না। এই ধরনের বলকে কার্যহীন বল বলা হয়।
- CGS পদ্ধতিতে ও SI-তে কার্যের পরম একক বল যথাক্রমে আর্গ (erg) ও জুল (joule বা J)। যেখানে, $1J = 10^7 \text{erg}$ ।

CGS পদ্ধতিতে ও SI-তে কার্যের অভিকর্ষীয় একক হল যথাক্রমে g.cm ও kg.m।

যেখানে, $1g.cm = 980 \text{ erg}$ ও $1 \text{ kg.m} = 9.8 \text{ J}$ [$g = 980 \text{ cm. s}^{-2}$ ধরে]।

- কার্যের মাত্রীয় সংকেত হল ML^2T^{-2} ।
- সময়ের সাপেক্ষে কার্য করার হারকে ক্ষমতা বলে। ক্ষমতা হল স্কেলার রাশি।

t সময়ে কৃত কার্য W হলে ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t}$

- ক্ষমতার মাত্রীয় সংকেত হল ML^2T^{-3} ।
- CGS পদ্ধতিতে ও SI-তে ক্ষমতার পরম একক হল যথাক্রমে erg/s ও ওয়াট (W বা J/s)।
- কোনো যন্ত্র বা সংস্থা যদি 1s-এ 550 ft.lb পরিমাণ কার্য করতে পারে, তবে তার ক্ষমতাকে **I Horsepower** বা অশ্বক্ষমতা বলা হয়। $1 \text{ Horsepower (hp)} = 746 \text{ W}$
- কোনো বস্তুর কার্য করার সামর্থ্যকে শক্তি বলা হয়। কোনো বস্তু কতটা কার্য করতে পারে তার দ্বারা শক্তির পরিমাপ করা হয়।
- শক্তির মাত্রীয় সংকেত হল ML^2T^{-2} ।
- CGS পদ্ধতিতে ও SI-তে শক্তির একক হল যথাক্রমে আর্গ (erg) ও জুল (J)।

- কোনো বস্তু তার আকৃতি পরিবর্তন, অবস্থান বা গতির জন্য বা এই তিনটি বিষয়ের জন্য কার্য করার যে সামর্থ্য অর্জন করে তাকে **যান্ত্রিক শক্তি** বলা হয়।

যান্ত্রিক শক্তি দুই প্রকার — (1) গতিশক্তি, (2) স্থিতিশক্তি

- কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির জন্য কার্য করার যে সামর্থ্য অর্জন করে, তাকে **গতিশক্তি** বলা হয়।

m ভরের কোনো বস্তু v বেগে গতিশীল হলে বস্তুর গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2} mv^2$ ।

- m ভরের কোনো গতিশীল বস্তুর গতিশক্তি E হলে, রৈখিক ভরবেগ, $p = \sqrt{2mE}$ ।

- কোনো বস্তু তার অবস্থান বা আকৃতির পরিবর্তনের জন্য কার্য করার যে সামর্থ্য অর্জন করে, তাকে বস্তুর **স্থিতিশক্তি** বলা হয়।

- কোনো বস্তুর অভিকর্ষের বিরুদ্ধে অবস্থান পরিবর্তনের জন্য বস্তুটি কার্য করার যে সামর্থ্য অর্জন করে, তাকে **অভিকর্ষীয় স্থিতিশক্তি** বলা হয়।

m ভরের কোনো বস্তুকে অভিকর্ষের বিরুদ্ধে h উচ্চতায় [$h \ll R$, R হল পৃথিবীর ব্যাসার্ধ] তোলা হলে, বস্তুর অভিকর্ষীয় স্থিতিশক্তি, $E_p = mgh$ ।

- ভূপৃষ্ঠে অভিকর্ষীয় স্থিতিশক্তির মান শূন্য ধরা হয়। গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তির সমষ্টিই হল যান্ত্রিক শক্তি।
- শক্তি অপচয়ী বা বাধাজনিত কোনো বল উপস্থিত না থাকলে কোনো বস্তু বা সংস্থার মোট যান্ত্রিক শক্তি সর্বদা অপরিবর্তিত থাকবে।
- যে বলের অধীনে কোনো বস্তু বা সংস্থার মোট যান্ত্রিক শক্তি সর্বদা সংরক্ষিত থাকে, তাকে **সংরক্ষী বল** বলা হয়। যেমন — অভিকর্ষ।
- যে বলের অধীনে কোনো বস্তু বা সংস্থার মোট যান্ত্রিক শক্তি সংরক্ষিত থাকে না, তাকে **অসংরক্ষী বল** বলা হয়। যেমন — ঘর্ষণ।

একক : তাপ

বিষয় সংক্ষেপ

- তাপ হল একপ্রকার শক্তি এবং তাপের পরিবর্তন পরিমাপযোগ্য। তাপবিজ্ঞানের যে শাখায় কোনো বস্তুর তাপের পরিবর্তন অর্থাৎ গৃহীত তাপ বা বর্জিত তাপ পরিমাপ করার নীতি, পদ্ধতি বা ওই সংক্রান্ত বিষয় আলোচিত হয় তাকে ক্যালোরিমিতি বলা হয়।
- ভিন্ন উয়তার দুটি বস্তুকে পরস্পরের সংস্পর্শে রাখা হলে উষ্ণতর বস্তুটি তাপ বর্জন করে ঠান্ডা হতে শুরু করবে এবং অপর বস্তুটি ওই তাপ গ্রহণ করে গরম হতে শুরু করবে। যদি অন্য কোনোভাবে তাপক্ষয় না হয়, তাহলে তাপীয় সাম্যাবস্থায় উষ্ণতর বস্তু দ্বারা বর্জিত তাপ = শীতলতর বস্তু দ্বারা গৃহীত তাপ। এটিই ক্যালোরিমিতির মূলনীতি।
- CGS পদ্ধতিতে ও SI-তে তাপের একক যথাক্রমে ক্যালোরি (cal) ও জুল (J)। যেখানে, $1 \text{ cal} = 4.1855 \text{ J}$ ।
- যদি কার্যকে সম্পূর্ণরূপে তাপে রূপান্তরিত করা যায়, তাহলে কৃতকার্য ও উৎপন্ন তাপ পরস্পরের সমানুপাতিক হয়। এটিই জুলের সূত্র।

W কার্য সম্পাদন করে H পরিমাণ তাপ উৎপন্ন হলে, $W \propto H$ বা $W = JH$; J হল তাপের যান্ত্রিক তুল্যাঙ্ক।

- একক পরিমাণ তাপ উৎপন্ন করতে যে পরিমাণ কার্য সম্পাদন করতে হয় তাকে তাপের যান্ত্রিক তুল্যাঙ্ক বলা হয়। তাপের যান্ত্রিক তুল্যাঙ্ক,

$$J = 4.2 \times 10^7 \text{ erg/cal} = 4.2 \text{ J/cal}$$

SI-তে তাপের যান্ত্রিক তুল্যাঙ্কের মান 1।

- কোনো পদার্থ বিভিন্ন রূপে থাকতে পারে। এই রূপগুলি পরস্পর ভৌতভাবে পৃথক ও সমসত্ত্ব। তাপ প্রয়োগ বা নিষ্কাশন বা কোনো যান্ত্রিক উপায়ে পদার্থটির বিভিন্ন রূপের পরিবর্তন ঘটানো যায়। এই রূপগুলির প্রতিটিকে পদার্থের এক-একটি অবস্থা বা দশা বলে।
- তাপ প্রদান বা নিষ্কাশনের ভিত্তিতে অবস্থার পরিবর্তন দু-প্রকার। 1. উচ্চ অবস্থান্তর ও 2. নিম্ন অবস্থান্তর। পদার্থের যে অবস্থার পরিবর্তনের জন্য তাপ প্রয়োগ করতে হয় তাকে উচ্চ অবস্থান্তর বলা হয়। যেমন — গলন, বাষ্পীভবন। অপরপক্ষে, পদার্থের যে অবস্থার পরিবর্তনের জন্য তাপ নিষ্কাশন করতে হয় তাকে নিম্ন অবস্থান্তর বলা হয়। যেমন — কঠিনীভবন, ঘনীভবন।
- একক ভরের পদার্থের নির্দিষ্ট চাপে অবস্থার পরিবর্তনের জন্য যে পরিমাণ তাপ প্রয়োগ বা নিষ্কাশন করতে হয়, তাকে ওই পদার্থের সংশ্লিষ্ট অবস্থা পরিবর্তনের লীনতাপ বলে। CGS পদ্ধতিতে ও SI-তে লীনতাপের একক যথাক্রমে cal/g ও J/kg। $1 \text{ cal/g} = 4200 \text{ J/kg}$ ।

লীনতাপের মাত্রীয় সংকেত হল L^2T^{-2} ।

- নির্দিষ্ট উষ্ণতায় কোনো আবদ্ধ স্থানে যদি সর্বাধিক বাষ্প উপস্থিত থাকে, তাহলে ওই বাষ্পকে সম্পৃক্ত বাষ্প বলা হয়। অথবা, নির্দিষ্ট উষ্ণতায় কোনো আবদ্ধ স্থানে বাষ্পচাপ, যদি ওই উষ্ণতায় সর্বোচ্চ বাষ্পচাপের সমান হয় তাহলে ওই বাষ্পকে সম্পৃক্ত বাষ্প বলা হয়।
- নির্দিষ্ট উষ্ণতায় কোনো আবদ্ধ স্থানে যদি ওই উষ্ণতায় সর্বাধিক বাষ্প অপেক্ষা কম বাষ্প উপস্থিত থাকে, তাহলে ওই বাষ্পকে অসম্পৃক্ত বাষ্প বলা হয়। অথবা, নির্দিষ্ট উষ্ণতায় কোনো আবদ্ধ স্থানে বাষ্পচাপ, যদি ওই উষ্ণতায় সর্বোচ্চ বাষ্পচাপ অপেক্ষা কম হয়, তাহলে ওই বাষ্পকে অসম্পৃক্ত বাষ্প বলা হয়।
- সম্পৃক্ত বাষ্প তরলের সংস্পর্শে সাম্যাবস্থায় থাকে, কিন্তু অসম্পৃক্ত বাষ্প তরলের সংস্পর্শে সাম্যাবস্থায় থাকে না।
- যে নির্দিষ্ট উষ্ণতায় কোনো নির্দিষ্ট পরিমাণ বায়ু তার মধ্যে উপস্থিত জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়, তাকে শিশিরাক্ষ (dew point) বলে।
- বায়ুমণ্ডলের উষ্ণতা শিশিরাক্ষ অপেক্ষা আরও হ্রাস পেলে বায়ুমণ্ডলের কিছু জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হয়ে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জলবিন্দুর আকার ধারণ করে ঘাস, পাতা ইত্যাদির ওপর জমা হয়। একেই শিশির বলে।
- কোনো কারণে বায়ুমণ্ডলের বিস্তীর্ণ অঞ্চলের উষ্ণতা শিশিরাক্ষের নীচে নেমে গেলে বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হয়ে তাতে উপস্থিত ধুলো, কয়লার গুঁড়ো প্রভৃতির ওপর জমে ভাসতে থাকে। একেই কুয়াশা বলে।
- কোনো নির্দিষ্ট উষ্ণতায়, কোনো নির্দিষ্ট পরিমাণ বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর ও ওই উষ্ণতায় ওই নির্দিষ্ট পরিমাণ বায়ুকে সম্পৃক্ত করার জন্য প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভরের অনুপাতকে ওই উষ্ণতায় বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা বলা হয়।

$$\text{আপেক্ষিক আর্দ্রতা} = \frac{m}{M} \times 100\% = \frac{f}{F} \times 100\%$$

যেখানে, m হল $t^\circ\text{C}$ উষ্ণতায় নির্দিষ্ট পরিমাণ বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর, M হল ওই উষ্ণতায় ওই পরিমাণ বায়ুকে সম্পৃক্ত করার জন্য প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভর, f হল $t^\circ\text{C}$ উষ্ণতায় বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পচাপ এবং F হল ওই উষ্ণতায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ।

- প্রতি ঘনমিটার বায়ুতে যত গ্রাম জলীয় বাষ্প উপস্থিত থাকে, তাকে পরম আর্দ্রতা বলা হয়।
- সাধারণত যে-কোনো তরলের উষ্ণতা বৃদ্ধি করলে তার আয়তন বাড়ে, কিন্তু জলের ক্ষেত্রে উষ্ণতার একটি নির্দিষ্ট পাল্লার মধ্যে এই নিয়মের ব্যতিক্রম দেখা যায়। 0°C থেকে 4°C উষ্ণতা পর্যন্ত এই নিয়মের ব্যতিক্রম দেখা যায়। 0°C থেকে জলের উষ্ণতা বৃদ্ধি করতে থাকলে আয়তন হ্রাস পায় ও ঘনত্ব বাড়েতে থাকে। 4°C উষ্ণতায় জলের ঘনত্ব হয় সর্বাধিক (1g/cm^3) এবং নির্দিষ্ট ভরের জলের আয়তন হয় সর্বনিম্ন। 0°C থেকে 4°C উষ্ণতা পর্যন্ত জলের এই ধরনের আচরণকে জলের ব্যতিক্রান্ত প্রসারণ বলা হয়।

একক : শব্দ

বিষয় সংক্ষেপ

- শব্দ হল এক ধরনের অনুদৈর্ঘ্য স্থিতিস্থাপক তরঙ্গ যা বস্তুর কম্পনের ফলে সৃষ্টি হয়। শব্দ কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় মাধ্যমের মধ্যে দিয়ে বিস্তার লাভ করতে পারে এবং কম্পাঙ্কের পাল্লা 20 Hz থেকে 20 kHz-এর মধ্যে হলে মানুষের কানে শ্রবণের অনুভূতি সৃষ্টি হয়।
- শব্দের কম্পাঙ্ক 20 Hz থেকে 20 kHz-এর মধ্যবর্তী হলে, সেই শব্দ আমাদের কানে শ্রবণের অনুভূতি সৃষ্টি করে, সেই শব্দ আমাদের কানে শ্রবণের অনুভূতি সৃষ্টি করে, একে **শ্রুতিগোচর শব্দ** বলা হয়।
- যে শব্দের কম্পাঙ্ক 20 Hz-এর কম তাকে **শব্দেতর শব্দ** বলা হয়।
- যে শব্দের কম্পাঙ্ক 20 kHz-এর বেশি তাকে **শব্দোত্তর শব্দ** বলা হয়।
- মানুষের স্বরযন্ত্রের দুটি স্থিতিস্থাপক স্বরতন্ত্রী কল্পনের ফলে উৎপন্ন শব্দই হল কণ্ঠস্বর। ফুসফুস থেকে আসা নিশ্বাস বায়ু শ্বাসযন্ত্রের মধ্যে দিয়ে গিয়ে স্বরতন্ত্রীতে কম্পন উৎপন্ন করে। স্বরতন্ত্রীদ্বয়ের টানের পরিবর্তন হলে বা নিশ্বাস বায়ুপ্রবাহের হ্রাস-বৃদ্ধি হলে উৎপন্ন শব্দ বিভিন্ন রকম হয়।
- শব্দ স্থিতিস্থাপক তরঙ্গ, তাই শব্দের বিস্তারের জন্য জড় মাধ্যমের প্রয়োজন।
- কোনো বস্তু যদি নির্দিষ্ট সময় অন্তর একই পথ বারবার অতিক্রম করে বা তার গতির পুনরাবৃত্তি হয়, তবে বস্তুর গতিকে **পর্যাবৃত্ত গতি** বলা হয়।
- পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো কণা যদি একই পথ দিয়ে পর্যায়ক্রমে বিপরীত দিকে যাতায়াত করে, তবে কণার এই ধরনের গতিকে **কম্পন** বলা হয়।
- যান্ত্রিক তরঙ্গ হল জড় মাধ্যমের কণাগুলির সমষ্টিগত কম্পনের ফলে সৃষ্টি আন্দোলন যা একস্থান থেকে অন্য স্থানে শক্তির সঞ্চালন ঘটায় কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলির কোনো স্থানচ্যুতি ঘটায় না।
- যান্ত্রিক তরঙ্গের উৎপত্তি ও বিস্তার ওই জড় মাধ্যমের তিনটি ধর্মের ওপর নির্ভরশীল — (i) স্থিতিস্থাপকতা (elasticity) (ii) জড়তা (inertia) ও (iii) সংসক্তি (cohesion)।
- তরঙ্গ দু-প্রকার — (i) অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ (longitudinal wave) ও (ii) তির্যক তরঙ্গ (transverse wave)।
- জড় মাধ্যমের কম্পনশীল কণাগুলির গতির সমান্তরালে তরঙ্গ গতিশীল হলে, তাকে **অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ** বলা হয়।
- জড় মাধ্যমের কম্পনশীল কণাগুলির গতির সমকোণে তরঙ্গ গতিশীল হলে, তাকে **তির্যক তরঙ্গ** বলা হয়।
- কোনো জড় মাধ্যমের মধ্যে দিয়ে যখন তরঙ্গ অগ্রসর হয়, তখন মাধ্যমের কম্পনশীল কোনো কণার সাম্যাবস্থান থেকে সর্বোচ্চ সরণকে তরঙ্গের **বিস্তার** বলে।
- তরঙ্গের বিস্তারলাভের সময় মাধ্যমের কোনো কণা একবার পূর্ণকম্পন সম্পন্ন করতে যে সময় নেয়, সেই সময়ে তরঙ্গ মাধ্যমের মধ্যে দিয়ে যতটা দূরত্ব অগ্রসর হয়, তাকে **তরঙ্গদৈর্ঘ্য** বলা হয়।

- কোনো তরঙ্গের বেগ = V , তরঙ্গদৈর্ঘ্য = λ ও কম্পাঙ্ক = n হলে, এদের মধ্যে সম্পর্কটি হবে $V = n\lambda$ ।
- কঠিন, তরল ও গ্যাসীয়—এই তিনটি মাধ্যমের মধ্যে একমাত্র কঠিন মাধ্যম আকার পরিবর্তনকে প্রতিরোধ করতে পারে বা আকার পরিবর্তনে বাধা দেয়, তাই শুধুমাত্র কঠিন মাধ্যমে তির্যক স্থিতিস্থাপক তরঙ্গ সঞ্চালিত হয়।
- কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় — এই তিনটি মাধ্যমই আয়তন পরিবর্তনকে প্রতিরোধ করতে পারে বা আয়তন পরিবর্তনে বাধা দেয়, তাই এই তিনটি মাধ্যমেই অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বিস্তার লাভ করতে পারে।
- আলোকতরঙ্গ হল এক ধরনের তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গ। তাই আলোকতরঙ্গ শূন্যস্থানের মধ্যে দিয়েও যেতে পারে।
- অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের বিস্তারের সময় মাধ্যমে পর্যায়ক্রমে ঘনীভবন ও তনুভবন উৎপন্ন হয়।
- তির্যক তরঙ্গের বিস্তারের সময় হবে না পর্যায়ক্রমে তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদ উৎপন্ন হয়।
- অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গে একটি ঘনীভবন ও একটি তনুভবনের সমষ্টি এবং তির্যক তরঙ্গে পরপর দুটি তরঙ্গশীর্ষ বা পরপর দুটি তরঙ্গপাদের দূরত্বই হল তরঙ্গদৈর্ঘ্য।
- কঠিন মাধ্যমে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের বেগ, তির্যক তরঙ্গের বেগের চেয়ে বেশি।
- শব্দের প্রতিফলনের সূত্র—
 - (i) আপতিত শব্দতরঙ্গ, প্রতিফলিত শব্দতরঙ্গ ও আপতন বিন্দুতে প্রতিফলকের ওপর অঙ্কিত অভিলম্ব একই সমতলে থাকে।
 - (ii) আপতন কোণ ও প্রতিফলন কোণ পরস্পর সমান হয়।
- ছোটো আকারের মসৃণ প্রতিফলক থেকে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন হয়, কিন্তু শব্দতরঙ্গের প্রতিফলন হয় না। আবার বড়ো আকারের অমসৃণ প্রতিফলক থেকে শব্দতরঙ্গের নিয়মিত প্রতিফলন হয়।
- শ্রুতিগোচর শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য প্রায় 1.5 cm থেকে 16 cm পর্যন্ত হয়, তাই শব্দের প্রতিফলনের জন্য বড়ো প্রতিফলক প্রয়োজন।
- কোনো উৎস থেকে উৎপন্ন শব্দ দূরের কোনো প্রতিফলকে প্রতিফলিত হয়ে মূলশব্দের পুনরাবৃত্তি করলে, প্রতিফলিত শব্দটিকে মূলশব্দের প্রতিধ্বনি বলা হয়।
- কোনো শব্দ শুনলে তার রেশ আমাদের মস্তিষ্কে প্রায় 0.1s স্থায়ী থাকে। এর পূর্বে কোনো শব্দ কানে এলে আমরা ওই দুটি শব্দের পার্থক্য করতে পারি না। এই সময়কালকে শব্দ নির্বন্ধ বলা হয়।
- 27°C উষ্ণতায় বায়ুতে শব্দের বেগ 348m/s হলে, ক্ষণস্থায়ী শব্দ শোনার জন্য উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যে ন্যূনতম দূরত্ব হবে 17.4m এবং একমাত্রিক, দ্বিমাত্রিক ও ত্রিমাত্রিক শব্দের প্রতিধ্বনি শোনার জন্য উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যে ন্যূনতম দূরত্ব হবে যথাক্রমে 34.8m, 69.6m ও 104.4m।

- বড়ো হলঘরে কোনো শব্দ করলে ওই শব্দ ঘরের দেয়াল, ছাদ প্রভৃতি জায়গায় বারবার প্রতিফলিত হয়ে শ্রোতার কানে এসে পৌঁছায়, ফলে মূলশব্দ থেমে যাবার পরেও ওই শব্দের বেশ কিছু সময় ধরে বজায় থাকে। একে **অনুরণন** বলে।
- **SONAR**-এর পুরো কথাটি হল **Sound Navigation and Ranging**। এর সাহায্যে শব্দোত্তর শব্দ ব্যবহার করে সমুদ্রের গভীরতা, জলের ভিতরের কোনো বস্তুর অবস্থান, বেগ প্রভৃতি নির্ণয় করা যায়।
- বিভিন্ন বাদ্যযন্ত্র বা সুরশলাকা থেকে যখন একটিমাত্র কম্পাঙ্কবিশিষ্ট শব্দ নির্গত হয়, তখন সেই শব্দকে বলা হয় **সুর**। অনেকগুলি সুরের সমষ্টি হল **স্বর**।
- উৎসের নিয়মিত ও পর্যাবৃত্ত কম্পনের ফলে যে শব্দ উৎপন্ন হয় এবং যা আমাদের কানে শ্রুতিমধুর লাগে তাকে **সুরযুক্ত শব্দ** বলা হয়।
- উৎসের অনিয়মিত ও অপরিব্যৃত্ত কম্পনের ফলে যে শব্দ উৎপন্ন হয় এবং যা আমাদের কানে শ্রুতিকটু লাগে তাকে **সুরবর্জিত শব্দ** বলা হয়।
- সুরযুক্ত শব্দের বৈশিষ্ট্য হল তিনটি — (i) প্রাবল্য, (ii) তীক্ষ্ণতা ও (iii) গুণ বা জাতি।
- শব্দের অভিমুখের সঙ্গে লম্বভাবে কোনো বিন্দুর চারিদিকে একক ক্ষেত্রফলের মধ্যে দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ শব্দশক্তি প্রবাহিত হয় তাকে ওই বিন্দুতে শব্দের **তীব্রতা** বলা হয়।
- শব্দের তীব্রতার মাত্রীয় সংকেত হল MT^{-3} ও SI তে একক হল W/m^2 ।
- সুরযুক্ত শব্দের যে বৈশিষ্ট্যের জন্য একই তীব্রতার চড়ার সুর ও খাদ্যের সুর শ্রোতা পৃথক করতে পারে, তাকে **তীক্ষ্ণতা** বলা হয়।
- কম্পাঙ্ক হল কারণ, তীক্ষ্ণতা হল তার ফল। কম্পাঙ্ক একটি ভৌত রাশি যা পরিমাপযোগ্য। কিন্তু তীক্ষ্ণতা একটি অনুভূতি যা পরিমাপযোগ্য নয়।
- বিভিন্ন উৎস থেকে উৎপন্ন, একই তীব্রতা ও তীক্ষ্ণতাবিশিষ্ট শব্দকে যে বৈশিষ্ট্যের দ্বারা পৃথক করা যায়, তাকে **গুণ বা জাতি** বলা হয়।
- ন্যূনতম যে তীব্রতার শব্দ মানুষের কানে শ্রবণের অনুভূতি জাগায়, তাকে **শ্রাব্যতার সীমা** বলে।
1000 Hz কম্পাঙ্কের শব্দের ক্ষেত্রে শ্রাব্যতার সীমা হল, $I_0 = 10^{-12} W/m^2$ ।
একে শূন্য লেভেল তীব্রতা বলা হয়।
- সুস্থ মানুষের কান সর্বোচ্চ যে তীব্রতার শব্দ সহ্য করতে পারে, তাকে **অনুভূতি সীমা** বলা হয়।
1000 Hz কম্পাঙ্কের শব্দের ক্ষেত্রে অনুভূতি সীমা হল, $1 W/m^2$ ।
- পরিবেশে অব্যঞ্জিত এবং কানের সহনক্ষমতা বহির্ভূত উচ্চ প্রাবল্য ও তীক্ষ্ণতাবিশিষ্ট অস্বস্তিকর শব্দ যে ক্ষতিকর প্রভাব সৃষ্টি করে তাকে **শব্দদূষণ** বলা হয়।

- বিশ্ব স্বাস্থ্য সংস্থা (WHO) নির্দেশিত শব্দের নিরাপদ তীব্রতা স্তর হল 45 dB এবং শব্দের তীব্রতা স্তর 65 dB অপেক্ষা বেশি হলে তা মানুষের স্বাস্থ্যের পক্ষে ক্ষতিকর হয়। শব্দের প্রাবল্য 150 dB – 160 dB হলে আমাদের শ্রবণ ক্ষমতা চিরতরে নষ্ট হয়ে যেতে পারে।
- মানুষের কানের কাজ হল দুটি— (i) শ্রবণ ও (ii) দেহের ভারসাম্য রক্ষা করা।
- মানুষের কানের তিনটি অংশ — (i) বহিঃকর্ণ, (ii) মধ্যকর্ণ ও (iii) অন্তঃকর্ণ।
- মধ্যকর্ণে তিনটি অস্থি থাকে— (i) মেলিয়াস, (ii) ইনকাস, (iii) স্টেপিস।
- মধ্যকর্ণ ও গলবিলের মধ্যে সংযোগকারী নালীটি হল ইউস্টেচিয়ান নালী। এটি মধ্যকর্ণের ভিতরের ও বাইরের বায়ুচাপের মধ্যে সমতা বজায় রাখে।
- অন্তঃকর্ণ ভেস্টিবিউলার যন্ত্র এবং কক্লিয়া নিয়ে গঠিত।
- অন্তঃকর্ণের শেষ অংশ যা শামুকের মতো প্যাঁচানো নল বিশেষ তাকে কক্লিয়া বলা হয়। কক্লিয়া শব্দগ্রাহক যন্ত্রটির নাম হল অরগ্যান অফ কর্টি।

দশম শ্রেণী

একক : পরিবেশের জন্য ভাবনা

বিষয় সংক্ষেপ

- ভূপৃষ্ঠ থেকে প্রায় 1600 কিমি উচ্চতা পর্যন্ত বলয়াকারে বিস্তৃত যে অদৃশ্য গ্যাসীয় আবরণ পৃথিবীকে ঘিরে রেখেছে তাকে বায়ুমণ্ডল বলে। উষ্ণতা ও উচ্চতার ভিত্তিতে বায়ুমণ্ডলকে ট্রোপোস্ফিয়ার, স্ট্র্যাটোস্ফিয়ার, মেসোস্ফিয়ার, থার্মোস্ফিয়ার ও এক্সোস্ফিয়ার এই কয়ভাগে ভাগ করা হয়।
- তরল বা গ্যাসীয় পদার্থ উত্তপ্ত হলে তার আয়তন প্রসারণের জন্য ঘনত্ব কমে, ফলে উত্তপ্ত তরল বা গ্যাসীয় পদার্থ হালকা হয়ে ওপরে ওঠে ও ওপরের শীতল ভারী অংশ নীচে নেমে আসে। এর ফলে যে চক্রাকারে স্রোতের সৃষ্টি হয় তাকে পরিচলন স্রোত বলে।
- কোনো কারণে ভূপৃষ্ঠ সংলগ্ন কোনো অঞ্চলের বায়ু অধিক উত্তপ্ত হয়ে হালকা অবস্থায় ওপরে উঠে গেলে আশেপাশের উচ্চচাপ অঞ্চলের বায়ু ওই নিম্নচাপ অঞ্চলে ছুটে আসে। উচ্চচাপ অঞ্চল থেকে নিম্নচাপ অঞ্চলের দিকে দ্রুতবেগে প্রবাহমান বায়ুকে ঝড় বলে।
- স্ট্র্যাটোস্ফিয়ারের ওজন স্তর সূর্যকিরণের ক্ষতিকর অতিবেগুনি রশ্মিকে শোষণ করে পৃথিবীতে আসতে বাধা দেয়, ফলে জীবজগৎ ওই ভয়ংকর রশ্মির হাত থেকে রক্ষা পায়।
মানুষের বিভিন্ন কার্যকলাপের ফলে ওই ওজোন স্তরটি ক্রমশ পাতলা হয়ে যাচ্ছে, যাকে ওজোন স্তরের ক্ষয় অথবা ওজোন ছিদ্র বা ওজোন গহ্বর সৃষ্টি বলা হয়।
- ওজোন স্তর ধ্বংসের জন্য দায়ী প্রধান যৌগগুলি হল ক্লোরোফ্লুরোকার্বন (CFC) ও নাইট্রোজেনের বিভিন্ন অক্সাইড (প্রধানত NO)।
- যে প্রাকৃতিক প্রক্রিয়ার সাহায্যে ভূপৃষ্ঠ সংলগ্ন বায়ুমণ্ডলে উপস্থিত CO₂, CH₄, H₂O জলীয় বাষ্প প্রভৃতি গ্যাসীয় পদার্থ, পৃথিবীপৃষ্ঠ থেকে বিকিরিত অপেক্ষাকৃত () অবলোহিত রশ্মির কিছু অংশ শোষণ ও () প্রতিফলিত করে ভূপৃষ্ঠ ও তৎসংলগ্ন বায়ুমণ্ডলকে উত্তপ্ত রাখে এবং জীবকুলের বেঁচে থাকার অনুকূল পরিবেশ সৃষ্টি করে, তাকে গ্রিনহাউস প্রভাব বলে। গ্রিনহাউস গ্যাসগুলির প্রভাবে সারা বিশ্বজুড়ে ক্রমাগত উষ্ণতা বৃদ্ধির ঘটনাকে গ্লোবাল ওয়ার্মিং বা বিশ্ব উষ্ণায়ন বলে। এর পরিবেশগত প্রভাব মারাত্মক হতে চলেছে।
- জীবাশ্ম জ্বালানির ব্যাপক ব্যবহার ও ক্রমাগত অরণ্যচ্ছেদন তথা CO₂-এর স্বাভাবিক গ্রাহক সংখ্যার হ্রাসের ফলে বায়ুমণ্ডলে CO₂-এর পরিমাণ ক্রমাগত বেড়ে যাওয়াও গ্লোবাল ওয়ার্মিং-এর প্রধান কারণ।
- একক পরিমাণ কোনো কঠিন বা তরল জ্বালানির সম্পূর্ণ দহনে যে পরিমাণ তাপশক্তি উৎপন্ন হয় তাকে ওই জ্বালানির তাপনমূল্য বলে।

- সভ্যতার অগ্রগতির সাথে শক্তির ব্যবহার ও চাহিদা ক্রমাগত বৃদ্ধি পাওয়ায় পৃথিবীর জীবাস্ম জ্বালানির (কয়লা, পেট্রোলিয়াম ও প্রাকৃতিক গ্যাস) ভাণ্ডার ক্রমশ নিঃশেষিত হয়ে আসছে, একে রক্ষা করতে পুনর্নবীকরণযোগ্য শক্তি উৎসগুলির ব্যবহার আরও বাড়াতে হবে।
- ভবিষ্যৎ প্রজন্মের কথা মাথায় রেখে প্রাকৃতিক সম্পদকে সম্পূর্ণরূপে নিঃশেষ না করে যখন মানবজাতির উন্নয়নের কাজে সুনিয়ন্ত্রিত উপায়ে ওই সম্পদের আহরণ ও ব্যবহার করা হয়, তখন তাকে ‘স্থিতিশীল উন্নয়ন’ বলে।
- স্থিতিশীল উন্নয়নের জন্য প্রথম পদক্ষেপ হল দূষণহীন বিকল্প শক্তি উৎসের সন্ধান করা। কয়েকটি বিকল্প শক্তির উৎস হল — সৌরশক্তি, বায়ুশক্তি, জোয়ার-ভাটার শক্তি, ভূ-তাপশক্তি, বায়োমাস শক্তি। এই শক্তি উৎসগুলি দূষণহীন ও পুনর্নবীকরণযোগ্য।
- বর্জ্য পদার্থের দহনে প্রাপ্ত তাপশক্তিকে কাজে লাগিয়ে ট্যাংকে থাকা জলকে উত্তপ্ত করে স্টিম উৎপন্ন করে ওই স্টিমের সাহায্যে টারবাইন ঘুরিয়ে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা যায়।
- সাম্প্রতিককালে সন্ধান পাওয়া গেছে এমন জ্বালানি হল ‘কয়লাখনির মিথেন এবং মিথেন হাইড্রেট’। জ্বালানি হিসেবে এদের বিপুল সম্ভাবনা থাকলেও এখনও এদের সম্পূর্ণভাবে ব্যবহারের মতো ব্যবস্থা গড়ে উঠেনি।

একক - গ্যাসের আচরণ

বিষয় সংক্ষেপ

- গ্যাসের অণুগুলি দ্বারা পাত্রের দেয়ালের একক ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে প্রযুক্ত বলই হল গ্যাসের চাপ।

CGS পদ্ধতি ও SI-তে চাপের একক যথাক্রমে dyn/cm^2 ও N/m^2 । N/m^2 -কে Pa (পাস্কাল) বলা হয়।
 $1\text{Pa} = 10\text{ dyn/cm}^2$ ।

- CGS পদ্ধতি ও SI-তে ক্ষেত্রফলের একক যথাক্রমে cm^2 ও m^2 । $1\text{ m}^2 = 10^4\text{ cm}^2$ । আবার, CGS পদ্ধতি ও SI-তে আয়তনের একক যথাক্রমে cm^3 ও m^3 । $1\text{ m}^3 = 10^6\text{ cm}^3$ ।

- ম্যানোমিটার যন্ত্রের সাহায্যে কোনো পাত্রে আবদ্ধ বায়ু বা গ্যাসের চাপ নির্ণয় করা যায়। একে চাপ-গেজ বলা হয়।

- **বয়েলের সূত্র** : উষ্ণতা স্থির থাকলে নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের আয়তন, ওই গ্যাসের চাপের সঙ্গে ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন V ও চাপ p হলে, বয়েলের সূত্রানুযায়ী, $pV = K$, যেখানে K একটি ধ্রুবক যার মান গ্যাসের ভর ও উষ্ণতার ওপর নির্ভরশীল।

- **চার্লসের সূত্র** : চাপ স্থির থাকলে নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের আয়তন প্রতি 1°C উষ্ণতা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য ওই গ্যাসের 0°C উষ্ণতায় আয়তনের $\frac{1}{273}$ অংশ বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।

- স্থির চাপে নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের আয়তন -273°C উষ্ণতায় শূন্য হয়ে যায়। এই উষ্ণতাকে পরম শূন্য উষ্ণতা বলা হয়। সূক্ষ্মভাবে, পরিমাপ করলে পরম শূন্য উষ্ণতার মান হয় -273.15°C । যদিও প্রকৃতপক্ষে বাস্তবে এরূপ ঘটে না কারণ এই উষ্ণতায় পৌঁছানোর অনেক আগেই গ্যাস তরলে রূপান্তরিত হয়, আর তরলের ক্ষেত্রে চার্লসের সূত্রটি প্রযোজ্য নয়।

- বিজ্ঞানী কেলভিন তাপমাত্রার একটি নতুন স্কেল প্রবর্তন করেন যার শূন্য বিন্দু ধরা হয় -273°C -কে এবং প্রতি ডিগ্রির মান ধরা হয় সেলসিয়াস স্কেলের প্রতি ডিগ্রির সমান। উষ্ণতার এই স্কেলকে বলা হয় পরম স্কেল। এই স্কেলে উষ্ণতার পাঠ K দ্বারা এবং উষ্ণতাকে T দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

কোনো বস্তুর উষ্ণতা সেলসিয়াস স্কেলে $t^\circ\text{C}$ এবং কেলভিন স্কেলে ওই উষ্ণতা $T\text{K}$ হলে, $T = t + 273$ ।

CGS পদ্ধতিতে $R = 8.31 \times 10^7\text{ erg} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ও SI-তে $R = 8.31\text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ।

- **ব্যাপন** : যে ধর্মের জন্য দুই বা ততোধিক গ্যাস (হালকা বা ভারী যাই হোক না কেন) বাহ্যিক সাহায্য ছাড়াই স্বতঃস্ফূর্তভাবে মিশে যায় এবং সমসত্ত্ব মিশ্রণ গঠন করে তাকে ব্যাপন বলা হয়।

- **চার্লসের সূত্রের বিকল্প রূপ** : স্থির চাপে নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের আয়তন, গ্যাসটির পরম উষ্ণতার সমানুপাতিক।

TK উষ্ণতায় কোনো গ্যাসের আয়তন V হলে $V \propto T$ [যখন গ্যাসের ভর ও চাপ স্থির]।

- **বয়েল ও চার্লসের সূত্রের সমন্বিত রূপ** : নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের T পরম উষ্ণতায় চাপ p ও আয়তন V হলে বয়েল ও চার্লসের সূত্রের সমন্বিত রূপটি হল, $pV = KT$ বা, $\frac{pV}{T} = K$ যেখানে K একটি ধ্রুবক, যার মান গ্যাসের ভর এবং চাপ, আয়তন ও তাপমাত্রার এককের ওপর নির্ভরশীল।

- **আদর্শ গ্যাস ও বাস্তব গ্যাস** : যে সমস্ত গ্যাস সব অবস্থাতেই গ্যাসের অবস্থার সমীকরণ $pV = KT$ মেনে চলে তারা হল আদর্শ গ্যাস।

বাস্তবে আমাদের পরিচিত কোনো গ্যাসই খুব নিম্নচাপ বা উচ্চ উষ্ণতা ছাড়া $pV = KT$ সমীকরণ যথাযথভাবে মেনে চলে না। এগুলি হল বাস্তব গ্যাস।

- **অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প** : একই চাপ ও উষ্ণতায় সমআয়তনবিশিষ্ট সকল গ্যাসেই (মৌলিক বা যৌগিক) সমান সংখ্যক অণু বর্তমান।

- অ্যাভোগাড্রো প্রকল্পে গ্যাসের আয়তন বলতে, গ্যাস দ্বারা অধিকৃত অঞ্চলের আয়তনকে বোঝায়, কখনোই গ্যাসের মধ্যে থাকা অণুদের আয়তনকে বোঝায় না।

STP-তে কোনো গ্যাসের মোলার আয়তন 22.4 L। 1 mol গ্যাসে অণু থাকে 6.022×10^{23} টি।

- n মোল গ্যাসের জন্য আদর্শ গ্যাস সমীকরণ হল $pV = nRT$, যেখানে R একটি ধ্রুবক। R -কে মোলার গ্যাস ধ্রুবক বা সর্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক বলা হয়। R -এর মান সকল গ্যাসের ক্ষেত্রে সমান এবং এই মান গ্যাসের প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে না।

- মনে করি, n mol আদর্শ গ্যাসের ভর W g। গ্যাসের মোলার ভর M g . mol⁻¹ হলে, $n = \frac{W}{M}$ । সুতরাং, $pV = nRT$ সমীকরণ থেকে পাই, $pV = \left(\frac{W}{M}\right)RT$ ।

- কোনো আবদ্ধ গ্যাসের ওপর চাপ বৃদ্ধি করলে গ্যাসের অণুগুলির মধ্যে ব্যবধান হ্রাস পায় ফলে আয়তন কমে। আয়তন কমানোর জন্য পাত্রের দেয়ালের প্রতি একক ক্ষেত্রফলে প্রতি সেকেন্ডে ধাক্কার সংখ্যা বৃদ্ধি পায় ফলে গ্যাসের চাপও বৃদ্ধি পায় ফলে গ্যাসের চাপও বৃদ্ধি পায় এবং বাহ্যিক চাপ ও অভ্যন্তরীণ চাপ সমান ও বিপরীতমুখী হয়।

একক - রাসায়নিক গণনা

বিষয় সংক্ষেপ

- চিহ্ন ও সংকেতের সাহায্যে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়াকে সংক্ষেপে প্রকাশের পদ্ধতিকে রাসায়নিক সমীকরণ বলে। রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী পদার্থগুলিকে বিক্রিয়ক এবং বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন পদার্থগুলিকে বিক্রিয়াজাত পদার্থ বলে।
- রাসায়নিক বিক্রিয়ার সমীকরণ থেকে রাসায়নিক বিক্রিয়ার গুণগত ও পরিমাণগত তথ্য জানা যায়। রাসায়নিক সমীকরণ থেকে বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়াজাত পদার্থের ভরের সম্পর্ক, আয়তনের সম্পর্ক বা ভর ও আয়তনের সম্পর্ক নির্ধারণ করা যায়।
- ভরের সংরক্ষণ সূত্র : বিজ্ঞানী ল্যাভয়সিয়ে প্রদত্ত ভরের সংরক্ষণ সূত্র অনুসারে, যে-কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক পদার্থগুলির মোট ভরের সঙ্গে বিক্রিয়াজাত পদার্থের মোট ভর সমান হয়।
- ভর ও শক্তির সংরক্ষণ সূত্র : যে-কোনো পরিবর্তনের পূর্বে ও পরে ভর ও শক্তির মোট পরিমাণ সর্বদা একই থাকে।
- ভর ও শক্তির তুল্যতা সূত্র : পদার্থের ভর ও শক্তি হল একই সত্তার ভিন্নরূপ এবং উপযুক্ত পরিবেশে পারস্পরিক রূপান্তরযোগ্য। যদি m পরিমাণ ভর সম্পূর্ণরূপে পরিবর্তিত হয়ে তুল্যাক্ষ পরিমাণ শক্তি E উৎপন্ন তবে ভর ও শক্তির পারস্পরিক রূপান্তর সম্পর্কিত আইনস্টাইনের সমীকরণটি হল $E = mc^2$, যেখানে c হল শূন্য মাধ্যমে আলোর গতিবেগ।
- সাধারণ রাসায়নিক বিক্রিয়ায় ভরের পরিমাপযোগ্য পরিবর্তন ঘটে না। তাই রাসায়নিক বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে শক্তি ও ভরের তুল্যতা সূত্রটি প্রযোজ্য নয়। কিন্তু নিউক্লীয় বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে শক্তি ও ভরের তুল্যতা সূত্রটি প্রযোজ্য হয়।
- গ্যাসের প্রমাণ ঘনত্ব : STP-তে 1 লিটার কোনো গ্যাসের গ্রামে প্রকাশিত ভরকে গ্যাসটির প্রমাণ ঘনত্ব বলে।
- গ্যাসের আপেক্ষিক ঘনত্ব বা বাষ্পঘনত্ব : সমচাপ ও উষ্ণতায় কোনো গ্যাসের ভর, সম-আয়তন হাইড্রোজেন গ্যাসের তুলনায় যত গুণ ভারী, সেই তুলনামূলক সংখ্যাটিকে ওই গ্যাসের আপেক্ষিক ঘনত্ব বা বাষ্পঘনত্ব বলা হয়।
- বাষ্পঘনত্বের কোনো একক নেই এবং উষ্ণতা ও চাপের পরিবর্তনে এর মানের কোনো পরিবর্তন হয় না।
- কোনো গ্যাসের আণবিক ভর তার বাষ্পঘনত্বের দ্বিগুণ হয়।
- STP-তে যে-কোনো গ্যাসের 1 মোল অণুর আয়তন = 22.4 লিটার।
- STP-তে যে-কোনো গ্যাসের 1 লিটার আয়তনের ভর = গ্যাসের বাষ্পঘনত্ব \times 0.089।
- কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ার সমতায়ুক্ত সমীকরণের ভিত্তিতে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী পদার্থ ও উৎপন্ন পদার্থের ভর, মোল-সংখ্যা, প্রদত্ত শর্ত সাপেক্ষে আয়তন ইত্যাদি নির্ণয় করা যায়।
- স্টয়সিওমেট্রি : কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ার বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়াজাত পদার্থের মধ্যে পরিমাণগত সম্পর্কের ভিত্তিতে যে গণনা করা হয়, তাকে স্টয়সিওমেট্রি বলে।

একক - চাপের ঘটনাসমূহ

বিষয় সংক্ষেপ

- কোনো কঠিন পদার্থের উষ্ণতা বৃদ্ধি করলে পদার্থটির দৈর্ঘ্য, ক্ষেত্রফল ও আয়তন প্রসারণ হয়। একে কঠিন পদার্থের তাপীয় প্রসারণ বলা হয়।
- কঠিন তাপীয় প্রসারণ তিনপ্রকার— 1. দৈর্ঘ্য প্রসারণ, 2. ক্ষেত্র প্রসারণ ও 3. আয়তন প্রসারণ।

- কোনো কঠিন পদার্থের একক উষ্ণতা বৃদ্ধিতে প্রতি একক দৈর্ঘ্যে যে দৈর্ঘ্য প্রসারণ হয়, তাকে ওই কঠিন পদার্থের দৈর্ঘ্য প্রসারণ গুণাঙ্ক বলা হয়।

t_1 উষ্ণতায় কোনো কঠিন পদার্থের দৈর্ঘ্য l_1 ও উষ্ণতা বৃদ্ধি করে t_2 করা হলে যদি দৈর্ঘ্য l_2 হয় তবে দৈর্ঘ্য প্রসারণ গুণাঙ্ক, $\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1 (t_2 - t_1)}$ ।

- কোনো কঠিন পদার্থের একক উষ্ণতা বৃদ্ধিতে প্রতি একক ক্ষেত্রফলে যে ক্ষেত্র প্রসারণ হয় তাকে ওই কঠিন পদার্থের ক্ষেত্র প্রসারণ গুণাঙ্ক বলা হয়।

t_1 উষ্ণতায় কোনো কঠিন পদার্থের পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফল S_1 ও উষ্ণতা বৃদ্ধি করে t_2 করা হলে যদি পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফল S_2 হয় তবে ক্ষেত্র প্রসারণ গুণাঙ্ক, $\beta = \frac{S_2 - S_1}{S_1 (t_2 - t_1)}$ ।

- কোনো কঠিন পদার্থের একক উষ্ণতা বৃদ্ধিতে প্রতি একক আয়তনে যে আয়তন প্রসারণ হয় তাকে ওই কঠিন পদার্থের আয়তন প্রসারণ গুণাঙ্ক বলা হয়।

t_1 উষ্ণতায় কোনো কঠিন পদার্থের আয়তন V_1 ও উষ্ণতা বৃদ্ধি করে t_2 করা হলে যদি আয়তন V_2 হয় তবে আয়তন প্রসারণ গুণাঙ্ক, $\gamma = \frac{V_2 - V_1}{V_1 (t_2 - t_1)}$ ।

- কঠিনের দৈর্ঘ্য প্রসারণ গুণাঙ্কের একক দৈর্ঘ্যের এককের ওপর নির্ভরশীল নয়, ক্ষেত্র প্রসারণ গুণাঙ্কের একক ক্ষেত্রফলের এককের ওপর নির্ভরশীল নয় ও আয়তন প্রসারণ গুণাঙ্কের একক আয়তনের এককের ওপর নির্ভরশীল নয়।

- কঠিনের দৈর্ঘ্য প্রসারণ গুণাঙ্ক, ক্ষেত্র প্রসারণ গুণাঙ্ক ও আয়তন প্রসারণ গুণাঙ্কের একক শুধুমাত্র উষ্ণতার এককের ওপর নির্ভরশীল এবং প্রতিটির একক $^{\circ}\text{C}^{-1}$ বা $^{\circ}\text{F}^{-1}$ বা K^{-1} ।

- একটি পাত্রে রাখা কোনো তরলের ক্ষেত্রে, পাত্রের প্রসারণকে অগ্রাহ্য করলে তরলের যে প্রসারণ পাওয়া যায় তা হল তরলের আপাত প্রসারণ। একটি পাত্রে রাখা কোনো তরলের ক্ষেত্রে, তরলের আপাত প্রসারণের সঙ্গে পাত্রের প্রসারণকে বিবেচনা করলে তরলের যে প্রসারণ পাওয়া যায় তা হল তরলের প্রকৃত প্রসারণ।

- কোনো তরল পদার্থের একক উষ্ণতা বৃদ্ধিতে প্রতি একক আয়তনে যে পরিমাণ প্রকৃত প্রসারণ হয় তাকে ওই তরলের প্রকৃত প্রসারণ গুণাঙ্ক বলা হয়।

আবার, কোনো তরল পদার্থের একক উষ্ণতা বৃদ্ধিতে প্রতি একক আয়তনে যে পরিমাণ আপাত প্রসারণ হয় তাকে ওই তরলের আপাত প্রসারণ গুণাঙ্ক বলা হয়।

- কোনো তরলকে যে পাত্রে রাখা হয়েছে তার আয়তন প্রসারণ গুণাঙ্ক γ_g , তরলের আপাত ও প্রকৃত প্রসারণ গুণাঙ্ক যথাক্রমে γ_a ও γ_r হলে, $\gamma_r = \gamma_a + \gamma_g$ ।
- তরলের আপাত বা প্রকৃত প্রসারণ গুণাঙ্কের একক শুধুমাত্র উষ্ণতার এককের ওপর নির্ভরশীল, আয়তনের এককের ওপর নির্ভরশীল নয়। এই গুণাঙ্ক দুটির একক হল $^{\circ}\text{C}^{-1}$ বা $^{\circ}\text{F}^{-1}$ বা K^{-1} এবং মাত্রীয় সংকেত হল Θ^{-1} ।
- চাপ স্থির রেখে নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের উষ্ণতা 0°C থেকে 1°C বৃদ্ধি করলে গ্যাসের প্রতি একক আয়তনে যে আয়তন প্রসারণ হয় তাকে ওই গ্যাসের আয়তন গুণাঙ্ক বলা হয় এবং একে γ_p দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

মনে করি, স্থির চাপে নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের 0°C উষ্ণতায় আয়তন V_0 এবং উষ্ণতা বৃদ্ধি করে $t^{\circ}\text{C}$ করা হলে আয়তন হয় V_t ।

$$\therefore \gamma_p = \frac{V_t - V_0}{V_0 t} \quad \text{বা, } V_t = V_0 (1 + \gamma_p t)$$

- গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন গুণাঙ্ক,

$$\gamma_p = \frac{1}{273} ^{\circ}\text{C}^{-1} = 3.663 \times 10^{-3} ^{\circ}\text{C}^{-1}$$

- কঠিন ও তরলের ক্ষেত্রে যে-কোনো আয়তনকে প্রাথমিক আয়তন হিসাবে বিবেচনা করলে যে ত্রুটি হয় তা নগণ্য। কিন্তু গ্যাসের ক্ষেত্রে যে-কোনো আয়তনকে প্রাথমিক আয়তন হিসাবে বিবেচনা করলে ত্রুটি হয় অনেক বেশি। তাই গ্যাসের ক্ষেত্রে 0°C উষ্ণতার আয়তনকে গ্যাসের প্রাথমিক আয়তন হিসেবে ধরা হয়।
- একক বেধ ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলযুক্ত কোনো বস্তুর দুই বিপরীত পৃষ্ঠের উষ্ণতার পার্থক্য একক হলে তলের সঙ্গে লম্বভাবে একক সময়ে যে তাপ পরিবাহিত হয় তাকে ওই বস্তুর উপাদানের তাপ পরিবাহিতাঙ্ক বলা হয়।
- CGS পদ্ধতি ও SI-তে তাপ পরিবাহিতাঙ্কের একক যথাক্রমে $\text{cal} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ও $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ।
- $1 \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = 420 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ । তাপ পরিবাহিতাঙ্কের মাত্রীয় সংকেত হল $\text{MLT}^{-3}\Theta^{-1}$ ।
- কোনো আয়তাকার ফলকের বেধ = d , প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল = A ও তাপ পরিবাহিতাঙ্ক = k হলে তাপীয় রোধ, $R_T = \frac{d}{kA}$ । যে ধর্মের জন্য কোনো পদার্থ তার মধ্য দিয়ে তাপের পরিবহনকে বাধা দেয় তাকে তাপীয় রোধ বলা হয়। তাপীয় রোধের মাত্রীয় সংকেত হল $\text{M}^{-1}\text{L}^{-2}\text{T}^3\Theta$ ।

একক - আলো

বিষয় সংক্ষেপ

- **গোলীয় দর্পণ** : কোনো প্রতিফলক তল যদি কোনো গোলকের অংশবিশেষ হয়, তবে তাকে গোলীয় দর্পণ বলা হয়।

গোলীয় দর্পণ দু-ধরনের হতে পারে— (i) অবতল দর্পণ (concave mirror) ও (ii) উত্তল দর্পণ (convex mirror)।

- **অবতল দর্পণ** : যে গোলীয় দর্পণের ভিতরের অবতল পৃষ্ঠ, প্রতিফলক হিসেবে কাজ করে তাকে অবতল দর্পণ বলা হয়।

উত্তল দর্পণ : যে গোলীয় দর্পণের বাইরের উত্তল পৃষ্ঠ, প্রতিফলক হিসেবে কাজ করে তাকে উত্তল দর্পণ বলা হয়।

- **গোলীয় দর্পণের বক্রতা কেন্দ্র** : কোনো গোলীয় দর্পণ যে গোলকের অংশ তার কেন্দ্রকে বক্রতা কেন্দ্র বলা হয়।

গোলীয় দর্পণের বক্রতা ব্যাসার্ধ : কোনো গোলীয় দর্পণ যে গোলকের অংশ সেই গোলকের ব্যাসার্ধকে ওই গোলীয় দর্পণের বক্রতা ব্যাসার্ধ বলা হয়।

গোলীয় দর্পণের প্রধান অক্ষ : কোনো গোলীয় দর্পণের মেরু ও বক্রতা কেন্দ্রগামী সরলরেখাকে প্রধান অক্ষ বলা হয়।

- **উপাক্ষীয় রশ্মি** : কোনো গোলীয় দর্পণের মেরুর খুব নিকটবর্তী অংশে আপতিত এবং প্রধান অক্ষের সঙ্গে খুব কম নতিবিশিষ্ট রশ্মিকে উপাক্ষীয় রশ্মি বলা হয়।

- **অবতল দর্পণের মুখ্য ফোকাস** : ক্ষুদ্র উন্মেষযুক্ত কোনো অবতল দর্পণের প্রধান অক্ষের সঙ্গে সমান্তরালভাবে আপতিত রশ্মিগুচ্ছ, দর্পণ দ্বারা প্রতিফলনের পর প্রধান অক্ষের ওপর একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে মিলিত হয়, সেই নির্দিষ্ট বিন্দুটিকে অবতল দর্পণের মুখ্য ফোকাস বলা হয়।

উত্তল দর্পণের মুখ্য ফোকাস : ক্ষুদ্র উন্মেষযুক্ত কোনো উত্তল দর্পণের প্রধান অক্ষের সঙ্গে সমান্তরালভাবে আপতিত রশ্মিগুচ্ছ, দর্পণ দ্বারা প্রতিফলনের পর প্রধান অক্ষের ওপর একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়, সেই নির্দিষ্ট বিন্দুটিকে উত্তল দর্পণের মুখ্য ফোকাস বলা হয়।

- **গোলীয় দর্পণের ফোকাস তল** : গোলীয় দর্পণের প্রধান অক্ষের সঙ্গে লম্ব ও মুখ্য ফোকাস বিন্দুগামী সমতলকে ফোকাস তল বলা হয়।

- কোনো গোলীয় দর্পণের ফোকাস দূরত্ব ও বক্রতা ব্যাসার্ধ যথাক্রমে f ও r হলে $f = \frac{r}{2}$ ।

- গোলীয় দর্পণের প্রধান অক্ষের সমান্তরালভাবে আপতিত রশ্মি দর্পণ দ্বারা প্রতিফলনের পরে অবতল দর্পণের ক্ষেত্রে মুখ্য ফোকাসের মধ্য দিয়ে যায় এবং উত্তল দর্পণের ক্ষেত্রে মুখ্য ফোকাস থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়।

গোলীয় দর্পণের মুখ্য ফোকাসগামী (অবতল দর্পণের ক্ষেত্রে) বা মুখ্য ফোকাসের দিকে পরিচালিত আপতিত রশ্মি (উত্তল দর্পণের ক্ষেত্রে) দর্পণ দ্বারা প্রতিফলনের পর প্রধান অক্ষের সমান্তরালভাবে যায়।

গোলীয় দর্পণের বক্রতা কেন্দ্রগামী (অবতল দর্পণের ক্ষেত্রে) বা বক্রতা কেন্দ্রের দিকে পরিচালিত রশ্মি (উত্তল দর্পণের ক্ষেত্রে) দর্পণের ওপর লম্বভাবে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর একই পথে ফিরে যায়।

- কোনো অবতল দর্পণে (i) বস্তু দূরত্ব $2f$ -এর বেশি হলে বা বস্তু বক্রতা কেন্দ্র থেকে দূরে থাকলে খর্বকায় সদ্বিশ্ব গঠিত হয়। (ii) বস্তু দূরত্ব $2f$ -এর সমান হলে বা বস্তু বক্রতা কেন্দ্রে থাকলে সমান সাইজের সদ্বিশ্ব গঠিত হয়। (iii) বস্তু দূরত্ব f -এর বেশি কিন্তু $2f$ -এর কম হলে বা বস্তু ফোকাস ও বক্রতা কেন্দ্রের মাঝে কোথাও অবস্থিত হলে বিবর্ধিত সদ্বিশ্ব গঠিত হয়। (iv) বস্তু দূরত্ব f -এর কম বা মেরু ও মুখ্য ফোকাসের মধ্যে অবস্থিত হলে বিবর্ধিত অসদ্বিশ্ব গঠিত হয়।
- আলোর প্রতিসরণ : আলোকরশ্মি কোনো স্বচ্ছ ও সমসত্ত্ব মাধ্যম থেকে অন্য কোনো স্বচ্ছ ও সমসত্ত্ব মাধ্যমে প্রবেশ করার সময় দুই মাধ্যমের বিভেদতলে তির্যকভাবে আপতিত হলে, দুই মাধ্যমের বিভেদতলে আলোকরশ্মির অভিমুখের পরিবর্তন হয়, এই ঘটনাকে আলোর প্রতিসরণ বলা হয়।
- প্রতিসরণের প্রথম সূত্র : আপতিত রশ্মি, প্রতিসৃত রশ্মি ও আপতন বিন্দুতে দুই মাধ্যমের বিভেদতলের ওপর অঙ্কিত অভিলম্ব একই সমতলে থাকে।

দ্বিতীয় সূত্র : দুটি নির্দিষ্ট মাধ্যম ও নির্দিষ্ট বর্ণের আলোকরশ্মি প্রতিসরণের ক্ষেত্রে আপতন কোণের sine ও প্রতিসরণ কোণের sine-এর অনুপাত ধ্রুবক হয়।

আলোকরশ্মি দুই মাধ্যমের বিভেদতলে লম্বভাবে আপতিত হলে $\frac{\sin i}{\sin r} = {}_1\mu_2$ সূত্রটি প্রযোজ্য নয়। এক্ষেত্রে দ্বিতীয় মাধ্যমে আলোকরশ্মির অভিমুখের কোনো পরিবর্তন হয় না কিন্তু দ্বিতীয় মাধ্যমে আলোকরশ্মির গতিবেগের পরিবর্তন হয়।

- আয়তাকার কাচের স্ল্যাবের একপার্শ্বে কোনো আলোকরশ্মি আপতিত হলে, আলোকরশ্মি ফলকের মধ্য দিয়ে গিয়ে যখন অপর পৃষ্ঠ থেকে নির্গত হবে তখন আপতিত রশ্মি ও নির্গম রশ্মি পরস্পরের সমান্তরাল হয়।
- কোনো প্রিজমের প্রতিসারক কোণ A। প্রিজমের একটি প্রতিসারক তলে কোনো আলোকরশ্মি i_1 কোণে আপতিত হয়ে প্রিজমের মধ্য দিয়ে গিয়ে অপর প্রতিসারক তল থেকে i_2 কোণে নির্গত হলে চ্যুতিকোণ, $D = i_1 + i_2 - A$ । প্রিজমের প্রথম প্রতিসারক তলে আলোকরশ্মির প্রতিসরণ কোণ $= r_1$ ও দ্বিতীয় প্রতিসারক তলে আপতন কোণ $= r_2$ হলে, $A = r_1 + r_2$ ।
- কোনো নির্দিষ্ট প্রিজমের ক্ষেত্রে আপতন কোণের মান বাড়াতে থাকলে প্রথমে চ্যুতিকোণ কমে থাকে এবং আপতন কোণের একটি নির্দিষ্ট মানে চ্যুতিকোণ ন্যূনতম হয়। আপতন কোণের মান এরপর বাড়ালে চ্যুতিকোণ বাড়তে থাকে।

- **লেঙ্গ** : লেঙ্গ হল দুটি গোলীয় তল বা একটি গোলীয় তল এবং একটি সমতল দ্বারা সীমাবদ্ধ স্বচ্ছ প্রতিসারক মাধ্যম।
উত্তল লেঙ্গ : যে লেঙ্গের মাঝের অংশটি মোটা ও প্রান্তের দিক ক্রমশ সরু তাকে উত্তল লেঙ্গ বলা হয়।
অবতল লেঙ্গ : যে লেঙ্গের মাঝের অংশটি সরু ও প্রান্তের দিক ক্রমশ মোটা তাকে অবতল লেঙ্গ বলা হয়।
- **লেঙ্গের আলোককেন্দ্র** : পাতলা লেঙ্গের ক্ষেত্রে আলোককেন্দ্র হল প্রধান অক্ষের ওপর অবস্থিত এমন একটি বিন্দু যার মধ্য দিয়ে আলোকরশ্মি গেলে তার কোনোরকম চ্যুতি হয় না, অর্থাৎ আলোকরশ্মি সোজাপথে লেঙ্গের ভিতর দিয়ে চলে যায়।
- সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছে উত্তল লেঙ্গ অভিসারী রশ্মিগুচ্ছে ও অবতল লেঙ্গ অপসারী রশ্মিগুচ্ছে রূপান্তরিত করে।
- **লেঙ্গের মুখ্য ফোকাস** : লেঙ্গের প্রধান অক্ষের সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ লেঙ্গ দ্বারা প্রতিসরণের পর উত্তল লেঙ্গের ক্ষেত্রে প্রধান অক্ষের ওপর একটি বিন্দুতে মিলিত হয় এবং অবতল লেঙ্গের ক্ষেত্রে প্রধান অক্ষের ওপর একটি বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়। এই বিন্দুকে লেঙ্গের মুখ্য ফোকাস বলা হয়।
 প্রকৃতপক্ষে এটি লেঙ্গের দ্বিতীয় মুখ্য ফোকাস। যদিও লেঙ্গের মুখ্য ফোকাস বলতে সাধারণত দ্বিতীয় মুখ্য ফোকাসকেই বোঝায়।
- উত্তল লেঙ্গের সামনে (i) কোনো বস্তুকে ফোকাস দূরত্বের দ্বিগুণ বা $2f$ অপেক্ষা বেশি দূরত্বে রাখলে খর্বকায় সদ্বিষ্ম গঠিত হয়। (ii) কোনো বস্তুকে ফোকাস দূরত্বের দ্বিগুণ বা $2f$ দূরত্বে রাখলে সমান সাইজের সদ্বিষ্ম গঠিত হয়। (iii) কোনো বস্তুকে ফোকাস দূরত্বের চেয়ে বেশি কিন্তু দ্বিগুণ ফোকাস দূরত্বের চেয়ে কম দূরত্বে রাখলে বিবর্ধিত সদ্বিষ্ম গঠিত হয়। (iv) কোনো বস্তুকে ফোকাস দূরত্ব অপেক্ষা কম দূরত্বে রাখলে বিবর্ধিত অসদ্বিষ্ম গঠিত হয়।
- অবতল লেঙ্গ সর্বদা কোনো বস্তুর খর্বকায় অসদ্বিষ্ম গঠন করে।
- **লেঙ্গে রৈখিক বিবর্ধন** : লেঙ্গের প্রধান অক্ষের সঙ্গে লম্বভাবে অবস্থিত কোনো বস্তুর প্রতিবিষ্মের উচ্চতা ও বস্তুর উচ্চতার অনুপাতকে রৈখিক বিবর্ধন বলা হয়।
- **একটি সরল ক্যামেরার বিভিন্ন অংশগুলি হল** : (i) আলোক নিরুদ্ধ বাস্ক, (ii) অভিলক্ষ্য, (iii) ডায়াফ্রাম, (iv) শাটার, (v) পর্দা।
- **চোখের উপযোজন** : চোখের যে ক্ষমতার জন্য সিলিয়ারি মাংসপেশির সাসপেন্সরি বন্ধনীর সংকোচন ও প্রসারণ করে, চক্ষুলেঙ্গের ফোকাস দৈর্ঘ্যের বৃদ্ধি ও হ্রাস করে, দূরের ও কাছের বস্তুর প্রতিবিষ্ম রেটিনায় গঠিত হয় তাকে চোখের উপযোজন বলা হয়।
- **নিকট বিন্দু ও দূর বিন্দু** : উপযোজন প্রয়োগ করে চোখ সর্বাপেক্ষা নিকটতম যে বিন্দু পর্যন্ত একটি বস্তুকে স্পষ্টভাবে দেখতে পায় তাকে চোখের নিকট বিন্দু বলা হয়। আবার উপযোজন প্রয়োগ না করে চোখ

থেকে সর্বাপেক্ষা দূরের যে বিন্দুতে একটি বস্তুকে স্পষ্টভাবে দেখতে পাওয়া যায় তাকে চোখের দূর বিন্দু বলা হয়। সুস্থ চোখের নিকট বিন্দুর দূরত্ব প্রায় 25cm এবং দূর বিন্দু অসীমে অবস্থিত হয়।

- আলোর বিচ্ছুরণ : বহুবর্ণী বা কোনো যৌগিক আলোকরশ্মি কোনো প্রতিসারকের মধ্য দিয়ে গেলে বিভিন্ন বর্ণে ভেঙে যায়। এই ঘটনাকে আলোর বিচ্ছুরণ বলা হয়।

রামধানু হল আলোর বিচ্ছুরণের একটি প্রাকৃতিক দৃষ্টান্ত।

- দৃশ্যমান বর্ণালি : যে সমস্ত আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 4000Å থেকে 8000Å-এর মধ্যে, সেই আলোগুলি আমাদের চোখে দর্শনের অনুভূতি জাগায়। এই পাল্লার আলোই হল দৃশ্যমান বর্ণালি।

- কোনো অস্বচ্ছ বস্তু সূর্যালোকে থাকলে ওই বস্তু যে বর্ণের আলোকে প্রতিফলিত করে, বস্তুকে সেই রঙের বলে মনে হয়। যদি বস্তু একাধিক বর্ণের আলো প্রতিফলিত করে তাহলে ওই বর্ণগুলির মিশ্রণে যে বর্ণের উৎপত্তি হয় বস্তুর বর্ণও সেটাই মনে হয়।

আবার কোনো স্বচ্ছ বস্তু যেমন — বায়ু, জল, কাচ, প্রভৃতির মধ্য দিয়ে যে বর্ণের আলো সংবাহিত হয়, বস্তুকে সেই রঙের মনে হয়।

একক : চলতড়িৎ

বিষয় সংক্ষেপ

- **তড়িদাধান:** তড়িদাধান হল বস্তুর এমন এক ভৌত ধর্ম যার জন্য বস্তুটি কোনো তড়িদ্রবস্ত বা অনাহিত বস্তুকে বল প্রয়োগ করে।
- **কুলম্বের সূত্র:** দুটি স্থির বিন্দু-আধানের মধ্যে পারস্পরিক আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল আধান দুটির গুণফলের সমানুপাতিক এবং আধান দুটির মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক।
 q_1 ও q_2 মানের দুটি বিন্দু-আধান r ব্যবধানে থাকলে পারস্পরিক তড়িতিক বল $F = k$. যেখানে k একটি ধ্রুবক এবং এর মান পারিপার্শ্বিক মাধ্যম ও এককের পদ্ধতির ওপর নির্ভরশীল।
- CGS পদ্ধতি ও SI-তে আধানের একক যথাক্রমে esu আধান ও C (কুলম্ব) এবং $1C = 3 \times 10^9$ esu আধান।
- **তড়িৎক্ষেত্র:** তড়িৎক্ষেত্র হল এমন একটি ক্ষেত্র বা অঞ্চল যেখানে কোনো তড়িদাধানকে রাখলে সেই আধানটি একটি তড়িৎ বল অনুভব করে।
- **তড়িৎবিভব:** অসীম দূরত্ব থেকে একটি একক ধনাত্মক তড়িদাধানকে তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে কার্য করতে হয়, তাকে তড়িৎক্ষেত্রের ওই বিন্দুতে তড়িৎবিভব বলা হয়।
- তড়িৎবিভবের CGS পদ্ধতি ও SI-তে একক যথাক্রমে 1 esu বিভব বা statvolt ও V (ভোল্ট) এবং 1 esu বিভব = 300 V।
- **তড়িৎকোশ:** তড়িৎকোশ হল এমন একটি ব্যবস্থা যেখানে কোনো যন্ত্রের সাহায্য ছাড়া অন্য কোনো শক্তিকে তড়িৎশক্তিতে বৃপান্তরিত করা যায়।
- পরিবাহীর যে-কোনো প্রস্থচ্ছেদের মধ্য দিয়ে একক সময়ে যে পরিমাণ তড়িদ্রবস্ত কণা প্রবাহিত হয় তা হল তড়িৎপ্রবাহের পরিমাণ বা তড়িৎপ্রবাহমাত্রা।
তড়িৎপ্রবাহের অভিমুখ বলতে ধনাত্মক আধানের গতির অভিমুখকে বোঝায়। ধাতব পরিবাহীর ক্ষেত্রে তড়িৎপ্রবাহের অভিমুখ হল মুক্ত ইলেকট্রনের গতির বিপরীত অভিমুখে।
- **ওহমের সূত্র:** পরিবাহীর তাপমাত্রা ও অন্যান্য ভৌত অবস্থা অপরিবর্তিত থাকলে পরিবাহীর মধ্য দিয়ে প্রবাহমাত্রা পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভবপ্রভেদের সমানুপাতিক।
- **পরিবাহীর রোধ:** যে ধর্মের জন্য কোনো পরিবাহী ওর মধ্যে দিয়ে তড়িৎপ্রবাহকে বাধা দেয়, তাকে ওই পরিবাহীর রোধ বলে।
- **ওহমের সূত্র থেকে রোধের সংজ্ঞা:** কোনো পরিবাহীর দু-প্রান্তে বিভব পার্থক্য সৃষ্টি করলে পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎপ্রবাহ হয়। পরিবাহীর দু-প্রান্তের বিভবপ্রভেদ ও পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎপ্রবাহমাত্রার অনুপাতকে পরিবাহীর রোধ বলা হয়।

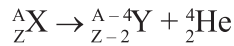
- **অভ্যন্তরীণ রোধ :** তড়িৎকোশের মধ্য দিয়ে যখন তড়িৎপ্রবাহ হয় তখন কোশের উপাদানগুলি এই তড়িৎপ্রবাহের বিরুদ্ধে বাধার সৃষ্টি করে। কোশের মধ্যে এই বাধাকেই অভ্যন্তরীণ রোধ বলা হয়।
- **রোধাক্ষ :** একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর দুই বিপরীত পৃষ্ঠের মধ্যবর্তী অংশের রোধকে ওই পরিবাহীর উপাদানের রোধাক্ষ বলা হয়।
- **পরিবাহিতাক্ষ :** একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলযুক্ত কোনো পরিবাহীর পরিবাহিতাকে ওই পরিবাহীর উপাদানের পরিবাহিতাক্ষ বলা হয়।
- **পরিবাহী, অন্তরক ও অর্ধপরিবাহী :** কিছু পদার্থ আছে যারা সহজে তড়িৎ পরিবহণ করতে পারে তাদের সুপরিবাহী বলা হয়, যেমন—ধাতব পরিবাহী। আবার কিছু পদার্থ আছে যারা সাধারণত তড়িৎ পরিবহণ করতে পারে না, তাদের অন্তরক বলা হয়, যেমন—কাঠ, প্লাস্টিক, রবার। সুপরিবাহী ও অন্তরক ছাড়া আরও একধরনের পদার্থ আছে যাদের রোধাক্ষ সুপরিবাহী পদার্থের তুলনায় বেশি কিন্তু অন্তরকের তুলনায় কম, এদের অর্ধপরিবাহী বলা হয়। যেমন— Ge, Si।
- **অতিপরিবাহী :** এক ধরনের ধাতু ও যৌগিক পদার্থ আছে যাদের তাপমাত্রা একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রা অপেক্ষা কম হলে রোধাক্ষ শূন্য হয়ে যায়। এই নির্দিষ্ট উষ্ণতাকে সংকট উষ্ণতা এবং এই ধরনের পদার্থকে অতিপরিবাহী বলা হয়। যেমন— পারদ 4.2 K তাপমাত্রায় অতিপরিবাহী হয়।
- **রোধের শ্রেণী সমবায় :** যদি কতকগুলি রোধ পরপর এমনভাবে যুক্ত থাকে যে একটির শেষ প্রান্ত পরেরটির প্রথম প্রান্তের সঙ্গে যুক্ত, তবে এই সমবায়কে শ্রেণী সমবায় বলা হয়।
 R_1, R_2 ও R_3 রোধ তিনটি শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত থাকলে যদি তুল্য রোধ R_s হয় তবে, $R_s = R_1 + R_2 + R_3$ ।
- **রোধের সমান্তরাল সমবায় :** যদি কতকগুলি রোধের একপ্রান্ত একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে ও অপর প্রান্ত অপর একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে যুক্ত থাকে, তবে এই সমবায়কে সমান্তরাল সমবায় বলা হয়।
 R_1, R_2 ও R_3 রোধ তিনটি সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত থাকলে যদি তুল্য রোধ R_p হয় তবে, $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ ।
- **R রোধের মধ্য দিয়ে t সময় ধরে I তড়িৎপ্রবাহ পাঠালে যদি H তাপ উৎপন্ন হয় তবে জুলের সূত্রানুযায়ী,**
 $H = \frac{I^2 R t}{4.2}$ cal অথবা, $H = I^2 R t$ joule।
- **তড়িৎক্ষমতা :** কোনো তড়িৎযন্ত্রের সময়ের সাপেক্ষে বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যয়ের হারকে তড়িৎক্ষমতা বলা হয়।
তড়িৎক্ষমতা, $P = VI = I^2 R = \frac{V^2}{R}$ ।
- **kW · h বা BOT :** 1 kW ক্ষমতাসম্পন্ন কোনো তড়িৎযন্ত্র 1 h ধরে চললে যে পরিমাণ বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যয়িত হয় তাকে 1 kW · h বা 1 BOT বলা হয়।

- একটি বৈদ্যুতিক বাতির রেটিং 220 V-100 W বলতে বোঝায়, বাতিটির দু-প্রান্তের বিভবপ্রভেদ 220 V হলে বাতিটি সবচেয়ে উজ্জ্বলভাবে জ্বলবে এবং বাতিটি প্রতি সেকেন্ডে 100 J তড়িৎশক্তি ব্যয় করবে।
- ভাস্কর ল্যাম্পের তুলনায় CFL (Compact Fluorescent Lamp) ও LED (Light Emitting Diode) ল্যাম্প বেশি তড়িৎশক্তি সাশ্রয়কারী। CFL ব্যয়িত তড়িৎশক্তি প্রায় 7% থেকে 9% এবং LED ল্যাম্প ব্যয়িত তড়িৎশক্তির প্রায় 4% থেকে 18% দৃশ্যমান আলো উৎপন্ন করে।
- অ্যাম্পিয়ারের সন্তরণ নিয়ম : তড়িদ্বাহী তার বরাবর কোনো ব্যক্তি চুম্বক শলাকার দিকে মুখ করে তড়িৎপ্রবাহের অভিমুখে সাঁতার কাটতে থাকলে, ব্যক্তিটির প্রসারিত বাম হাতটি যদিকে থাকবে চুম্বক শলাকার উত্তর মেরু সেইদিকে বিক্ষিপ্ত হবে, অর্থাৎ চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক নির্দেশ করবে।
- দক্ষিণ মুষ্টি নিয়ম : কোনো তড়িদ্বাহী তারকে ডান হাতের মুষ্টিতে ধরে বৃদ্ধাস্থ বরাবর তড়িৎপ্রবাহ দেখানো হলে বাকি আঙুলগুলি চৌম্বক বলরেখার অভিমুখ নির্দেশ করবে।
- ফ্লেমিং-এর বাম হস্ত নিয়ম : বাম হাতের বৃদ্ধাস্থ, তর্জনী ও মধ্যমাকে পরস্পরের সমকোণে রেখে প্রসারিত করলে যদি তর্জনী চৌম্বক ক্ষেত্রের অভিমুখ এবং মধ্যমা তড়িৎপ্রবাহের অভিমুখ নির্দেশ করে, তবে বৃদ্ধাস্থ পরিবাহীর গতির অভিমুখ বা পরিবাহীর ওপর ত্রিযাশীল বলের অভিমুখ নির্দেশ করবে।
- বৈদ্যুতিক মোটর : বৈদ্যুতিক মোটর হল এমন এক তড়িৎযন্ত্র যেখানে স্থির চৌম্বক ক্ষেত্রে একটি তড়িদ্বাহী কুণ্ডলী একটি নির্দিষ্ট অক্ষ সাপেক্ষে আবর্তন করে এবং তড়িৎশক্তি যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।
- তড়িৎচুম্বকীয় আবেশ সংক্রান্ত সূত্রাবলী : ফ্যারাডের সূত্রাবলী : প্রথম সূত্র : কোনো বদ্ধ কুণ্ডলীর সঙ্গে জড়িত চৌম্বক প্রবাহের পরিবর্তন হলে কুণ্ডলীতে তড়িৎচালক বল আবিষ্ট হয় এবং কুণ্ডলীতে তড়িৎপ্রবাহ চলে।
দ্বিতীয় সূত্র : তড়িৎচুম্বকীয় আবেশের ক্ষেত্রে আবিষ্ট তড়িৎচালক বলের মান কুণ্ডলীর সঙ্গে জড়িত চৌম্বক প্রবাহের পরিবর্তনের হারের সঙ্গে সমানুপাতিক।
- লেঞ্জের সূত্র : আবিষ্ট তড়িৎপ্রবাহ এমন একটি অভিমুখে হবে যাতে, যে কারণে প্রবাহের সৃষ্টি হয় প্রবাহ সর্বদা সেই কারণকে বাধা দেয়।
- dc ও ac : তড়িৎপ্রবাহের অভিমুখ সর্বদা একইদিকে হলে তাকে একমুখী তড়িৎপ্রবাহ বা dc এবং তড়িৎপ্রবাহের অভিমুখ নির্দিষ্ট সময় অন্তর পর্যায়ক্রমে বিপরীতমুখী হলে তাকে পরিবর্তী তড়িৎপ্রবাহ বা ac বলা হয়।
- ডায়নামো : যে যন্ত্রে তড়িৎচুম্বকীয় আবেশের নীতিকে কাজে লাগিয়ে চৌম্বক ক্ষেত্রে পরিবাহী কুণ্ডলীকে ঘুরিয়ে যান্ত্রিক শক্তিকে তড়িৎশক্তিতে রূপান্তরিত করা হয় তাকে ডায়নামো বা জেনারেটর বলে।
- বাড়িতে বিদ্যুৎ সরবরাহের জন্য বিদ্যুৎ সরবরাহ সংস্থার ওভারহেড বা আন্ডারগ্রাউন্ড কেবল থেকে বাড়িতে দুটি তার টানা হয়। একটি হল লাইভ তার, অন্যটি নিউট্রাল তার। সাধারণত লাইভ তারে লাল প্লাস্টিকের আবরণ ও নিউট্রাল তারে কালো প্লাস্টিকের আবরণ দেওয়া থাকে। বর্তমানে আন্তর্জাতিক নিয়ম অনুযায়ী লাইভ তারটি বাদামি ও নিউট্রাল তারটি হালকা নীল (বা আকাশী) রঙের প্লাস্টিকের আবরণ দেওয়া হয়।

একক : পরমাণুর নিউক্লিয়াস

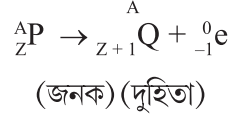
বিষয় সংক্ষেপ

- **তেজস্ক্রিয়তা** : যে ধর্মের জন্য সাধারণত কিছু উচ্চ পারমাণবিক ভরসংখ্যাবিশিষ্ট মৌল স্বতঃস্ফূর্তভাবে এক বিশেষ ধরনের অদৃশ্য বিকিরণ নিঃসরণ করে এবং নতুন মৌলের পরমাণুতে পরিণত হয় তাকে তেজস্ক্রিয়তা বলা হয়।
- কোনো মৌলের তেজস্ক্রিয়তা সম্পূর্ণ নিউক্লিয়াসজনিত ঘটনা, এর সঙ্গে ইলেকট্রন বিন্যাসের কোনো সম্পর্ক নেই। তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্গমনের ফলে নিউক্লিয়াসের গঠনের পরিবর্তন হয় অর্থাৎ নিউক্লিয়াসে প্রোটন ও নিউট্রন সংখ্যার পরিবর্তন হয় তাই নতুন মৌল উৎপন্ন হয়।
- পোলোনিয়ামের (Po) তেজস্ক্রিয়তা, ইউরেনিয়ামের তুলনায় প্রায় হাজার গুণ ও রেডিয়ামের তেজস্ক্রিয়তা ইউরেনিয়ামের তুলনায় প্রায় দশ লক্ষ গুণ।
- তেজস্ক্রিয় মৌলের যে পরমাণুর তেজস্ক্রিয় বিঘটন হয় তাকে জনক পরমাণু এবং ওই পরমাণুর নিউক্লিয়াস থেকে তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্গত হওয়ার পর যে নতুন মৌলের পরমাণু উৎপন্ন হয় তাকে দুহিতা পরমাণু বলা হয়।
- তেজস্ক্রিয় বিকিরণের মধ্যে তিনটি বিভিন্ন প্রকৃতির রশ্মি আছে। এদের মধ্যে একটি ধনাত্মক তড়িৎপ্রস্তু কণার স্রোত, এটিকে α -রশ্মি বলা হয়। অপর একটি রশ্মি ঋণাত্মক তড়িৎপ্রস্তু কণার স্রোত, এটিকে β -রশ্মি বলা হয় এবং অন্যটি নিস্তড়িৎ বা এক ধরনের তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গ, একে γ -রশ্মি বলা হয়।
- α -কণার আধান প্রোটনের আধানের দ্বিগুণ। এর চিহ্ন হল ${}^4_2\text{He}$, ভর 6.642×10^{-27} kg (বা 4.0015 u) এবং এর গতিবেগ শূন্যস্থানে আলোর গতিবেগের প্রায় 0.01 অংশ থেকে 0.1 অংশের মধ্যে হয়।
- β -কণার আধান একটি ইলেকট্রনের আধানের সমান অর্থাৎ -1.6×10^{-19} C। এর চিহ্ন হল ${}^0_{-1}\text{e}$ বা ${}^0_{-1}\beta$, ভর 9.1×10^{-31} kg এবং এর গতিবেগ শূন্যস্থানে আলোর গতিবেগের প্রায় 0.3 অংশ থেকে 0.98 অংশের মধ্যে হয়।
- γ -রশ্মি ক্ষুদ্র তরঙ্গদৈর্ঘ্যের এক ধরনের তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গ যার তরঙ্গদৈর্ঘ্য প্রায় 0.1Å-এর কম। γ -রশ্মি নিস্তড়িৎ। এর চিহ্ন ${}^0_0\gamma$ এবং এই রশ্মি শূন্যস্থানে আলোর বেগে যায়।
- কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের পরমাণুর α -বিঘটন হলে যে নতুন পরমাণুর সৃষ্টি হয়, তার ভর সংখ্যা 4 একক এবং পারমাণবিক সংখ্যা 2 একক কম হয়; অর্থাৎ,



(জনক) (দুহিতা)

- কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের পরমাণুর β -বিঘটন হলে যে নতুন পরমাণুর সৃষ্টি হয় তার ভর সংখ্যা অপরিবর্তিত থাকে এবং পারমাণবিক সংখ্যা 1 একক বেশি হয়; অর্থাৎ,



কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের পরমাণুর α -বিঘটন বা β -বিঘটন হলে নিউক্লিয়াস উত্তেজিত অবস্থায় থাকে।

- নিউক্লিয়াস থেকে γ -রশ্মি নির্গত হলে পরমাণুর ভর সংখ্যা বা পারমাণবিক সংখ্যার কোনো পরিবর্তন হয় না।
- ক্যানসার, লিউকিমিয়া বা থাইরয়েড রোগের চিকিৎসায় তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ব্যবহৃত হয়। এছাড়া কার্বনের রেডিয়া-আইসোটোপ ^{14}C দ্বারা কোনো জীবাশ্ম বা পুরাতাত্ত্বিক বস্তুর বয়স নির্ণয় করা যায়।
- কোনো নিউক্লিয়াস যতগুলি প্রোটন ও নিউট্রন নিয়ে গঠিত তাদের ভরের সমষ্টি অপেক্ষা নিউক্লিয়াসের ভর কিছুটা কম হয়। ভরের এই পার্থক্যকে ভর ত্রুটি (mass defect) বলা হয়। ভর ত্রুটির তুল্য শক্তিই হল বন্ধন-শক্তি।
- নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধন-শক্তি 8 MeV-এর কাছাকাছি হলে নিউক্লিয়াস স্থায়ী হয়। ^{62}Ni -এর নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধন-শক্তি সর্বোচ্চ এবং এর মান প্রায় 8.8 MeV।
- **নিউক্লীয় বিভাজন** : নিউক্লীয় বিভাজন হল এক ধরনের কেন্দ্রক বিক্রিয়া যেখানে কোনো ভারী নিউক্লিয়াস প্রায় সমান ভরের দুটি কেন্দ্রে বিভাজিত হয় এবং কয়েকটি নিউট্রন, γ -রশ্মি এবং প্রচণ্ড শক্তির উদ্ভব হয়।
- নিউক্লীয় বিভাজনের একটি উদাহরণ :
 $^{235}_{92}\text{U}$ নিউক্লিয়াসকে ধীরগতিসম্পন্ন নিউট্রন দিয়ে আঘাত করলে নিউক্লীয় বিভাজনের সমীকরণটি হল—

$$^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow ^{235}_{92}\text{U}^* \rightarrow ^{141}_{56}\text{Ba} + ^{92}_{36}\text{Kr} + 3{}^1_0\text{n} + 200.6 \text{ MeV (প্রায়)}$$
- নিউক্লিয়ার রিঅ্যাকটর হল এমন একটি ব্যবস্থা যেখানে নিউক্লীয় বিভাজনকে বিশেষ পদ্ধতিতে নিয়ন্ত্রণের মধ্যে রেখে, নিউক্লীয় বিভাজনে উৎপন্ন তাপশক্তিকে তড়িৎশক্তিতে রূপান্তরিত করে অল্প সময়ে বিপুল শক্তি উৎপন্ন করা যায়।
- নিউক্লিয়ার রিঅ্যাকটরে 1kg পরিমাণ $^{235}_{92}\text{U}$ ব্যবহার করলে যে তাপশক্তি উৎপন্ন হয় (প্রায় $7.2 \times 10^{13}\text{J}$) তা 1 kg কয়লা পুড়িয়ে উৎপন্ন তাপের (প্রায় $2.4 \times 10^7\text{J}$) প্রায় 30 লক্ষ গুণ।
- নিউক্লিয়ার রিঅ্যাকটরে উৎপন্ন বিদ্যুৎ বর্তমান শক্তি সংকটের যুগে খুবই গুরুত্বপূর্ণ।
- নিউক্লিয়ার রিঅ্যাকটরের যেমন অনেক ভালো দিক আছে তেমনই এর থেকে বিপদও আছে। এর মূল বিপদ হল অনিয়ন্ত্রিত তেজস্ক্রিয় রশ্মির নির্গমন। যার কুফল আমরা দেখেছি ইউক্রেনের চেরনোবিল ও জাপানের ফুকুশিমায়।

- নিউক্লীয় সংযোজন : যে নিউক্লীয় বিক্রিয়ায় একাধিক হালকা নিউক্লিয়াস যুক্ত হয়ে একটি ভারী নিউক্লিয়াস গঠন করে তাকে নিউক্লীয় সংযোজন বলে।
- নিউক্লীয় সংযোজনের একটি উদাহরণ হল :

$${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^1_0\text{n} + 3.27 \text{ MeV}$$
- নিউক্লীয় সংযোজনে নির্গত শক্তি, নিউক্লীয় বিভাজনের তুলনায় বেশি। 1 g হাইড্রোজেনের সংযোজনে নির্গত শক্তি 1 g ইউরেনিয়ামের (${}^{235}_{92}\text{U}$) বিভাজনে নির্গত শক্তির তুলনায় প্রায় 7.3 গুণ।
- যে-কোনো নক্ষত্র, যেমন সূর্যের তাপশক্তির মূল উৎস হল নিউক্লীয় সংযোজন। নক্ষত্রের মূল জ্বালানি হল হাইড্রোজেন। নক্ষত্রে সংযোজন বিক্রিয়া কতকগুলি চক্রের মাধ্যমে সংঘটিত হয়।

**একক : পদার্থের ভৌত ও রাসায়নিক
ধর্মসমূহ পর্যায়-সারণি এবং মৌলদের ধর্মের পর্যাবৃত্ততা**

বিষয় সংক্ষেপ

- **ডোবেরিনারের ত্রয়ীসূত্র (Law of triads) :** 1817 খ্রিস্টাব্দে জার্মান বিজ্ঞানী ডোবেরিনার প্রথম পারমাণবিক গুরুত্বের ভিত্তিতে মৌলগুলিকে সাজানোর চেষ্টা করেন। তাঁর ত্রয়ীসূত্র অনুসারে, রাসায়নিকভাবে সদৃশ প্রতি তিনটি মৌলশ্রেণীর মাঝের মৌলটির পারমাণবিক গুরুত্ব মোটামুটিভাবে অপর মৌল দুটির পারমাণবিক গুরুত্বের গড় হয়।
- **মেন্ডেলিফের পর্যায়-সূত্র (1869 খ্রিস্টাব্দ) :** মৌলের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মের সাথে পারমাণবিক গুরুত্বের সম্পর্কযুক্ত সূত্রটি হল—মৌলসমূহের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম মৌলগুলির পারমাণবিক গুরুত্ব বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে পর্যায়ক্রমে পুনরাবৃত্ত হয়।

জার্মান বিজ্ঞানী লোথার মেয়ারও (1870 খ্রিস্টাব্দ) মৌলের পারমাণবিক গুরুত্বের সাথে তাদের ভৌত ধর্মের পর্যায়ক্রমিক পরিবর্তন লক্ষ্য করে একই সিদ্ধান্তে উপনীত হয়েছিলেন।

- **পর্যায়-সারণি :** পর্যায়-সূত্র অবলম্বন করে মৌলসমূহের পর্যায়গত শ্রেণীবিভাগের মাধ্যমে মেন্ডেলিফ মৌলসমূহের যে শ্রেণীবদ্ধ সারণি প্রস্তুত করেন, তা মেন্ডেলিফের পর্যায়-সারণি নামে পরিচিত।
- **আধুনিক পর্যায়-সূত্র :** ইংরেজ বিজ্ঞানী মোজলের (1913-14) বিভিন্ন পরীক্ষায় জানা যায় পরমাণু-ক্রমাঙ্কই মৌলের মূলগত ধর্মের নিয়ন্ত্রক। এর ফলে মেন্ডেলিফের পর্যায়-সূত্রটি সংশোধিত হয়। আধুনিক পর্যায়-সূত্র অনুসারে, মৌলসমূহের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মগুলি তাদের পরমাণু ক্রমাঙ্ক বৃদ্ধির সঙ্গে পর্যায়ক্রমে পুনরাবৃত্ত হয়।
- **পর্যায়-সারণির অনুভূমিক সারিগুলিকে পর্যায় ও উল্লম্ব সারিগুলিকে শ্রেণী বলা হয়।** মেন্ডেলিফের পর্যায়-সারণির আধুনিক সংস্করণে 7টি পর্যায় ও 9টি শ্রেণী আছে।
- **আধুনিক বা দীর্ঘ পর্যায়-সারণি :** আধুনিক পর্যায়-সূত্র অনুসারে মৌলের পরমাণুর ইলেকট্রন-বিন্যাসের ভিত্তিতে রচিত পর্যায়-সারণিকে বলা হয় আধুনিক বা দীর্ঘ পর্যায়-সারণি। এটি বোরের সারণি নামেও পরিচিত। এই পর্যায়-সারণিতে 7টি পর্যায় ও 18টি শ্রেণী আছে।
- **পর্যায়-সারণির বিভিন্ন গ্রুপভুক্ত মৌলগুলিকে কয়েকটি বিশেষ নামে চিহ্নিত করা হয়। যেমন—**

গ্রুপ	বিশেষ নাম
গ্রুপ 1 মৌল	ক্ষার ধাতু
গ্রুপ 2 মৌল	ক্ষারীয় মৃত্তিকা ধাতু
গ্রুপ 11 মৌল	মুদ্রা ধাতু
গ্রুপ 15 মৌল	নিকটোজেন মৌল

গ্রুপ	বিশেষ নাম
গ্রুপ 16 মৌল	চ্যালকোজেন মৌল
গ্রুপ 17 মৌল	হ্যালোজেন মৌল
গ্রুপ 18 মৌল	নিষ্ক্রিয় গ্যাস

- পর্যায়-সারণিতে হাইড্রোজেনের স্থান বিতর্কিত। হাইড্রোজেন গ্রুপ 1-এর অন্তর্গত ক্ষার ধাতুগুলি এবং গ্রুপ 17-এর অন্তর্গত হ্যালোজেন মৌলগুলির সঙ্গে ধর্মের সাদৃশ্য দেখায়। তাই মেডেলিফ হাইড্রোজেনকে দুষ্ট মৌল (rogue element)-রূপে অভিহিত করেন।
- পর্যায়গত ধর্ম : মৌলের যেসব ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম পর্যায়গত ও শ্রেণীগতভাবে পরিবর্তিত ও পুনরাবৃত্ত হয় তাদের পর্যায়গত ধর্ম (periodic property) বলে। যেমন—পারমাণবিক ব্যাসার্ধ, আয়নন শক্তি, তড়িৎ-ঋণাত্মকতা, জারণ-বিজারণ ধর্ম ইত্যাদি।
- পর্যায়-সারণিতে মৌলগুলির ভৌত রাসায়নিক ধর্ম পর্যায় গত ও শ্রেণীগতভাবে নিম্নরূপ পরিবর্তিত হয় :

ধর্ম	পর্যায়গত প্রবণতা	শ্রেণীগত প্রবণতা
1. পারমাণবিক ব্যাসার্ধ	বামদিক থেকে ডানদিকে হ্রাস পায়	ওপর থেকে নীচের দিকে বৃদ্ধি পায়
2. আয়নন শক্তি	বামদিক থেকে ডানদিকে বৃদ্ধি পায়	ওপর থেকে নীচের দিকে হ্রাস পায়
3. তড়িৎ-ঋণাত্মকতা	বামদিক থেকে ডানদিকে বৃদ্ধি পায়	ওপর থেকে নীচের দিকে হ্রাস পায়
4. জারণ ক্ষমতা	বামদিক থেকে ডানদিকে বৃদ্ধি পায়	ওপর থেকে নীচের দিকে হ্রাস পায়
5. বিজারণ ক্ষমতা	বামদিক থেকে ডানদিকে হ্রাস পায়	ওপর থেকে নীচের দিকে বৃদ্ধি পায়

একক : আয়নীয় ও সমযোজী বন্ধন

বিষয় সংক্ষেপ

- **রাসায়নিক বন্ধন** : যোজ্যতা-কক্ষে ইলেকট্রন গ্রহণ অথবা যোজ্যতা-কক্ষ থেকে ইলেকট্রন বর্জন অথবা ইলেকট্রন-জোড় গঠনের মাধ্যমে পরস্পরের সঙ্গে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী পরমাণুগুলির সর্ববহিস্থ কক্ষে নিকটতম নিষ্ক্রিয় মৌলের ইলেকট্রন-বিন্যাস অর্জনের ফলে যে আকর্ষণ বলের সৃষ্টি হয় তাকে রাসায়নিক বন্ধন বলে।
- **অষ্টকসূত্র** : রাসায়নিকভাবে সুস্থিত হওয়ার জন্য বিভিন্ন মৌল (H, Li ও Be ছাড়া) নিজ নিজ যোজ্যতা-কক্ষে ইলেকট্রনের গ্রহণ বা যোজ্যতা-কক্ষ থেকে ইলেকট্রনের বর্জন অথবা ইলেকট্রন-জোড় গঠনের মাধ্যমে নিকটতম নিষ্ক্রিয় মৌলের ইলেকট্রন-বিন্যাস তথা অষ্টক (শেষ কক্ষে ৪টি ইলেকট্রনের উপস্থিতি) লাভের প্রবণতা দেখায়— একেই যোজ্যতার অষ্টক সূত্র বলে। যদিও সমস্ত যৌগের ক্ষেত্রে অষ্টক সূত্র প্রয়োগ করা যায় না।
- **দ্বৈত সূত্র** : পর্যায়-সারণিতে হিলিয়ামের নিকটবর্তী মৌলগুলি (H, Li, Be) রাসায়নিকভাবে সুস্থিত হওয়ার জন্য তাদের পরমাণুর ইলেকট্রনীয় কক্ষে ইলেকট্রনের গ্রহণ বা কক্ষ থেকে ইলেকট্রনের বর্জন অথবা ইলেকট্রন-জোড় গঠনের মাধ্যমে He-পরমাণুর মতো ইলেকট্রন-বিন্যাস (একমাত্র কক্ষে 2টি ইলেকট্রন) লাভের প্রবণতা দেখায় — একে যোজ্যতার দ্বৈত সূত্র বলে।
- **তড়িৎযোজ্যতা** : দুটি ভিন্ন মৌলের পরমাণু ইলেকট্রন ত্যাগ বা গ্রহণের মাধ্যমে বিপরীত তড়িৎধর্মী আয়নে পরিণত হওয়ার পর স্থির-তড়িতিক আকর্ষণ বলের প্রভাবে পরস্পরের সাথে যুক্ত হয়ে যৌগ গঠন করার ক্ষমতাকে তড়িৎযোজ্যতা বা আয়নীয় যোজ্যতা বলে। তড়িৎযোজ্যতার ফলে পরমাণু দুটির মধ্যে যে বন্ধনের সৃষ্টি হয়, তাকে তড়িৎযোজী বা আয়নীয় বন্ধন এবং আয়নীয় বন্ধন সমন্বিত যৌগকে আয়নীয় যৌগ বলে।
- **আয়নীয় যৌগের বৈশিষ্ট্য** : আয়নীয় যৌগে স্বতন্ত্র অণুর অস্তিত্ব নেই। আয়নীয় যৌগগুলি কঠিন কেলাসাকার হয়, গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্কের মান উচ্চ হয়, কঠিন অবস্থায় তড়িৎ পরিবহণ করে না কিন্তু গলিত বা জলে দ্রবীভূত অবস্থায় তড়িৎ পরিবহণ করে। যৌগগুলি ধ্রুবীয় দ্রাবকে দ্রবীভূত হয় এবং জলীয় দ্রবণে দ্রুতগতিতে বিক্রিয়া করে।
- **সমযোজ্যতা** : রাসায়নিক বিক্রিয়ার সময় একই বা ভিন্ন মৌলের দুই বা ততোধিক পরমাণু এক বা একাধিক ইলেকট্রন-জোড় সমভাবে ব্যবহার করে নিকটতম নিষ্ক্রিয় মৌলের পরমাণুর মতো ইলেকট্রন-বিন্যাস লাভের প্রচেষ্টার মধ্য দিয়ে রাসায়নিকভাবে মিলিত হওয়ার যে ক্ষমতা অর্জন করে, তাকে সমযোজ্যতা বলে। সমযোজ্যতার ফলে দুটি পরমাণুর মধ্যে এক বা একাধিক ইলেকট্রন-জোড় সমভাবে ব্যবহৃত হয়ে যে রাসায়নিক বন্ধন গঠিত হয়, তাকে সমযোজী বন্ধন বলে। সমযোজ্যতার মাধ্যমে সৃষ্ট মৌল বা যৌগের অণুকে সমযোজী অণু বলে।
- **সমযোজী বন্ধনের প্রকারভেদ** : সমযোজী বন্ধন তিন প্রকার। বন্ধন সৃষ্টিকারী পরমাণুদুটির মধ্যে 1টি, 2টি ও 3টি ইলেকট্রন-জোড় সমভাবে ব্যবহৃত হয়ে যথাক্রমে সমযোজী এক-বন্ধন, দ্বি-বন্ধন ও ত্রি-বন্ধনের

সৃষ্টি হয়।

- **সমযোজী যৌগের বৈশিষ্ট্য :** সমযোজী যৌগগুলি একক অণু-রূপে অবস্থান করে। এই যৌগগুলি কঠিন, তরল বা গ্যাসীয় অবস্থায় থাকতে পারে, এদের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক সাধারণত কম হয় এবং এরা তড়িৎ পরিবহণ করতে পারে না। এই যৌগগুলি সাধারণত অক্ষরীয় দ্রাবকে দ্রবীভূত হয় ও ধীর গতিতে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটায়।
- আয়নীয় যৌগে বিচ্ছিন্ন অণুর অস্তিত্ব নেই বলে আণবিক ভরের পরিবর্তে সংকেত ভর ব্যবহার করা হয়। সমযোজী যৌগের ক্ষেত্রে আণবিক ভর ও সংকেত ভর অভিন্ন।
- কঠিন সোডিয়াম ক্লোরাইড কেলাসে বহু Na^+ ও Cl^- আয়ন পরস্পর স্থিরতড়িৎ আকর্ষণে আবদ্ধ হয়ে পুঞ্জীভূত অবস্থায় থাকে। মূলত সুস্থিত ত্রিমাত্রিক কেলাস-জালক উৎপন্ন হওয়ার জন্য সোডিয়াম ক্লোরাইড বা অন্যান্য আয়নীয় যৌগের গঠন সম্ভব পর হয়।
- ক্যালশিয়াম অক্সাইড, ম্যাগনেশিয়াম ক্লোরাইড, সোডিয়াম ফ্লুরাইড, লিথিয়াম হাইড্রাইড প্রভৃতি যৌগগুলি তড়িৎযোজ্যতার ফলে সৃষ্টি হয়। LiH গঠনকালে প্রতিটি আয়নের সর্ববহিস্থ কক্ষে ২টি ইলেকট্রন থাকে, অর্থাৎ এক্ষেত্রে অষ্টক সূত্র লঙ্ঘিত হয়।
- **লুইস-ডট ডায়াগ্রাম :** ইলেকট্রনকে বিন্দু দিয়ে চিহ্নিত করে একটি সমযোজী বন্ধনের জন্য দুটি পরমাণুর মাঝে একজোড়া বিন্দু ব্যবহার করে সমযোজী যৌগের গঠনকে যেভাবে প্রকাশ করা হয়, তাকে লুইস-ডট ডায়াগ্রাম বলে। এই ডায়াগ্রামের ক্ষেত্রে কেবল যোজক ইলেকট্রনগুলিকেই দেখানো হয়।
- সমযোজ্যতার ফলে H_2 , N_2 , O_2 , Cl_2 প্রভৃতি সমযোজী মৌলিক অণু এবং NH_3 , CO_2 , CH_4 , HF প্রভৃতি সমযোজী যৌগিক অণুর সৃষ্টি হয়। H_2 , F_2 , HF , HCL , H_2O , NH_3 , CH_4 প্রভৃতি অণুতে সমযোজী এক-বন্ধন; CO_2 , C_2H_4 প্রভৃতি অণুতে সমযোজী দ্বি-বন্ধন এবং N_2 , C_2H_2 প্রভৃতি অণুতে সমযোজী ত্রি-বন্ধন উপস্থিত।
- O_2 অণুর লুইস-ডট ডায়াগ্রাম, O_2 অণুর গঠন-সম্পর্কিত পরীক্ষালব্ধ ফলাফলের সঙ্গে সংগতিপূর্ণ নয়, তাই একে বর্জন করা হয়। প্রকৃতপক্ষে O_2 অণুর এমন কোনো লুইস-ডট ডায়াগ্রাম অঙ্কন করা সম্ভব নয় যা পরীক্ষালব্ধ ফলাফলের সঙ্গে সংগতিপূর্ণ।

একক : তড়িৎপ্রবাহ ও রাসায়নিক বিক্রিয়া

বিষয় সংক্ষেপ

- **তড়িদ্বিশ্লেষ্য পদার্থ :** যেসব যৌগিক পদার্থ গলিত বা উপযুক্ত দ্রাবকে দ্রবীভূত অবস্থায় তড়িৎ পরিবহণ করে এবং তড়িৎ পরিবহণের ফলে রাসায়নিকভাবে বিয়োজিত হয়ে নতুন পদার্থের সৃষ্টি করে, তাদের তড়িদ্বিশ্লেষ্য পদার্থ বলে। HCl, H₂SO₄ প্রভৃতি অ্যাসিড; KOH, NaOH প্রভৃতি ক্ষার; NaCl, KCl প্রভৃতি লবণের জলীয় দ্রবণ তড়িদ্বিশ্লেষ্যের উদাহরণ। অপরদিকে, যেসব পদার্থ গলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় তড়িৎ পরিবহণে অক্ষম, তাদের তড়িৎ-অবিশ্লেষ্য পদার্থ বলে। চিনি, গ্লুকোজ, মোম, মাখন প্রভৃতি তড়িৎ-অবিশ্লেষ্য পদার্থ।
- **তীব্র ও মৃদু তড়িদ্বিশ্লেষ্য :** যেসব তড়িদ্বিশ্লেষ্য পদার্থ গলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় প্রায় সম্পূর্ণরূপে আয়নে বিয়োজিত হয়ে বেশি মাত্রায় তড়িৎ পরিবহণ করে, সেগুলি তীব্র তড়িদ্বিশ্লেষ্য। যেমন — HCl, NaOH, NaCl ইত্যাদি। অপরদিকে, যেসব তড়িদ্বিশ্লেষ্য পদার্থ গলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় আংশিকরূপে আয়নে বিয়োজিত হয়ে কমমাত্রায় তড়িৎ পরিবহণ করে সেগুলি মৃদু তড়িদ্বিশ্লেষ্য। যেমন — CH₃COOH, NH₄OH ইত্যাদি।
- তড়িদ্বিশ্লেষ্যের স্বতঃস্ফূর্ত বিয়োজনের উৎপন্ন ক্যাটায়ন ও অ্যানায়নের মাধ্যমেই তড়িদ্বিশ্লেষ্যের মধ্য দিয়ে তড়িৎ পরিবহণ ঘটে। অবিয়োজিত অণুগুলি তড়িতের বাহক নয় এবং তড়িদ্বিশ্লেষ্যের মধ্য দিয়ে তড়িৎ পরিবহণে ইলেকট্রনের কোনো ভূমিকা নেই।
- তড়িদ্বিশ্লেষ্যের বিয়োজনে উৎপন্ন ক্যাটায়ন ও অ্যানায়নের সংখ্যা সমান না হলেও তড়িৎ পরিবহণকালে যে-কোনো মুহূর্তে ক্যাটায়নের মোট ধনাত্মক আধান এবং অ্যানায়নের মোট ঋণাত্মক আধানের মান সমান হয়।
- গলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় কোনো তড়িদ্বিশ্লেষ্যের যে ভগ্নাংশ আয়নিত হয়, তাকে বিয়োজন মাত্রা বলা হয়। স্বভাবতই, তীব্র তড়িদ্বিশ্লেষ্যের বিয়োজন মাত্রা বেশি এবং মৃদু তড়িদ্বিশ্লেষ্যের বিয়োজন মাত্রা কম হয়। বিয়োজন মাত্রা বৃদ্ধির সঙ্গে সংশ্লিষ্ট তড়িদ্বিশ্লেষ্যের তড়িৎ-পরিবহণ ক্ষমতাও বৃদ্ধি পায়।
- কঠিন ধাতব পরিবাহীর মধ্য দিয়ে মুক্ত ইলেকট্রনগুলি তড়িৎ পরিবহণ করলেও গলিত বা দ্রবীভূত তড়িদ্বিশ্লেষ্যের মধ্য দিয়ে ওর বিয়োজনে উৎপন্ন আয়নগুলিই তড়িৎ পরিবহণ করে। ধাতুর মধ্য দিয়ে তড়িৎ পরিবহণে ধাতব পরমাণুর স্থানান্তর ঘটে না, কিন্তু তড়িদ্বিশ্লেষ্যের মধ্য দিয়ে তড়িৎ পরিবহণে আয়নগুলির স্থানান্তর ঘটে। তাছাড়া, ধাতব পরিবাহীর তড়িৎ-পরিবহণ ক্ষমতা তড়িদ্বিশ্লেষ্য অপেক্ষা প্রায় 10 লক্ষ গুণ বেশি।
- **তড়িদ্বিশ্লেষণ :** যে পদ্ধতিতে গলিত বা উপযুক্ত দ্রাবকে দ্রবীভূত তড়িদ্বিশ্লেষ্যের মধ্য দিয়ে তড়িৎ চালনার ফলে পদার্থটি রাসায়নিকভাবে বিয়োজিত হয়ে নতুন পদার্থের সৃষ্টি করে, তাকে তড়িদ্বিশ্লেষণ বলে।

- **ভোল্টামিটার ও তড়িদ্বার :** যে যন্ত্রে তড়িদ্বিচ্ছেষণ সম্পন্ন করা হয়, অর্থাৎ তড়িদ্বিচ্ছেষ্য রাখার পাত্র, তড়িদ্বিচ্ছেষ্য ও তড়িদ্বারসহ সমগ্র ব্যবস্থাটিকে ভোল্টামিটার বলে। ভোল্টামিটারে রাখা গলিত বা দ্রবীভূত তড়িদ্বিচ্ছেষ্যের মধ্যে যে দুটি সুপারিবাহী ধাতব (প্ল্যাটিনাম, আয়রন, কপার) বা অধাতব (গ্রাফাইট) পাত বা দণ্ড আংশিকভাবে নিমজ্জিত থাকে তাদের তড়িদ্বার বলে। ব্যাটারির ঋণাত্মক মেরুর সাথে যুক্ত তড়িদ্বারকে ক্যাথোড ও ধনাত্মক মেরুর সাথে যুক্ত তড়িদ্বারকে অ্যানোড বলে।
- তড়িদ্বারের সাহায্যে গলিত বা দ্রবীভূত তড়িদ্বিচ্ছেষ্যের মধ্য দিয়ে সমপ্রবাহী তড়িৎ চালনা করলে তড়িদ্বিচ্ছেষণ ঘটে। ক্যাটায়নগুলি ক্যাথোডে গিয়ে ইলেকট্রন গ্রহণ করে প্রশম পরমাণু বা মূলকে পরিণত হয় অর্থাৎ ক্যাথোডে বিজারণ ঘটে। অন্যদিকে অ্যানায়নগুলি অ্যানোডে গিয়ে ইলেকট্রন ত্যাগ করে প্রশম পরমাণু বা মূলকে পরিণত হয় অর্থাৎ অ্যানায়নগুলি অ্যানোডে জারিত হয়।
- বিশুদ্ধ জল তড়িতের কুপারিবাহী হলেও সামান্য অ্যাসিড-মিশ্রিত জল তড়িৎ পরিবহণ করে। তড়িদ্বিচ্ছেষণের ফলে ক্যাথোডে H_2 ও অ্যানোডে O_2 মুক্ত হয়।
- Cu তড়িদ্বারের সাহায্যে $CuSO_4$ দ্রবণের তড়িদ্বিচ্ছেষণ করা হলে অ্যানোড থেকে কপার আয়নিত হয়ে দ্রবণে আসে ও দ্রবণ থেকে Cu^{2+} আয়ন ক্যাথোডে গিয়ে ইলেকট্রন গ্রহণ করে ধাতব কপাররূপে সঞ্চিত হয়। ফলে অ্যানোড ক্রমশ ক্ষয়প্রাপ্ত হয় ও ক্যাথোড পুরু হয়।
- আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশনে, ধাতুর বিশুদ্ধিকরণে এবং তড়িৎলেপনের তড়িদ্বিচ্ছেষণের প্রয়োগ লক্ষ করা যায়।
- গ্রাফাইট অ্যানোড ও গ্যাসকার্বন নির্মিত ক্যাথোড ব্যবহার করে ক্রায়োলাইট ও ফ্লুওস্পার মিশ্রিত গলিত Al_2O_3 দ্রবণের তড়িদ্বিচ্ছেষণে ক্যাথোডে বিশুদ্ধ Al সঞ্চিত হয়।
- অশুদ্ধ কপারের মোটা দণ্ডকে অ্যানোড ও বিশুদ্ধ কপারের পাতলা পাতকে ক্যাথোডরূপে ব্যবহার করে লেডের আস্তরণযুক্ত তড়িদ্বিচ্ছেষণ পাত্রে লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত $CuSO_4$ দ্রবণের তড়িদ্বিচ্ছেষণ করে কপার ধাতুর তড়িৎ-পরিশোধন করা হয়।
- যে বস্তুর ওপর তড়িৎলেপন করা হবে তাকে ক্যাথোড, যে ধাতুর প্রলেপ দিতে হবে সেই ধাতুর বিশুদ্ধ পাতকে অ্যানোড এবং যে ধাতুর প্রলেপ দিতে হবে সেই ধাতুর একটি জলে দ্রাব্য লবণের দ্রবণ তড়িদ্বিচ্ছেষ্যরূপে ব্যবহার করে তড়িৎলেপন সম্পন্ন করা হয়।

একক : পরীক্ষাগার ও রাসায়নিক শিল্পে অজৈব উপাদান

বিষয় সংক্ষেপ

- অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও শুষ্ক কলিচুনের মিশ্রণকে 1:3 ভর অনুপাতে উত্তপ্ত করে পরীক্ষাগারে অ্যামোনিয়া গ্যাস প্রস্তুত করা হয়।
- পরীক্ষাগারে উৎপন্ন অ্যামোনিয়া গ্যাসকে পোড়াচুনের স্তম্ভের মধ্য দিয়ে চালনা করে জলীয় বাষ্প মুক্ত করে বায়ুর নিষ্কাশন দ্বারা গ্যাসজারে সংগ্রহ করা হয়।
- অ্যামোনিয়া একটি বর্ণহীন, তীব্র ঝাঁজালো গন্ধযুক্ত গ্যাস, জলে অত্যন্ত দ্রাব্য। ০.৮৮ আপেক্ষিক গুরুত্ববিশিষ্ট অ্যামোনিয়ার গাঢ় জলীয় দ্রবণকে লাইকার অ্যামোনিয়া বলে।
- অ্যামোনিয়ার জলীয় দ্রবণ ক্ষারধর্মী, অ্যামোনিয়ার বিজারণ ধর্ম আছে। Fe^{3+} , Al^{3+} ইত্যাদি ধাতব আয়নকে NH_3 জলীয় দ্রবণ থেকে হাইড্রক্সাইডরূপে অধঃক্ষিপ্ত করে। NH_3 -এর সংস্পর্শে নেসলার বিকারক বাদামি বর্ণ ধারণ করে, $CuSO_4$ দ্রবণে অতিরিক্ত NH_3 যোগ করলে গাঢ় নীল বর্ণের দ্রবণ সৃষ্টি হয়।
- হেবার পদ্ধতিতে, আয়রন চূর্ণ অনুঘটকের উপস্থিতিতে এবং K_2O ও Al_2O_3 চূর্ণের মিশ্রণ উদ্দীপকরূপে ব্যবহার করে 450° উষ্ণতা ও 200 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে N_2 ও H_2 (1:3 আয়তন অনুপাতে) গ্যাসের প্রত্যক্ষ সংযোগে অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন হয়।
- প্রায় 175 বায়ুমণ্ডলীয় চাপ ও $170-190^\circ C$ উষ্ণতায় বদ্ধপাত্রে তরল NH_3 ও CO_2 গ্যাসের বিক্রিয়া ঘটিয়ে ইউরিয়া $[CO(NH_2)_2]$ -এর শিল্পোৎপাদন করা হয়।
- পরীক্ষাগারে বিকারকরূপে গ্যাসীয় NH_3 ও অ্যামোনিয়ার জলীয় দ্রবণ এবং রেফ্রিজারেটর, কোল্ড স্টোরেজ ও বরফ তৈরির কারখানায় হিমায়করূপে তরল NH_3 ব্যবহৃত হয়। নাইট্রোজেনঘটিত জৈব সাররূপে, ইউরিয়া স্টিবামিন ও বারবিটিউরেট ওষুধ প্রস্তুতিতে এবং নাইট্রোসেলুলোজ, সেলোফেন প্রভৃতির শিল্পোৎপাদনে ইউরিয়া ব্যবহৃত হয়।
- সাধারণ উষ্ণতায় ফেরাস সালফাইডের সঙ্গে লঘু H_2SO_4 -এর বিক্রিয়ায় পরীক্ষাগারে H_2S গ্যাস প্রস্তুত করা হয়। বায়ু অপেক্ষা ভারী বলে গ্যাসটিকে বায়ুর উর্ধ্বাংশ দ্বারা গ্যাসজারে সংগ্রহ করা হয়। পরীক্ষাগারে প্রয়োজনমতো নিরবচ্ছিন্নভাবে H_2S পাওয়ার জন্য কিপ্-যন্ত্র ব্যবহার করা হয়।
- হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S) একটি বর্ণহীন, পচা, ডিমের মতো গন্ধযুক্ত বিষাক্ত গ্যাস। H_2S -এর বিযক্রিয়া ওর রাসায়নিক ধর্মের সঙ্গে সম্পর্কিত।
- H_2S -এর জলীয় দ্রবণ মৃদু অম্লধর্মী। H_2S -এর বিজারণ ধর্ম আছে, জলীয় দ্রবণে বিভিন্ন ধাতব আয়নকে সালফাইড যৌগরূপে অধঃক্ষিপ্ত করে। ক্ষারীয় সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইডের দ্রবণ H_2S -এর সংস্পর্শে বেগুনি বর্ণ ধারণ করে।
- বিভিন্ন সালফাইড ও বাইসালফাইড যৌগ প্রস্তুতিতে, পরীক্ষাগারে বিজারক রূপে ও অজৈব লবণের গুণগত ও পরিমাণগত বিশ্লেষণে H_2S ব্যবহৃত হয়।

- সোডিয়াম নাইট্রাইট ও অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের মিশ্রণের গাঢ় জলীয় দ্রবণকে সাবধানে উত্তপ্ত করে পরীক্ষাগারে নাইট্রোজেন গ্যাস প্রস্তুত করা হয়। উৎপন্ন নাইট্রোজেনকে জলের নিম্ন অপসারণ দ্বারা গ্যাসজারে সংগ্রহ করা হয়।
- নাইট্রোজেন একটি বর্ণহীন, গন্ধহীন ও স্বাদহীন গ্যাস, জলে এর দ্রাব্যতা খুব কম। তরল নাইট্রোজেনের স্ফুটনান্দ -195.8°C ।
- N_2 সাধারণ উষ্ণতায় রাসায়নিকভাবে নিষ্ক্রিয়, কারণ দুটি N-পরমাণু পরস্পর সমযোজী ত্রি-বন্ধন দ্বারা যুক্ত থাকে যাকে সাধারণ রাসায়নিক বিক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তি দ্বারা বিভাজিত করা যায় না।
- বিভিন্ন নাইট্রোজেন-ঘটিত রাসায়নিক সার, যেমন — অ্যামোনিয়াম সালফেট, অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট, ইউরিয়া, নাইট্রোলিম ইত্যাদি তৈরিতে N_2 ব্যবহৃত হয়। NH_3 ও HNO_3 -এর শিল্পোৎপাদনেও N_2 ব্যবহৃত হয়।
- কৃত্রিম বা প্রাকৃতিক উপায়ে বায়ুমণ্ডলের নাইট্রোজেনকে নাইট্রোজেন-ঘটিত যৌগে রূপান্তরিত করার প্রক্রিয়াকে নাইট্রোজেনের আবদ্ধীকরণ বলে।
- **HCl-এর শিল্প প্রস্তুতি :** প্রায় সম-আয়তন H_2 ও Cl_2 গ্যাসের মিশ্রণ একটি সিলিকানির্মিত প্রকোষ্ঠে দহনের ফলে HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়। শীতলীকৃত HCl গ্যাসকে জলে শোষিত করে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সম্পৃক্ত দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়।
- **HNO_3 -এর শিল্প প্রস্তুতি :** অস্ওয়াল্ড পদ্ধতিতে HNO_3 উৎপাদনে প্রথমে বায়ুর O_2 -এর উপস্থিতিতে 5-7 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে ও 700°C - 800°C উষ্ণতায় অ্যামোনিয়ার অনুঘটকীয় জারণের ফলে NO উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন NO-কে O_2 দ্বারা $\text{NO}_2(\text{g})$ -তে জারিত করা হয়। NO_2 গ্যাসকে জলে শোষণ করিয়ে HNO_3 প্রস্তুত করা হয়।
- **H_2SO_4 -এর শিল্প প্রস্তুতি :** স্পর্শ পদ্ধতিতে H_2SO_4 প্রস্তুত করতে প্রথমে সালফার বা আয়রন পাইরাইটস্ (FeS_2)-কে বায়ুতে দহন করে SO_2 উৎপন্ন করা হয়। SO_2 , V_2O_5 বা প্ল্যাটিনাম চূর্ণ অনুঘটকের উপস্থিতিতে বায়ুর O_2 দ্বারা জারিত হয়ে SO_3 উৎপন্ন করে। প্রাপ্ত SO_3 -কে 98% গাঢ় H_2SO_4 -এ শোষণ করিয়ে ওলিয়াম ($\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$) প্রস্তুত করা হয়, যার সঙ্গে প্রয়োজনমতো জল মিশিয়ে H_2SO_4 পাওয়া যায়।

একক : খাতুবিদ্যা

বিষয় সংক্ষেপ

- ব্যবহারিক ক্ষেত্রে লোহা, কপার, জিংক, অ্যালুমিনিয়াম প্রভৃতি খাতুর গুরুত্ব অপরিসীম। নর্দমার নল, রেলিং, কড়াই প্রভৃতি তৈরিতে কাষ্ট আয়রন; রেলের বগি, ইঞ্জিন, চাকা, যুদ্ধ-বিমান, ছুরি, কাঁচি ও অস্ত্রোপচারের যন্ত্রপাতি প্রস্তুতিতে স্টিল; মোটর ডায়নামো, ট্রান্সফর্মার, বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি প্রস্তুতিতে তামা; তড়িৎকোশ ও নির্জল ব্যাটারি প্রস্তুতিতে জিংক এবং বিমান ও মোটরগাড়ির কাঠামো, রান্নার বাসনপত্র, বৈদ্যুতিক তার ও কেবল প্রস্তুতিতে অ্যালুমিনিয়াম ব্যবহৃত হয়।
- **খনিজ :** ভূ-গর্ভে বা ভূ-ত্বকে প্রাপ্ত অজৈব পদার্থসমূহ যাদের মধ্যে এক বা একাধিক খাতু মুক্ত অবস্থায় বা যৌগরূপে বিভিন্ন অশুদ্ধির সঙ্গে মিশ্রিত অবস্থায় থাকে, তারা খনিজ নামে পরিচিত।
- **আকরিক :** যেসব খনিজ থেকে সহজে ও লাভজনক উপায়ে খাতু নিষ্কাশন করা সম্ভব, সেই খনিজগুলি হল ওই খাতুর আকরিক।
- সব আকরিককে খনিজ বলা যায়, কিন্তু সব খনিজই আকরিক নয়।
- বিভিন্ন খাতু ও তাদের প্রধান আকরিকগুলি নিম্নরূপ —

খাতু প্রধান	আকরিক
আয়রন	হিমাটাইট (Fe_2O_3) ও ম্যাগনেটাইট (Fe_3O_4)
কপার	কপার পাইরাইটস্ ($Cu_2S \cdot Fe_2S_3$ বা $CuFeS_2$) ও কিউপ্রাইট (Cu_2O)
জিংক	জিংক ব্লেন্ড (ZnS) ও ক্যালামাইন ($ZnCO_3$)
অ্যালুমিনিয়াম	বক্সাইট ($Al_2O_3 \cdot 2H_2O$) ও ক্রায়োলাইট ($AlF_3 \cdot 3NaF$ বা Na_3AlF_6)

- **খাতু-সংকর বা সংকর খাতু :** দুই বা ততোধিক খাতুর সংযোগের ফলে এবং কোনো কোনো ক্ষেত্রে খাতুর সঙ্গে অধাতব মৌলের সংযোগের ফলে, উপাদান মৌলগুলি থেকে পৃথক বৈশিষ্ট্যবাহী এবং মুখ্যত খাতুর মতো আচরণকারী যে সমসত্ত্ব বা অসমসত্ত্ব মিশ্রণ উৎপন্ন হয়, তাকে খাতু-সংকর বা সংকর খাতু বলে।

খাতুর কাঠিন্য বৃদ্ধি, নমনীয়তা, সম্প্রসারণশীলতা, ঘাত-সহনশীলতা ইত্যাদি নিয়ন্ত্রণ ও জলবায়ুর হাত থেকে খাতুকে রক্ষা করার জন্য সংকর খাতু তৈরি করা হয়।

- বিভিন্ন খাতু ও তাদের কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ সংকর খাতু নিম্নরূপ —

মূল-খাতু	সংকর-খাতু
আয়রন	স্টেইনলেস স্টিল (Fe : 73%, Cr : 18%, Ni : 8% সামান্য C), ম্যাঙ্গানিজ স্টিল (Fe : 85%, Mn : 14%, সামান্য C)

মূল-ধাতু	সংকর-ধাতু
অ্যালুমিনিয়াম	ডুরালুমিন (Al : 95%, Cu : 4%, Mn : 0.5% ও Mg : 0.5%), ম্যাগনেলিয়াম (Al : 90-95%, Mg : 5-10%)
কপার ও জিংক	পেতল (Cu : 60-80%, Zn : 20-40%), ব্রোঞ্জ (Cu : 80%, Sn : 18%, Zn : 2%), জার্মান সিলভার (Cu : 25-30%, Zn : 25-30%, Ni : 40-50%), গান মেটাল (Cu : 87%, Sn : 10%, Zn : 2% Pb : 1%)

- ধাতব অক্সাইড যৌগ থেকে অক্সিজেন অপসারণ করে ধাতু নিষ্কাশন একটি বিজারণ প্রক্রিয়া।
- **থার্মিট পদ্ধতি** : উচ্চ উষ্ণতায় অ্যালুমিনিয়াম দ্বারা আয়রন, ক্রোমিয়াম, ম্যাঙ্গানিজ ইত্যাদি ধাতুর অক্সাইডকে বিজারিত করে সংশ্লিষ্ট ধাতুগুলির নিষ্কাশন পদ্ধতিকে গোল্ডস্মিডের থার্মিট পদ্ধতি বলে। 3 ভাগ Fe_2O_3 ও 1 ভাগ Al-চূর্ণের মিশ্রণকে থার্মিট মিশ্রণ বলা হয়।
- **ধাতুর সক্রিয়তা সারি** : ধাতুগুলিকে তাদের ক্রমহ্রাসমান সক্রিয়তা অনুসারে পরপর উপর থেকে নীচে সাজিয়ে যে সারি পাওয়া যায়, তাকে ধাতুর সক্রিয়তা সারি বলে।
- সক্রিয়তা সারিতে অপেক্ষাকৃত ওপরে থাকা কোনো ধাতু সারির নীচে অবস্থিত ধাতুর লবণের জলীয় দ্রবণ থেকে সংশ্লিষ্ট ধাতুটিকে অধঃক্ষিপ্ত করতে পারে। যেমন — Zn বা Fe, $CuSO_4$ দ্রবণ থেকে Cu-কে অধঃক্ষিপ্ত করে।
- সক্রিয়তা সারির মধ্যবর্তী স্থানে থাকা ধাতুগুলিকে (যেমন — Zn, Fe প্রভৃতি) কার্বন-বিজারণ পদ্ধতিতে নিষ্কাশিত করা হয়।
- সক্রিয়তা সারিতে ওপরের দিকে থাকা ধাতুগুলির গলিত লবণের তড়িৎবিশ্লেষণ দ্বারা ধাতুগুলির নিষ্কাশন করা হয়।
- আয়রন-নির্মিত কোনো দ্রব্যকে আর্দ্র বাতাসে উন্মুক্ত রেখে দিলে সাধারণ উষ্ণতাতেই আয়রনের ওপর লালচে বাদামি বর্ণের সোদক ফেরিক অক্সাইডের ($Fe_2O_3 \cdot xH_2O$) আস্তরণ পড়ে, যাকে মরচে বলে।
- Cl^- , SO_4^{2-} ইত্যাদি আয়নের উপস্থিতিতে লোহায় দ্রুত মরচে পড়ে। সমুদ্রগামী জাহাজে এবং মাটি ও জলের নীচের পাইপলাইনের ক্ষেত্রে এটি একটি গুরুতর সমস্যা। মরচে প্রতিরোধের কয়েকটি প্রচলিত পদ্ধতি হল আয়রন নির্মিত বস্তুর ওপর রং বা বার্নিশের প্রলেপ দেওয়া, গ্যালভানাইজেশন, আয়রনের বস্তুর সাথে Mg-রুক যুক্ত করা ইত্যাদি। Mg-এর তড়িৎ-ধনাত্মকতা, Fe অপেক্ষা বেশি হওয়ায় এটি Fe-এর আগে জারিত হয়ে আয়রনে মরচে পড়া প্রতিরোধ করে।
- Al নির্মিত বস্তু আর্দ্র বায়ুর সংস্পর্শে এলে তার ওপর Al_2O_3 -এর সূক্ষ্ম অপরিবাহী স্তর গঠিত হয়, যা একে পুনরায় ক্ষয় পাওয়া থেকে রক্ষা করে।
- দীর্ঘদিন খোলা হাওয়ায় রাখলে তামা বা তামার সংকর ধাতু নির্মিত বস্তুতে সবুজ বর্ণের আস্তরণ সৃষ্টি হয়।
- অল্প স্বাদযুক্ত খাদ্য বা ফল Al, Zn বা Cu-নির্মিত পাত্রে রাখা বা প্রসেসিং করা উচিত নয়, কারণ এর ফলে খাদ্যে বিষক্রিয়া দেখা দেয়।

একক : জৈব রসায়ণ

বিষয় সংক্ষেপ

- বিজ্ঞানী ভোলার (1828) পরীক্ষাগারে অ্যামোনিয়াম সায়ানেট নামক অজৈব পদার্থ থেকে ইউরিয়া নামক জৈব যৌগ তৈরি করে প্রমাণ করেন জীবদেহের বাইরে প্রাণশক্তির সাহায্য ছাড়াই জৈব যৌগ প্রস্তুত করা যায়।
- জৈব যৌগের মূল উপাদান কার্বন। এছাড়া জৈব যৌগে H, O, N, S, P হ্যালোজেন ও কিছু কিছু ধাতব মৌল উপস্থিত থাকতে পারে।
- যে বিশেষ ধর্মের জন্য কার্বন পরমাণুগুলি সমযোজী বন্ধন দ্বারা পরস্পর যুক্ত হয়ে সুস্থিত কার্বন-শৃঙ্খল গঠন করে তাকে কার্বনের ক্যাটিনেশন ধর্ম বলে।
- যেসব জৈব যৌগের অণুর গঠনে পাশাপাশি থাকা সবগুলি C-পরমাণুই নিজেদের মধ্যে এক-বন্ধনে যুক্ত থাকে তাদের সম্পৃক্ত যৌগ বলে। যেমন — ইথেন, মিথেন ইত্যাদি।
যেসব জৈব যৌগের অণুর গঠনে পাশাপাশি থাকা দুটি কার্বন পরমাণুর মধ্যে দ্বি-বন্ধন বা ত্রি-বন্ধন থাকে তাদের অসম্পৃক্ত যৌগ বলে। যেমন — ইথিলিন, অ্যাসিটিলিন ইত্যাদি।
- কার্বন ও হাইড্রোজেন দ্বারা গঠিত জৈব যৌগগুলিকে হাইড্রোকার্বন বলে।
- যেসব সক্রিয় মূলক জৈব যৌগের অণুতে উপস্থিত থেকে যৌগগুলির প্রকৃতি ও রাসায়নিক ধর্ম নির্ধারণ করে তাদের কার্যকরী মূলক বা ফাংশন্যাল গ্রুপ বলে।
- একই আণবিক সংকেত কিন্তু ভিন্ন ধর্মবিশিষ্ট একাধিক যৌগ গঠনের ঘটনাকে সমাবয়বতা বা আইসোমেরিজম বলে। একই আণবিক সংকেত বিশিষ্ট ভিন্নধর্মী যৌগসমূহকে পরস্পরের আইসোমার বা সমাবয়ব বলে।
- আণবিক গঠনের পার্থক্যের জন্য একই আণবিক সংকেত কিন্তু ভিন্ন ধর্মসম্পন্ন দুই বা ততোধিক যৌগ গঠিত হওয়ার ঘটনাকে গঠনগত সমাবয়বতা ও ভিন্ন ধর্মসম্পন্ন যৌগগুলিকে গঠনগত সমাবয়ব বলে।
- একই মৌলসমূহ দ্বারা গঠিত ও একই সাধারণ সংকেত দ্বারা প্রকাশযোগ্য সমকার্যকরী মূলকযুক্ত সমধর্মী জৈব যৌগসমূহকে আণবিক ভরের ক্রমানুসারে সাজালে যদি একটি শ্রেণি উৎপন্ন হয় যার পরপর দুটি সদস্যের আণবিক সংকেতের পার্থক্য হয় CH_2 , তবে সেই শ্রেণিকে সমগণীয় শ্রেণি বলা হয় এবং শ্রেণিটির প্রতি সদস্যকে সমগণ বলা হয়।
- বিশুদ্ধ ও ফলিত রসায়নবিদদের আন্তর্জাতিক সম্মেলনে জৈব যৌগসমূহের নামকরণের জন্য একটি সুশৃঙ্খল ও বিজ্ঞানসম্মত পদ্ধতি রচিত হয়, যা IUPAC পদ্ধতি নামে পরিচিত। বিভিন্ন সময়ে এই নিয়মগুলির সংশোধন করা হয়েছে।

- মিথেন (CH_4), ইথিলিন (C_2H_4) ও অ্যাসিটিলিন (C_2H_2) যথাক্রমে অ্যালকেন, অ্যালকিন ও অ্যালকাইন সমগণীয় শ্রেণির হাইড্রোকার্বন, শিল্পক্ষেত্রে এদের বিভিন্ন ব্যবহার রয়েছে।
- আংশিক পাতন প্রক্রিয়ায় পেট্রোলিয়ামের পরিশোধনের সময় যে গ্যাসীয় অংশ পাওয়া যায় তাকে উচ্চচাপে তরলে পরিণত করে স্টিলের সিলিন্ডারে আবদ্ধ করে জ্বালানিরূপে ব্যবহৃত হয়। এটিই হল তরলীকৃত পেট্রোলিয়াম গ্যাস (LPG)।
- পেট্রোলিয়াম খনিতে তেলের ওপরে বা কয়লাখনিতে যে গ্যাসীয় পদার্থ আবদ্ধ অবস্থায় থাকে তাকে প্রাকৃতিক গ্যাস বলে। একে চাপ প্রয়োগে তরলে পরিণত করা হয় এবং একই তরলীকৃত প্রাকৃতিক গ্যাস বা CNG বলে। এটি জ্বালানিরূপে ব্যবহৃত হয়।
- মিথেন অ্যালকেন শ্রেণির একটি সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন যা মূলত প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে।
- ইথিলিন, অ্যালকিন শ্রেণির একটি অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন যা মূলত যুত বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে। ইথিলিনের পলিমার পলিথিনের বিভিন্ন ব্যবহারিক প্রয়োগ রয়েছে।
- অ্যাসিটিলিন, অ্যালকাইন শ্রেণির একটি অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন যা যুত বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে।
- যে বিক্রিয়ায় বহুসংখ্যক সরল অণু পরস্পর সংযোজিত হয়ে উচ্চ আণবিক ভর বিশিষ্ট যৌগ উৎপন্ন করে তাকে পলিমেরাইজেশন বিক্রিয়া বলে এবং এই বিক্রিয়ায় উৎপন্ন পদার্থকে পলিমার বলে। যেমন — পলিথিন, PVC, টেফলন ইত্যাদি।
- জৈব-অবিশ্লেষ্য কৃত্রিম পলিমারের ব্যবহারে বিভিন্ন পরিবেশগত সমস্যার সৃষ্টি হয়। কম খরচে জৈববিশ্লেষ্য পলিমার উৎপাদন সম্ভব না হওয়া পর্যন্ত তুলো, কাঠ, কাগজ, পাট জাতীয় প্রাকৃতিক পলিমার ব্যবহারের ওপর জোর দিতে হবে।
- ইথাইল অ্যালকোহল, অ্যাসিটিক অ্যাসিড ও ডিনোচার্ড স্পিরিট বাণিজ্যিক ক্ষেত্রে বিভিন্নভাবে ব্যবহৃত হয়।

1.4 প্রভাবিত পাঠ ও পুস্তক বিবরণী (Suggested Reading with Bibliography)

1. দোয়ারী, গাঙ্গুলি, মাইতি, ভৌতবিজ্ঞান ও পরিবেশ, ছায়া প্রকাশনী, কলকাতা
2. ঘোষ, সরকার, অভিনব ভৌতবিজ্ঞান ও পরিবেশ, ভট্টাচার্য ব্রাদার্স, কলকাতা
3. জানা, ভট্ট, ব্যানার্জী, ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণ, আহেলি পাবলিশার্স, কলকাতা
4. পাল, ধর, ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণ, রীতা বুক এজেন্সী, কলকাতা

1.5 প্রশ্নমালা (Self check Questions)

(A) সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন (প্রতিটি প্রশ্নের মান '2' নম্বর)

- 1) দুটি ভৌতরাশির একক উল্লেখ করুন যাদের কোনো একক নেই (BU/B.Ed./DE/2015)
- 2) আলোর প্রতিসরণের সূত্রগুলি লিখুন (BU/B.Ed./DE/2015)

- 3) চারটি অচিরাচরিত শক্তি উৎসের নাম উল্লেখ করুন। (BU/B.Ed./DE/2015)
- 4) স্কেলার ও ভেক্টর রাশির মধ্যে দুটি পার্থক্য লিখুন। (BU/B.Ed./DE/2015)
- 5) ডাইন এবং নিউটনের মধ্যে সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা করুন। (BU/B.Ed./DE/2015)
- 6) লীনতাপের সংজ্ঞা দিন (BU/B.Ed./DE/2015)
- 7) কী ঘটে শমিত সমীকরণসহ বিবৃত করুন যখন একটি পরীক্ষানলে লেড নাইট্রেট উত্তপ্ত করা হয়। (BU/DE/2015)
- 8) বিলীয়মান রং কী? (BU/DE/2015)
- 9) যদি কোনো বস্তুর বেগ 2 m/s এবং ভর 10 g হয় তবে এর গতিশক্তি কত হবে? (BU/2015)
- 10) ওহমের সূত্রটি বিবৃত করুন (BU/2015)
- 11) যখন তামার কুচি ও গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের মিশ্রণকে উত্তপ্ত করা হয় তখন কী ঘটে বিবৃত করুন। (BU/2015)
- 12) অ্যালুমিনিয়ামের দুটি ধাতু সংকরের নাম ও সংযুতি লিখুন (BU/2015)।
- 13) একটি গ্যালভানোমিটারকে কীভাবে ভোল্টমিটারে রূপান্তরিত করা যেতে পারে? (BU/2015)
- 14) এক্স-রশ্মি ও ক্যাথোড রশ্মির মধ্যে দুটি পার্থক্য উল্লেখ করুন। (BU/2015)
- 15) $220\text{V}-60\text{W}$ বাস্তবের রোধ কত? (BU/2015)
- 16) ক্ষমতার S.I. একক কী? অশ্বক্ষমতার সাথে এর সম্পর্ক কী? (BU/2012)
- 17) আলোর অভ্যন্তরীণ পূর্ণ প্রতিফলনের শর্তগুলি কি কি? (BU/2014)
- 18) ফ্লেমিং -এর বামহস্ত নিয়মটি বিবৃত করুন। (BU/2014)
- 19) ${}_{11}^{23}\text{Na}$ পরমাণুটির ইলেকট্রন বিন্যাস অঙ্কন করুন। (BU/2014)
- 20) ব্লিচিং পাউডারের রাসায়নিক সংকেত লিখুন। এর ব্যবহার কি? (BU/2014)
- 21) একটি কণা 4 m/sec প্রাথমিক বেগ নিয়ে গতিশীল, যদি কণাটির ত্বরণ 2 m/sec^2 হয় তবে 5 সেকেন্ড পর কণাটির বেগ কী হবে; (BU/2014)
- 22) যদি কোনো লেন্সের ক্ষমতা $+5\text{D}$ হয়, তবে এর প্রকৃতি কি? এর ফোকাস দৈর্ঘ্য কত? (BU/2014)
- 23) শুদ্ধ বর্ণালি ও অশুদ্ধ বর্ণালির মধ্যে দুটি পার্থক্য বিবৃত করুন। (BU/2013)।
- 24) লোহায় মরিচা পড়া একটি রাসায়নিক পরিবর্তন ব্যাখ্যা করুন। (BU/2013)।
- 25) বেলুন ফোলালে চাপ বৃদ্ধির সাথে আয়তন বৃদ্ধি পায়। এটি কী বরেরেলের সূত্রের বিরোধী? ব্যাখ্যা করুন। (BU/2013)

- 26) ভোল্টমিটার ও অ্যামমিটার যন্ত্রদুটি কীভাবে বর্তনীতে যুক্ত করা হয় ?
- 27) প্রতিবিশ্বের রৈখিক বিবর্ধন কী ? (BU/2013)
- 28) একটি উদাহরণ দিন যেখানে অভিকর্ষ বল একটি কার্যহীন বল। (BU/2012)
- 29) বন্ধনের প্রকৃতি ও তড়িৎ পরিবাহিতার পরিপ্রেক্ষিতে তড়িৎযোজী যৌগ ও সমযোজী যৌগের একটি করে পার্থক্য লিখুন। (BU/2012)
- 30) ফেনলথ্যালিনের সাহায্যে NaHCO_3 এবং Na_2CO_3 দ্রবণের কীভাবে পার্থক্য করবেন ? (BU/2012)
- 31) সমাতল দর্পণ দ্বারা গঠিত প্রতিবিশ্বের দুটি বৈশিষ্ট্য উল্লেখ করুন। (BU/2012)
- 32) আপনাকে 10 ওহমের দুটি রোধ দেওয়া আছে। এদের থেকে কীভাবে 5 ওহম রোধ পাওয়া যেতে পারে দেখান। (BU/2012)

(B) রচনাধর্মী প্রশ্ন (Essay type Questions) (প্রতিটি প্রশ্নের মান 10 নম্বর)

- 1) বলের সংজ্ঞা এবং এস আই একক লিখুন। কার্যহীন বল কী উদাহরণ দিয়ে বোঝান। $P = mf$ সমীকরণটি প্রতিষ্ঠিত করুন। (2+1+4+3) (BU/DE/2015)
- 2) 10 গ্রাম CaCO_3 কে উত্তপ্ত করে কতগুলি CO_2 অণু পাওয়া যায়? গ্যাস সম্পর্কিত চার্লস এর সূত্রটি বিবৃত করুন। অ্যাভোগাড্রো সূত্রটি কী? শিশির তৈরী হওয়ার দুটি শর্ত উল্লেখ করুন। শব্দ শক্তির তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরের একটি উদাহরণ দিন। (3+2+2+2+1) (BU/DE/2015)
- 3) 740 mm পারদস্তম্ভের চাপে 30°C তাপমাত্রায় কিছু পরিমাণ গ্যাসের আয়তন 400 cc একই চাপে ও 273°C তাপমাত্রার ঐ গ্যাসের আয়তন কত হবে? স্ফুটন এবং বাষ্পায়ণের মধ্যে পার্থক্য লিখুন। হিমমিশ্রণ কী? 1.8 গ্রাম নলে অক্সিজেন পরমাণুর সংখ্যা নির্ণয় করুন।
মিলিমাইক্রন ও সেন্টিমিটারের মধ্যে সম্পর্কটি লিখুন। (3+2+2+2+1) (BU/DE/2015)
- 4) নিউটনের তৃতীয় গতিসূত্রটি কি? 50 গ্রাম ভরবিশিষ্ট কোনো বস্তুকে 10 N বল প্রয়োগ করলে বস্তুর ত্বরণ গণনা করুন। জলসম ও তাপগ্রাহিতার মধ্যে দুটি পার্থক্য লিখুন। বাষ্পায়ণ ও স্ফুটনের মধ্যে পার্থক্যগুলি কি কি? লীনতাপ কি? (1+2+2+2+2+1) (BU/2015)
- 5) চার্লসের সূত্রটি বিবৃত করুন। 27°C উষ্ণতা ও 75cm পারদস্তম্ভের চাপে কোনো গ্যাসের আয়তন 300cc. NTP-তে গ্যাসটির আয়তন গণনা করুন। 3.6 গ্রাম জলের মধ্যে কতকগুলি হাইড্রোজেন পরমাণু আছে তা নির্ণয় করুন। হিমমিশ্রণ কী? (2+3+3+2) (BU/2015)
- 6) অনেকদিন রেখে দিলে গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড হলুদ রঙের হয়ে যায় কেন? $^{235}_{92}\text{U}$ পরমাণুতে ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন সংখ্যা গণনা করুন। ইমালসন কী? জারণ ও বিজারণ একই সঙ্গে ঘটে - ইলেকট্রনীয় তত্ত্বের সাহায্যে এটি ব্যাখ্যা করুন। আইসোইলেকট্রনিক স্পিসিস কি? (2+2+2+3+1) (BU/2015)

- 7) সর্বজনীন গ্যাস ধ্রুবকের মান বের করুন। আইসোটোপ বলতে কি বোঝায়? একটি উদাহরণ দিন। 44gm CO₂ গ্যাসে অণুর সংখ্যা গণনা করুন। তড়িৎযোজী ও সমযোজী যৌগের মধ্যে দুটি পার্থক্য লিখুন। (1+1+1+4+2) (BU/2014)
- 8) 100 গ্রাম জলের তাপমাত্রা 10°C থেকে বাড়িয়ে 30°C করতে হলে কি পরিমাণ তাপশক্তি প্রয়োজন নির্ণয় করুন। X-রশ্মি এবং ক্যাথোড রশ্মির মধ্যে পার্থক্য কি কি? 220V-60Watt -এর একটি বাস্বকে 110 V সাপ্লাই-এর সাথে যুক্ত করলে বাস্বটির ক্ষমতা কি হবে? বাস্পায়ন ও স্ফুটনের মধ্যে তিনটি পার্থক্য লিখুন। (2+3+2+3) (BU/2014)
- 9) KMnO₄-এ ম্যাঙ্গানিজের জারণ সংখ্যা নির্ণয় করুন। CFC কী? বোরের পারমাণবিক মডেলের সীমাবদ্ধতাগুলি কি কি? পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতিতে MnO₂-এর ভূমিকা কী? ব্লু ভিট্রিয়ন কী? অ্যালুমিনিয়ামের একটি আকরিকের নাম ও রাসায়নিক সংকেত লিখুন। (1+1+3+2+1+1) (BU/2014)
- 10) তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে একটি অবিশুদ্ধ কপার দণ্ড থেকে বিশুদ্ধ কপার প্রস্তুতিতে ক্যাথোড, অ্যানোড ও তড়িৎ বিশ্লেষ্যরূপে কি কি ব্যবহৃত হয়? টেফলন কি? টেফলনের একটি ব্যবহার উল্লেখ করুন। মিথেনকে বায়ুতে পোড়ালে কি রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে? এই বিক্রিয়ার গুরুত্ব কী? পাথরের ক্যান্সার কী? কলঙ্কহীন ইস্পাতের উপাদানগুলি কি কি? (3+1+1+1+1+2+1) (BU/2013)
- 11) উদাহরণসহ স্থিতিশক্তি ও গতিশক্তির সংজ্ঞা দিন। 200)-40W বাস্ব-এর রোধ কত? শব্দদূষণ নিয়ন্ত্রণের দুটি সম্ভাব্য উপায় উল্লেখ করুন। তড়িৎ চুম্বকের শক্তি কীভাবে বৃদ্ধি করা যায়? জলসমের (.জ্জ. একক কি? (3+2+2+2+1) (BU/2013)
- 12) 10 গ্রাম CaCO₃ কে উত্তপ্ত করে কতগুলি CO₂ অণু পাওয়া যায়? গ্যাস সম্পর্কিত চার্লস-এর সূত্রটি বিবৃত করুন। অ্যাভোগাড্রো সূত্রটি কি? শিশির তৈরী হওয়ার দুটি শর্ত উল্লেখ করুন। শব্দ শক্তির তড়িৎশক্তিতে রূপান্তরের উদাহরণ দিন। (3+2+2+2+1) (BU/2012)
- 13) 24 নিউটন বল কোনো বস্তুর ওপর প্রয়োগ করলে ঐ বস্তুটি 7 মিটার/সে² করলে চলতে থাকে। বস্তুটির 4r নির্ণয় করুন। জলসম কী? জলসম ও তাপগ্রাহিতার মধ্যে পার্থক্য কী? সুরযুক্ত শব্দ ও সুরবর্জিত শব্দের মধ্যে দুটি পার্থক্য উল্লেখ করুন। তৃতীয় শ্রেণির লিভারের একটি উদাহরণ দিন। (3+2+2+2+1) (BU/2012)
- 14) 36 গ্রাম NaNO₃ 2.5 লিটার জলীয় দ্রবণে দ্রবীভূত আছে। দ্রবণটির গাঢ়ত্বের শতকরা মাত্রা নির্ণয় করুন। নাইট্রোলিম কি? অনেকদিন রেখে দিলে গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড হলুদ রঙ-এর হয়ে যায় - ব্যাখ্যা করুন। LPG ও CNG-এর প্রধান উপাদানগুলি কি কি? তামার একটি আকরিকের নাম ও সংকেত লিখুন। (3+2+2+2+1=10/(BU/2012)

- 15) লেন্স বলতে কী বোঝায়? চিত্রসহযোগে ব্যাখ্যা করুন যে একটি উত্তল লেন্স বিবর্ধক কাচ হিসেবে ব্যবহৃত হতে পারে। জারণ ও বিজারণের সংজ্ঞা দিন। ইলেকট্রনীয় তত্ত্বের সাহায্যে দেখান যে, জারণ ও বিজারণ যুগপৎভাবে ঘটে। (2+3+2+3) (BU/2010)

(III) পাঠ্যবিষয় থেকে একক-অনুযায়ী মূল্যায়নের কিছু নমুনা প্রশ্নাবলী
সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্নাবলি (প্রত্যেকটির পূর্ণমান - 2 নম্বর)

একক : পরিমাপ

- (1) দুটি মৌলিক একক দ্বারা গঠিত একটি লব্ধ এককের উদাহরণ দিন।
- (2) একই এককবিশিষ্ট একটি স্কেলার ও একটি ভেক্টর রাশির উদাহরণ দিন।
- (3) তিনটি মৌলিক একক দ্বারা গঠিত একটি লব্ধ এককের উদাহরণ দিন।
- (4) একটি ভেক্টর ও একটি স্কেলার রাশির উদাহরণ দাও যাদের একক তিনটি মৌলিক একক দ্বারা গঠিত।
- (5) কোনো ভৌতরাশি X -এর মাত্রা হল ভরে শূন্য, দৈর্ঘ্যে 1 এবং সময়ে - 2। রাশিটির মাত্রীয় সংকেত ও মাত্রীয় সমীকরণ লিখুন।
- (6) কোনো ভৌতরাশির অ মাত্রীয় সমীকরণটি হল $[X] = M^{-2}L^3T^{-1}$ । রাশিটির মাত্রা ও মাত্রীয় সংকেত লিখুন।
- (7) ওজন বাস্কের বাটখারাগুলির ভরের অনুপাত 5:2:2:1 রাখা হয় কেন?
- (8) একক বিহীনরাশি কাকে বলে? উদাহরণ দিন।
- (9) এমন একটি মাত্রাহীন ভৌতরাশির উদাহরণ দিন যার একক আছে।
- (10) দুটি মাত্রাহীন ও এককহীন ভৌতরাশির উদাহরণ দিন।

একক : বল ও গতি

- (1) বীজগাণিতিক পদ্ধতি অনুসরণে $S = ut + \frac{1}{2} at^2$ সমীকরণটি প্রতিষ্ঠা করুন।
- (2) সমত্বরণে গতিশীল কোনো কণার স্বরণ সময় লেখচিত্র আঁকুন। লেখচিত্রের প্রকৃতি কী?
- (3) কোনোবস্তুর ওপর কার্যকর বলের প্রভাব কী?
- (4) নিউটনের প্রথম গতিসূত্র থেকে বলের ধারণা দিন।
- (5) ভরই বস্তুর জড়তা বা জড়ের পরিমাপক— কথাটি ব্যাখ্যা করুন।
- (6) নিউটনের দ্বিতীয় গতিসূত্র থেকে একক বলের সংজ্ঞা দিন।
- (7) উদাহরণসহ নিউটনের দ্বিতীয় গতিসূত্রের সমীকরণটি $P = m.f$ প্রতিষ্ঠা করুন।
- (8) ঘাত (Thrust) এবং ধাক্কা (Push) বলতে কী বোঝায়?
- (9) ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া সমান ও বিপরীতমুখী হলেও ওরা সাম্য প্রতিষ্ঠা করতে পারে না কেন?
- (10) রোলার ঠেলা অপেক্ষা টানা সুবিধাজনক কেন তা ব্যাখ্যা করুন।

একক : পদার্থ : গঠন ও ধর্ম

- (1) প্রবাহী বলতে কী বোঝায় ?
- (2) তরলের সমোচ্চশীলতা ধর্মের একটি ব্যবহারিক প্রয়োগ লিখুন।
- (3) প্লাবতা কী কী বিষয়ের ওপর নির্ভর করে ?
- (4) যন্ত্রে বল কী কী বিষয়ের ওপর নির্ভরশীল ?
- (5) বার্নোলির নীতিটি লিখুন।
- (6) দ্রুতগামী ট্রেনের পাশে দাঁড়ানো বিপজ্জনক কেন ?
- (7) ইয়ং গুণাঙ্কের রাশিমালাটি প্রতিষ্ঠা করুন।
- (8) তামার ইয়ং গুণাঙ্ক $1.26 \times 10^{12} \text{ dyn/cm}^2$ বলতে কী বোঝায় ?
- (9) ছকের সূত্রটি লিখুন। এই প্রসঙ্গে স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বলতে কী বোঝায় লিখুন।
- (10) বস্তুর ভাসন ও নিমজ্জনের শর্তগুলি লিখুন।

একক : পদার্থ : পরমাণুর গঠন ও পদার্থের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মসমূহ

- (1) আইসোটোপ ও আইসোবারের পার্থক্যগুলি লিখুন।
- (2) রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতাগুলি উল্লেখ করুন।
- (3) x^2- আয়নে 10টি ইলেকট্রন ও 4টি নিউট্রন আছে। মৌলটির পরমাণু ক্রমাঙ্ক ও ভরসংখ্যা কত ? মৌলটির নাম লিখুন।
- (4) আইসোডায়াফার এবং আইসোস্টারের উদাহরণ দিন।
- (5) রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল ও বোরের পরমাণু মডেলের পার্থক্যগুলি লিখুন।
- (6) বোরতত্ত্বের স্বীকার্যগুলি লিখুন।
- (7) নিউক্লীয় বলের বৈশিষ্ট্যগুলি লিখুন।
- (8) পরমাণু ও আয়নের মধ্যে পার্থক্যগুলি লিখুন।
- (9) আয়নীভবন শক্তি কী ? এর একক কী ?
- (10) স্বাভাবিক তেজস্ক্রিয়তা বলতে কী বোঝায় ?

মোলর ধারণা

- (1) মোলের সংজ্ঞা দিন।
- (2) অ্যাভোগাড্রো সংখ্যা কাকে বলে ?
- (3) পারমাণবিক ভর একক কী ?
- (4) NH_3 -এর একটি অণুর প্রকৃত ভর কত ?
- (5) 1 mol O_2 এবং 1 mol O_2 কি একই পরিমাণ নির্দেশ করে ?

- (6) 9 গ্রাম জলে H পরমাণুর সংখ্যা কত?
- (7) প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায় 8g পরিমাণ অক্সিজেনের আয়তন কত?
- (8) 22g CO₂-তে অক্সিজেন পরমাণুর সংখ্যা কত?
- (9) 44g CO₂-এ কত মোল কার্বন পরমাণু ও কত মোল অক্সিজেন পরমাণু আছে।
- (10) মৌলের পারমাণবিক ভর পূর্ণসংখ্যা না হয়ে প্রায়শই ভগ্নাংশ হয় কেন?

দ্রবণ

- (1) কোলয়েডীয় দ্রবণের সংজ্ঞা দিন।
- (2) প্রকৃত দ্রবণ, কোলয়েড ও প্রলম্বনের কণাগুলির আকারের কীরূপ পার্থক্য থাকে?
- (3) এরোথন কী? উদাহরণ দিন।
- (4) টিভাল প্রভাব কী?
- (5) ব্রাউলীয় গতি বলতে কী বোঝায়? এই গতি কীভাবে সৃষ্টি হয়?
- (6) দ্রাব্যতা কোন্ কোন্ বিষয়ের ওপর নির্ভর করে?
- (7) দ্রাবক হিসেবে ইথানল, মিথানল ও অ্যাসিটোনের ক্ষতিকারক প্রভাব উল্লেখ করুন।
- (8) জলে তেলজাতীয় এবং তেলে জল জাতীয় ইমালসনের পার্থক্য লিখুন।
- (9) দ্রাবক আকর্ষী ও দ্রাবক বিকর্ষী কোলয়েডের পার্থক্য লিখুন।
- (10) সোডা-ওয়াটারের বোতল খুললে ফেনা উৎপন্ন হয় কেন?

অ্যাসিড, ক্ষার ও লবণ

- (1) NaOH₃ ক্ষার কিন্তু ClOH একটি অ্যাসিড ব্যাখ্যা করুন।
- (2) কার্বনেট ও বাইকার্বনেট যৌগের সাথে H₂SO₄-এর রাসায়নিক বিক্রিয়ার উদাহরণ দিন।
- (3) ধূমায়মান নাইট্রিক অ্যাসিড কী?
- (4) একটি জলীয় দ্রবণে pH-এর মান 1 একক বৃদ্ধি পেলে ওই দ্রবণে H₃O⁺ আয়নের গাঢ়ত্বের কী পরিবর্তন হবে?
- (5) অম্লবৃষ্টির কারণগুলি কী কী?
- (6) মিস্ক অব ম্যাগনেশিয়া কী? এর ব্যবহার লিখুন।
- (7) অ্যান্টাসিড হিসেবে সোডিয়াম বাইকার্বনেটের কার্যকারিতা ও পার্শ্বপ্রতিক্রিয়া লিখুন।
- (8) 50°C উষ্ণতায় জলের pH 6.9। এই অবস্থায় জল কী আম্লিক?
- (9) পরীক্ষাগারে বাইট্রেট লবণকে কীভাবে শনাক্ত করবেন?
- (10) অ্যাসিড-ক্ষার প্রশমনের ক্ষেত্রে নির্দেশক নির্বাচন করা হয় কীরূপে?

মিশ্রণের উপাদানের পৃথকীকরণ

- (1) সমসত্ত্ব মিশ্রণ কাকে বলে? উদাহরণ দিন।
- (2) আংশিক পাতন কাকে বলে?
- (3) অ্যাজিওট্রিশ কী?
- (4) আংশিক পাতনের দুটি ব্যবহার লিখুন।
- (5) জল ও অ্যালকোহলের মিশ্রণ থেকে উভয়কে কীভাবে সেপারেটরি ফানেলের সাহায্যে পৃথক করা যাবে?
- (6) বেঞ্জিন (B.P=80°C) ও টলুইনের (BP= 110°C) কীভাবে পৃথক করা যাবে?

একক : তাপ

- 1) ক্যালোরিমিতির মূলনীতিটি লিখুন।
- 2) কার্য ও তাপের তুল্যতা সংক্রান্ত জুলের সূত্রটি লিখুন।
- 3) লীনতাপ বলতে কী বোঝায়? লীনতাপের মাত্রীয় সংকেত লিখুন।
- 4) বরফের গলনের লীনতাপ 80dyn/g বলতে কী বোঝায়?
- 5) গলনের লীনতাপ অপেক্ষা বাষ্পীভবনের লীনতাপ বেশী হয় কেন?
- 6) সম্পৃক্ত বাষ্প ও অসম্পৃক্ত বাষ্প বলতে কী বোঝায়?
- 7) শিশিরাক্ত বলতে কী বোঝায়?
- 8) আপেক্ষিক আর্দ্রতা বলতে কী বোঝায়?
- 9) গ্রীষ্মের কোনো একদিনে দিল্লি ও শুরীর তামমাত্রা একই। কোন্ মান বেশি অস্বস্তিকর বলে মনে হবে?
- 10) জলজ প্রাণীদের ওপর জলের ব্যতিক্রান্ত প্রকারণের প্রভাব আলোচনা করুন।

একক : শব্দ

- 1) পর্যাবৃত্ত গতি কাকে বলে? উদাহরণ দিন।
- 2) কম্পনশীল কণার পর্যায়কাল ও কম্পাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করুন।
- 3) যান্ত্রিক তরঙ্গ বিস্তার লাভের জন্য মাধ্যমের কী কী বৈশিষ্ট্য থাকা দরকার।
- 4) অনুদৈর্ঘ্য ও তির্যক তরঙ্গের মধ্যে পার্থক্য লিখুন।
- 5) $V = nI$ সমীকরণটি প্রতিষ্ঠা করুন, যেখানে V হল তরঙ্গবেগ। I হল তরঙ্গদৈর্ঘ্য এবং n হল কম্পাঙ্ক।
- 6) শব্দ প্রতিফলনের সূত্রগুলি লিখুন।
- 7) প্রতিধ্বনি বলতে কী বোঝায়?
- 8) অণুরণন কী?

- 9) শব্দের প্রতিফলিত ও আলোর প্রতিফলনের মধ্যে পার্থক্য লিখুন।
- 10) শব্দ নির্বন্ধ কাকে বলে?

জল

- 1) জলকে পোলার দ্রাবক বলা হয় কেন?
- 2) জলে দ্রবীভূত একটি সমযোজী পদার্থের উদাহরণ দিন।
- 3) জলের কলিফর্ম কাউন্ট বলতে কী বোঝায়?
- 4) জলের খরতার মাত্রাকে কীভাবে প্রকাশ করা হয়?
- 5) ডিটারজেন্ট কী? খর জলে ডিটারজেন্ট ব্যবহারের সুবিধা কী?
- 6) ফ্লুরাইড দূষণের উৎস কী?
- 7) ইউট্রিফিকেশন কাকে বলে?
- 8) দুটি কীটনাশকের নাম লিখুন যারা জল দূষণ ঘটায়।
- 9) BOD বা জৈব রাসায়নিক অক্সিজেন চাহিদা বলতে কী বোঝায়।
- 10) COD বা রাসায়নিক অক্সিজেন চাহিদা বলতে কী বোঝায়?

একক—শক্তির ক্রিয়া : কার্য, ক্ষমতা, শক্তি

- 1) কার্যহীন বল কাকে বলে? উদাহরণ দিন।
- 2) বস্তুর গতিশক্তি ঋণাত্মক হতে পারে কী? ব্যাখ্যা করুন।
- 3) একটি হালকা ও একটি ভারী বস্তুর রৈখিক ভরবেগ সমান হলে কোনটির গতিশক্তি বেশি হবে?
- 4) m ভরের একটি গতিশীলবস্তুর গতিশক্তি κ হলে দেখান রৈখিক ভরবেগ $P = \sqrt{2mE}$
- 5) v বেগে গতিশীল একটি বস্তুর গতিশক্তি κ হলে দেখান যে, বস্তুটির রৈখিক ভরবেগ $P = \frac{2E}{v}$

দশম শ্রেণি

একক : পরিবেশের জন্য ভাবনা

- 1) মেরুজ্যোতি কীভাবে সৃষ্টি হয়?
- 2) ওজোন ছিদ্র কী?
- 3) গ্রিনহাউস প্রভাব কী?
- 4) গ্লোবাল ওয়ার্মিং-এর সংজ্ঞা দিন।
- 5) এজেন্ডা- 21 বলতে কী বোঝেন?
- 6) অচিরাচরিত (Renovable) শক্তির উৎস কাকে বলে? উদাহরণ দিন।
- 7) বায়োফুয়েল কী? উদাহরণ দিন।
- 8) স্থিতিশীল উন্নয়নের দুটি উদ্দেশ্য লিখুন।

একক : গ্যাসের আচরণ

- 1) বয়েলের সূত্রে P-V এবং PV-P লেখচিত্রের প্রকৃতি কীরূপ হবে?
- 2) বেলুন ফোলাবার সময় বেলুনের চাপ ও আয়তন উভয়ই বৃদ্ধি পায়। এক্ষেত্রে বয়েলের সূত্র কী লঙ্ঘিত হয়?
- 3) উষ্ণতার পরমস্কেল অনুযায়ী চার্লসের সূত্রটি লিখুন।
- 4) প্রকল্প ও সূত্রের মধ্যে পার্থক্যটি লিখুন।
- 5) সর্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক R-এর মান নির্ণয় করুন।
- 6) গ্যাসের গতিয় তত্ত্বের স্বীকার্যগুলি লিখুন।
- 7) গ্যাসের ব্যাপনের কারণগুলি লিখুন।
- 8) আদর্শ গ্যাস ও বাস্তব গ্যাসের পার্থক্যগুলি লিখুন।
- 9) 27°C উষ্ণতায় 570 mm পারদস্তম্ভের চাপে 2.2g CO₂-এর আয়তন কত?
- 10) 1g N₂ গ্যাসে অণুর সংখ্যা কত?

একক : রাসায়নিক গণনা

- 1) গ্যাসের বাষ্পঘনত্ব একক বিহীন রাশি কেন?
- 2) উষ্ণতা ভেদে কোনো গ্যাসীয় পদার্থের বাষ্প ঘনত্বের মান পরিবর্তিত হয় না কেন?
- 3) আর্দ্র বাতাস অপেক্ষা শুষ্ক বাতাস ভারী কেন?
- 4) কোনো গ্যাসের প্রমাণ ঘনত্ব ও বাষ্প ঘনত্বের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করুন।
- 5) কোনো গ্যাসের আণবিক গুরুত্ব ও বাষ্প ঘনত্বের মধ্যে সম্পর্কটি নির্ণয় করুন।

একক : তাপের ঘটনাসমূহ

- 1) কঠিনের দৈর্ঘ্য প্রসারণ গুণাঙ্ক কাকে বলে?
- 2) লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ গুণাঙ্ক $12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ বলতে কী বোঝায়?
- 3) তরলের আপাত প্রসারণ গুণাঙ্ক ও প্রকৃত প্রসারণ গুণাঙ্ক কাকে বলে?
- 4) গ্যাসের আয়তন গুণাঙ্ক কাকে বলে?
- 5) তাপের পরিবাহীত্ব বলতে কী বোঝায়?

একক : আলো

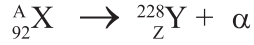
- 1) গোলায় দর্পণের ফোকাস দূরত্ব ও ফোকাসতল ছবি ঐঁকে দেখান।
- 2) আপনাকে একটি সমতল, একটি উত্তল ও একটি অবতল দর্পণ দেওয়া হল। স্পর্শ না করে কীভাবে এদের শনাক্ত করবেন?
- 3) আলোর প্রতিসরণের সূত্রগুলি লিখুন।
- 4) আলোর প্রতিসরাঙ্ক কাকে বলে?
- 5) উত্তল লেন্সকে অভিসারী ও অবতল লেন্সকে অপসারী লেন্স বলা হয় কেন?
- 6) দিনের বেলায় আকাশ নীল দেখায় কেন?
- 7) x-রশ্মি ও g-রশ্মির দুটি পার্থক্য লিখুন।
- 8) g-রশ্মির ব্যবহার ও ক্ষতিকারক প্রভাব লিখুন।
- 9) তরঙ্গদৈর্ঘ্যের উর্ধ্বক্রমানুযায়ী তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গগুলিকে সাজান।
- 10) সাদা জামা-কাপড় কাচার পর নীল দেওয়া হয় কেন?

একক - চলতড়িৎ

- 1) ওহমের সূত্রটি লিখুন।
- 2) ওহমের সূত্র থেকে রোধের সংজ্ঞা দিন।
- 3) পরিবাহীর রোধ কী কী বিষয়ের ওপর নির্ভরশীল?
- 4) সমগ্র বর্তনীতে ওহমের সূত্রটির গাণিতিক রূপটি লিখুন ও ব্যাখ্যা করুন।
- 5) তড়িৎ প্রভাহের তাপীয় ফল সংক্রান্ত জুলের সূত্রগুলি লিখুন।
- 6) শর্টসার্কিট বলতে কী বোঝেন?
- 7) কোনো বৈদ্যুতিক বাতির গায়ে 220V-100W লেখা আছে, এর থেকে কী জানা যায়?
- 8) বাড়ীতে ইলেকট্রিক বিল এলে দেখা গেল গতমাসে 25 ইউনিট খরচ হয়েছে। এই ইউনিট কীসের একক? এই এককের নাম কী?
- 9) CFL এবং LED বাস্তব সুবিধাগুলি কী কী?
- 10) ফ্লেমিং-এর বামহস্ত নিয়মটি লিখুন।

একক - পরমাণুর নিউক্লিয়াস

- 1) কৃত্রিম তেজস্ক্রিয়তা কাকে বলে উদাহরণ দিন।
- 2) a-রশ্মি, b-রশ্মি এবং g-রশ্মির তুলনা করুন।
- 3) b-কণা ও সাধারণ ইলেকট্রনের মধ্যে পার্থক্য কী?
- 4) তেজস্ক্রিয় পরিবর্তন ও রাসায়নিক পরিবর্তনের পার্থক্যগুলি লিখুন।
- 5) নিউক্লীয় বিভাজন ও নিউক্লীয় সংযোজনের মধ্যে পার্থক্যগুলি লিখুন।
- 6) চিকিৎসাবিজ্ঞানে তেজস্ক্রিয়তার ব্যবহার লিখুন।
- 7) তেজস্ক্রিয় ধাতুর খনিতে হিলিয়াম গ্যাস ও লেড পাওয়া যায় কেন?
- 8) রেডিয়াম (Ra^{226}_{80}) একটি a-কণা নির্গমন করে রেডনে (Rn) পরিণত হয়। রেডনের ভরসংখ্যা ও পরমাণুক্রমাঙ্ক নির্ণয় করুন।
- 9) একটি নিউক্লিয়াস X থেকে a-কণা নির্গত হল এইভাবে



উপরিউক্ত বিক্রিয়া থেকে A ও Z-এর মান নির্ণয় করুন।

- 10) জ্বালানি হিসেবে পারমাণবিক শক্তির সুবিধাগুলি লিখুন।

একক : পদার্থের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মসমূহ

পর্যায় সারণি ও মৌলদের ধর্মের পর্যাবৃত্ততা

- 1) মেডেলিফের পর্যায় সারণির দুটি জুটি লিখুন।
- 2) সন্ধিগত মৌলের বৈশিষ্ট্যগুলি লিখুন।
- 3) তড়িৎ ঋণাত্মকতার সংজ্ঞা দিন।
- 4) ইলেকট্রন আসক্তি ও তড়িৎ ঋণাত্মকতার মধ্যে পার্থক্য কী?
- 5) সর্বাধিক ও সর্বনিম্ন তড়িৎ ঋণাত্মকতায়ুক্ত মৌলের নাম লিখুন।
- 6) মৌলের আয়ননবিভব বা আয়নন শক্তির মান কোন্ কোন্ বিষয়ের ওপর নির্ভর করে।
- 7) পর্যায় সারণিতে পর্যায় ও শ্রেণিকরকের মৌলগুলির জারণ ও বিজারণ ধর্মের পরিবর্তনের কারণ ব্যাখ্যা করুন।
- 8) আধুনিক পর্যায় সারণিতে প্রদত্ত মৌলগুলির অবস্থান উল্লেখ করুন



- 9) পর্যায়গত ধর্ম বলতে কী বোঝায়?
- 10) ক্রমবর্ধমান তড়িৎ ঋণাত্মকতা ও ইলেকট্রন আসক্তি অনুযায়ী সাজান :

F, Cl, Br, I

একক : আয়নীয় ও সমযোজী বন্ধন

- 1) তড়িৎযোজী বন্ধনকে প্রকৃত বন্ধন বলা যায় না—ব্যাখ্যা করুন।
- 2) গ্লুকোজ সমযোজী যৌগ হলেও কঠিন অপরপক্ষে মিথেন সমযোজী যৌগ হয়েও গ্যাসীয় কেন?
- 3) Cl_2 অণু গঠিত হয় কিন্তু Ne_2 হয় না কেন?
- 4) আয়নীয় ও সমযোজী যৌগের পার্থক্যগুলি লিখুন।
- 5) $MgCl_2$ যৌগ কীভাবে গঠিত হয় ব্যাখ্যা করুন।
- 6) লুইস-ডট ডায়াগ্রামের সাহায্যে C_2H_2 অণুর গঠন ব্যাখ্যা করুন।
- 7) দুটি যৌগ A ও B-এর পরমাণু ক্রমাঙ্ক 19 এবং 17, A ও B রাসায়নিকভাবে সংযুক্ত হলে কী ধরনের যৌগ গঠন করবে?
- 8) বন্ধন ইলেকট্রনজোড় ও নিঃসঙ্গ ইলেকট্রনজোড় বলতে কী বোঝায়?
- 9) $NaCl$ -এর জলীয় দ্রবণে $AgNO_3$ যোগ করলে অত্যন্ত দ্রুত বিক্রিয়া ঘটে কেন?
- 10) অষ্টক সূত্রের সীমাবদ্ধতাগুলি লিখুন।

একক : তড়িৎ প্রবাহ ও রাসায়নিক বিক্রিয়া

- 1) তড়িৎ বিয়োজন কাকে বলে?
- 2) HCl সমযোজী পদার্থ হলেও এর জলীয় দ্রবণ তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষ্যের মতো আচরণ করে কেন?
- 3) ভোল্টামিটার ও ভোল্টমিটারের পার্থক্য লিখুন।
- 4) তড়িৎলেপন কাকে বলে?
- 5) $CuSO_4$ -এর আয়নিক দ্রবণের তড়িৎ বিশ্লেষণে ক্যাথোডের যে মুক্ত হয় কিন্তু Al লবণের আয়নিক দ্রবণের তড়িৎ বিশ্লেষণে ক্যাথোড Al মুক্ত হয় না কেন?

একক : পরীক্ষাগার ও রাসায়নিক শিল্পে অজৈব রসায়ন

- 1) অ্যামোনিয়ার বিজারণ ধর্মের উদাহরণ দিন।
- 2) অতিরিক্ত অ্যামোনিয়ার সঙ্গে ক্লোরিনের বিক্রিয়াটি লিখুন।
- 3) নেফলার বিকারক কি? নেফলার বিকারকের সংস্পর্শে এলে অ্যামোনিয়ার কী পরিবর্তন লক্ষ করা যায়।
- 4) লেড অ্যাসিটেটে সিন্ধু কাগজ H_2S গ্যাসে ধরলে কালো হয়ে যায় কেন?
- 5) নাইট্রোলিন কীভাবে প্রস্তুত করা হয়?
- 6) ওলিয়াম কি?

- 7) পুরোনো তৈলচিত্রের সাদা রঙ কীভাবে পুনরুদ্ধার করা যায় ?
- 8) অ্যামোনিয়া যে ক্ষারকীয় যৌগ তা কীভাবে পুনরুদ্ধার করা যায় ?
- 9) হেবার পদ্ধতিতে অ্যামোনিয়া প্রস্তুতির নীতিটি লিখুন।
- 10) অস্ওয়াল্ড পদ্ধতিতে নাইট্রিক অ্যাসিডের শিল্প প্রস্তুতির নীতি ও রাসায়নিক সমীকরণটি লিখুন।

একক : ধাতুবিদ্যা

- 1) থার্মিট মিশ্রণ কাকে বলে? এর ব্যবহারিক প্রয়োগ লিখুন।
- 2) কার্বন বিজারণ পদ্ধতিতে ধাতু নিষ্কাশন বলতে কী বোঝায় ?
- 3) গ্যালভানাইজেশন বলতে কী বোঝায় ?
- 4) পারদ সংকর কি? এর ব্যবহার লিখুন।
- 5) অ্যালুমিনিয়াম পাতে মোড়া আচার বা চাটনি পাওয়া উচিত নয় কেন ?
- 6) খনিজ ও আকরিকের পার্থক্য লিখুন।
- 7) আয়রনের দুটি ধাতু সংকরের নাম, সংযুতি ও ব্যবহার লিখুন।
- 8) অ্যালুমিনিয়ামের দুটি ধাতু সংকরের নাম, সংযুতি ও ব্যবহার লিখুন।
- 9) মরচে পড়া থেকে রক্ষা করতে লোহার ওপর জিঙ্ক লেপন বা টিন লেপন— কোনটি বেশি উপযোগী হবে?
- 10) তড়িৎ-বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে কীভাবে বিশুদ্ধ অ্যালুমিনা থেকে অ্যালুমিনিয়াম ধাতু নিষ্কাশন করা হয়— ব্যাখ্যা করুন।

একক : জৈব রসায়ন

- 1) কার্যকরী মূলক কাকে বলে? উদাহরণ দিন।
- 2) কার্যকরী মূলক ঘটিত সমাবয়বতার উদাহরণ দিন।
- 3) LPG কী? LPG-এর শিল্প উৎসগুলি কী কী?
- 4) কীভাবে প্রমাণ করবেন— ইথিলিন একটি অসম্পৃক্ত যৌগ।
- 5) এস্টারিফিকেশন কাকে বলে? এই বিক্রিয়ার উদাহরণ দিন।
- 6) সোডিয়াম বাইকার্বনেট ব্যবহার করে কীভাবে ইথানল ও অ্যাসিটিক অ্যাসিডের মধ্যে পার্থক্য করবেন?
- 7) ইথিলিন অপেক্ষা অ্যাসিটিলিন আল্লিক— ব্যাখ্যা করুন।
- 8) পলিথিনের মনোমারের নাম ও সংকেত লিখুন।
- 9) ব্রোমিনের সাথে অ্যাসিটিলিনের বিক্রিয়াটি লিখুন।
- 10) CNG-এর উপাদান ও শিল্প উৎসগুলি উল্লেখ করুন।

Unit-2

ষষ্ঠ থেকে অষ্টম শ্রেণী পর্যন্ত পাঠ্যসূচির বিষয়বস্তুর বিজ্ঞানসম্মত বিশ্লেষণ (Contents of the Syllabus of Class VI-VIII)

2.1 কাম্য আচরণগত শিখন সামর্থ্যসমূহ (Expected learning outcome in terms of Behaviour)

এই অধ্যায়ের পাঠ গ্রহণের শেষে শিক্ষার্থীরা যে সমস্ত সামর্থ্যগুলি অর্জন করবে সেগুলি হল :

- Pedagogy শব্দের অর্থ উপলব্ধি করতে পারবে।
- বিজ্ঞানসম্মত বিশ্লেষণ ও বিষয়বস্তু বিশ্লেষণের মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় করতে পারবে।
- বিষয়বস্তুর বিজ্ঞানসম্মত বিশ্লেষণে সমর্থ হবে।
- বিষয়বস্তুর বিজ্ঞানসম্মত বিশ্লেষণের শুরুর উপলব্ধি করতে পারবে।
- বিষয়বস্তুর বিজ্ঞানসম্মত বিশ্লেষণকে ব্যবহারিক ক্ষেত্রে প্রয়োগ করতে পারবে।

2.2 ভূমিকা (Introduction) :

জাতীয় পাঠ্যক্রমের রূপরেখা (2005) এবং শিক্ষার অধিকার আইন (2009) এই দুটি নথিতে শিশুর জ্ঞান অর্জন অপেক্ষা জ্ঞান নির্মাণের (construction of knowledge) ওপর গুরুত্ব আরোপ করা হয়েছে। শিক্ষার্থীরা শিখবে শিশুবাঞ্চব, আনন্দদায়ক পরিবেশে। আর শিক্ষকদের শিক্ষাদানের প্রক্রিয়াটি হবে শিক্ষার্থীদের বৌদ্ধিক বা মানসিক ক্ষমতা বিকাশের ক্রমকে অনুকরণ করে। তার জন্য শিক্ষক বিষয়বস্তুর বিজ্ঞানসম্মত বিশ্লেষণ করবেন এবং তার ভিত্তিতে শ্রেণিকক্ষে পাঠদান প্রক্রিয়া পরিচালনা করবেন। এই অধ্যায়ে আমরা বিষয়বস্তুর বিজ্ঞানসম্মত বিশ্লেষণ সম্পর্কে সম্যক জ্ঞান লাভ করবে।

2.3 বিষয়বস্তু (Content) :

2.3.1 Pedagogy শব্দের অর্থ (Meanings of Pedagogy)

Pedagogy একটি গ্রিক শব্দ। এটি Pedagogos শব্দ থেকে উদ্ভূত। Pedagogos কথাটি গঠিত হয়েছে Paids এবং agogos নিয়ে যার অর্থ 'a child tender.' অর্থাৎ Paidagogos-এর অর্থ হল 'a slave who led a boy to school'-শিশুদের স্কুল থেকে বাড়ি আনা-নেওয়া করতো যে ভৃত্য, Paids শব্দটির অর্থ হল শিশু। সুতরাং Padagogy শব্দটির মধ্যে শিশুকেন্দ্রিকতার ছাপ বর্তমান।

শিক্ষাবিজ্ঞানে 'Pedagogy' বলতে Science of teaching বা Art of teaching বোঝানো হয়েছে। অর্থাৎ শিক্ষার্থীকেন্দ্রিক বিজ্ঞানসম্মত শিক্ষণ কৌশল হল Pedagogy.

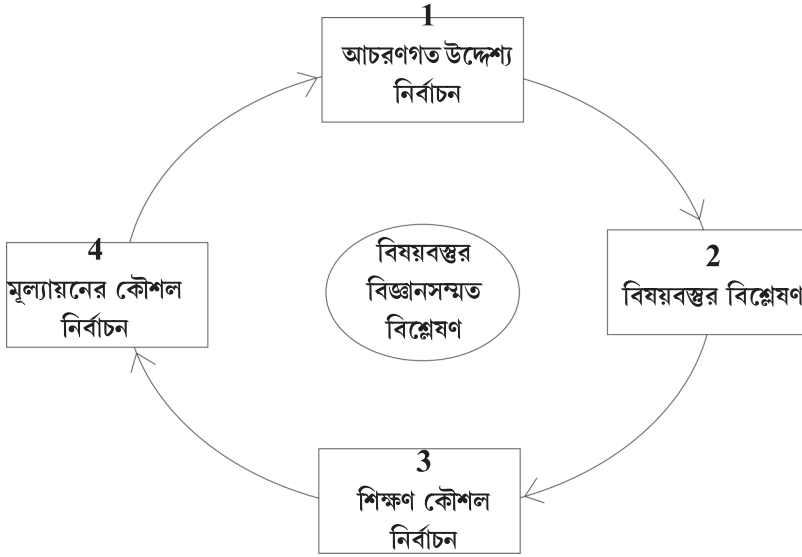
2.3.2 বিষয়বস্তুর বিজ্ঞানসম্মত বিশ্লেষণ (Pedagogical analysis of the contents) :

বিষয়বস্তুর বিজ্ঞানসম্মত বিশ্লেষণের ক্ষেত্রে দুটি দিক দেখা যায় — a) বিষয়বস্তুর বিশ্লেষণ b) বিজ্ঞানসম্মত বিশ্লেষণ।

পাঠের নির্দেশনামূলক উদ্দেশ্যের সঙ্গে সামঞ্জস্য রেখে উপএককের ছোটো ছোটো ধারণাগুলিকে কঠিন ও উপযুক্ত অর্থবিন্যাসে সংগঠিত করে বিশ্লেষণের প্রক্রিয়াকে বলা হয় বিষয়বস্তুর বিশ্লেষণ।

যখন এই বিষয়বস্তুর বিশ্লেষণ একটি নির্দিষ্ট রীতি বা বিজ্ঞানসম্মত পদ্ধতিতে অর্থাৎ বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি মেনে সম্পন্ন করা হয় তখন তাকে Pedagogical analysis of the content বলা হয়।

2.3.3 Pedagogical analysis-এর ধাপ



বিষয়বস্তুর বিজ্ঞানসম্মত বিশ্লেষণের মূল ধাপ চারটি যেগুলি নীচে দেখানো হল।

2.3.4 বিষয়বস্তুর বিজ্ঞানসম্মত বিশ্লেষণের সুবিধা

বিষয়বস্তুর বিজ্ঞানসম্মত বিশ্লেষণের সুবিধাগুলি হল-

- শিখন-শিক্ষণ প্রক্রিয়ার গুণগত মানের উন্নতিসাধন
- শিক্ষক/শিক্ষিকাকে শিক্ষণের/ নির্দেশনার উদ্দেশ্য সম্পর্কে সচেতন করা
- শিক্ষণীয় বিষয়বস্তুকে বিজ্ঞানসম্মত উপায়ে সুপারিকল্পিতভাবে শিক্ষার্থীদের নিকট উপস্থাপন করা
- মনোবিজ্ঞানসম্মত উপায়ে ও সুসংবদ্ধভাবে শিক্ষাদান করা

2.3.4 বিষয়বস্তুর বিজ্ঞানসম্মত বিশ্লেষণের নমুনা

নীচে সপ্তম-অষ্টম শ্রেণীর পাঠ্যপুস্তক থেকে একক নির্বাচন করে পেডাগজিক্যাল বিশ্লেষণ করা হল।

PEDAGOGIC AL ANALYSIS - নমুনা নং-01

বিষয় :- ভৌত বিজ্ঞান, শ্রেণী :- সপ্তম

একক :- জল ও প্লবতা

[A] এককটিকে বিভিন্ন উপএককে বিশ্লেষণ :

উপএকক	পিরিয়ড সংখ্যা
তরলের চাপ	1
তরলের চাপ সংক্রান্ত পরীক্ষা ও পাস্কালের পরীক্ষা	2
আর্কিমিডিসের সূত্র	1
** প্লবতা ও বস্তুর ভাসন ও নিমজ্জন	1

উপএকক	পিরিয়ড সংখ্যা
তরলের সমোচ্চশীলতা ধর্ম এবং জল সরবরাহ ও আর্টেজীয় কূপ	1
মূল্যায়ন	1
সংশোধনী	1
মোট	8

** চিহ্নিত উপএককটির বিষয় বিশ্লেষণ করা হল।

** চিহ্নিত উপএকক :- প্লবতা ও বস্তুর ভাসন ও নিমজ্জন

[B] বিষয়বস্তুর ধারণাসমূহের সারসংক্ষেপ :

ধারণা	সারসংক্ষেপ
প্লবতা	(i) স্থির তরল বা গ্যাসীয় পদার্থ আংশিক বা সম্পূর্ণভাবে নিমজ্জিত বস্তুর উপর ঐ তরল বা গ্যাসীয় পদার্থ দ্বারা লম্বভাবে প্রযুক্ত উর্ধ্বমুখী ঘাত হল প্লবতা। (ii) প্লবতা বস্তুর ওজনের বিপরীতে ক্রিয়া করে। (iii) প্রবাহী পদার্থের ঘনত্ব এবং নিমজ্জিত অংশের ওজন আয়তন বেশী হলে প্লবতা বেশী হয়।

ধারণা	সারসংক্ষেপ
বস্তুর ভাসন ও নিমজ্জন	<p>(i) বস্তুর ওজন প্লবতার চেয়ে বেশী হলে বস্তুটি তরলে ডুবে যায়।</p> <p>(ii) বস্তুর ওজন প্লবতার সমান হলে বস্তুটি সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় তরলের যেকোনো অংশে স্থির থেকে বাসতে পারে।</p> <p>(iii) বস্তুর ওজন প্লবতার চেয়ে কম হলে বস্তুটি তরলে আংশিক নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে।</p>

[C] পূর্বার্জিত জ্ঞান :

প্লবতা	<p>(i) তরলের চাপ সম্পর্কে শিক্ষার্থীরা জানে,</p> <p>(ii) কোনো বস্তুর উপর তরল উর্ধ্বমুখী চাপ দেয় শিক্ষার্থীদের</p>
বস্তুর ভাসন ও নিমজ্জন	<p>সে ধারণা আছে।</p> <p>(i) বস্তুর ওজন বস্তুকে লম্বভাবে টেনে নীচের দিকে নামাতে চায় শিক্ষার্থীরা তা জানে,</p> <p>(ii) বস্তুর আয়তন বেশী হলে তা তরলে ভাসবে এ ধারণা তাদের আছে।</p>

[D] আচরণমূলক উদ্দেশ্য :

বৌদ্ধিক স্তর	জ্ঞানমূলক	<p>(i) প্লবতার সংজ্ঞা স্মরণ করতে পারবে।</p> <p>(ii) প্লবতার বৈশিষ্ট্যগুলি স্মরণ করতে পারবে।</p> <p>(iii) বস্তুর ভাসন ও নিমজ্জনের কারণগুলি স্মরণ করতে পারবে।</p>
	বোধমূলক	<p>(i) প্লবতার মান প্রবাহী পদার্থের ঘনত্বের সাথে কীভাবে পরিবর্তিত হয় তা বলতে পারবে।</p> <p>(ii) বস্তুর ভাসন ও নিমজ্জনের কারণ বলতে পারবে।</p> <p>(iii) কোন বস্তু জলে ভাসবে ও কোন বস্তু ডুবে যাবে তার পার্থক্য নির্ণয় করতে পারবে।</p>
	প্রয়োগমূলক	<p>(i) দৈনন্দিন জীবনে আমরা দেখতে পাই কোনো বস্তু জলে ভাসছে বা ডুবছে-এর কারণ ব্যাখ্যা করতে পারবে, বা,</p> <p>(ii) বস্তুটি দেখেই বলতে পারবে সেটি জল বা অন্য কোনো তরলে ডুববে না ভাসবে।</p>

	আগ্রহ (ii)	(i) প্লবতা সম্পর্কে জানার পর কেন কোনো বস্তু জলে ডুবে যায় বা ভেসে ওঠে তার কারণগুলি জানতে পেরে শিক্ষার্থীর ভৌতবিজ্ঞান পাঠে আগ্রহ বাড়বে। (ii) প্রক্রিয়াগুলি হাতেনাতে করতে পারায় পড়ার প্রতি তাদের আগ্রহ বাড়বে।
অনুভূতিমূলক স্তর	মনোভাব	(i) বস্তুর ভাসন ও নিমজ্জনের কারণগুলি ভালোভাবে উপলব্ধি করার ফলে শিক্ষার্থীদের মধ্যে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী গড়ে উঠবে।
	প্রশংসা	(i) এই প্রক্রিয়াগুলি সম্বন্ধে জ্ঞান বা ধারণা বিজ্ঞানের প্রতি প্রশংসার মনোভাব গড়ে সাহায্য করবে।
উপরোক্ত অনুভূতিমূলক স্তরের প্রতি শিক্ষার্থীরা আগ্রহী হবার ফলে ভৌতবিজ্ঞানের বিভিন্ন আলোচনাচক্র, বিভিন্ন প্রদর্শনী, বিভিন্ন মডেল ইত্যাদি কাজে সক্রিয়ভাবে তারা অংশগ্রহণ করবে।		
সঞ্চালনমূলক স্তর	দক্ষতা	(i) তরলে বস্তুর ভাসন ও নিমজ্জনের জন্য প্রয়োজনীয় পরীক্ষামূলক দক্ষতা শিক্ষার্থীরা অর্জন করবে, এবং (ii) প্রতিক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় চিত্র অঙ্কন করতে পারবে।

[E] শিক্ষণ কৌশল :

i. শিক্ষণের সাধারণ পদ্ধতি

ধারণা	সারসংক্ষেপ
প্লবতা, বস্তুর ভাসন ও নিমজ্জন	<p>i. বক্তৃতা পদ্ধতি—প্লবতার সংজ্ঞা, প্লবতার বৈশিষ্ট্য, বস্তুর ভাসন ও নিমজ্জনের কারণ।</p> <p>ii. প্রতিপাদন পদ্ধতি—প্লবতার চিত্র, বস্তুর ওজন প্লবতার বেশি, কম ও সমান হলে কী হয় তার চিত্র অঙ্কন</p> <p>iii. পরীক্ষণ পদ্ধতি—প্লবতা কীভাবে প্রযুক্ত হয় তা পরীক্ষা করে দেখানো, জলে বিভিন্ন বস্তু নিয়ে কোনটি ডুবেছে, ভাসছে অথবা সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় থাকছে তা পরীক্ষা করে দেখানো।</p>

ii. শিক্ষাসহায়ক উপকরণ :

উপকরণ	প্রস্তুতি	ব্যবহার
১. দুটি শক্ত স্ট্র, আটা বা ময়দা, কাদা, জল, লবণ, দুটি গ্লাস	দুটি সমান মাপের স্ট্রতে স্কেলের সাহায্যে 5 মিমি অন্তর দাগ দেওয়া হল। স্ট্র-দুটির একপ্রান্তে সমান ওজনের কাদা বা ময়দার লেচি আটকানো হল।	স্ট্র দুটির একটিকে সাধারণ জলে ও অপরটিকে লবণ জলে ডুবানো হল। একইভাবে দুধ ও কেরোসিনে ডুবিয়ে দেখানো হল। যার ঘনত্ব কম, স্ট্রটি তাতে বেশি ডুবছে, অর্থাৎ, তরলের ঘনত্বের সাথে প্লবতা সমানুপাতী।
২. সমান মাপের প্লাস্টিকের বল, রবারের বল ও লোহার বল।	তিনটি কাচের বিকারে জল নিয়ে প্রত্যেকটিতে যথাক্রমে প্লাস্টিকের বল, রবারের বল ও লোহার বল ছেড়ে দেওয়া হল।	প্রথম বিকারে বলটি ভাসবে, দ্বিতীয় বিকারে বলটি বিকারের জলের মাঝখানে থাকবে ও তৃতীয় বিকারে বলটি ডুবে যাবে। বস্তুর ওজন ও প্লবতা কীভাবে পরস্পরের বিপরীতে ক্রিয়া করে তা শিক্ষার্থীদের বোঝানো যাবে।
৩. একটি বেলুন, পাথর, বিকার, জল ও সুতা	(a) একটি বেলুনকে না ফোলানো অবস্থায় মুখে একটি পাথরের টুকরো বেঁধে বিকারের জলে ফেলা হল। (b) বেলুনটিকে অল্প ফোলানো অবস্থায় ঐ পাথরের টুকরোটি বেঁধে বিকারের জলে ফেলা হল। (c) বেলুনটিকে সম্পূর্ণ ফোলানো অবস্থায় ঐ পাথরের টুকরোটি বেঁধে বিকারের জলে ফেলা হল।	প্রথমক্ষেত্রে দেখা যাবে পাথরটি বিকারের জলে ডুবে যাচ্ছে। দ্বিতীয়ক্ষেত্রে দেখা যাবে পাথরটি বিকারের জলে নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসছে। তৃতীয়ক্ষেত্রে দেখা যাবে পাথরটি বিকারের জলে আংশিক নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসছে। বস্তুর নিমজ্জিত অংশের আয়তন যত বেশি হবে, প্লবতা তত বেশি হবে এটি শিক্ষার্থীদের বোঝানো যাবে।

উপকরণ	প্রস্তুতি	ব্যবহার
৪. চার্ট ৫. মডেল	চার্টের মাধ্যমে বিভিন্ন চিত্রাঙ্কন করা হবে যথা- (a) বস্তুর ওজন তরলের প্লবতার সমান হলে তরলে বস্তুর অবস্থান। (b) বস্তুর ওজন তরলের প্লবতার সমান হলে তরলে বস্তুর অবস্থান। (c) বস্তুর ওজন তরলের প্লবতার চেয়ে কম হলে তরলে বস্তুর অবস্থান।	চার্টের মাধ্যমে ত্রিগুলি শিক্ষার্থীর দেখিয়ে ও সঠিক ব্যাখ্যার দ্বারা শিক্ষার্থীদের কাছে কোনো বস্তুর ভাসন ও নিমজ্জনের শর্তগুলি বোঝানো যাবে।

iii. চক ও ব্ল্যাকবোর্ডের ব্যবহার

ধারণা	সারসংক্ষেপ
a) প্লবতা	প্লবতার সংজ্ঞা ও বৈশিষ্ট্যগুলি বোর্ডে লেখা হবে।
b) বস্তুর ভাসন ও নিমজ্জন	কোনো বস্তু তরলে ডুববে না ভাসবে তার শর্তগুলি বোর্ডে লেখা হবে, কোনো বস্তু তরলে কীভাবে সম্পূর্ণ নিমজ্জিত, অর্ধ-নিমজ্জিত ও ভাসমান থাকে তার চিত্র বোর্ডে অঙ্কন করা হবে।
(c) ভাসনের উদাহরণ	ভাসনের কয়েকটি উদাহরণ বোর্ডে লিখে দেওয়া হবে।

iv. অনুসন্ধানী প্রশ্ন ও উত্তর :

প্রশ্ন	উত্তর
1. লোহার তৈরী সূচ ও কড়াই দুটিই জলের উপর রাখলে কী হবে?	সূচ জলে ডুবে যাবে কিন্তু কড়াই জলে ভাসবে।
2. লোহার তৈরী সূচ জলে ডুবে যায় লোহার কড়াই জলে ভাসে কেন?	একটি সূচকে জলে ডোবালে যে জল অপসারিত করে তার ওজন সূচের ওজনের চেয়ে কম, তাই সূচটি জলে ডুবে যাবে। কিন্তু কড়াই-এর তলদেশ বাঁকানো ও তলদেশে আয়তন অনেক বেশি, ফলে কড়াইটি জলে নামালে কড়াই এর নিমজ্জিত অংশ দ্বারা অপসারিত জলের ওজন বেশি, তাই প্লবতা বেশি হয় এবং কড়াইটি জলে ভাসে।

প্রশ্ন	উত্তর
3. মানুষকে জলের উপরে ভেসে থাকতে হলে কী করতে হয়?	সাঁতার কাটতে হয়।
4. মানুষ সাঁতার কেটে কী করে জলের উপরে	মানুষের মাথা সময়তনজলের চেয়ে ভারী, কিন্তু দেহের অন্যান্য অংশ সময়তন জলের চেয়ে হালকা। তাই মানুষের দেহটি জলে ভাসে কিন্তু মাথা ডুবে যেতে চায়। হাত-পা নেড়ে জলের উপর চাপ সৃষ্টি করে অর্থাৎ সাঁতার কাটার কৌশল আয়ত্ত্ব করে মাথাকে জলের উপর ভাসিয়ে রাখতে পারলেই জলের উপরে মানুষ থাকতে পারবে।

[F] কাজের পত্র :

শ্রেণীকক্ষে উপস্থিত শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলির উত্তর দেবে :

1. শূন্যস্থান পূরণ কর:

- প্লবতা বস্তুর _____ বিপরীতে ক্রিয়া করে।
- তরলের ঘনত্ব বেশি হলে প্লবতা _____ হবে।
- লোহার বলকে জলে ফেললে বলটি _____।
- _____ জন্য তরলে নিমজ্জিত বস্তুর ওজন কম মনে হয়।
- প্লবতার মান বস্তুর ওজনের থেকে _____ হলে বস্তুটি সম্পূর্ণ ডুবে যাবে।

2. নীচের প্রশ্নগুলির উত্তর দাও :

- একটি ফুটবলকে জলে ডুবিয়ে ছেড়ে দিলে কী হবে?
- কোনো বস্তুর তরলে ভাসনের শর্তটি কী?
- এক টুকরো লোহা জলে ডুবে যায়, অথচ লোহার তৈরী জাহাজ জলে ভাসে কেন?
- প্লবতার মান নিমজ্জিত বস্তুর আয়তনের সঙ্গে কীভাবে নির্ভরশীল?

[G] উদ্দেশ্যের ভিত্তিতে অভীক্ষা পত্রের খসড়া :

একক অভীক্ষা পত্র রচনার রূপরেখা

শ্রেণী :- সপ্তম

পূর্ণমান :- 10

বিষয় :- ভৌতবিজ্ঞান

সময় :- 20 মিনিট।

একক :- জল ও প্লবতা

উপ-একক :- প্লবতা, বস্তুর ভাসন ও নিমজ্জন

নৈব্যক্তিক				অতিসংক্ষিপ্ত				সংক্ষিপ্ত				রচনাধর্মী				মোট নম্বর	শতকরা নম্বর
জ্ঞঃ	বোঃ	প্রঃ	দঃ	জ্ঞান	বোধ	প্রয়োগ	দক্ষতা	জ্ঞান	বোধ	প্রয়োগ	দক্ষতা	জ্ঞান	বোধ	প্রয়োগ	দক্ষতা		
1	1															2	20%
					1											2	20%
								2			2					4	40%
													2			2	20%

জ্ঞানমূলক - 3
বোধমূলক - 3
প্রয়োগমূলক - 2
দক্ষতামূলক - 2
মোট নম্বর = 10

একক অভীক্ষা পত্র

শ্রেণী :- সপ্তম

পূর্ণমান :- 10

বিষয় :- ভৌতবিজ্ঞান

সময় :- 20 মিনিট।

1 সঠিক উত্তরটির তলায় দাগ দাও :

(1×2=2)

- প্লবতা বস্তুর (ভর / ওজন / আয়তন / ঘনত্ব) এর বিপরীতে ক্রিয়া করে।
- নিমজ্জিত অংশের আয়তন বেশি হলে প্লবতা (বেশি / কম / একই) থাকে।

2 দু-এক কথায় উত্তর দাও :

(1×2=2)

- তরলের ঘনত্বের মান বাড়ালে প্লবতার মান কী হবে?
- কোনো বস্তুর ওজন প্লবতার থেকে বেশি হলে বস্তুটি তরলে কী অবস্থায় থাকবে?

3 নীচের প্রশ্নগুলির উত্তর দাও :

(2×2=4)

- প্লবতার সংজ্ঞা লেখ।
- বস্তুর ওজন তরলের প্লবতার সমান হলে বস্তুটি তরলে কী অবস্থায় তাকে তার একটি চিত্র অঙ্কন কর।

4 নীচের প্রশ্নের উত্তর দাও :

(1×2=2)

- মানুষ সাঁতার কাটে কী করে?

PEDAGOGICAL ANALYSIS, নমুনা নং - ০২

বিষয় : ভৌতবিজ্ঞান,

শ্রেণী:- অষ্টম

একক : অ্যাসিড, ক্ষারক ও লবণ (Acid, Base & Salt)

(A) এককটিকে বিভিন্ন উপএককে বিশ্লেষণ

উপএকক	পিরিয়ড সংখ্যা
1. অ্যাসিড	1
2. ক্ষারক	1
3. লবণ	1
4. মূল্যায়ন	1
5. সংশোধনী	1
মোট পিরিয়ড সংখ্যা	5

* চিহ্নিত উপএকক = লবণ

নীচে চিহ্নিত উপএককটির বিষয় বিশ্লেষণ করা হল

(B) বিষয়বস্তুর ধারণাসমূহের সারসংক্ষেপ

ধারণা	সারসংক্ষেপ
• লবণের সংজ্ঞা	অ্যাসিডের প্রতিস্থাপনযোগ্য হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) অন্য কোনো ক্যাটায়ন বা ধাতবমূলক দ্বারা সম্পূর্ণ বা আংশিকরূপে প্রতিস্থাপিত হয়ে যে আয়নীয় যৌগ গঠন করে সেই যৌগকে লবণ বলে। HCl -এর H^+ আয়ন Na^+ আয়ন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে NaCl যৌগ তৈরী করে। এক্ষেত্রে NaCl একটি লবণ
• লবণের শ্রেণিবিভাগ	• শমিত লবণ (Normal Salt) অ্যাসিডের প্রতিস্থাপনযোগ্য H^+ আয়ন যখন অন্য কোনো ক্যাটায়ন দ্বারা সম্পূর্ণরূপে প্রতিস্থাপিত হয়ে যে আয়নীয় যৌগ গঠন করে সেই যৌগকে শমিত লবণ বলে। HCl এর H^+ আয়ন Na^+ আয়ন দ্বারা প্রতিস্থাপিত NaCl যৌগ তৈরী হয়। এক্ষেত্রে NaCl হল শমিত লবণ। Na_2SO_4 , NH_4Cl ইত্যাদি শমিত লবণের উদাহরণ
অ্যাসিড লবণ	• অ্যাসিডের প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন আয়ন অন্য কোনো ক্যাটায়ন দ্বারা আংশিকভাবে প্রতিস্থাপিত হয়ে যে আয়নীয় যৌগ গঠন করে তাকে অ্যাসিড লবণ বলে।

ধারণা	সারসংক্ষেপ
	H_2SO_4 -এর প্রতিস্থাপনীয় দুটি H^+ আয়নের মধ্যে একটি H^+ আয়ন $NaOH^-$ এর Na^+ আয়ন দ্বারা প্রতিস্থাপিত করে $NaHSO_4$ উৎপন্ন করে। তাই $NaHSO_4$ একটি অ্যাসিড লবণ। $NaHCO_3$, $NaHSO_4$ ইত্যাদি শমিত লবণের উদাহরণ
লবণের ধর্ম	<ul style="list-style-type: none"> • লবণাক্ত স্বাদের • লবণের জলীয় দ্রবণ তড়িৎ পরিবহন করে • অ্যাসিড লবণের জলীয় দ্রবণ নীল লিটমাসকে লাল বর্ণে পরিণত করে • শমিত লবণের জলীয় দ্রবণ প্রশম, তাই লিটমাসের বর্ণের কোনো পরিবর্তন হয় না।
লবণের ব্যবহার	<ul style="list-style-type: none"> • সাধারণ লবণ ($NaCl$) এর লঘু জলীয় দ্রবণ রোগীর স্যালাইনের জন্য ব্যবহৃত হয় • সোডিয়াম বাই কার্বনেট ($NaHCO_3$) বেকিং পাউডার তৈরীতে ব্যবহৃত হয়।

(C) পূর্বাঙ্গিত জ্ঞান

- শিক্ষার্থীরা অ্যাসিড এবং ক্ষারকের সংজ্ঞা জানে।
- অ্যাসিডের ধর্ম সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের ধারণা আছে।
- শিক্ষার্থীরা ক্ষারকের কর্মগুলি বলতে পারবে।
- অ্যাসিড ও ক্ষারকের জলীয় দ্রবণে লিটমাসের বর্ণ পরিবর্তন কীরূপ হয় তা জানে।

(D) আচরণমূলক উদ্দেশ্য

বৌদ্ধিকস্তর	জ্ঞানমূলক	<ul style="list-style-type: none"> • লবণের সংজ্ঞা স্মরণ করতে পারবে • শমিত লবণের সংজ্ঞা বলতে পারবে • অ্যাসিড লবণের সংজ্ঞা দিতে পারবে
	বোধমূলক	<ul style="list-style-type: none"> • শমিত লবণ ও অ্যাসিড লবণের পার্থক্য করতে পারবে • $NaHCO_3$ কেন অ্যাসিড তার ব্যাখ্যা দিতে পারবে • শমিত লবণের উদাহরণ দিতে পারবে
	প্রয়োগমূলক	<ul style="list-style-type: none"> • সোডিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণকে কীভাবে স্যালাইন হিসেবে ব্যবহার করা যায় তার প্রয়োগ জানবে • অ্যাসিড লবণের জলীয় দ্রবণ আম্লিক কিনা তা লিটমাস কাগজ দিয়ে পরীক্ষা করে যাচাই করতে পারবে

অনুভূতিমূলক স্তর	আগ্রহ	লবণের সংজ্ঞা, প্রকারভেদ, ও বৈশিষ্ট্য জানার ফলে লবণের উপাদানগুলি সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের আগ্রহ জন্মাবে
	মনোভাব	লবণের ধর্মগুলি পরীক্ষা নিরীক্ষা করে দেখার জন্য শিক্ষার্থীদের মধ্যে বৈজ্ঞানিক মনোভাব গড়ে উঠবে
	প্রশংসা	বিভিন্ন লবণ সম্পর্কিত গবেষণায় অবদানের জন্য বিজ্ঞানীদের প্রতি শ্রদ্ধা ও প্রশংসার মনোভাব গড়ে উঠবে
	অভ্যাস	শিক্ষার্থীদের মধ্যে বিজ্ঞান পাঠের অভ্যাস গড়ে উঠবে
সঞ্চালনমূলক ক্ষেত্র	দক্ষতা	<ul style="list-style-type: none"> শিক্ষার্থীরা বিভিন্ন লবণের শ্রেণীবিভাগ সম্পর্কিত চার্ট প্রস্তুত করতে পারবে অ্যাসিড ও ক্ষারের বিক্রিয়ায় লবণ উৎপন্ন করার রাসায়নিক বিক্রিয়ার শমিত সমীকরণ (Balanced chemical reaction) লিখতে পারবে

(E) শিক্ষণ কৌশল

1. শিক্ষণের সাধারণ পদ্ধতি

ধারণা	পদ্ধতি
<ul style="list-style-type: none"> লবণের সংজ্ঞা শ্রেণীবিভাগ ধর্ম ব্যবহার 	<ul style="list-style-type: none"> লবণের সংজ্ঞা ও বৈশিষ্ট্যগুলি শিক্ষক/শিক্ষিকা বক্তৃতা পদ্ধতিতে উপস্থাপন করবেন। লবণের শ্রেণীবিভাগ একটি চার্টের মাধ্যমে প্রতিপাদন (demonstration) পদ্ধতিতে উপস্থাপিত করা হবে। আবিষ্কার পদ্ধতিতে লবণের ধর্মগুলি সম্পর্কে শিক্ষার্থীরা হাতেনাতে পরীক্ষার মাধ্যমে জানবে। পরীক্ষার পদ্ধতির সাহায্যে শিক্ষক/শিক্ষিকা শমিত লবণ ও অ্যাসিড লবণের ধর্মগুলি পরীক্ষা করে দেখাবেন।

2. শিক্ষা সহায়ক উপকরণ

উপকরণ	প্রস্তুতি	ব্যবহার
সাধারণ উপকরণ চক, ডাস্টার, নির্দেশক দণ্ড চার্ট	— লবণের শ্রেণীবিভাগের একটি চার্ট প্রস্তুত করা হবে	লবণের সংজ্ঞা, বৈশিষ্ট্য, ধর্ম ও ব্যবহারগুলি বোর্ডে লিখে দেওয়া হবে চার্টটির সাহায্যে বিভিন্ন প্রকারের লবণের উদাহরণ তুলে ধরা হবে। শিক্ষার্থীদের এই ধরনের চার্ট প্রস্তুতিতে উৎসাহিত করা হবে

উপকরণ	প্রস্তুতি	ব্যবহার
M.S. Word M.S Power point	পাওয়ার পয়েন্টের সাহায্যে স্লাইড প্রস্তুত করতে হবে যা শ্রেণীকক্ষে শিক্ষার্থীদের সামনে মাল্টিমিডিয়া সোর্স হিসেবে ব্যবহার করা যেতে পারে	লবণের সংজ্ঞা, প্রকারভেদ, বৈশিষ্ট্য, ধর্ম, বিভিন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়ার সমীকরণ Document হিসেবে type করে word file-এ save করে রাখতে হবে। word file-এর document গুলি slide show -এর মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের সামনে উপস্থাপন করা যাবে

iv. চক ও ব্ল্যাকবোর্ডের ব্যবহার

ধারণা	চক ও ব্ল্যাকবোর্ডের ব্যবহার
<ul style="list-style-type: none"> • লবণের সংজ্ঞা, বৈশিষ্ট্য, ধর্ম ও ব্যবহার 	<ul style="list-style-type: none"> • লবণের সংজ্ঞা ও উদাহরণ বোর্ডে লেখা হবে • প্রয়োজনীয় রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলি শিক্ষক/শিক্ষিকা বোর্ডে লিখে দেবেন

v. অনুসন্ধানী প্রশ্ন ও উত্তর :

অনুসন্ধানী প্রশ্ন	উত্তর
1. অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ আয়নিক ব্যাখ্যা করুন	<p>জলীয় দ্রবণে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড বিয়োজিত হবে তীব্র অ্যাসিড (H⁺ Cl⁻) এবং মৃদু ক্ষার (NH₄OH) উৎপন্ন করে। দ্রবণে H⁺ আয়নের আধিক্যের কারণে দ্রবণটি আয়নিক হয়</p> $\text{NH}_4\text{Cl} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$ $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ <hr/> $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{OH} + \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ <p style="text-align: center;">মৃদু ক্ষার তীব্র অ্যাসিড</p>
2. Na ₂ CO ₃ একটি শমিত লবণ। কিন্তু এর জলীয় দ্রবণ ক্ষারীয় কেন,	<p>জলীয় দ্রবণে Na₂CO₃ বিয়োজিত হয়ে তীব্র ক্ষার (Na⁺ + OH⁻) এবং মৃদু অ্যাসিড (H₂CO₃) উৎপন্ন করে। দ্রবণে OH⁻ আয়নের গাঢ়ত্ব বেশি হওয়ায় দ্রবণটি ক্ষারকীয় প্রকৃতির হয়</p> $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}^+ + 2\text{OH}^-$ <hr/> $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{CO}_3$ <p style="text-align: center;">তীব্র ক্ষার মৃদু অ্যাসিড</p>

iii. প্রতিপাদন, শিক্ষার্থীর সক্রিয়তা, যৌথ কার্যাবলী

<p>1) প্রতিপাদন</p>	<p>a) প্রদর্শন - শিক্ষক মহাশয় লবণের শ্রেণীবিভাগ সংক্রান্ত চার্টটি প্রদর্শন করবেন। নির্দেশক দণ্ড শিক্ষক/শিক্ষিকাকে বিষয়বস্তু চিহ্নিত করতেন সাহায্য করবে</p>			
	<p>b) পরীক্ষণ :</p>			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="382 378 687 438">পরীক্ষা</th> <th data-bbox="687 378 967 438">পর্যবেক্ষণ</th> <th data-bbox="967 378 1253 438">সিদ্ধান্ত</th> </tr> </thead> </table>	পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত		
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td data-bbox="382 438 687 757"> <p>i) একটি বিকারে জল নিয়ে সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবীভূত করা হল। এরপর এই দ্রবণে নীল লিটমাস কাগজ ডোবানো হল</p> </td> <td data-bbox="687 438 967 757"> <p>লিটমাস কাগজের বর্ণের কোনো পরিবর্তন হল না</p> </td> <td data-bbox="967 438 1253 757"> <p>সোডিয়াম ক্লোরাইড একটি শমিত লবণ</p> </td> </tr> </tbody> </table>	<p>i) একটি বিকারে জল নিয়ে সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবীভূত করা হল। এরপর এই দ্রবণে নীল লিটমাস কাগজ ডোবানো হল</p>	<p>লিটমাস কাগজের বর্ণের কোনো পরিবর্তন হল না</p>	<p>সোডিয়াম ক্লোরাইড একটি শমিত লবণ</p>
<p>i) একটি বিকারে জল নিয়ে সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবীভূত করা হল। এরপর এই দ্রবণে নীল লিটমাস কাগজ ডোবানো হল</p>	<p>লিটমাস কাগজের বর্ণের কোনো পরিবর্তন হল না</p>	<p>সোডিয়াম ক্লোরাইড একটি শমিত লবণ</p>		
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td data-bbox="382 757 687 1002"> <p>ii) একটি বিকারে জল নিয়ে তাতে NaHSO_4 দ্রবীভূত করে নীল লিটমাস কাগজ ডোবানো হল</p> </td> <td data-bbox="687 757 967 1002"> <p>নীল লিটমাস কাগজের বর্ণ লাল বর্ণ হয়ে গেল</p> </td> <td data-bbox="967 757 1253 1002"> <p>NaHSO_4 -এর জলীয় দ্রবণ আম্লিক</p> </td> </tr> </tbody> </table>	<p>ii) একটি বিকারে জল নিয়ে তাতে NaHSO_4 দ্রবীভূত করে নীল লিটমাস কাগজ ডোবানো হল</p>	<p>নীল লিটমাস কাগজের বর্ণ লাল বর্ণ হয়ে গেল</p>	<p>NaHSO_4 -এর জলীয় দ্রবণ আম্লিক</p>
<p>ii) একটি বিকারে জল নিয়ে তাতে NaHSO_4 দ্রবীভূত করে নীল লিটমাস কাগজ ডোবানো হল</p>	<p>নীল লিটমাস কাগজের বর্ণ লাল বর্ণ হয়ে গেল</p>	<p>NaHSO_4 -এর জলীয় দ্রবণ আম্লিক</p>		

2) শিক্ষার্থীর সক্রিয়তা

প্রশ্নোত্তর এবং পরীক্ষণ ও আবিষ্কার পদ্ধতির যথাযথ ব্যবহারের মাধ্যমে শিক্ষক/শিক্ষিকা শিক্ষার্থীদের সক্রিয় করে তুলবেন

3) যৌথ কার্যাবলী

শিক্ষার্থীরা কয়েকটি ছোটোছোটো দলে বিভক্ত হয়ে বিভিন্ন লবণের রাসায়নিক ধর্মগুলি শিক্ষক/শিক্ষিকার তত্ত্বাবধানে পরীক্ষা করে দেখবে, এবং সিদ্ধান্তে উপনীত হবে

(F) কাজের পত্র

শ্রেণিকক্ষের শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলির উত্তর দেবে।

1. সঠিক উত্তরটি নির্বাচন করুন।

সমিত লবণটি হল : $\text{NaHSO}_4/\text{NaHCO}_3/\text{NH}_4\text{Cl}$ (বোধমূলক)

2. অ্যাসিড লবণের একটি বৈশিষ্ট্য লিখুন (জ্ঞানমূলক)

3. সাধারণ লবণের একটি ব্যবহার লিখুন (প্রয়োগমূলক)

4. শূন্যস্থান পূরণ করুন।



(G) উদ্দেশ্যের ভিত্তিতে অভীক্ষাপত্রের খসড়া

উপ একক	জ্ঞানমূলক				বোধমূলক				প্রয়োগমূলক				দক্ষতামূলক				মোট
	র:	স:	অ: স:	নৈ:	র:	স:	অ: স:	নৈ:	র:	স:	অ: স:	নৈ:	র:	স:	অ: স:	নৈ:	
লবণ		2 (1)				2 (1)	2 (1)	2 (1)		2 (1)						1 (1)	10 (6)
	20%				50%				20%				10%				100%

(রঃ - রচনাধর্মী প্রশ্ন অ: স: - অতি সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন

সঃ- সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন নৈ: নৈর্ব্যক্তিক প্রশ্ন)

(বন্ধনীর বাইরের সংখ্যা প্রশ্নের মূল্যমান নির্দেশ করছে এবং ভিতরের সংখ্যা প্রশ্নসংখ্যা নির্দেশ করছে)

একক অভীক্ষাপত্র

শ্রেণী - অষ্টম পূর্ণমান - 10

বিষয় : ভৌতবিজ্ঞান সময় - 20 মিনিট

নীচের প্রশ্নগুলির উত্তর দাও :

1. শমিত লবণের সংজ্ঞা লেখো (জ্ঞানমূলক, সংক্ষিপ্ত) (2)
2. অ্যাসিড লবণের উদাহরণ হল — $\text{NaHCO}_3/\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NaCl}$
(সঠিক উত্তরটি নির্বাচন কর) (বোধমূলক, নৈর্ব্যক্তিক) (1)
3. Na_2CO_3 একটি শমিত লবণ, কিন্তু জলীয় দ্রবণ ক্ষারধর্মী (বোধমূলক, সংক্ষিপ্ত) (2)
4. NaCl -এর জলীয় দ্রবণে নীল লিটমাস কাগজ ডোবালে কীরূপ পরিবর্তন ঘটবে? এবং কেন?
(প্রয়োগমূলক, সংক্ষিপ্ত) (2)
5. একটি শমিত লবণের নাম লেখো যার জলীয় দ্রবণ আম্লিক (দক্ষতা, নৈর্ব্যক্তিক) (1)
6. নীচের লবণগুলি থেকে শমিত লবণ ও অ্যাসিড লবণ পৃথক করো (বোধমূলক, অতি সংক্ষিপ্ত)
 $\text{NaCl}, \text{KHCO}_3, \text{NaHSO}_4, \text{Na}_2\text{CO}_3$ (4 × 1/2 = 2)

PEDAGOGICAL ANALYSIS, নমুনা নং - 03

বিষয় : ভৌতবিজ্ঞান, শ্রেণী - অষ্টম

একক : চুম্বক (Magnet)

(A) এককটিকে উপএককে বিশ্লেষণ

উপএকক	পিরিয়ড সংখ্যা
1. চুম্বক ও তার ধর্ম, চৌম্বক পদার্থ, বিভিন্ন প্রকার চুম্বক	1
2. চুম্বক সংক্রান্ত কয়েকটি সংজ্ঞা ও পরীক্ষা	1
3. কৃত্রিম উপায়ে চুম্বকন	1
4. চৌম্বক আবেশ	1
5. চুম্বকের আণবিকত্ব ও ভূ-চুম্বকত্ব	1
6. মূল্যায়ন	1
7. সংশোধনী	1
মোট পিরিয়ড সংখ্যা	7

- চিহ্নিত উপএকক - চুম্বক ও তার ধর্ম, চৌম্বক পদার্থ, বিভিন্ন প্রকার চুম্বক

(B) বিষয়বস্তুর ধারণা সমূহের সারসংক্ষেপ

ধারণা	সারসংক্ষেপ
চুম্বক ও তার ধর্ম	<ul style="list-style-type: none">• যে সমস্ত বস্তু লোহা, নিকেল ও কোবাল্টকে আকর্ষণ করে এবং যার দিগদর্শী ধর্ম আছে তাকে চুম্বক বলে।• যে ধর্মের জন্য চুম্বক কোনো বস্তুকে আকর্ষণ করে এবং দিগদর্শী ধর্ম দেখায় সেই ধর্মকে চুম্বকের চুম্বকত্ব বলে।• আকর্ষণী ধর্ম — যে ধর্মের জন্য চুম্বক লোহা, নিকেল, কোবাল্ট এবং এদের সংকর ধাতুকে আকর্ষণ করে তাকে চুম্বকের আকর্ষণী ধর্ম বলে।• দিগদর্শী ধর্ম — বাধাহীন, পাকহীন একটি সুতোর সাহায্যে প্রাকৃতিক চুম্বককে ঝুলিয়ে দিলে চুম্বকটি নিজে থেকেই উত্তর-দক্ষিণ দিকে মুখ করে থাকে। দণ্ড চুম্বকের এই ধর্মকে দিগদর্শী ধর্ম বলে।
চৌম্বক ও অচৌম্বক পদার্থ	<ul style="list-style-type: none">• যে সমস্ত পদার্থ চুম্বক দ্বারা আকৃষ্ট হয় এবং যাদের কৃত্রিম উপায়ে চুম্বকে পরিণত করা যায় তাদের চৌম্বক পদার্থ বলে। যেমন - লোহা, নিকেল, কোবাল্ট ইত্যাদি।• যে সমস্ত পদার্থ চুম্বক দ্বারা আকৃষ্ট হয় না এবং যাদের কৃত্রিম উপায়ে চুম্বকে পরিণত করা যায় না তাদের অচৌম্বক পদার্থ বলে। যেমন - তামা, ম্যাঙ্গানিজ, জিঙ্ক ইত্যাদি।
বিভিন্ন প্রকার কৃত্রিম চুম্বক	<ul style="list-style-type: none">• লোহা, নিকেল, কোবাল্ট ইত্যাদি চৌম্বক পদার্থকে বিশেষ পদ্ধতিতে চুম্বকে পরিণত করা হলে তাকে কৃত্রিম চুম্বক বলে, কৃত্রিম চুম্বকগুলি হল — দণ্ডচুম্বক, চুম্বক শলাকা, অশ্মস্কুরাকৃতি চুম্বক, গোলমুখযুক্ত চুম্বক, তড়িৎ চুম্বক ইত্যাদি।
প্রাকৃতিক ও কৃত্রিম চুম্বক	<ul style="list-style-type: none">• প্রাকৃতিক চুম্বকের নির্দিষ্ট আকার না থাকলেও কৃত্রিম চুম্বকের নির্দিষ্ট আকার থাকে।• প্রাকৃতিক চুম্বকের আকর্ষণ-বিকর্ষণ শক্তি কম হয়। এর আকর্ষণ শক্তি বেশি হয় এবং একটি নির্দিষ্ট সীমা বাড়ানো যায়।• প্রাকৃতিক চুম্বক স্থায়ী কিন্তু কৃত্রিম চুম্বক অস্থায়ী।

(C) পূর্বাঙ্গিত জ্ঞান :

1. চুম্বক লোহা, নিকেল, কোবাল্টকে আকর্ষণ করে তা শিক্ষার্থীরা জানে।
2. দুটি চুম্বক পরস্পরকে আকর্ষণ করে আবার বিকর্ষণও করে তা জানে।
3. দুটি চুম্বককে দূরে রাখলে আকর্ষণ কম হয় তা শিক্ষার্থীরা বলতে পারবে।
4. কাঠ, তামার তার ইত্যাদি চুম্বক দ্বারা আকর্ষিত হয় না তা শিক্ষার্থীরা জানে।

(D) আচরণমূলক উদ্দেশ্য :

ভর	উদ্দেশ্য	বিষয়
বৌদ্ধিক ভর	জ্ঞানমূলক	<ul style="list-style-type: none">• চৌম্বক পদার্থের সংজ্ঞা শিক্ষার্থীরা স্মরণ করতে পারবে।• চুম্বকের ধর্মগুলি স্মরণ করতে পারবে।• কৃত্রিম চুম্বকের সংজ্ঞা স্মরণ করতে পারবে।
	বোধমূলক	<ul style="list-style-type: none">• চুম্বক ও চৌম্বক পদার্থের তুলনা করতে পারবে।• প্রাকৃতিক ও কৃত্রিম চুম্বকের পার্থক্য নিরূপণ করতে পারবে।• চৌম্বক পদার্থের উদাহরণ দিতে পারবে।
	প্রয়োগমূলক	শিক্ষার্থীরা চুম্বকের দৈনন্দিন জীবনে ব্যবহারগুলির উল্লেখ করতে পারবে।
অনুভূতিমূলক ভর	আগ্রহ	<ul style="list-style-type: none">• শিক্ষার্থীদের মধ্যে কৃত্রিম চুম্বক তৈরীর পদ্ধতিগুলি জানার আগ্রহ শিক্ষার্থীদের মধ্যে তৈরি হবে।• পরীক্ষাগারে বিভিন্ন প্রকার কৃত্রিম চুম্বক দেখার আগ্রহ প্রকাশ করবে।
	মনোভাব	<ul style="list-style-type: none">• কোনো বস্তু চুম্বক কিনা তা পরীক্ষা-নিরীক্ষা করে দেখার বৈজ্ঞানিক মনোভাব তৈরী হবে।
	প্রশংসা	<ul style="list-style-type: none">• কৃত্রিম চুম্বকের প্রকারভেদ লক্ষ করে বিভিন্ন বৈজ্ঞানিকের প্রতি শ্রদ্ধা ও প্রশংসার মনোভাব গড়ে উঠবে।

ভর	উদ্দেশ্য	বিষয়
সংগলনমূলক ভর	দক্ষতা	<ul style="list-style-type: none"> শিক্ষার্থীরা বিভিন্ন প্রকার চুম্বকের একটি তালিকা তৈরী করতে পারবে। বিভিন্ন প্রকার কৃত্রিম চুম্বকের চিহ্নিত চিত্র অঙ্কন করতে পারবে।

(E) শিক্ষণ কৌশল :

I. শিক্ষণের সাধারণ পদ্ধতি

ধারণা	পদ্ধতি
চুম্বক, ধর্ম, চৌম্বক ও অচৌম্বক পদার্থ। বিভিন্ন প্রকার কৃত্রিম চুম্বক, প্রাকৃতিক ও কৃত্রিম চুম্বকের পার্থক্য	<ul style="list-style-type: none"> বজ্রুতা পদ্ধতির সাহায্যে চুম্বকের সংজ্ঞা, ধর্ম, চৌম্বক ও অচৌম্বক পদার্থের সংজ্ঞা শিক্ষক মহাশয় বজ্রুতার মাধ্যমে তুলে ধরবেন। প্রতিপাদন পদ্ধতিতে চার্টের মাধ্যমে চুম্বকের শ্রেণিবিভাগ ও বিভিন্ন প্রকার কৃত্রিম চুম্বকের উদাহরণ উপস্থাপন করা হবে। আবিষ্কার পদ্ধতিতে পরীক্ষা-নিরীক্ষার মাধ্যমে কোন ধাতব দণ্ডে চুম্বক ধর্ম আছে কিনা তা শিক্ষার্থীরা জানার চেষ্টা করবে। শিক্ষক মহাশয় একটি দণ্ড চুম্বক নিয়ে তার আকর্ষণী ও দিগদর্শী ধর্ম পরীক্ষণ পদ্ধতির সাহায্যে পরীক্ষা করে দেখাবেন।

II. শিক্ষাসহায়ক উপকরণের ব্যবহার

উপকরণ	ব্যবহার
<ul style="list-style-type: none"> সাধারণ উপকরণ বিশেষ উপকরণ 	<ul style="list-style-type: none"> চক, ডাস্টার, নির্দেশক দণ্ডের ব্যবহার। একটি দণ্ড চুম্বক, কয়েকটি লোহার পিন ও সরু সুতো। চুম্বকের শ্রেণীবিভাগ সম্পর্কিত চার্টের ব্যবহার। কৃত্রিম চুম্বকের চিত্র সম্বলিত চার্টের ব্যবহার।
<ul style="list-style-type: none"> MS Word 	<ul style="list-style-type: none"> চুম্বকের সংজ্ঞা, ধর্ম, চৌম্বক ও অচৌম্বক পদার্থের সংজ্ঞা ইত্যাদি Document হিসেবে type করে word file-এ save করে রাখা হবে।
<ul style="list-style-type: none"> MS power point 	<ul style="list-style-type: none"> Slide show-এর সাহায্যে word file গুলি শিক্ষার্থীদের সামনে দেখানো হবে।

III. প্রতিপাদন, শিক্ষার্থীর সক্রিয়তা, যৌথ কার্যাবলী

1. প্রতিপাদন	1। প্রদর্শন : নির্দেশক দণ্ড ব্যবহারের মাধ্যমে শিক্ষক/শিক্ষিকা চুম্বকের শ্রেণীবিভাগের চার্ট ও কৃত্রিম চুম্বকের চিত্র সম্বলিত চার্ট দেখাতে পারেন।		
	2। পরীক্ষণ :		
	পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
	a। একটি দণ্ড চুম্বকের কাছে কয়েকটি লোহার পিন রাখা হল	দেখা গেল চুম্বক দ্বারা পিনগুলি আকর্ষিত হচ্ছে	চুম্বকের আকর্ষণী ধর্ম বর্তমান
b। একটি সরু পাকহীন সুতোর সাহায্যে দণ্ড চুম্বকটি বেঁধে বাধাহীন ভাবে ঝুলিয়ে দেওয়া হল	চুম্বকটি সর্বদা উত্তর-দক্ষিণ দিকে মুখ করে স্থির থাকছে	চুম্বকের দিগদর্শী ধর্ম আছে	
2. শিক্ষার্থীর সক্রিয়তা	শিক্ষকমহাশয় প্রশ্নোত্তরের মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের সক্রিয় করে তুলবেন		
3. যৌথ কার্যাবলী	শিক্ষার্থীরা কয়েকটি ছোটো ছোটো দলে বিভক্ত হয়ে শিক্ষকের দেখানো পরীক্ষাটি নিজেরা করবে এবং সিদ্ধান্তে উপনীত হবে		

IV. বোর্ডের ব্যবহার

চুম্বকের সংজ্ঞা, ধর্ম, চৌম্বক ও অচৌম্বক পদার্থের উদাহরণ ব্ল্যাকবোর্ডে লেখা হবে।

V. অনুসন্ধানীমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

ধারণা	পদ্ধতি
1. কয়েকটি অচৌম্বক পদার্থ দিয়ে গঠিত একটি সংকর ধাতুর নাম করো যা একটি চৌম্বক পদার্থ	<ul style="list-style-type: none"> হাওস্ফার সংকর একটি চৌম্বক পদার্থ যা তামা, অ্যালুমিনিয়াম ও ম্যাঙ্গানিজ তিনটি অচৌম্বক পদার্থের মিশ্রণে তৈরী
2. তোমায় তিনটি দণ্ড দেওয়া হল। কীভাবে এদের মধ্যে থেকে চুম্বক, চৌম্বক পদার্থ ও অচৌম্বক পদার্থ শনাক্ত করবে	<ul style="list-style-type: none"> একটি দণ্ডকে অপর দুটি দণ্ডের কাছে নিয়ে যাওয়ায় কোনো আকর্ষণ বা বিকর্ষণ লক্ষ করা গেল না। তাহলে দণ্ডটি অবশ্যই অচৌম্বক পদার্থ। পরীক্ষাধীন বাকী দুটি দণ্ড পৃথকভাবে একটি জ্ঞাত চুম্বকের দু-প্রান্তে নিয়ে যাওয়া হল। যে দণ্ডটি জ্ঞাত চুম্বকদণ্ডের উভয় প্রান্তে আকর্ষিত হয় যেটি চৌম্বক পদার্থ। তৃতীয় দণ্ডটি অবশ্যই চুম্বক

(F) কাজের পত্র

শিক্ষার্থীদের শ্রেণীকক্ষে নিম্নলিখিত কাজগুলি দেওয়া হবে।

1. চুম্বকের দুটি ধর্ম হল (1) ও (2) (শূন্যস্থান পূরণ করো/জ্ঞানমূলক)
2. একটি চৌম্বক পদার্থের উদাহরণ দাও (বোধমূলক)
3. একটি চুম্বক শলাকার চিত্র অঙ্কন করো (দক্ষতামূলক)
4. চুম্বকের দৈনন্দিন একটি প্রয়োগ উল্লেখ করো (প্রয়োগমূলক)

G. উদ্দেশ্যের ভিত্তিতে অভীক্ষা পত্রের খসড়া

শ্রেণি - অষ্টম পূর্ণমান - 10

বিষয় : ভৌতবিজ্ঞান সময় - 20 মিনিট

একক : চুম্বক উপএকক : চুম্বক ও তার ধর্ম, বিভিন্ন প্রকার চুম্বক

নির্দিষ্টকরণ তালিকা (table of specification)

উপ একক	জ্ঞানমূলক				বোধমূলক				প্রয়োগমূলক				দক্ষতামূলক				মোট
	র:	স:	অ: স:	নৈ:	র:	স:	অ: স:	নৈ:	র:	স:	অ: স:	নৈ:	র:	স:	অ: স:	নৈ:	
চুম্বক, ধর্ম, চৌম্বক ও অচৌম্বক পদার্থ বিভিন্ন প্রকার চুম্বক		2 (1)	2 (1)			2 (1)	2 (1)			2 (1)					2 (1)		10 (6)
%	30%				30%				20%				20%				100%

র: - রচনাধর্মী প্রশ্ন

অ: স: - অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

স:- সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

নৈ: - নৈর্ব্যক্তিক প্রশ্ন

(বন্ধনীর বাইরের সংখ্যা প্রশ্নের মূল্যমান নির্দেশ করছে এবং ভিতরের সংখ্যা প্রশ্নসংখ্যা নির্দেশ করছে)

একক অভীক্ষাপত্র

শ্রেণী : অষ্টম পূর্ণমান : 10

বিষয় : ভৌতবিজ্ঞান সময় : 20 মিনিট

(A) নীচের প্রশ্নগুলির উত্তর দাও :

1. চৌম্বক পদার্থের সংজ্ঞা দাও : (জ্ঞানমূলক, সংক্ষিপ্ত) (2)
2. চুম্বকের ধর্ম দুটি লেখো : (জ্ঞানমূলক, অতিসংক্ষিপ্ত) (1)
3. প্রাকৃতিক ও কৃত্রিম চুম্বকের দুটি পার্থক্য লেখো। (বোধমূলক, সংক্ষিপ্ত) (2)
4. একটি তড়িৎ চুম্বকের চিহ্নিত চিত্র অঙ্কন করো। (দক্ষতামূলক, সংক্ষিপ্ত) (2)
5. স্থায়ী ও কৃত্রিম চুম্বকের মধ্যে কোনটি বেশি শক্তিশালী : (বোধমূলক, অতিসংক্ষিপ্ত) (1)
6. তিনটি একই আকৃতির দণ্ড A, B, C ও একটি চুম্বক শলাকা দেওয়া হল। এদের মধ্যে কোনটি চুম্বক/চৌম্বক পদার্থ এবং অচৌম্বক পদার্থ কীভাবে শনাক্ত করবে? (প্রয়োগমূলক, সংক্ষিপ্ত) (2)

ঐ-উপএককের জন্য উত্তরসহ দুটি চিন্তা উদ্দেককারী প্রশ্ন উল্লেখ করুন।

$$(2 + 4 + (2 + 1 + 2) + 2 + 2 = 15 \text{ (BU/DE/2015)})$$

(B) পদার্থের অবস্থা

- 1) এককটির সমস্ত উপএককগুলি লিখুন।
- 2) যে-কোনো একটি উপএককের নির্দেশনামূলক আচরণগত উদ্দেশ্যগুলি লিখুন।
- 3) ঐ উপএকক থেকে বিভিন্ন ধারণাগুলি শনাক্ত করুন। প্রতিপাদনের জন্য একটি ধারণা নির্বাচিত করুন এবং ঐ প্রতিপাদনের একটি রূপরেখা দিন।
- 4) ঐ উপএককটির জন্য নির্দেশক তালিকাসহ একটি Criterion Referenced তৈরী করুন যার দ্বারা শিক্ষার্থীদের পারদর্শিতার মূল্যায়ন সম্ভব। (2 + 4 + (1 + 1 + 3) + 4 = 15

(C) স্থির তড়িৎ

- 1) এককটির সমস্ত উপএককগুলি লিখুন।
- 2) যে-কোনো একটি উপএককের নির্দেশনামূলক উদ্দেশ্যগুলিকে কার্যকরী ব্যবহারিক ভাষায় লিখুন।
- 3) ঐ উপএককের বিভিন্ন ধারণাগুলি শনাক্ত করুন, এবং ধারণাগুলির জন্য উপযুক্ত শিক্ষণ পদ্ধতি ও শিক্ষণ কৌশলের তালিকা তৈরী করুন।
- 4) ঐ উপএককের জন্য উত্তরসহ দুটি চিন্তা উদ্রেককারী প্রশ্ন লিখুন।

$$(2 + 4 + 5 + 2 + 2 = 15)$$

2.5 প্রস্তাবিত পাঠ ও পুস্তক বিবরণী (Suggested Reading with Bibliography)

1. মুখোপাধ্যায়, কবিরাজ, শিক্ষাবিজ্ঞান নীতি, পদ্ধতি ও কৌশল, আহেলি পাবলিশার্স, কলকাতা
2. জানা, ভাট, ব্যানার্জী, ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণ, আহেলি পাবলিশার্স, কলকাতা
3. পাল, ধর, ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণ, রীতা বুক এজেন্সী, কলকাতা
4. নন্দ. ভি. কে, সায়েন্স এডুকেশন টু.ডে, আনমল পাবলিশিং প্রাইভেট লিমিটেড, নিউদিল্লি
5. বৈদ্য, এন, দি ইমপ্যাক্ট অব সায়েন্স টিচিং, অক্সফোর্ড, আই. বি. এইচ কো., নিউদিল্লি।

2.6 প্রশ্নমালা (Self check questions) (প্রতিটি প্রশ্নের মান 15)

1. নীচের উল্লিখিত যে-কোনো দুটি এককের পেডাগজিক্যাল বিশ্লেষণ করুন যেখানে বিভিন্ন কার্যাবলীর উপাদানের উল্লেখ রয়েছে :
 - a) তাপ
যে কাজগুলি করতে হবে তা হল :
 - I) এককটিকে বিভিন্ন উপএককে ভাঙুন এবং তাদের সাজা থেকে জটিলের দিকে।
 - II) যে-কোনো একটি উপএককের নির্দেশনামূলক আচরণগত উদ্দেশ্যগুলি লিখুন।
 - III) ঐ উপএককের উপযোগী শিক্ষণ-শিখন উপকরণগুলি নির্বাচন করুন এবং শ্রেণীতে উপএককটির পাঠ সম্পাদনের জন্য কীভাবে তাদের তৈরী করবেন এবং ব্যবহার করবেন তা বিবৃত করুন।
 - IV) ঐ উপএককের উপযোগী শিক্ষণ-শিখন উপকরণগুলি নির্বাচন করুন এবং শ্রেণীতে উপএককটির পাঠ সম্পাদনের জন্য কীভাবে ব্যবহার করবেন তা বিবৃত করুন।
 - V) ঐ উপএককটির জন্য নির্দেশক তালিকাসহ একটি CRT তৈরী করুন যার দ্বারা শিক্ষার্থীদের পারদর্শিতার মূল্যায়ন সম্ভব।
 - VI) সামগ্রিক বিদ্যালয় পাঠক্রম ও প্রাত্যহিক জীবনের পরিপ্রেক্ষিতে ঐ উপএককটির কার্যকারিতা বিচার করুন।

$$(2 + 4) + (2 + 4) + (2 + 2) + (2 + 4) + 5 + 3 = 30)$$

(BU/2015)

2. নীচের উল্লিখিত যে-কোনো একটি এককের পেডাগজিক্যাল বিশ্লেষণ করুন যেখানে বিভিন্ন কার্যাবলীর উপাদানের উল্লেখ আছে

- a) কার্বন (শ্রেণী-অষ্টম)
- b) আলো (শ্রেণী-সপ্তম)
- c) তাপ ও তাপমাত্রা (শ্রেণী-অষ্টম)

I) এককটির সমস্ত উপএককগুলি লিখুন :

II) যে-কোনো একটি উপএককের নির্দেশনামূলক উদ্দেশ্যগুলিকে কার্যকরী ব্যবহারিক ভাষায় লিখুন।

III) ঐ উপএককের বিভিন্ন ধারণাগুলি শনাক্তকরণ এবং ধারণাগুলির জন্য উপযুক্ত শিক্ষণ পদ্ধতি ও শিক্ষণ কৌশলের তালিকা তৈরী করুন।

IV) ঐ উপএককের জন্য উত্তরসহ দুটি চিন্তা উদ্রেককারী প্রশ্ন লিখুন।

V) ঐ উপএককের উপযোগী শিক্ষণ-শিখন উপকরণগুলি নির্বাচন করুন এবং শ্রেণীতে উপএককটির পাঠ সম্পাদনের জন্য কীভাবে ব্যবহার করবেন তা বিবৃত করুন।

d) জল

I) উপএককগুলোর তালিকা প্রস্তুত করুন।

II) আপনার পছন্দমতো উপএককের জ্ঞান, বোধ ও প্রয়োগমূলক আচরণগত উদ্দেশ্যগুলি লিখুন।

III) স্পেসিফিকেশন টেবিল উল্লেখ করে একটি CRT প্রস্তুত করুন যার মাধ্যমে ছাত্রছাত্রীদের পারদর্শিতা পরিমাপ করা যায়।

IV) আপনার পছন্দমতো উপএকক নির্বাচন করে ঐ উপএককটি পড়ানোর জন্য শিক্ষাসহায়ক উপকরণের একটি তালিকা তৈরী করুন।

(2 + 6 + 5 + 2) (BU/DE/2015)

3. নীচের উল্লিখিত যে-কোনো একটি এককের পেডাগজিক্যাল বিশ্লেষণ করুন যেখানে বিভিন্ন কার্যাবলীর উপাদানের উল্লেখ রয়েছে :

- a) চুম্বক (শ্রেণী-সপ্তম)
- b) আলো (শ্রেণী-অষ্টম)
- c) তড়িৎ প্রবাহের রাসায়নিক প্রভাব (শ্রেণী-অষ্টম)

I) এককটির সমস্ত উপএককগুলি লিখুন

II) যে-কোনো একটি উপএককের নির্দেশনামূলক উদ্দেশ্যগুলিকে কার্যকরী ব্যবহারিক ভাষায় লিখুন।

- III) ঐ উপএককের বিভিন্ন ধারণাগুলি শনাক্ত করুন এবং ধারণাগুলির জন্য উপযুক্ত শিক্ষণ পদ্ধতি ও শিক্ষণ কৌশলের তালিকা তৈরী করুন।
- IV) ঐ উপএককের জন্য উত্তরসহ দুটি চিন্তা উদ্রেককারী প্রশ্ন লিখুন।
- V) ঐ উপএককটির জন্য নির্দেশক তালিকাসহ একটি CRT তৈরী করুন যার দ্বারা শিক্ষার্থীদের পারদর্শিতার মূল্যায়ন সম্ভব।
- VI) সামগ্রিক বিদ্যালয় পাঠক্রম ও প্রাত্যহিক জীবনের পরিপ্রেক্ষিতে ঐ উপএককটির কার্যকারিতা বিচার করুন।
- (2 + 4) + (2 + 4) + (2 + 2) + (2 + 4) + 5 + 3 = 30
(BU/2014)

4. নীচের উল্লিখিত এককটির পেডাগজিক্যাল বিশ্লেষণ করুন যেখানে বিভিন্ন কার্যাবলীর উল্লেখ আছে।
অ্যাসিড, ক্ষারক ও ক্ষার (অষ্টম শ্রেণী)
- I) এককটির সমস্ত উপএককগুলি লিখুন।
- II) যেকোনো একটি উপএককের নির্দেশনামূলক আচরণগত উদ্দেশ্যগুলি লিখুন।
- III) ঐ উপএককটি থেকে বিভিন্ন ধারণাগুলি শনাক্ত করুন। প্রতিপাদনের জন্য একটি ধারণা নির্বাচিত করুন এবং ঐ প্রতিপাদনের একটি রূপরেখা দিন।
- IV) ঐ উপএককটির জন্য নির্দেশক তালিকাসহ একটি Criterion Referenced Test তৈরী করুন যার দ্বারা শিক্ষার্থীদের পারদর্শিতার মূল্যায়ন সম্ভব।

$$(2 + 4) + (1 + 1 + 3) + 4 = 15 \text{ (BU/2013)}$$

Unit-3

ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষার লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য এবং অপর বিষয়ের সাথে সম্পর্ক

Aims and Objective of Teaching Physical Science & Relation with other Subject

৩.১ ভূমিকা (Introduction)

৩.২ লক্ষ্য (Aims)

৩.৩ উদ্দেশ্য (Objectives)

৩.৪ লক্ষ্য ও উদ্দেশ্যের মধ্যে পার্থক্য (Difference between Aims and Objectives)

৩.৫ নির্দেশনাগত উদ্দেশ্য (Instructional Objectives)

৩.৬ ভৌতবিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখা (Branches of Physical Science)

৩.৭ ভৌতবিজ্ঞানের অর্থ ও পরিধি (Meaning and scope of Physical Science)

৩.৮ ভৌতবিজ্ঞানের সাথে অন্যান্য বিষয়ের (অঙ্ক ও জীবন বিজ্ঞান) সম্পর্ক (Relation between Physical Science and other Subjects Mathematics & Life Science)

৩.৯ সংক্ষেপ (Summary)

৩.১০ অনুশীলন (Exercise)

৩.১ ভূমিকা (Introduction) :

আধুনিক সভ্যতায় বা বর্তমান জীবনযাত্রা অর্থনৈতিক ও সামাজিক উন্নয়নে ক্ষেত্রে বিজ্ঞান ও প্রযুক্তিনির্ভর হওয়ায় বিজ্ঞানের ন্যূনতম জ্ঞান ও প্রাথমিক ধারণা ছাড়া কোন মানুষের পক্ষেই এই উন্নয়নশীল সমাজে টিকে থাকা সম্ভব নয়। অর্থাৎ মানুষকে বিজ্ঞান ও প্রযুক্তিগত বিষয়গুলিতে উপযুক্ত ভাবে প্রশিক্ষিত না করা হলে জীবন যুদ্ধে টিকে থাকা অসম্ভব। একই সাথে সমাজের উন্নতিকল্পে বিজ্ঞানকে কাজে লাগানো সম্ভব নয়। বিজ্ঞান আমাদের চারপাশের জড় জগৎকে জানবার ও কাজে লাগাবার সুযোগ করে দেয়। আমাদের চিন্তার জগৎকে নিয়ন্ত্রণ করে বিভিন্ন সমস্যা সমাধানের পথ নির্দেশ করে।

জাতীয় শিক্ষানীতি (NPE-1986) এর মতে বিজ্ঞান শিক্ষাকে এমন ভাবে সংগঠিত করতে হবে যেন প্রতিটি শিক্ষার্থীর মনে সত্যানুসন্ধান, ব্যক্তি নিরপেক্ষতার প্রবণতা, সৃষ্টিধর্মিতা, প্রশ্ন করা বা জানার আগ্রহ সৃষ্টি হয় এবং

জীবনের বিভিন্ন মূল্যবোধগুলি জাগ্রত হয়। বিজ্ঞান শিক্ষাকে এমনভাবে সংগঠিত করতে হবে যেন শিক্ষার্থীরা সমস্যার সমাধান সিদ্ধান্ত গ্রহণের অনুকূল সক্ষমতা অর্জন করে। শিক্ষার্থীরা যেন বিজ্ঞানের সঙ্গে স্বাস্থ্য, কৃষি, শিল্প এবং দৈনন্দিন বাস্তব জীবনের সম্পর্ক খুঁজে পায় এবং প্রথাগত শিক্ষার বাইরে বিপুল সংখ্যক জনতা যেন বিজ্ঞান শিক্ষার ফলশ্রুতি থেকে বঞ্চিত না হয়। তাই মাধ্যমিক স্তরের পাঠক্রমে সাধারণ শিক্ষার সাথে বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখাগুলির (ভৌতবিজ্ঞান অন্যতম) উপর প্রয়োজনীয় আলোচনা পাঠক্রমে স্থান দেওয়া উচিত।

যে পদ্ধতিতে শিক্ষক শিক্ষার্থীর জীবন বিকাশের বিভিন্ন স্তরের সাথে সামঞ্জস্য রেখে বিজ্ঞানের জ্ঞানের সাথে তাদের গুরুত্বপূর্ণ যোগাযোগ স্থাপন করেন তাকেই “বিজ্ঞান শিক্ষণ পদ্ধতি” বলে।

৩.২ লক্ষ্য (Aims):

লক্ষ্য এবং উদ্দেশ্য একই অর্থে ব্যবহৃত হলেও লক্ষ্যের পরিধি উদ্দেশ্য থেকে ব্যাপকতর। শিক্ষা কেবলমাত্র শিক্ষা প্রতিষ্ঠান-এর মধ্যেই সীমাবদ্ধ নয়। শিক্ষার লক্ষ্য হল শিক্ষার্থীর সর্বঙ্গীন বিকাশ। এটি শুধুমাত্র শিক্ষা প্রতিষ্ঠানের মধ্যেই সীমাবদ্ধ নয়, শিক্ষা প্রতিষ্ঠানের বাইরেও যা বিস্তৃত। শিক্ষার লক্ষ্য পৌঁছাতে হলে শিক্ষকের যেমন ভূমিকা আছে তেমনি ভূমিকা আছে অভিভাবক ও সমাজের বিভিন্ন স্তরের ব্যক্তিদের।

বিজ্ঞান শিক্ষার মাধ্যমে শিক্ষার্থীর সর্বঙ্গীন অর্থাৎ বৌদ্ধিক, দৈহিক, মানসিক, প্রাক্ষেপিক, সামাজিক বিভিন্ন ধরনের বিকাশে সম্ভব হয়। তাই বিজ্ঞান শিক্ষার লক্ষ্য অধিক ব্যাপকতর। এই শিক্ষাকে অন্য বিষয় শিক্ষার সাথে অনুবন্ধন করা যায়।

সুতরাং বিজ্ঞানের অন্যতম শাখা ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষার যে সমস্ত লক্ষ্য রয়েছে সেগুলি নীচে আলোচিত হল।

ব্যবহারিক লক্ষ্য (Utilitarian Aims):

বিজ্ঞানের জ্ঞান না থাকলে বর্তমান জীবন যাপন অসম্ভব হয়ে পড়ে। বিজ্ঞান শিক্ষায় অন্যতম লক্ষ্য হল ব্যক্তিকে ব্যবহারিক জীবনে উপযুক্ত করে তোলা।

শৃঙ্খলাগত মূল্য (Disciplinary Aim):

ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষার দ্বিতীয় লক্ষ্য হল মানুষের চিন্তা, যুক্তি, ধৈর্য, দূরদর্শিতা প্রভৃতি মানসিক ক্ষমতার বিকাশ সাধনে সাহায্য করা।

বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি কোন ঘটনার সঠিক বিশ্লেষণ বাস্তবোচিত চিন্তা, পরিষ্কার পরিচ্ছন্নতা, সতর্কতা প্রভৃতি চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যগঠন বিজ্ঞান শিক্ষার লক্ষ্য। আত্মসংযম, সংযত আচরণ, উদারতা, কুসংস্কার মুক্ত প্রভৃতি বৈশিষ্ট্যের যথাযথ বিকাশ ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষার অন্যতম লক্ষ্য।

বৃত্তিমূলক লক্ষ্য (Vocational Aim) :

ডাক্তার বা ইঞ্জিনিয়ার ছাড়াও শ্রমিক, কৃষক, রজক, ক্ষৌরকার, কর্মকার সকল কাজেই কমবেশী বিজ্ঞানের জ্ঞান অপরিহার্য। তাই ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষার একটি অন্যতম লক্ষ্য হল ব্যক্তির বৃত্তি নির্বাচন ও নিযুক্ত বৃত্তিতে সুষ্ঠু সংগতি বিধানের যথাযথ সাহায্য করা।

কৃষ্টিমূলক লক্ষ্য (Cultural Aim) :

ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষার অন্যতম লক্ষ্য হল মানব সভ্যতার ইতিহাসে বিজ্ঞানের অবদানগুলি শিক্ষার্থীকে অবহিত করা। বিজ্ঞানের কল্যাণে মানুষকে তার খাদ্য, বস্ত্র, আশ্রয়ের জন্য সর্বদা ব্যস্ত থাকতে হয় না। বিজ্ঞানের দৌলতে মানুষের হাতে এখন বিরাট অবকাশ। এই অবকাশকে কাজে লাগিয়ে মানুষ এখন দেশ ও সমাজের কৃষ্টি-সংস্কৃতির অগ্রগতি এবং উন্নতি সাধনে নিজেকে নিয়োগ করেছে। তাই ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষায় অন্যতম লক্ষ্য শিক্ষার্থীকে মানব সভ্যতার ধারাবাহিকতা সম্পর্কে সচেতন করে তোলা।

অন্যান্য লক্ষ্য (Other Aims) :

বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি গঠন ও দক্ষতা সৃষ্টি করা (To develop scientific attitude & skill development) ভৌতবিজ্ঞান পড়তে হলে শিক্ষার্থীকে বিভিন্ন পরীক্ষা নিরীক্ষা করতে হয়। বিভিন্ন ঘটনার মধ্যে কার্য কারণ সম্পর্ক নির্ণয় করে, বিজ্ঞানের সত্যকে যাচাই করে তবেই সিদ্ধান্তে উপনীত হতে হয়। সমস্যা এলে তাকে অনুধাবন ও বিশ্লেষণ করে, যথাযোগ্য তথ্য সংগ্রহ করে সিদ্ধান্তে নিতে হয়। তাই বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি গঠন ও দক্ষতা গঠন ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষার অন্যতম লক্ষ্য।

বিজ্ঞানে আগ্রহ সৃষ্টি (To develop scientific Interest) :

ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষা শিক্ষার্থীকে বিজ্ঞান বিষয়ক প্রবন্ধ, গল্প, রচনা পড়তে আগ্রহী করে। শিক্ষার্থীরা সৃজন ধর্মী কাজে উৎসাহিত হয়, বিজ্ঞান সমিতি, বিজ্ঞান ক্লাব গঠনে অনুপ্রাণিত হয়। বিজ্ঞানীদের কর্মপদ্ধতি তাদের মনে আলোড়ন সৃষ্টি করে। তাই বিজ্ঞানে আগ্রহ সৃষ্টি ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষার অন্যতম লক্ষ্য।

বৈজ্ঞানিক ঘটনা ও তথ্যের সাথে শিক্ষার্থীদের পরিচয় ঘটানো (To give knowledge about scientific incident and information) :

ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষার মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা পদার্থ বিজ্ঞানের বিভিন্ন ঘটনা যেমন - বিভিন্ন শক্তিও তাদের রূপান্তর, চন্দ্রগ্রহণ, সূর্যগ্রহণ, জোয়ার-ভাঁটা আবার বিভিন্ন সূত্র তথা - মহাকর্ষ সূত্র, নিউটনের গতি সূত্র, বয়েলের সূত্র, চালসের সূত্র ইত্যাদি জানতে পারে। আবার জৈব, অজৈব পদার্থের উৎস, বিভিন্ন গ্যাস প্রস্তুতি, ধর্ম, ব্যবহার ইত্যাদি বিভিন্ন ঘটনা বা তথ্যের সাথে পরিচয় ঘটানো ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষার অন্যতম লক্ষ্য।

বৈজ্ঞানিক প্রতিভার অন্বেষণ (To findout the scientific talent) :

ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষার মাধ্যমেই শিক্ষার্থীদের মধ্য থেকেই বৈজ্ঞানিক প্রতিভা সম্পন্ন শিক্ষার্থীদের খুঁজে বের করা হয়।

বিভিন্ন মৌলিক ক্ষমতার বিকাশ ঘটানো (To develop elemenlay sprit of study):

সঠিক ভৌতবিজ্ঞান শিখনের মাধ্যমে একজন শিক্ষার্থীর পর্যবেক্ষণ ক্ষমতা, অজানাতে জানার আগ্রহ, ধৈর্য, অধ্যবসায়, পক্ষপাতশূন্য বিচার ইত্যাদি মৌলিক ক্ষমতার বিকাশ ঘটানো যায়।

অবসর বিনোদনের শিক্ষা (Utilisation of leisure time) :

ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষার মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা সঠিক অবসর বিনোদনের শিক্ষা লাভ করে। অনর্থক বাজে চিন্তা না করে বিভিন্ন সৃজনশীল কাজের মাধ্যমে সময় অতিবাহিত করতে পারে।

স্বাস্থ্য সম্মত জীবন যাপনের শিক্ষণ (To learn healthy life spare) :

পরিবেশ দূষণের কারণ ও প্রতিরোধের উপায় ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণে শিক্ষার্থী জ্ঞাত করা হয়। এর ফলে স্বাস্থ্য সম্মত জীবনযাপনের পদ্ধতিগুলি শিক্ষার্থীরা জানতে পারে। ইহাও একটি লক্ষ্য।

উচ্চশিক্ষায় প্রস্তুতি (Prepare for Higher Education) :

ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষায় মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা বিজ্ঞানে উচ্চশিক্ষায় প্রস্তুতি নেয়।

এছাড়াও ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষার মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের মধ্যে নৈতিক মূল্যবোধ, সামাজিক মূল্যবোধগুলি জাগ্রত হয়। সুতরাং ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষায় লক্ষ্যগুলি যথাযথ ফলপ্রসূ হলে একজন শিক্ষার্থী অবশ্যই একজন গণতান্ত্রিক মূল্যবোধ সম্পন্ন সুনাগরিক হিসেবে গড়ে উঠবে।

৩.৩ উদ্দেশ্য (Objectives) :

পাঠক্রমে প্রত্যেক বিষয়সমূহ পড়ানোয় একটা নির্দিষ্ট উদ্দেশ্য আছে। আমরা সকলেই জানি সময়ের সাথে সাথে বিভিন্ন চাহিদা পূরণের জন্য শিক্ষা ক্ষেত্রের পরিবর্তন অবশ্যগত। এ ধরনের উদ্দেশ্যগুলি সাধিত হয় বিদ্যালয় পরিবেশে প্রথাগত শিক্ষার মাধ্যমে। বর্তমানে বিজ্ঞানের অভূতপূর্ব উন্নতি ফলে একজন ভৌতবিজ্ঞানের শিক্ষককে এই উদ্দেশ্যগুলি পূরণের দিকে লক্ষ্য রেখে নিজেকে তৈরী করতে হয়।

সাধারণতঃ কোন শিক্ষাক্রমের শেষে শিক্ষার্থীর যে আচরণগত, লক্ষণগত পরিমাণগত পরিবর্তন সাধিত হয় তাকেই শিক্ষার উদ্দেশ্য বলা হয়। কোঠারি কমিশন (১৯৬৪-৬৬) ভারতীয় শিক্ষায় উদ্দেশ্য সম্বন্ধে বলেছেন —

- শিক্ষা হবে উৎপাদনমুখী (Education for Productivity)
- শিক্ষা হবে জাতীয় সংহতির জন্য (Education for social and national integration)।
- শিক্ষা হবে আধুনিকতার জন্য (Education for modernisation)।

- শিক্ষার মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের সামাজিক, নৈতিক ও আধ্যাত্মিক মূল্যবোধ জাগ্রত করা (Education for social, moral and spritnal values)।

শিক্ষাবিদ Thurber and Collethe বিজ্ঞান শিক্ষায় উদ্দেশ্য সম্বন্ধে বলেছেন — “Science can justify its place in the curriculum only when it produces important changes in young generation changes in their whys of thinking in their habit of action and in the values. They assign to what they have and what they do”।

- **স্কুলপাঠক্রমে ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষায় উদ্দেশ্য সমূহ** (Teaching of phycical Science in school curriculum):

(A) **বিজ্ঞান বিষয়বস্তুকে অনুধাবন করা** To develop observational Power বিজ্ঞান শিক্ষায় ফলে শিক্ষার্থীরা বিভিন্ন জ্ঞান অর্জন করবে। যেমন —

- বিজ্ঞানের নীতি ও ধারণাকে দৈনন্দিন জীবনে ব্যবহার।
- বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখায় মধ্যে অনুবন্ধন।
- বিজ্ঞানের ভাষাকে সঠিকভাবে অনুধাবন।
- স্বাস্থ্য ও মানবজীবন সম্পর্কে ধারণা।

(B) **দক্ষতা গঠন : (To Develop various skills)** — বিজ্ঞান শিক্ষার জন্য পরীক্ষাগারে বিভিন্ন কাজ করতে গিয়ে শিক্ষার্থীদের মধ্যে বিভিন্ন ধরনের দক্ষতা গড়ে উঠে। যেমন —

- **পরীক্ষা দক্ষতা : (Experimentation skill)** — পরীক্ষার কাজে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি ও বিভিন্ন ধরনের রাসায়নিক দ্রব্য এবং উপকরণগুলি ব্যবহার ও সংরক্ষণ করতে।
- **সৃজনধর্মী দক্ষতা : (Creative skill)** — স্বহস্ত নির্মিত যন্ত্রপাতি ও পরীক্ষাগারে ছোটখাটো ত্রুটি থাকলে তা বের করা এবং মেরামত করা।
- **অঙ্কনধর্মী দক্ষতা : (Drawing skill)** — বিভিন্ন পরীক্ষায় চিত্র, চার্ট ইত্যাদি তৈরী করতে প্রয়োজন হয়, যা অঙ্কনধর্মী দক্ষতা গড়ে তোলে।
- **সমস্যা সমাধান করার দক্ষতা :** বিজ্ঞানকে কাজে লাগিয়ে শিক্ষার্থীরা তাঁদের জীবনের প্রাত্যহিক নানা সমস্যার সমাধান করে ফেলে।
- **নিরীক্ষণ দক্ষতা :** বৈজ্ঞানিক পরীক্ষা পুঙ্খানুপুঙ্খভাবে পর্যবেক্ষণ করার দক্ষতা অর্জন করে শিক্ষার্থীরা।

(C) **বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি গঠন: (To develop scientific Attitude/Temper)** — মাধ্যমিক স্তরে বিজ্ঞান শিক্ষার মূল উদ্দেশ্য হল শিক্ষার্থীদের মধ্যে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি গড়ে তোলা। এর ফলে শিক্ষার্থীরা সমর্থ হবে —

- স্বাধীন চিন্তাভাবনা করে সিদ্ধান্ত গ্রহণ করতে।
- আত্ম সমালোচনার মাধ্যমে আত্মসংশোধন করতে।
- শিক্ষক ও সহজপাঠীদের শ্রদ্ধা ও ভালবাসতে।
- কুসংস্কার মুক্ত সমাজ গঠন করতে।
- স্বাস্থ্য সম্মত জীবন যাপন করতে।
- আত্মবিশ্বাসী ও পরমত সহিষ্ণু হতে।
- কার্য কারণ সম্পর্কে বিশ্বাস আনতে।
- কৌতুহলী হতে।
- যে কোন সমস্যা সমাধানের ক্ষেত্রে পরিকল্পনা করে অগ্রসর হতে।

(D) বিজ্ঞান শিক্ষার ফলে সমস্যা সমাধানের ক্ষেত্রে শিক্ষার্থীরা সর্বদা বিজ্ঞান সম্মত পদ্ধতি অনুসরণ করবে। যেমন —

(To develop the competence to solve the problems by scientific way) :

- সমস্যা অনুধাবন করবে।
- সমস্যাটিকে সংজ্ঞায়িত করবে।
- সমস্যা সম্পর্কিত তথ্য সংগ্রহ করবে।
- তথ্য বিশ্লেষণ করতে পারবে।
- প্রকল্প তৈরী করতে পারবে।
- প্রকল্পের সত্যতা ও যথার্থতা নিরূপণ করতে পারবে।
- সমস্যার সমাধানে সুষ্ঠু সিদ্ধান্তে উপনীত হতে পারবে।

(E) **আগ্রহ বৃদ্ধি ও প্রশংসার মনোবৃত্তি জাগ্রত করা (To develop interest and praise in physical science related activities)** — সঠিক বিজ্ঞান শিক্ষা শিক্ষার্থীদের মনে বৈজ্ঞানিক ঘটনা বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারে আনন্দ ও প্রশংসা লাভ করে। বিজ্ঞানের আগ্রহ সৃষ্টি হলে শিক্ষার্থীদের বিজ্ঞান ক্লাব, বিজ্ঞান মেলা বা প্রদর্শনীতে অংশগ্রহণে উৎসাহিত করে।

(F) **সমাজের উন্নতি** (To develop the society) — বিজ্ঞান শিক্ষা লাভ করতে গিয়ে বিভিন্ন সময়ে শিক্ষার্থীরা দলবদ্ধ ভাবে কাজ করে। এর ফলে তাদের মধ্যে একতা, সহিষ্ণুতা, সহযোগিতার মনোভাব গড়ে ওঠে। তারা আত্মবিশ্বাসী ও আত্মনির্ভরশীল হয়ে ওঠে। এই সকল গুণগুলি কাজে লাগিয়ে দেশ ও সমাজ গঠনে তারা উৎসাহিত হয়।

(G) **বৃত্তি নির্বাচনে সহায়তা** (Acquired knowledge of profession and higher science courses) :
বিজ্ঞান শিক্ষায় ফলে শিক্ষার্থীরা তাদের সঠিক বৃত্তি নির্বাচন করতে সমর্থ হয়। তারা উচ্চ শিক্ষায় নিজেদের বিজ্ঞানের বিষয় বেছে নিতে পারে।

৩.৩.১ পশ্চিমবঙ্গে মাধ্যমিক স্তরে ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণ পাঠক্রমের উদ্দেশ্য (Objectives of curriculum of secondary Level in West Bengal) :

মাধ্যমিক স্তরের ভৌতবিজ্ঞান সাধারণত পদার্থ বিজ্ঞান ও রসায়নের মিলিত পাঠক্রম যা সাধারণ বিজ্ঞান হিসাবে পরিচিত। কিন্তু উভয় অংশেরই নিজস্ব কিছু উদ্দেশ্য থাকে যা পৃথক ভাবে আলোচিত হ'ল।

(A) **পদার্থ বিদ্যা অংশ** (Physics part) :

- জীবন ও পারিপার্শ্বিক বস্তু সমূহের মধ্যে বৈজ্ঞানিক ক্রিয়া প্রতিক্রিয়াগুলি কিভাবে সংঘটিত হয়, শিক্ষার্থীদের সে সম্পর্কে অবহিত করা।
- শিক্ষার্থীদের মধ্যে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি সৃষ্টি করা এবং পারিপার্শ্বিক প্রাকৃতিক ঘটনা সমূহের মধ্যে যে সব বৈজ্ঞানিক নীতি, তত্ত্ব বা সূত্র রয়েছে সে সম্বন্ধে শিক্ষার্থীদের অবহিত করা।
- বস্তুর প্রকৃতি ও অভ্যন্তরস্থ শক্তি সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের মনে অনুসন্ধিৎসার ভাব জাগিয়ে তোলা।
- বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি মানুষের কল্যাণে ও সমাজের উন্নয়নে কিভাবে যুক্ত, শিক্ষার্থীরা যাতে তা জানতে পারে সে সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের অবহিত করা।
- যে সকল বিজ্ঞানী ও দার্শনিকদের অবদানে মানব কল্যাণ সাধিত হয়েছে তাঁদের প্রতি শিক্ষার্থীদের শ্রদ্ধা জাগিয়ে তোলা।
- বিজ্ঞানের প্রয়োগ ও অপপ্রয়োগ সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের ধারণার বিকাশ ঘটানো।
- শিক্ষার্থীদের মধ্যে সৃজনশীলতার বিকাশ সাধন, সমস্যা সমাধান, দ্রুত সিদ্ধান্ত গ্রহণের দক্ষতা গড়ে তোলা।
- শিক্ষার্থীদের প্রচলিত ধ্যান ধারণা সম্পর্কে প্রশ্ন করার মানসিকতা গড়ে তোলা। কুসংস্কার, অন্ধবিশ্বাস থেকে মুক্ত রাখতে সাহায্য করা।
- শিক্ষার্থীদের পরিবেশ দূষণের কারণ ও তার প্রতিকার সম্পর্কে অবহিত করা।
- শিক্ষার্থীদের শ্রমের প্রতি মর্যাদা দিতে শেখানো এবং কাজের মাধ্যমে শিক্ষায় গুরুত্ব উপলব্ধি করানো এবং ছোটখানো প্রজেক্টের কাজে অংশ গ্রহণের মানসিকতা গড়ে তোলা।
- প্রাকৃতিক সম্পদের যথাযথ ব্যবহার ও অপচয় রোধে শিক্ষার্থীদের দায়িত্ব সম্পর্কে অবহিত করা।

(B) রসায়ন পাঠের উদ্দেশ্য (Objectives of Chemistry curriculum) :

- জীবন্ত ও জড়বস্তুর গঠন ও তাদের কাজ জানতে রসায়নের জ্ঞান আবশ্যিক।
- রসায়নের সাধারণ ধারণা, নীতি, পদ্ধতি সম্পর্কে জ্ঞান ও ধারণা দেওয়া। ব্যবহারিক এগুলি ক্ষেত্রে কিভাবে প্রয়োগ করা যায় সে সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের জানানো।
- শিক্ষার্থীদের পরীক্ষাগারে ও পরীক্ষনের দক্ষতার বিকাশ ঘটানো।
- শিক্ষার্থীদের মধ্যে নতুন নতুন পরীক্ষা করার পরিকল্পনা তৈরী এবং চিন্তাশক্তির বিকাশ ঘটানো অন্যতম উদ্দেশ্য।
- প্রাত্যহিক জীবনে রসায়নের ব্যবহার সম্পর্কে জ্ঞান লাভ করা আবশ্যিক।

৩.৩.২ পশ্চিমবঙ্গ মধ্য শিক্ষা পর্ষদ নির্ধারিত ভৌত বিজ্ঞান শিক্ষার উদ্দেশ্যগুলি (Objectives of teaching physical Science specified by WBBSE) :

- বিজ্ঞানের বিষয়গত ধারণা, তথ্য, নীতি, বৈজ্ঞানিক ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়াগুলি কিভাবে সংঘটিত হয়, শিক্ষার্থীদের সে সম্পর্কে অবহিত করা।
- জীবন ও পারিপাশ্বিক পরিবেশে যে সকল বৈজ্ঞানিক ঘটনা অনুষ্ঠিত হয় সেগুলির কার্য্য করণ সম্পর্ক নির্ণয়ে শিক্ষার্থীদের অনুসন্ধিৎসা ভাব জাগিয়ে তোলা।
- পরীক্ষা এবং পর্যবেক্ষণের দ্বারা সিদ্ধান্ত গ্রহণের মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের মধ্যে সমস্যা সমাধান ও দক্ষতার বিকাশ ঘটানো।
- শিক্ষার্থীদের মধ্যে ব্যক্তিত্ব ও বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি গড়ে তোলা।
- বিজ্ঞান ও প্রযুক্তির প্রভাবে কিভাবে সমাজ ও মানবকল্যান সাধিত হয় তা যাতে শিক্ষার্থীরা অন্তর্দৃষ্টির সাহায্যে বুঝতে পারে এবং তার জন্য উপযুক্ত ব্যবস্থা গ্রহণ করা।
- প্রাত্যহিক জীবনে বিজ্ঞানের যথাযথ ব্যবহারিক প্রয়োগ সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের ধারণার বিকাশ ঘটানো।
- বিজ্ঞান ও প্রযুক্তির প্রয়োগ ও অপপ্রয়োগ সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের অবহিত করা।
- শিক্ষার্থীদের সৃজনশীলতার বিকাশ সাধন, সমস্যা সমাধান ও দ্রুত সিদ্ধান্ত গ্রহণের দক্ষতা গড়ে তোলা।
- কু-সংস্কার ও অন্ধবিশ্বাস থেকে শিক্ষার্থীদের মুক্ত করতে সাহায্য করা।
- পরিবেশ দূষণের কারণ ও তার প্রতিকার সম্পর্কে জ্ঞানার্জনে সহায়তা করা।
- শ্রমের মর্যাদা ও কাজের মাধ্যমে শিক্ষার গুরুত্ব উপলব্ধি করানো ছোট ছোট প্রজেক্টের কাজে অংশগ্রহণে শিক্ষার্থীদের মধ্যে মানসিকতা গড়ে তোলা।
- প্রাকৃতিক সম্পদের বিজ্ঞান সম্মত ব্যবহার ও অপচয় রোধের উপায় সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের অবহিত করা।

৩.৩.৩ বিজ্ঞান শিক্ষার উদ্দেশ্য সম্পর্কে বিভিন্ন সুপারিশ (Different recommendation regarding science Education) :

(A) বিশ্ববিদ্যালয় শিক্ষা কমিশন/ রাধাকৃষ্ণন কমিশন ১৯৪৮-৪৯ (University Education consti-tution/Radhakrishana Commission) :

- রাধাকৃষ্ণন কমিশনের সুপারিশে বলা হয়েছে প্রাথমিক বিদ্যালয় থেকে সকল শিক্ষার্থীদের বিজ্ঞান শেখানো উচিত।

(B) মাধ্যমিক শিক্ষা কমিশন/মুদালির কমিশন/১৯৫২-৫৩ (Secondary Education Commission/ Mudaliar Commission) :

ড. লক্ষ্মন স্বামী মুদালিয়ার (মাদ্রাজ বিশ্ববিদ্যালয়ের উপাচার্য) কমিশনের সুপারিশে বলা হয়েছে অষ্টম শ্রেণী পর্যন্ত বিজ্ঞান হিসাবে সাধারণ বিজ্ঞান পড়াতে হবে। উচ্চমাধ্যমিক স্তরে সকল বিভাগের শিক্ষার্থীদের জন আবশ্যিক পাঠ্য হিসাবে সাধারণ বিজ্ঞান পড়ানোর ব্যবস্থা করতে হবে। সাধারণ বিজ্ঞান শিক্ষার উদ্দেশ্য হবে দৈনন্দিন জীবনে বিজ্ঞানের প্রয়োগ সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের অবহিত করা এবং শিক্ষার্থীদের মধ্যে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি জাগ্রত করা। এছাড়াও কারিগরি বিজ্ঞানের পাঠক্রমে ব্যবহারিক বিজ্ঞানের প্রতি গুরুত্ব দেওয়ার জন্য বলা হয়।

(C) NCERT এর সুপারিশ (১৯৬১) :

- শিক্ষার্থীদের পরিবেশ সম্পর্কে জানতে হবে।
- বিজ্ঞানের উন্নতিতে ভারতীয় বিজ্ঞানীদের অবদান অনুধাবন করা।
- প্রাকৃতিক সম্পদের অপচয় রোধে শিক্ষার্থীদের দায়িত্ব ও কত্তব্য জ্ঞাত করা।
- বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি গঠনে শিক্ষার্থীদের সাহায্য করা।
- বৈজ্ঞানিক পরীক্ষাগুলি কীভাবে করা যায় তা জানানো।
- সামাজিক ও নৈতিক মূল্যবোধ বিকাশের জন্য বৈজ্ঞানিক জ্ঞানকে যাতে শিক্ষার্থীরা সঠিকভাবে ব্যবহার করতে পারে সে ব্যাপারে শিক্ষার্থীদের অবহিত করা।
- প্রাত্যহিক জীবনে শিক্ষার্থীরা যাতে বিজ্ঞানের জ্ঞানকে কাজে লাগাতে পারে তা শেখানো।
- কার্য কারণ সম্পর্ক বিচার করন।
- সমস্যা সমাধান করার ক্ষমতা বিকাশ করা।
- বৈজ্ঞানিক তথ্য বিশ্লেষণ করার ক্ষমতা বিকাশ করা এবং ঐ বিষয়ে যাতে শিক্ষার্থীর সঠিক সিদ্ধান্ত গ্রহণের ক্ষমতা জন্মে তাতে সাহায্য করা।
- মৌখিক বা লিখিতভাবে তথ্য লিপিবদ্ধ করন শেখানো।

- অর্থনৈতিক ও সামাজিক উন্নতির জন্য বিজ্ঞান ও শিল্প জ্ঞানের সমন্বয় করন।
- বিভিন্ন উৎস থেকে বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক তথ্য সংগ্রহ করে উপযুক্ত সময়ে সেগুলির সদ্যব্যবহার করা।
- শিক্ষার্থীদের মধ্যে যান্ত্রিক দক্ষতা, সমস্যা সমাধানের দক্ষতা যোগাযোগের দক্ষতার বিকাশ সাধন করা।
- শিক্ষার্থীকে পদার্থ, ঘটনা ও তথ্যের শ্রেণী বিন্যাস করতে শেখানো।

(D) শিক্ষা কমিশন/ কোঠারী কমিশন (১৯৬৪-৬৬) (Education Commission/Kothari Commission):

ক) মাধ্যমিক স্তর (Madhyamik Level) :

- উচ্চশিক্ষার প্রস্তুতি হিসাবে ও মানসিক শৃঙ্খলার কথা বিবেচনা করে এই স্তরে বিজ্ঞান পরিচালিত হওয়া প্রয়োজন।
- নিম্ন মাধ্যমিক স্তরে (নবম ও দশম) পদার্থ বিজ্ঞান রসায়ন, জীবন বিজ্ঞান ও ভূবিদ্যাকে অবশ্য পাঠ্য করতে হবে।
- এই স্তরে প্রাণের বিজ্ঞান শিক্ষাকে কৃষির সঙ্গে ও শহরের বিজ্ঞান শিক্ষাকে লিঙ্গের সাথে যুক্ত করতে হবে।

খ) উচ্চ মাধ্যমিক স্তর (Higher Secondary Level) :

- এই স্তরে বিজ্ঞান শিক্ষা বাধ্যতামূলক নয়। যারা বিজ্ঞানে বিশেষীকরণ করতে চায় তাদেরকে পদার্থবিদ্যা, রসায়ন বিদ্যা, জীববিদ্যা, ভূবিদ্যা ও গণিত ইত্যাদি থেকে যে কোন তিনটি বিষয়কে নির্বাচন করতে হবে। আবার কলা বিভাগের শিক্ষার্থীরা বিজ্ঞানের একটি বিষয় এবং বিজ্ঞান বিভাগের শিক্ষার্থীরা কলা বিভাগের একটি বিষয়টি পড়ার সুযোগ পাবে।
- বিজ্ঞান শিক্ষায় মূলভিত্তি হবে বিজ্ঞান ও আধ্যাত্মবাদের মিলন।

(E) জাতীয় শিক্ষানীতি (১৯৮৬) (N.E.P - 1986) :

- বৈজ্ঞানিক ঘটনা, ধারণা ও নীতির পর্যালোচনা।
- যান্ত্রিক, যোগাযোগ মূল ও সমস্যা সমাধানের দক্ষতা অর্জন করা।
- বিজ্ঞান শিক্ষায় দ্বারা সামাজিক ও নৈতিক মূল্যবোধগুলি পরিলক্ষিত করা।
- শিক্ষার্থীদের মধ্যে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি গড়ে তোলা।

- বিজ্ঞানীদের অবদান অনুধাবন করা। বিজ্ঞানের ব্যবহার ও অপব্যবহারের পার্থক্য অনুভব করা। পরিবেশ দূষণমুক্ত করা ও বাস্তুতন্ত্র বজায় রাখা।
- স্বাস্থ্য, কৃষি, শিক্ষা ও দৈনন্দিন বাস্তব জীবনের সঙ্গে সম্পর্কে তৈরী করে শিক্ষার প্রতিটি স্তরে পাঠ্যক্রম তৈরী করতে হবে।
- প্রথা বহির্ভূত শিক্ষায় বিজ্ঞান শিক্ষার ব্যবস্থা রাখতে হবে।
- মেয়েরা যাতে বিজ্ঞান, কারিগরি, বিজ্ঞানবিষয়ক বিভিন্ন পেশাগত শিক্ষায় অংশগ্রহণ করতে পারে সেদিকে নজর দেওয়া।

(F) NCF - 1988 (National curriculum Frame Work -1988) :

প্রাথমিক স্তরে পরিবেশ শিক্ষার সাথে বিজ্ঞান পড়াতে হবে। মাধ্যমিক স্তরে বিজ্ঞানকে একটি সাধারণ বিষয় হিসাবে পড়াতে হবে।

(G) NCF - 2000 :

- প্রাথমিক স্তরে পরিবেশ বিদ্যার সাথে বিজ্ঞানকে একটি বিষয় হিসেবে পড়াতে হবে।
- উচ্চপ্রাথমিক (V-VIII) মাধ্যমিক স্তরে (IX-X) বিজ্ঞানকে সকল শিক্ষার্থীদের মধ্যে ছড়িয়ে দিতে হবে। যাতে তাদের মধ্যে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি গড়ে উঠে।
- উচ্চমাধ্যমিক স্তরে পদার্থ বিজ্ঞান, রসায়ন ও জীবনবিজ্ঞানকে আলাদা বিষয় হিসাবে পাঠদানের ব্যবস্থা করতে হবে।

(H) NCF - 2005 :

- বিষয়বস্তু, পদ্ধতি ও বিজ্ঞানের ভাষা শিক্ষা শিক্ষার্থীদের বয়স ও বৌদ্ধিক বিকাশের ভিত্তিতে করা দরকার।
- শিক্ষার্থীদের কৌতূহল, সৃজনশীল চিন্তাকে পরিবেশের সাথে সম্পর্ক করে বিজ্ঞান শিক্ষণের প্রয়োজন আছে।
- বিজ্ঞান বিষয়গুলির মধ্যে পরস্পর সম্পর্ক স্থাপন করে পাঠ্যক্রম তৈরী করা প্রয়োজন।
- বিদ্যালয় শিক্ষার সর্বস্তরে পরিবেশ সচেতনতা বিষয়ক পাঠ্যক্রমকে আবশ্যিক (Compulsory) বিষয় হিসাবে রাখা দরকার।
- শিক্ষার্থীরা যাতে বিজ্ঞান শিক্ষা সংক্রান্ত জ্ঞান ও দক্ষতায় নিজেদের পারদর্শী (expest) করে তুলতে পারে এই ধরনের শিক্ষণ ব্যবস্থা বিদ্যালয় পাঠ্যক্রমে রাখতে হবে।

৩.৪ লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য এর মধ্যে পার্থক্য (Difference between Aims and Objectives):

সাধারনভাবে লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য একই অর্থে ব্যবহৃত হলেও দুটির মধ্যে বেশ কিছু পার্থক্য আছে।

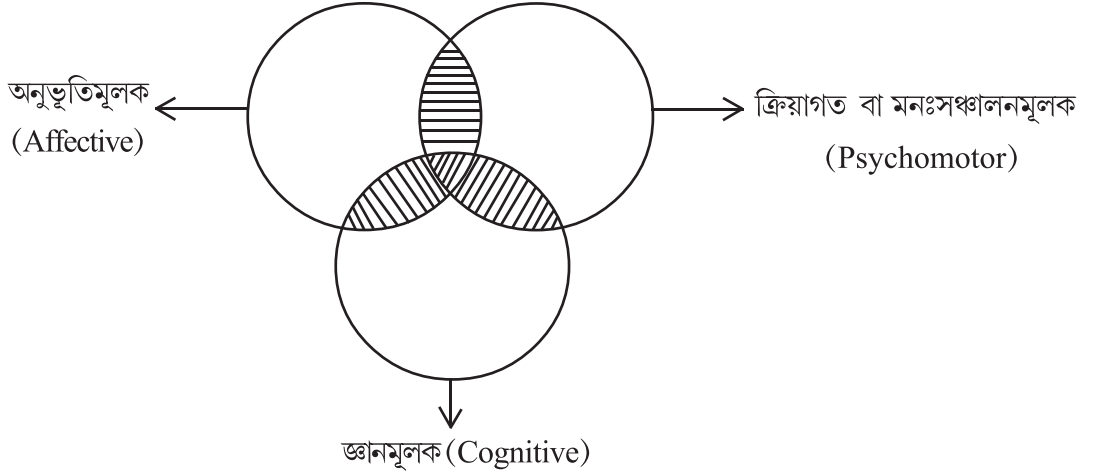
লক্ষ্য	উদ্দেশ্য
১। লক্ষ্যের লক্ষ্য পরিধি ব্যাপকতর।	● উদ্দেশ্যে এর পরিধি সীমায়িত।
২। লক্ষ্য সাধারণভাবে বিবেচিত হয়।	● উদ্দেশ্য ব্যক্তি আচরণের পরিপ্রেক্ষিতে বিবেচিত হয়।
৩। লক্ষ্য কখনও নির্দিষ্ট ও সুস্পষ্ট হয় না।	● উদ্দেশ্য নির্দিষ্ট ও সুস্পষ্ট।
৪। শিক্ষাকে নির্দেশ করে লক্ষ্য।	● উদ্দেশ্য হল শিক্ষার্থীর সমস্ত পারদর্শিতার সীমা (Endpoint)।
৫। লক্ষ্য কেবল মাত্র শিক্ষা প্রতিষ্ঠানের মধ্যে সীমাবদ্ধ নয়।	● উদ্দেশ্যে তাৎক্ষণিক এবং শ্রেণীকক্ষে বা বিদ্যালয়েই সীমাবদ্ধ।
৬। লক্ষ্য শিক্ষার্থীর সর্বাঙ্গীন বিকাশকে নির্দেশ করে।	● উদ্দেশ্য শিক্ষার্থীর আচরণ ধারার পরিবর্তনকে নির্দেশ করে।
৭। লক্ষ্যে পৌঁছানো কষ্টকর।	● উদ্দেশ্যে পৌঁছানো সহজতর।
৮। লক্ষ্য হচ্ছে বিষয়গত (Subjective)।	● উদ্দেশ্যে হচ্ছে বস্তুগত (Objective)।
৯। লক্ষ্য কখনও মূল্যায়িত হয় না।	● উদ্দেশ্যে মূল্যায়ন করা যায়।
১০। লক্ষ্য সমগ্র শিক্ষাব্যবস্থা ও পাঠ্যক্রমের সঙ্গে সম্পর্ক যুক্ত।	● উদ্দেশ্য শুধুমাত্র শিক্ষণ ও নির্দিষ্ট পাঠ্য অংশের সঙ্গে সম্পর্কযুক্ত।
১১। লক্ষ্য সর্বদা তাত্ত্বিক (Theoretical) এবং ঘুরপথে (Indirect) হয়।	● উদ্দেশ্য সরাসরি (Direct) এবং শিক্ষণ-শিখন পদ্ধতির সাথে যুক্ত।
১২। লক্ষ্য শুধু শিক্ষকের কাছে গুরুত্বপূর্ণ তহা নয় এতে সমাজের বিভিন্ন স্তরের মানুষ দায়বদ্ধ।	● শিক্ষকের এবং পাঠ্যক্রমের এখানে দায়বদ্ধতা বেশী,
১৩। লক্ষ্যে পৌঁছাতে দীর্ঘ সময় লাগে।	● উদ্দেশ্যে পৌঁছাতে সংক্ষিপ্ত সময় এর প্রয়োজন।

৩.৫ নির্দেশনাগত উদ্দেশ্য (Instructional Objective):

শিক্ষার্থীদের মধ্যে কাম্য আচরণের বর্ণনা ও বিশ্লেষণ উদ্দেশ্যের মাধ্যমে ব্যক্ত হয়। এই বিশ্লেষণ এবং শ্রেণীকরণ শিক্ষককে উপযুক্ত শিক্ষণ কৌশল নির্বাচনে এবং শিক্ষণের উদ্দেশ্য নির্দিষ্টকরনে সাহায্য করে। ১৯৫৬ সালে বৈজ্ঞানিক ব্লুম শিক্ষার উদ্দেশ্যগুলি একটি “Taxonomy” প্রস্তুতকরেন। ‘Taxonomy’ শব্দটি এসেছে গ্রীক শব্দ ‘Taxis’ ও ‘Nomos’ থেকে ‘Taxis’ শব্দের অর্থ বিন্যস্ত বা সাজানো এবং ‘Nomos’ শব্দের অর্থ নিয়মানুসারে। Bloom তাঁর “Taxonomy of Educational Objectives” গ্রন্থের প্রথম খণ্ডে শিক্ষামূলক উদ্দেশ্যের যে তিনটি শ্রেণীতে ভাগ করেছেন। তা হ’ল —

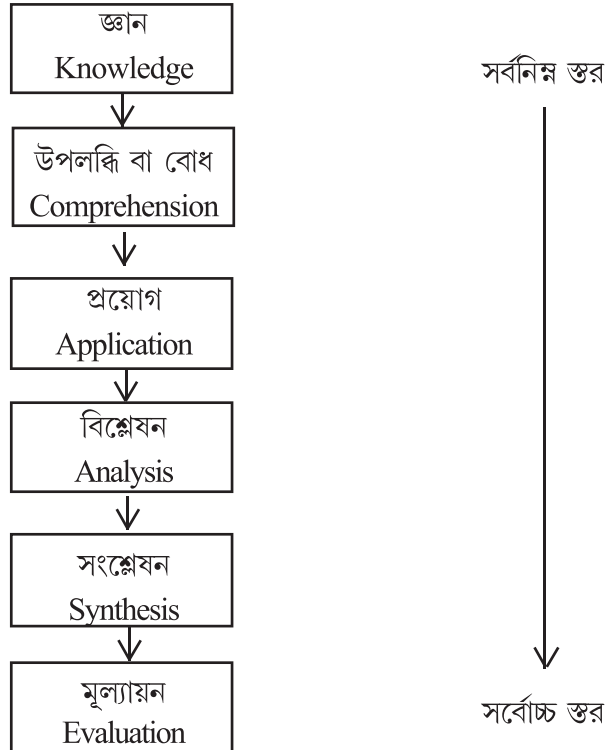
- ১। জ্ঞানমূলক উদ্দেশ্য/মাত্রা (Cognitive domain)।
- ২। অনুভূতিমূলক উদ্দেশ্য/মাত্রা (Affective domain)।
- ৩। ক্রিয়াগত/মনঃসঞ্চালনমূলক উদ্দেশ্য/মাত্রা (Psychomotor domain)।

এই তিনটি স্তর নীচের চিত্রাকারে দেখানো যায় —



১। জ্ঞানমূলক উদ্দেশ্য/মাত্রা (Cognitive Domain) :

Bloom এর মতে, যে সকল উদ্দেশ্য জ্ঞানের পুনরুদ্ধার ও প্রত্যভিজ্ঞা এবং বৌদ্ধিক ক্ষমতা ও দক্ষতা বিকাশে সংশ্লিষ্ট তাকে জ্ঞানমূলক মাত্রা বলে। প্রথাগত শিক্ষা জ্ঞানমূলক মাত্রা প্রধান। শিক্ষার্থীদের তথ্য প্রক্রিয়াকরনের সঙ্গে জ্ঞানমূলক মাত্রা সম্পর্কিত। Bloom দ্বারা প্রস্তুত জ্ঞানমূলক বর্গের শ্রেণীক্রমটি (Original Taxonomy) হল —



- **জ্ঞান (Knowledge)**

স্মৃতি থেকে পূর্বার্জিত তথ্যকে পুনরুদ্ধার করার প্রক্রিয়াকে জ্ঞান বলে।

১। যেমন — চিনতে পারবে :

ক। ধাতু, অধাতু খ। কঠিন, তরল, গ্যাসীয় পদার্থ গ। বিভিন্ন বালির একক ঘ। ক্যাটায়ন, অ্যানায়ন ইত্যাদি।

২। মেলাতে পারবে : দুটি স্তম্ভে একদিকের সাথে অপর দিকের সঠিকভাবে মেলাতে পারবে।

৩। সংজ্ঞা দিতে পারবে : বয়েসের সূত্র, নিউটনের সূত্র, যোগ্যতা, নিয়মিত প্রতিফলন ইত্যাদি।

- **বোধ (Understanding/Comprehension) :**

জ্ঞানমূলক উদ্দেশ্যের এটি দ্বিতীয় পর্যায়। এই স্তরে শিক্ষার্থীরা বিভিন্ন তথ্য নীতি ঘটনা ব্যাখ্যা করতে পারবে। বৈজ্ঞানিক বিভিন্ন তথ্যের কার্যকরণ সম্পর্ক নির্ণয় করতে পারবে। বিভিন্ন পদের সাদৃশ্য বৈসাদৃশ্য খুঁজে বের করতে পারবে। যেমন —

১। লোহা জলে ডোবে অথচ কড়াই জলে ভাসে কেন?

২। পরিবহন, পরিচলন ও বিকিরনের মধ্যে পার্থক্য।

৩। পরমানুর গঠন ও সৌরজগতের মধ্যে সাদৃশ্যগুলি কী? ইত্যাদি

- **প্রয়োগ (Application) :**

জ্ঞানমূলক মাত্রায় এটি তৃতীয় স্তর। এখানে শিক্ষার্থী বৈজ্ঞানিক ঘটনা, তথ্য, ধারণা সম্পর্কে যা বুঝেছে তাকে নতুন পরিস্থিতিতে ব্যবহার করে অর্থাৎ শিক্ষার্থী তার অর্জিত জ্ঞানকে নতুন সমস্যা সমাধানে ব্যবহার করতে সক্ষম। যেমন — ক। কোন একটি রাশির একক জানলে সমজাতীয় রাশির একক লিখতে পারবে। খ। আর্কিমিডিসের নীতি জানলে লোহা জলে কেন ডোবে আর জাহাজ কেন জলে ভাসে তা ব্যাখ্যা করতে পারবে।

- **বিশ্লেষণ (Analysis) :**

এখানে আশা করা হয় শিক্ষার্থীরা তথ্য, ঘটনা, সমস্যাকে ছোট ছোট অংশে ভাগ করতে পারবে ও তাদের মধ্যে সম্পর্ক বুঝতে পারবে।

যেমন — ১। SO_2 এর মধ্যে S আছে কীভাবে প্রমাণ করবে? ২। রাদার ফোর্ডের সোনার পাতের পরীক্ষাটি থেকে পরমানুর গঠন সম্পর্কে যে ধারণা পাওয়া গেছে তা বিশ্লেষণ করতে পারবে ইত্যাদি।

- **সংশ্লেষণ (Synthesis) :**

সংশ্লেষণ হল সেই বৌদ্ধিক উদ্দেশ্য যার মাধ্যমে শিক্ষার্থী তার বিষয়গত জ্ঞান বা ধারণাগুলিকে সমন্বয় করে একটি সাধারণ ধারণা গঠন করে। যেমন —

ক) বয়েলের সূত্র, চালসের সূত্র, অ্যাভোগাডোর প্রকল্পের ধারণাগুলি একত্রিত করে আদর্শ গ্যাসের সমীকরণটি প্রতিষ্ঠা করতে পারবে।

খ) একটি পরমাণুর সঙ্গে ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রনের সম্পর্ক তৈরী করতে পারবে।

● **মূল্যায়ন (Evaluation) :**

এটি জ্ঞানমূলক মাত্রার সর্ববৃহৎ শ্রেণী। এখানে শিক্ষার্থী শিক্ষণীয় যে কোন বিষয়ের মূল্যায়ন করতে পারবে। একটি নির্দিষ্ট চিন্তাধারা বা সমাধান কতটা সঠিক এবং কার্যকরী তা বিচার করা হয় কোন নির্ণয়ক বা মানের ভিত্তিতে তা করতে পারবে। যেমন — ১। আলোকের প্রতিফলনের সূত্র যাচাই করবে। ২। পরমশূন্য উষ্ণতায় তাৎপর্য ব্যাখ্যা করা ইত্যাদি করতে পারবে।

খ। **অনুভূতিমূলক উদ্দেশ্য/মাত্রা (Affective Domain) :**

নির্দেশদানের মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের মধ্যে অনুভূতি ও মনোভাব বিকাশই হল এই মাত্রার উদ্দেশ্য। যখন কোন বিষয়ের বৌদ্ধিক উদ্দেশ্যগুলি সাধনের তার মধ্যে বিষয়টির প্রতি ধনাত্মক মনোভাব গড়ে উঠে। বিষয়টির মূল্য সঠিকভাবে অনুধাবন করতে পারে তখন ঐ বিষয়ে অনুরাগ সৃষ্টি হয় এবং তার ঐ বিষয় সম্বন্ধে প্রশংসার মনোভাব গড়ে উঠে। এটি দীর্ঘ মেয়াদি উদ্দেশ্য।

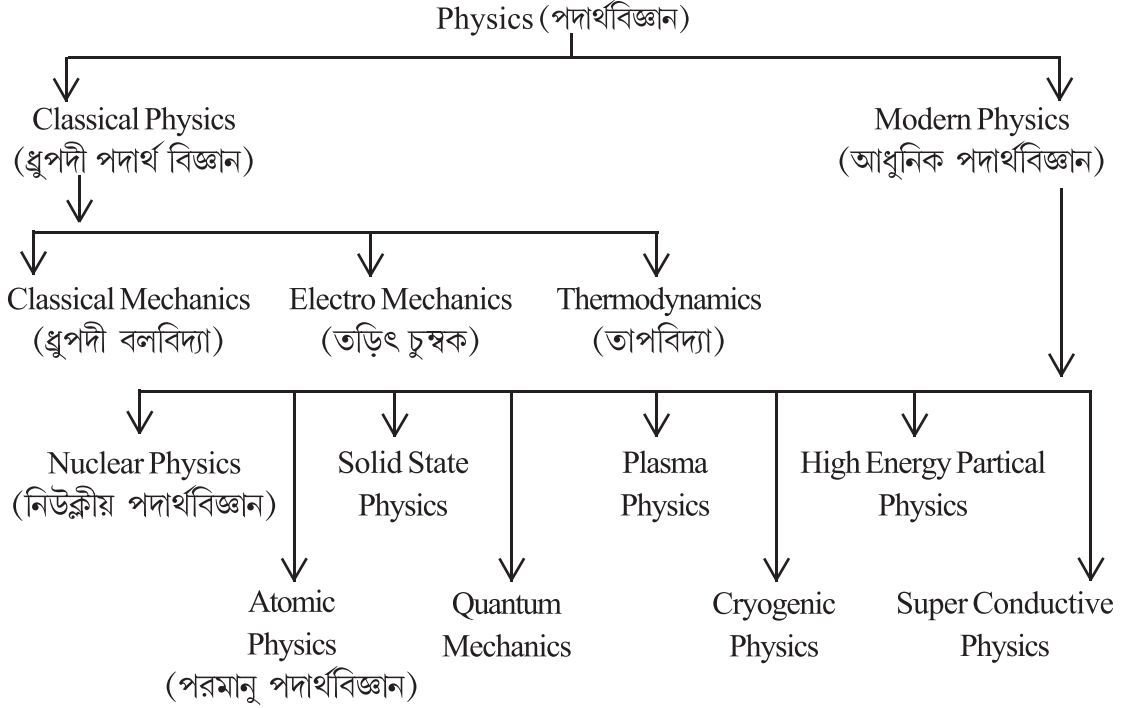
যখন শিক্ষার্থীর বিজ্ঞানে অনুভূতিমূলক স্তরের বিকাশ ঘটবে তখন তার মধ্যে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি গড়ে উঠবে, বিজ্ঞান সচেতন হবে, বিজ্ঞান বিষয়ে মূল্যবোধ গড়ে উঠবে।

৩। **ক্রিয়াগত উদ্দেশ্য/মাত্রা (Psychomotor Domain) :**

এই স্তরের উদ্দেশ্যগুলি হল — ক। কাজের পরিকল্পনা, খ। কোন একটি বিবিধ ক্রিয়ার মধ্যে যথোপযুক্তটিকে নির্বাচন, গ। কাজটি অন্যান্য কাজের সাথে সমন্বয়ন, ঘ। শিক্ষার্থীর কাজটির দক্ষতাকে সর্ববৃহৎ সীমায় নিয়ে যাওয়ার দক্ষতা অর্জন। স্বেচ্ছায় এই স্তরে পৌঁছালে শিক্ষার্থী নিজেকে বিজ্ঞানের বিভিন্ন বিষয়ে নিয়োজিত করবে। এটি একটি দীর্ঘ মেয়াদি উদ্দেশ্য।

৩.৬ ভৌতবিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখা (Branches of Physical Science) :

শিক্ষা হল শিক্ষার্থীর সকলরকম পরিপূর্ণ বিকাশের প্রক্রিয়া। এটি একটি অখণ্ড জ্ঞানমুখী প্রক্রিয়া। এই অখণ্ড জ্ঞানকে বিতরণের জন্য বিদ্যালয়ের পাঠ্যক্রমকে কতকগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অংশে ভাগ করা হয়েছে। সেগুলিকেই আমরা বিষয় বা Subject বলি। বিজ্ঞানের বিভিন্ন বিষয়গুলির মধ্যে একটা সুস্পষ্ট সম্পর্ক রয়েছে। এছাড়াও বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখাগুলির মধ্যেও একটি সুস্পষ্ট সম্পর্ক রয়েছে। কতকগুলি সাধারণ বিষয় (Topic) বিজ্ঞানের সব শাখাগুলিতেই কম বেশী রয়েছে। সুতরাং আমরা সহজেই বলতে পারি পদার্থ বিজ্ঞান, রসায়ন, জীববিজ্ঞান, ভূবিদ্যা, ভূগোল এই সকল বিষয়গুলি পরস্পরের উপর কমবেশী নির্ভরশীল। যেমন পদার্থ বিজ্ঞানে যখন আলো, লেন্স ও চোখ ইত্যাদি বিষয় পড়ানো হবে জীবন বিজ্ঞানের অংশবিশেষ। আবার তেল বা খনিজ পদার্থ একই সাথে রসায়ন ও ভূবিদ্যার (Geology) সাধারণ পাঠ্য। তাপমাত্রা, আদ্রতা, পদার্থবিদ্যা ও ভূগোলের সাধারণ পাঠ। সেই কারণে বর্তমানে নতুন কিছু Subject এর উদ্ভব ঘটেছে। যেমন Bio-Chemistry, Geo-Physics, Nuclear-Chemistry ইত্যাদি। এই সকল বিষয়গুলিকে শংকর বিষয়ও বলা হয়।

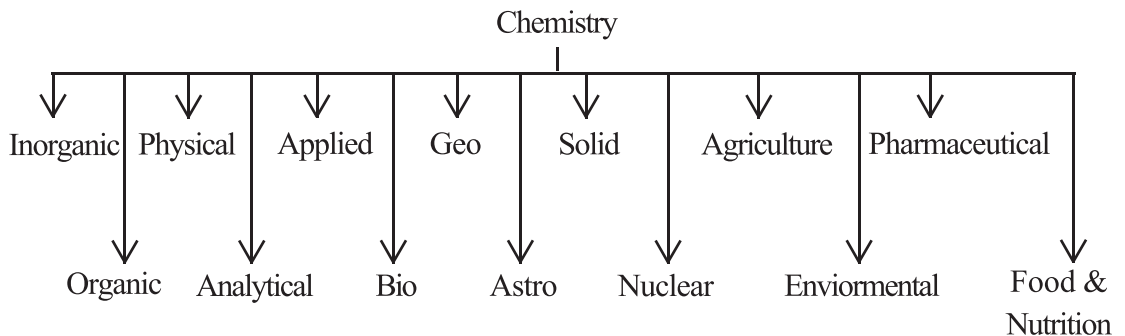


সুতরাং আমরা যখন শিক্ষার্থীদের বিজ্ঞান বিষয়ে পাঠদান করব তখন আমরা বিজ্ঞানের সংযুক্ত প্রকৃতি (integrated Nature) ও তার বাস্তব জীবনে প্রয়োগ সম্পর্কে আলোচনা করব। এখন আমরা ভৌতবিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখাগুলি মূলতঃ পদার্থ বিজ্ঞান, রসায়ন ও তাদের প্রশাখা (Sub branches) গুলি নিয়ে আলোচনা করব।

● **ভৌতবিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখা ও প্রশাখা (Various Branches and Sub branches of Physical Science) :**

ভৌতবিজ্ঞানের প্রধান চারটি শাখা রয়েছে — ১। পদার্থ বিদ্যা, ২। রসায়ন, ৩। ভূবিদ্যা, ৪। জ্যোতিবিদ্যা।

পদার্থবিদ্যা আমাদের জীবনের অবিচ্ছেদ্য অংশ। এখানে মূলত পদার্থ ও তার শক্তি সম্পর্কিত আলোচনা হয়। এখন শুধুমাত্র পদার্থ বিজ্ঞানের বিভিন্ন প্রশাখাগুলি (Sub branches) চিত্রে দেখানো হল।



- ভৌতবিজ্ঞানের যে শাখায় বিভিন্ন পদার্থের প্রকৃতি, ধর্ম, তাদের ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া, ও ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন বিভিন্ন পদার্থসমূহ, বিভিন্ন পদার্থের দৈনন্দিন জীবনে ব্যবহার ইত্যাদি সম্পর্কীয় আলোচনা হয় তাকেই বলে রসায়ন। এছাড়াও এখানে মূলত আলোচনা করা হয় বন্ধন (Bond) ভাঙগড়া এবং কৃষি, শিল্প, ঔষধ, সার, সিমেন্ট, রঙ, প্লাস্টিক, তৈল ইত্যাদি বিষয় সম্পর্কেও শিক্ষার্থীদের অবহিত করানো হয়। এখানে রসায়নের বিভিন্ন প্রশাখাগুলি চিত্রে দেখানো হল —

৩.৭ ভৌতবিজ্ঞানের অর্থ ও পরিধি (Meaning and Scope of Physical Science) :

- অর্থ (Meaning) :

বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখা আছে এবং প্রত্যেক শাখার সাথে অন্য শাখার একটা সুস্পষ্ট সম্পর্ক আছে। আবার কখনও কখনও বিজ্ঞানের শাখাগুলি মিলিত হয়ে নতুন নতুন শাখার জন্ম দিয়েছে। আমরা বিজ্ঞানের মূল তিনটি শাখা মাধ্যমিক স্তরে আলোচনা করি। যথা — পদার্থ বিদ্যা, রসায়ন বিদ্যা, জীববিদ্যা। এর মধ্যে পদার্থ বিদ্যা ও রসায়নবিদ্যা মিলিতভাবে বলা হয় ভৌতবিজ্ঞান।

ভৌতবিজ্ঞানের প্রধান দুটি অংশ হল — ১) বিষয় (Content) ২) প্রক্রিয়া (Process) সাধারণত বিজ্ঞানের বিবিধ সূত্র, তত্ত্ব, নীতি, প্রকল্প, সমীকরণ এবং ধারণা এগুলিকে বলা হয় বিজ্ঞানের বিষয় বা Content এবং পর্যবেক্ষণ শ্রেণীকরণ, সংখ্যার ব্যবহার, পরিমাপন, স্থান-কাল সম্পর্ক স্থাপন, সিদ্ধান্ত গ্রহণ, প্রকল্প নির্ধারণ পরীক্ষণ ইত্যাদি হল বিজ্ঞানের প্রক্রিয়ার অন্তর্ভুক্ত। এখন আমরা চেষ্টা করব ভৌতবিজ্ঞানের সংজ্ঞা নির্ধারণ করতে। কারণ কোন একটি নির্দিষ্ট সংজ্ঞা সার্বজনীনভাবে গ্রহণযোগ্য নয়। কয়েকটি সংজ্ঞা নীচে দেওয়া হল —

- বৈজ্ঞানিক আইনস্টাইন এর মতে — “The attempt to make the chaotic diversity of our sense experience correspond to a logically uniform system of thought.”
- Columbia Encyclopaedia এর মতে — “An accumulated systematised learning in general usage restricted to natural Phenomena. The progress of science is marked not only by an accumulation of fact, but by the emergena of scientific method and the scientific attitude”.
- Webster এর মতে — “A branch of study that is concerned with observation and classification of facts specially with quantitative formulation of verifiable gernal laws chiefly induction and hypothisis.
- Webster এর অন্য মত — “The natural science that deals primarily with non-living materials.”
- Oxford International Dictionary – “The science that treat inanimate matter and energy”.
- West Bengal Board of Secondary Education এর মতে — ভৌতবিজ্ঞান হল সামগ্রিক ও

জীবনকেন্দ্রিক। ভৌতবিজ্ঞান শুধু জড় বস্তু ও প্রাকৃতিক শক্তি সম্পর্কে আলোচনা করে না, মানুষ এবং অন্যান্য প্রাণীর উপর জড়বস্তু এবং প্রাকৃতিক শক্তির প্রভাব সম্পর্কেও আলোচনা করে।

বর্তমানে একজন সাধারণ মানুষ সার্থকভাবে জীবন যাপন করতে হলে বিজ্ঞানের নানা বিষয় সম্পর্কে জ্ঞান ও তার ব্যবহার সম্পর্কে অবহিত হওয়া প্রয়োজন। যেমন তাপ, আলো, বিদ্যুৎ, চুম্বক, শব্দ, মাধ্যাকর্ষণ প্রভৃতি শক্তিগুলির বৈশিষ্ট্য এবং পারস্পরিক সম্পর্ক, দৈনন্দিন জীবনে তাদের ব্যবহার মানুষের জীবনে তাদের প্রভাব ইত্যাদি সম্পর্কে জানা প্রয়োজন যা ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষায় আলোকে আলোকিত।

৩.৭.১ ভৌতবিজ্ঞানের পরিধি (Scope of Physical Science) :

আমাদের পশ্চিম মবঙ্গ মধ্যশিক্ষা পর্যবেদে মাধ্যমিক শিক্ষা স্তরে পদার্থ বিদ্যা ও রসায়ন একসঙ্গে ভৌতবিজ্ঞানের অন্তর্ভুক্ত। আবার উচ্চমাধ্যমিক স্তরের পাঠক্রমে পদার্থ বিজ্ঞান ও রসায়ন পৃথকভাবে পড়ানো হয়। তাই এখানে পৃথকভাবে এদের পরিধি নিয়ে আলোচিত হল —

● পদার্থবিদ্যা (Physics) :

বিদ্যালয় পাঠক্রমে পদার্থবিদ্যা একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। অন্যান্য বিষয়ের তুলনায় আমাদের দৈনন্দিন জীবনে এটি ওতপ্রোতভাবে জড়িত। বর্তমান সভ্য জগতে এটি একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা গ্রহণ করেছে। যখন আমরা পদার্থবিদ্যা পাঠ করি তখন নানা গুরুত্বপূর্ণ ঘটনা সম্বন্ধে জানতে পারি। এটি আমাদের বিজ্ঞান ভিত্তিক দৃষ্টিভঙ্গি গঠনে সাহায্য করে। পদার্থ বিজ্ঞান শিক্ষার্থীদের সামাজিক ও শিক্ষিত (Social & intellectual) নাগরিক হতে সাহায্য করে। অন্যান্য বিষয়ের ন্যায়। পদার্থ বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখা প্রশাখা হয়েছে। যেমন — বলবিদ্যা, তাপবিদ্যা, শব্দবিজ্ঞান, চুম্বক, তড়িৎ, আলোক ইত্যাদি। এগুলি প্রচলিত ভাগ। বর্তমানে পাঠক্রমে নিউক্লিয়ার, মলিকিউলার, বায়ো, অ্যাষ্ট্রো ফিজিক্স যুক্ত হয়েছে। এগুলি প্রত্যেকটি পদার্থের একটি নির্দিষ্ট আচরণ বা ধর্মের ভিত্তিতে আলোচিত হয়েছে। যেমন বলবিদ্যায় পদার্থের উপর বাহির হইতে বলের প্রয়োগ সম্বন্ধে আলোচনা করতে গিয়ে স্যার আইজ্যাক নিউটনের বলবিদ্যায় বিখ্যাত গতি সূত্রগুলি আবিষ্কৃত হয়েছে। অনুরূপ তাপগতি বিদ্যায় কার্য ও তাপের সম্পর্ক এবং তাপের প্রয়োগ ও মুক্তির ফলে পদার্থের যে সকল আভ্যন্তরীণ বা বাহ্যিক পরিবর্তন হয় তাহা আলোচিত হয়েছে।

একইভাবে আলোকবিজ্ঞানে প্রতিফলন, প্রতিসরণ ব্যাতিচার, সমাবর্তন, আলোর bending nature (সরল রেখায় গমন না করা), বিচ্ছুরন ইত্যাদি নিয়ে আলোচনা করা হয়েছে। যদিও এই সকল ঘটনাগুলি পৃথকভাবে পদার্থবিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখায় আলোচিত হয়েছে কিন্তু প্রত্যেকটি ঘটনা পদার্থ বিজ্ঞানের একটা সাধারণ সূত্র দ্বারা যুক্ত।

পদার্থ বিজ্ঞান শিখনের ব্যবহারিক ফল বর্তমান মানব সমাজে প্রতিটি — প্রভাবিত করছে। এটি এখন আমাদের মানব সংস্কৃতির সঙ্গে ওতোপ্রোতভাবে জড়িত। এভাবেই পদার্থ বিজ্ঞানের পরিধি ক্রমশ বিস্তৃত হয়েছে।

● রসায়ন (Chemistry) :

আমরা জানি বিজ্ঞানের তিনটি মূল শাখা পদার্থ বিদ্যা, রসায়ন বিদ্যা ও জীববিদ্যার দ্বারা এই পৃথিবীর সবকিছুই মোটের উপর ব্যাখ্যা করা যায়। আমরা আগেই পদার্থ বিদ্যার উপর আলোচনা করেছি। জীববিদ্যা মূলতঃ উদ্ভিদ ও প্রাণীদের গঠন নিয়ে আলোচনা করে। রসায়ন বিজ্ঞান মূলত পদার্থের আনবিক, পারমানবিক গঠন নিয়ে আলোচনা করে। রসায়ন শব্দটি এসেছে প্রাচীন মিশরীয় শব্দ “Khem” বা “Chem” থেকে। যার অর্থ হল কালো (black) কারণ এটি মিশরের অন্ধকার মাটি (dark soil) থেকে উদ্ভূত। রসায়ন হচ্ছে science of substance যেখানে পদার্থের গঠন, প্রকৃতি, তাদের ধর্ম এবং রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে পরিবর্তন নিয়ে আলোচনা করে। এটি পদার্থের composition এবং আভ্যন্তরীণ শক্তি নিয়ে আলোচনা করে। সুতরাং রসায়নের পরিধি এই মহাজগতে বিশাল।

একজন রসায়নবিদ বিভিন্ন প্রকার বিকিরিত রশ্মি যথা — Visible, Infrared, Ultraviolet, X-ray, r-ray ইত্যাদি এবং পদার্থের উপর তাদের প্রভাব নিয়ে আলোচনা করে। এক্ষেত্রে পদার্থের আনবিক প্রকৃতি বা পারমানবিক প্রকৃতি সম্পর্কে জ্ঞান থাকা প্রয়োজন সেগুলির সঠিক ব্যাখ্যা করার জন্য।

আমরা জানি রসায়ন বিজ্ঞানকে আবার তিনটি ভাগে ভাগ করা হয়েছে। ভৌত রসায়ন (Physical Chemistry), অজৈব রসায়ন (Inorganic Chemistry) ও জৈব রসায়ন (Organic Chemistry)। জৈব রসায়নে সাধারণত কার্বন যৌগ, তাদের প্রকৃতি ও গঠন বা পরিবর্তন নিয়ে আলোচনা করা হয়। অজৈব রসায়নে পদার্থের গঠন প্রকৃতি ও তাদের যৌগ নিয়ে আলোচনা করা হয়। ভৌত রসায়নে বিভিন্ন সূত্র যার প্রয়োগে বিভিন্ন শর্তে পদার্থের পরিবর্তন নিয়ে আলোচনা করা হয়।

সপ্তদশ শতকে অ্যালকেমী (Alchemy) থেকে আধুনিক রসায়ন (modern chemistry) ধারণাটি উদ্ভূত। অ্যালকেমী শব্দটি বলতে বোঝায় Art of chemistry অ্যালকেমিস্টরা বিশ্বাস করতেন চারটি মাত্র পদার্থ (elements) — মাটি (earth), জল (water), আগুন (fire) ও বায়ু (air) দ্বারা বিশ্ব ব্রহ্মাণ্ডের সবকিছু তৈরী। কিন্তু আধুনিক বিজ্ঞানীদের মতে পদার্থের ক্ষুদ্রতম কনিকা হচ্ছে পরমানু, যা দ্বারা অনু বা সকল যৌগ গঠিত। আবার আধুনিক বিজ্ঞানীদের মতে পরমানু ভেঙে পাওয়া যায় প্রোটন, নিউট্রন, ইলেকট্রন এবং আরও অন্যান্য কনিকা। রসায়নিক শক্তি ব্যাখ্যা করা হয় এই সকল ক্ষুদ্রতম কনিকাগুলির মধ্যে ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া (interaction) দ্বারা। এইভাবেই রসায়নের পরিধি (Scope) ক্রমশঃ বৃদ্ধি পেয়েছে।

৩.৮ ভৌতবিজ্ঞানের সাথে গণিত জীবন বিজ্ঞানের অনুবন্ধ (Co-relation between physical science and two other subjects Mathematics & Life Science) :

- আমরা জানি ভৌতবিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখাগুলির সাথে বিভিন্ন বিষয়ের একটা সম্পর্ক আছে। কখনও দুটি বিষয়ের মধ্যে নির্দিষ্ট সীমারেখা টানা সম্ভব নয়। সুতরাং একটি বিষয়ে যখন শিক্ষক মহাশয় পাঠ দান করবেন তখন তাঁকে অন্যান্য বিষয় সম্বন্ধে কম বেশী জ্ঞান থাকা প্রয়োজন। যদি

তিনি অন্যান্য বিষয় সম্পর্কে সামান্যও অবহিত না থাকেন তাহলে কখনই উপযুক্ত শিক্ষক হতে পারবেন না। আমেরিকান শিক্ষাবিদ পার্কারের মতে — বিজ্ঞানকে কেন্দ্র করেই বিদ্যালয়ে অন্যান্য শিক্ষা দেওয়া উচিত। বিজ্ঞান শিক্ষার সময় অন্যান্য বিষয়ের সঙ্গে সম্পর্ক ও সমন্বয় স্থাপন করে বা অন্যান্য বিষয় শেখার সময় বিজ্ঞানের সঙ্গে সম্পর্ক রচনা করে বিদ্যালয়ে শিক্ষা দেওয়া উচিত। এর ফলে জ্ঞান ইতস্তত না হয়ে সম্পূর্ণ ও অখণ্ড আকার ধারণ করবে। বিষয় বস্তু সমূহের কৃত্রিমতা দূর হয়ে বিষয় বস্তু সমূহ চিত্তাকর্ষক ও স্বাভাবিক হয়ে উঠবে।

৩.৮.১ ভৌতবিজ্ঞানের দুটির শাখায় সাথে গণিতের অনুবন্ধ (Co-relation between physical Science and Mathematics) :

- তাত্ত্বিক বিজ্ঞানে গণিত হল একটি আবশ্যিক বিষয়। গণিতের জ্ঞান ছাড়া কোন বৈজ্ঞানিক ঘটনার পরিমাণগত ধারণা পাওয়া সম্ভব নয়। ভৌতবিজ্ঞানের বিভিন্ন ক্ষেত্রে গণিতের বিভিন্ন শাখার প্রয়োগ করতে হয়। উদাহরণ স্বরূপ — ভৌতবিজ্ঞানের আলোকের প্রতিফলন বা প্রতিসরনের বিভিন্ন সূত্রের প্রমাণ, লেন্সের সাহায্যে প্রতিবিশ্বের গঠন অবস্থান ইত্যাদি প্রমাণ করতে জ্যামিতিক জ্ঞান বা ত্রিকোণমিতির জ্ঞান আবশ্যিক হয়। আবার ওহমের সূত্র, বয়েলের সূত্র-এর লেখচিত্র অঙ্কন করে ব্যাখ্যা করতে হলে স্থানাঙ্ক জ্যামিতির জ্ঞান থাকা দরকার। অনুরূপে বলবিদ্যার সূত্র প্রমাণে কলন বিদ্যার জ্ঞানের প্রয়োজন হয়। আবার তাপের ক্ষেত্রে পাটি গণিতের জ্ঞানের প্রয়োজন হয়। আবার রসায়নের বিভিন্ন ক্ষেত্র যেমন — গ্যাসের গতিতত্ত্ব, তড়িৎ বিশ্লেষণ, আনবিক গুরুত্ব ইত্যাদি ক্ষেত্রে গণিতের জ্ঞান থাকা আবশ্যিক। তাই গণিত ও বিজ্ঞানের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করে বিজ্ঞান শিক্ষা দিলে শিক্ষার্থীদের বিশ্লেষণী ক্ষমতা ও অপসারী চিন্তন ক্ষমতা বৃদ্ধি পায় যাতে শিক্ষকের ক্ষেত্রে বিজ্ঞান শিক্ষা সহজ হয়। সুতরাং আমরা সহজেই বলতে পারি গণিতের জ্ঞান ব্যতিত ভৌতবিজ্ঞানের জ্ঞানার্জন সম্ভব নয়।

৩.৮.২ ভৌতবিজ্ঞানের সাথে জীবন বিজ্ঞানের অনবন্ধ (Co-relation between physical science and Life Science) :

- ভৌতবিজ্ঞানের দুটি শাখা তথা পদার্থ বিজ্ঞান ও রসায়ন উভয়ের সাথে জীবনবিজ্ঞানের সম্পর্ক ওতপ্রোতভাবে জড়িয়ে। এদের যেকোন একটির জ্ঞানকে বাদ দিয়ে অপর বিষয়ের পুনাস্তু জ্ঞানার্জন সম্ভব নহে। আমরা পদার্থ বিজ্ঞান ও রসায়নের সাথে জীবন বিজ্ঞানে যে নিবিড় অনুবন্ধ পাই তা পৃথকভাবে আলোচনা করছি।

পদার্থ বিজ্ঞানের সাথে জীবন বিজ্ঞানের অনুবন্ধ (Co-relation between physical Science and Life science) :

পদার্থ বিজ্ঞানের যে সকল জ্ঞান জীবন বিজ্ঞানে সাহায্য করে তা হ'ল —

- যখন আমরা জীবন বিজ্ঞানে বিভিন্ন উদ্ভিদ কোষ বা রক্তের কনিকা নিয়ে আলোচনা করে শিক্ষার্থীদের তা ব্যবহারিক ক্ষেত্রে দেখাব সেখানে যৌগিক অনুবীক্ষণের ব্যবহার প্রয়োজন যা পদার্থ বিজ্ঞানের Lens তথা আলোক বিজ্ঞান শাখার সঙ্গে জড়িত।

- কোষের আকার ও আয়তনের একক বলতে গিয়ে পদার্থ বিজ্ঞানের জ্ঞানের প্রয়োজন।
- চোখের কার্য প্রণালী পড়ার সময় লেন্স ও ক্যামেরার জ্ঞান আবশ্যিক।
- জীবন বিজ্ঞানে রক্তের চাপ, দেহের তাপমাত্রা ইত্যাদি পড়াতে গিয়ে স্টেথোস্কোপ বা থার্মমিটার ব্যবহার করতে হয় যা পদার্থ বিজ্ঞানের বিষয়।
- উদ্ভিদ কিভাবে মাটি থেকে খাদ্যরস বা জল শোষণ করে তার জল পদার্থ বিজ্ঞানের সংযুক্তি বা জ্ঞানের পৃষ্ঠটান সম্পর্কিত জ্ঞানের ধারণা থাকা আবশ্যিক।
- উদ্ভিদের বাষ্পমোচনের হার আলো, বায়ু, তাপ, আর্দ্রতা, উষ্ণতার উপর কিরূপ নির্ভরশীল তা জানা প্রয়োজন। এগুলি সবই পদার্থ বিজ্ঞানের বিষয়।
- মানুষের হাত বা পেশীগুলি কিভাবে লিভারের মত কাজ করে তা জানার জন্য পদার্থ বিজ্ঞানের জ্ঞান প্রয়োজন।
- মাছ বা জলজ প্রাণীর আকার ও বিভিন্ন অঙ্গ প্রত্যঙ্গ কিভাবে গমনে সাহায্য করে তার জন্য গতি রক্ষার সূত্র, কিংবা সান্দ্র বল সম্পর্কে জ্ঞান থাকা আবশ্যিক।
- **রসায়নের সাথে জীবন বিজ্ঞানের সম্পর্ক (Co-relation between chemistry and Life science) :**

বিজ্ঞানের বিভিন্ন ক্ষেত্রে রসায়নের জ্ঞান আবশ্যিক তা নীচে আলোচিত হল —

- সালোকসংশ্লেষ প্রক্রিয়া কিভাবে হয়, তার রাসায়নিক সমীকরণ লিখতে ও ব্যাখ্যা করতে রসায়নের জ্ঞান থাকা প্রয়োজন।
 - রসায়নে কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাসের উৎস জানতে হলে শ্বসন, দহন, বিয়োজন, সন্ধান ইত্যাদি জৈবিক প্রক্রিয়া সম্পর্কে জ্ঞান থাকা আবশ্যিক।
 - উদ্ভিদের বিভিন্ন শারীর বৃত্তিয় প্রক্রিয়া যথা ব্যপন, অভিস্রবন, শোষণ ইত্যাদি জানতে রসায়নের ধারণা থাকা প্রয়োজন।
 - সবাত শ্বসনের বিভিন্ন পর্যায় ব্যাখ্যা করতে জৈব রসায়নের জ্ঞান আবশ্যিক।
 - উদ্ভিদ বা প্রাণীর পুষ্টি আলোচনায় বিভিন্ন মাইক্রো বা ম্যাক্রো এলিমেন্টের চিহ্ন সংকেত জানা প্রয়োজন যা রসায়নে অন্তর্ভুক্ত।
 - রসায়নের জ্ঞান ছাড়া বিভিন্ন রোচন পদার্থ সম্পর্কে জানা সম্ভব নয়।
 - অক্সিজেন চক্র, নাইট্রোজেন চক্র, কার্বন ডাই অক্সাইড চক্র জানতে রসায়নের জ্ঞান থাকা দরকার।
- তাই ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণ বা শিখনের সময় জীবন বিজ্ঞান শিক্ষণ বা শিখনের সময় যদি উভয় বিষয়ের মধ্যে অনুবন্ধ স্থাপন করে শিক্ষণ বা শিখন হয় তাহলে শিক্ষার্থীদের পক্ষে ঐ সকল বিষয়ে ধারণাটি অনেক স্বচ্ছ হয়।

৩.৯ অনুশীলন (Exercise) :

Short Question

1. Define Physical science.
2. Mention any two main branches of Physical Science.
3. Briefly state the subject matter studied by each of the following branches, —
 - a) Geophysics,
 - b) Thermodynamics,
 - c) Solidstatephysics,
 - d) Bio Chemistry,
 - e) Astro physics,
 - f) Analytical Chemistry

Broad Question:

1. What are the main objectives of teaching physical science in secondary school Level.
2. Discuss the scope of physical science in secondary level school curriculum.
3. Discuss various recommendations to teaching physical science in school curriculum.
4. What are the objectives of teaching physical science?
5. What are the differences between aims and objectives of teaching physical science at various stages of school education.
6. What domain by Blooms do you think more important to reach the objectives of physical science?
7. **Write notes:**
 - a. Integration and co-relation of Life science and physical science.
 - b. Physical science and national progress.
 - c. Aims of physical science teaching in school level.
 - d. Role of science in individual development.

Unit-4

ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণ পদ্ধতি

(Methods of Teaching Physical Science)

8.১ ভূমিকা (Introduction)

8.২ লক্ষ্য (Objectives)

8.৩ ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণের প্রকারভেদ (Classification of Method of Teaching Physical Science)

8.৫ সারসংক্ষেপ (Summary)

8.৬ অনুশীলনী (Exercise)

8.১ ভূমিকা (Introduction) :

Every method has some goodness in it, no method is all good. Children should be told as little as possible and induced to discover as much as possible, **Voltaire & Spancer**.

শিক্ষক শিক্ষার্থীর জীবন বিকাশের স্তরের সাথে সামঞ্জস্য বজায় রেখে বিজ্ঞানের জ্ঞানের সাথে তাদের গুরুত্বপূর্ণ যোগাযোগ স্থাপন করে। শিশু বয়সের প্রতিটি পর্বে একটা নিজস্বতা থাকে। মনোবিজ্ঞানীদের দৃষ্টিতে যে কোন বিষয় শিখন শিক্ষার্থীর প্রকৃতি, চাহিদা, বয়স এগুলির উপর ভিত্তি করে হওয়া প্রয়োজন। সুতরাং বিজ্ঞান শিক্ষণের ক্ষেত্রেও শিক্ষণ পদ্ধতির এক গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা আছে।

বিজ্ঞান প্রতিদিনের কাজকর্মের সাথে যুক্ত। সুতরাং শিক্ষার্থীর বিজ্ঞান শিক্ষা শুধুমাত্র বই ভিত্তিক হবে না। তাঁকে দৈনন্দিন জীবনের সাথে যুক্ত করতে হবে। শিক্ষককে বিজ্ঞান শিক্ষণ দিতে হবে কর্মভিত্তিক।

Method (পদ্ধতি): শব্দটি এসেছে ল্যাটিন শব্দ “Mode” থেকে। যার অর্থ হল ‘Way’ বা ‘পথ’। অর্থাৎ কিভাবে বিজ্ঞান শিক্ষণের ক্ষেত্রে জ্ঞান বা দক্ষতা শিক্ষার্থীদের মধ্যে বিতরণ করা হবে। অন্যভাবে বলা যায় শিক্ষক কীভাবে, কী উপায়ে বিষয়বস্তুকে শিক্ষার্থীর সামনে উপস্থাপন করবেন। এই স্তরের সাফল্যের উপর শিক্ষা ব্যবস্থার সফলতা নির্ভর করে।

আধুনিক শিক্ষণ পদ্ধতি নির্ণয়ের পশ্চাতে তিনটি প্রভাব বিশেষভাবে সক্রিয়। শিক্ষার লক্ষ্য, শিক্ষার্থীদের মনস্তত্ত্ব এবং শিক্ষার যথাযথ দিক। শিক্ষার লক্ষ্য সম্বন্ধে সচেতন থাকবেন, শিক্ষার্থীর নিজস্ব বৈশিষ্ট্য, সামর্থ্য, সক্রিয়তা, ব্যক্তিগত চাহিদা, আগ্রহ, আবেগ, সংস্কার এগুলি সম্পর্কে অবগত থাকবেন। আবার শিক্ষণীয় বিষয়ের স্বরূপ ও তাৎপর্যের বিষয়ে অবগত হবেন।

বিজ্ঞান শিক্ষাদানের বিভিন্ন পদ্ধতি আছে। কোন পদ্ধতিই স্বয়ং সম্পূর্ণ নয়। একটি পদ্ধতির উপর অন্য পদ্ধতির প্রভাব আছে। শুধুমাত্র একটি পদ্ধতি প্রয়োগ করে প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত পাঠদান কখনই সম্ভব হয় না। বিভিন্ন পদ্ধতির সহমিশ্রনে। সাধারণত পাঠদান করা হয়। তবে প্রত্যেক পদ্ধতিই তার নিজ বৈশিষ্ট্যের দ্বারা অন্য পদ্ধতি থেকে পৃথক।

পাঠ পরিকল্পনা বিশেষ পদ্ধতিকে কেন্দ্র করেই রচিত হওয়া উচিত। কখন কোন পদ্ধতি কার্যকর করা হবে তা নির্ভর করে কয়েকটি বৈশিষ্ট্যের ওপর। যথা — শিক্ষার্থীর বয়স, মানসিক বিকাশ, ব্যক্তিগত পার্থক্য, শিক্ষণ উপকরণের প্রাপ্তি, সম্ভবনা ও পরিবেশের উপর। তবে যে কোন পদ্ধতি সফলতা পায় শিক্ষকের আন্তরিকতা, প্রচেষ্টা, অভিজ্ঞতা ও পারদর্শিতার উপর। এ প্রসঙ্গে Prof. Ghanshaym এর বলেছেন “For time to time various method have been advocated for teaching science. Many of them are in use, for in each of them there is something to recommend it, and each in the hands of a capable and enthusiastic teacher can be made successful”.

৪.২ লক্ষ্য (Objective) :

The pupil will know “What is teaching method”? (শিক্ষার্থীরা জানবে শিক্ষণ পদ্ধতি কি?)

The pupil will understand the difference between teaching method and technique (শিক্ষার্থীরা বুঝতে শিখবে, শিক্ষণ পদ্ধতি ও শিক্ষণ কৌশলের মধ্যে তফাৎ কি)

The pupil will know the philosophy of different methods. (শিক্ষার্থীরা জানবে বিভিন্ন শিক্ষণ পদ্ধতির দর্শন কি)

৪.২.১ শিক্ষণ পদ্ধতি ও দর্শন (Philosophy and Methods of Teaching) :

শিক্ষণ পদ্ধতি সমন্ধে ভাববাদী শিক্ষার দার্শনিকগণ শিক্ষার্থীর স্বতঃস্ফূর্ততার উপর গুরুত্ব আরোপ করেছেন। যেমন ফ্রয়বেল, পেস্তালৎসি স্বতঃস্ফূর্ত সক্রিয়তা (Spontaneous self-activity) এবং খেলার উপর গুরুত্ব আরোপ করেছেন। ভাববাদীরা মনে করেন প্রত্যেক ব্যক্তি আত্মোপলব্ধির মধ্য দিয়ে সর্বজনীন আধ্যাত্মিক চেতনা উপলব্ধি করতে পারে। এই আত্মোপলব্ধি কখনও আরোপিত হতে পারে না। ঋষি অরবিন্দ বলেছেন “The first principle of true teaching that nothing can be taught” তবুও ভাববাদী দার্শনিকগণ কয়েকটি পদ্ধতি সমন্ধে সুপারিশ করেছেন। যথা Lecture, Discussion, Conversion, Question-Answer, Argumentation পদ্ধতি ইত্যাদি। বাস্তববাদী দার্শনিকগণ সর্বদা শিক্ষণে বাস্তবতা ও বিজ্ঞান সম্মত পদ্ধতিতে গুরুত্ব আরোপ করেছেন। তাই তারা Heuristic, Experimental, Self-experience, Research, correlation পদ্ধতির কথা বলেছেন।

প্রকৃতিবাদী দার্শনিকদের শিক্ষাদর্শনের মূল কথা হল প্রত্যেক মানুষ তার নিজের স্বভাব ও প্রকৃতির দ্বারাই নিয়ন্ত্রিত হবে। শিক্ষার নামে বাইরে থেকে কোন আরোপিত নিয়ম দ্বারা শিক্ষার্থীকে নিয়ন্ত্রণ করা চলবে না। এ বিষয়ে চরমপন্থী ছিলেন ফরাসী চিন্তানায়ক রুশো (Rousseau)। তাঁকে আপাতঃ সমর্থন করেছেন অ্যারিস্টটল,

হার্বাট স্পেনসার এর ন্যায় চিন্তানায়করা। এরা Observation, Play way, Montessori, Dalton plan ইত্যাদি শিক্ষণ পদ্ধতির কথা বলেছেন।

প্রয়োগবাদী দার্শনিকগণ শিক্ষায় কোন নির্দিষ্ট লক্ষ্য স্থির করেননি। তাঁরা মনে করেন প্রাকৃতিক পরিবেশ ও আর্থসামাজিক পরিবেশ সতত পরিবর্তনশীল। সুতরাং পরিবর্তনশীল জীবনের উপযোগী শিক্ষার জন্য পরিবর্তনশীল লক্ষ্যই (Variable aims) প্রয়োজন। তবে তাঁরা মনে করেন প্রত্যেক শিক্ষার্থী যাতে তাঁর জীবনাদর্শকে (Ideal Life) খুঁজে পায় এবং একান্ত নিজস্ব মূল্যবোধগুলি চিহ্নিত করতে পারে সে বিষয়ে সহায়তা করাই শিক্ষার লক্ষ্য। তাই তাঁরা কর্মকেন্দ্রিক শিক্ষার উপর গুরুত্ব আরোপ করেছেন। এক্ষেত্রে জন ডিউই এর Problem Method, Kil patric এর Project Method উল্লেখযোগ্য।

Harbert Spencer বলেছেন শিক্ষণ পদ্ধতির কতকগুলি নীতির কথা বলেছেন। যেমন শিক্ষণ পদ্ধতি হবে —

a) From simple to complex, b) From concrete to Abstract, c) From known to unknown, d) From Direct to Indirect, e) From Definite to Indefinite, f) From Empirical to Rational, g) Emphasis on self-Learning, h) Method should be Interesting. রবীন্দ্রনাথের ভাষায় — “যে পদ্ধতি অনুসরণ করে শিশু মনকে প্রভাবিত করতে পারবেন তাহাই হবে আদর্শ পদ্ধতি”।

৪.৩ ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণের প্রকারভেদ (Classification of methods of teaching physical science) :

সাধারণত ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণ পদ্ধতিকে দু-ভাগে ভাগ করা যায়

- ১। শিশুকেন্দ্রিক শিক্ষণ পদ্ধতি (Child-Centred Teaching methods)
- ২। শিক্ষক-কেন্দ্রিক শিক্ষণ পদ্ধতি (Teacher-Centred Teaching methods)

৪.৩.১ শিশু-কেন্দ্রিক শিক্ষণ পদ্ধতি (Child-Centred Teaching Methods) :

এই পদ্ধতি শ্রেণী কক্ষে মধ্যমণি সাধারণতঃ শিক্ষার্থীরা। শিক্ষণ-শিখন পদ্ধতি শিক্ষার্থীদের চাহিদা, আগ্রহ, দক্ষতা, মনোভাব ও প্রয়োজনীয়তাকে কেন্দ্র করে গড়ে উঠে। এই পদ্ধতি সম্পূর্ণ শিক্ষাশ্রয়ী মনোবিজ্ঞানের নীতির উপর প্রতিষ্ঠিত। এই পদ্ধতির উদ্দেশ্য হল শিক্ষার্থীদের মধ্যে গ্রহণ ক্ষমতা, দক্ষতা, আবিষ্কারক মনোভাব ইত্যাদি গুণগুলি বিকশিত করা। এই পদ্ধতির মধ্যে রাখা যায়—

- Project Method
- Laboratory Method
- Problem-Solving Method
- Heuristic Method
- Discussion Method etc.

8.৩.২ শিক্ষক-কেন্দ্রিক শিক্ষণ পদ্ধতি (Teacher-Centred Teaching Method) :

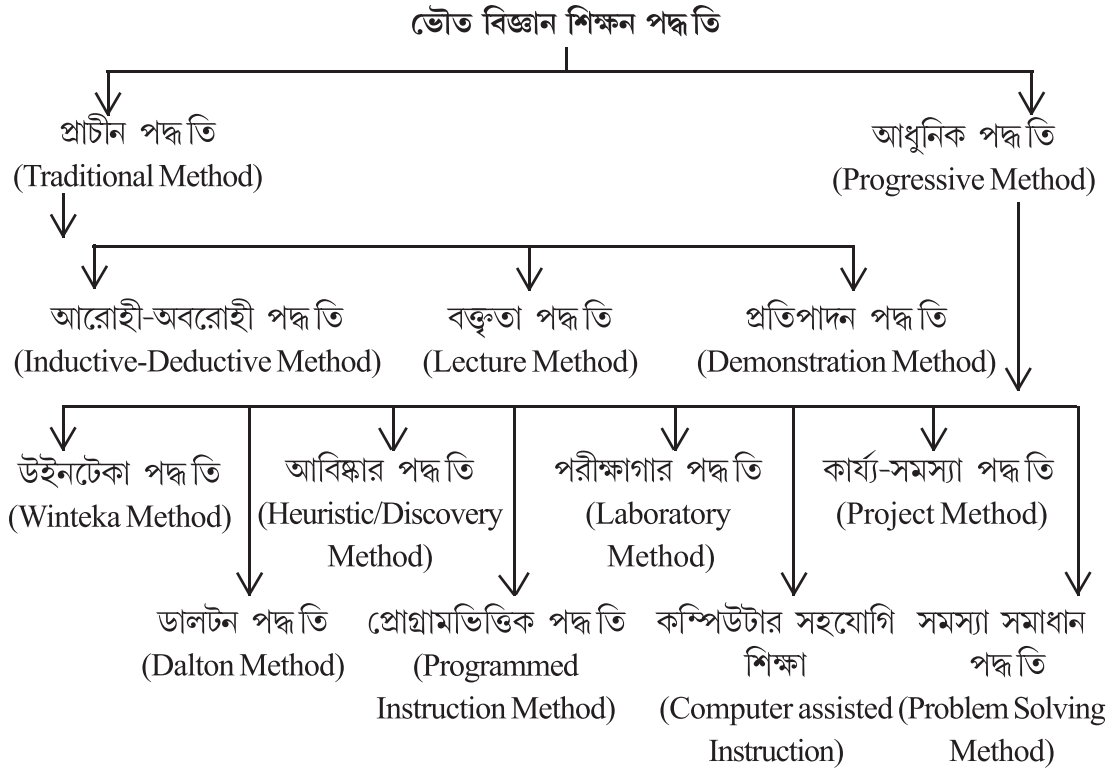
এই পদ্ধতিতে শ্রেণীকক্ষের মধ্যমণি হয়ে থাকেন সাধারণত শিক্ষকরা। এই পদ্ধতিতে মূলত লক্ষ্য থাকে শিক্ষার্থীর মুখস্থ ক্ষমতা (Telling) বিভিন্ন তথ্য স্মৃতিতে ধরা রাখা ও প্রয়োজনে পুনরোৎপাদন (memorization and recalling informations)। এখানে শিক্ষার্থীরা সাধারণত গৌণ ভূমিকা (Passive role) পালন করে। এবং শিক্ষাশ্রয়ী জ্ঞান আরোহণ পদ্ধতিতে পিছনের দিকে অবস্থান করে। নিম্নলিখিত পদ্ধতিগুলিকে শিক্ষক কেন্দ্রিক পদ্ধতিতে রাখা যায় —

- Lecture Method
- Demonstration Method

এ ছাড়াও ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণ পদ্ধতিকে দু-ভাগে ভাগ করা যায়। যথা —

- প্রাচীন পদ্ধতি (Traditional Method)
- আধুনিক পদ্ধতি (Progressive Method)

নীচে একটি ছকের সাহায্যে উপরোক্ত পদ্ধতিগুলি দেখানো হল —



এ ছাড়াও আরও কতকগুলি শিক্ষণ পদ্ধতি জানা যায়। যথা — একক পদ্ধতি, ঐতিহাসিক পদ্ধতি, এককেন্দ্রিক পদ্ধতি, জীবনীমূলক পদ্ধতি প্রভৃতি। এগুলিকে পদ্ধতি না বলে বিষয়বস্তু সংগঠনের উপায় বলাই ভালো।

৪.৩.৩ বক্তৃতা পদ্ধতি (Lecture-Method) :

'Lecture' means teaching a lesson in the form of speech or talk। এই পদ্ধতিতে শিক্ষক নিজের আয়ত্বের বিষয় বস্তুগুলিকে সংক্ষিপ্ত সময়ে শিক্ষার্থীদের নিকট পরিবেশন করেন। এখানে শিক্ষক শ্রেণীকক্ষে সক্রিয় ভূমিকা গ্রহণ করেন এবং শিক্ষার্থীরা নীরব নিষ্ক্রিয় শ্রোতা হিসাবে উপস্থিত থাকে। এই পদ্ধতি কখনও মনোবিজ্ঞান সম্মত নয়। এখানে শিক্ষক যে কোন একটি নির্দিষ্ট বিষয়ে (Topics) বক্তৃতা দেন এবং ছাত্ররা শোনে। এটি সর্বদা একমুখী (Oneway) প্রক্রিয়া শিক্ষক দেয় ছাত্ররা নেয়। শিক্ষার্থীর মানসিক ক্ষমতা, ব্যক্তিগত বৈষম্য প্রভৃতি বিবেচনা না করে শিক্ষক যথা সম্ভব দ্রুতগতিতে পাঠক্রম শেষ করার দিকে মনোনিবেশ করেন। এর ফলে শিক্ষার্থীরা প্রেষণা লাভ করে না, শিক্ষকের দেয় তথ্যগুলি তারা মনে রাখতে পারেনা। শিক্ষার্থীরা আগ্রহ ও মনোযোগ হারায়, বিরক্তি বোধ করে। বিশ্ববিদ্যালয় এবং উচ্চতর শিক্ষাস্তরে বক্তৃতা পদ্ধতি যুক্তিসম্মত হলেও প্রাথমিক এবং মাধ্যমিক স্তরে এই পদ্ধতি কখনই গ্রহণযোগ্য নয়। বিশেষ করে ভৌতবিজ্ঞানের মত বিষয়ে। তবুও আমাদের দেশে শিক্ষকদের কাছে এটি খুব জনপ্রিয় প্রচলিত পদ্ধতি।

৪.৩.৪ কখন বক্তৃতা পদ্ধতি প্রয়োজন (When to use lecture method?)

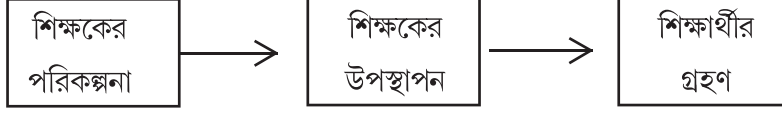
- কোন নতুন পাঠ বা বিষয় আরম্ভের সময়।
- পূর্ব জ্ঞানের সাথে নতুন জ্ঞানের সংযোজনে।
- বিষয় সম্পর্কে নতুন কোন তথ্য জানাতে।
- শিক্ষার্থীদের পাঠ সম্পর্কে মানসিক প্রস্তুতিতে।
- ভৌতবিজ্ঞানে ঐতিহাসিক প্রগতি (historical development) কিভাবে হয়েছে তা শিক্ষার্থীদের জানাতে।
- যখন বিষয়টিকে পরীক্ষা দ্বারা দেখানো সম্ভব নয়, তা ব্যাখ্যা করতে।
- পরীক্ষা দেখানোর আগে এবং পরে বিষয়টি সমন্ধে বা পরীক্ষায় ফলাফল ব্যাখ্যা করতে।
- শিক্ষা বিষয়ক কোন নির্দেশ দেবার সময়।
- অনেক ছাত্রকে একসাথে শিক্ষাদানের সময়।
- দ্রুত পাঠ্যসূচী শেষ করার প্রয়োজন হলে।
- যখন মূল্যায়নে লিখিত বা মৌখিক পরীক্ষার ওপর অধিক গুরুত্ব দেওয়ার প্রয়োজন তখন।
- যে বিষয় পড়ানো হবে, সেই বিষয়ের সঙ্গে সম্বন্ধ যুক্ত অন্য কোন বিষয় জানানোর জন্য।
- যে বিষয়ে শিক্ষণ দেওয়া হল তার সারসংক্ষেপ করার জন্য।

৪.৩.৫ বক্তৃতা পদ্ধতির ধাপসমূহ (Steps in Lecture Method) :

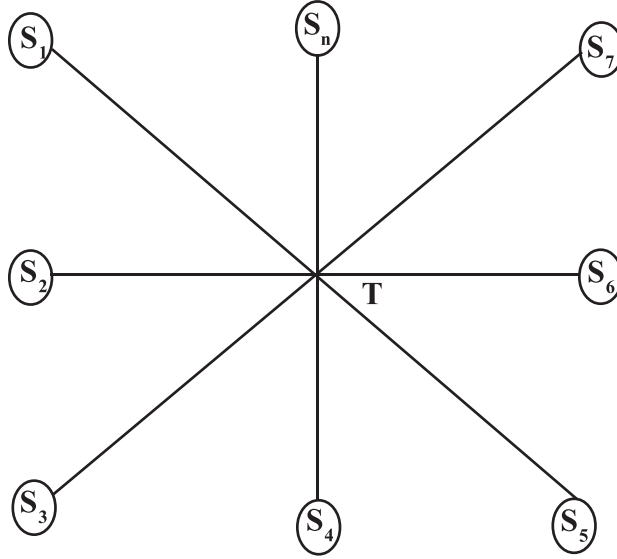
- বক্তৃতা পদ্ধতিতে মূলত তিনটি ধাপ আছে।
 - ১। শিক্ষকের দ্বারা পরিকল্পনা (Planning by the teacher)
 - ২। শিক্ষকের দ্বারা উপস্থাপন (Presentation by the teacher)

৩। শিক্ষার্থীদের দ্বারা গ্রহণ (Receiving by the Learner)

সুতরাং উপরোক্ত ধাপগুলি থেকে বোঝা যায় এই পদ্ধতিতে শিক্ষকই শুধুমাত্র সক্রিয় এবং শিক্ষার্থীরা নিষ্ক্রিয়। পদ্ধতিকে নীচের চিত্রে দ্বারা দেখানো হয়েছে।



এই পদ্ধতিতে খুব অল্প সময়ে অনেক তথ্য পরিবেশন করা যায় কারণ এটি খুব সহজ এবং আকর্ষণীয় শিক্ষকের নিকট। বক্তৃতা পদ্ধতির communication Set নীচে দেখানো হল।



উপরের চিত্র থেকে বোঝা যায় ছাত্রদের নিজের মধ্যে কোন প্রত্যক্ষ যোগাযোগ হয় না। এখানে কেবলমাত্র শিক্ষকই ছাত্রদের সাথে প্রত্যক্ষ যোগাযোগ করেন। এই পদ্ধতিতে Feed back এর সুযোগ খুবই কম। শিক্ষক জানতে পারেন না তিনি সঠিকভাবে ছাত্রদের শিক্ষণ দিতে পেরেছেন কিনা।

৪.৩.৬ বক্তৃতা পদ্ধতির সুবিধাসমূহ (Merits of Lecture Method) :

- **বর্ণনামূলক পাঠ দান** : বিজ্ঞানের উল্লেখযোগ্য আবিষ্কারে কাহিনী, পরীক্ষালব্ধ তথ্য ও তার ব্যাখ্যা, তথ্যবহুল ঘটনার বর্ণনা বা তাত্ত্বিক বিষয়ে পাঠদানে এই পদ্ধতিতে উপযোগী।
- **দ্রুত ও সহজ সাধ্য : (Very Fast and Easy)**
 - অল্প সময়ে অনেক তথ্য পরিবেশন করা যায় বলে নির্ধারিত সময়ের মধ্যেই পাঠ্যসূচী শেষ করা যায়।
 - শিক্ষক কোন পাঠপরিকল্পনা, পরীক্ষা প্রদর্শন না করেই পাঠদান করতে পারেন। অর্থাৎ বিশেষ কোন প্রস্তুতির প্রয়োজন হয় না।
 - শিক্ষার্থীরা বেশি প্রশ্ন করার সুযোগ পায় না। তাই বক্তৃতা দানে বিশেষ বাধার সৃষ্টি হয় না।

● **ব্যয়বাহুল্য বর্জিত : (Low Expensive) :**

- এই পদ্ধতিতে শিক্ষাদানে ব্যয় খুবই কম।
- এই পদ্ধতিতে শিক্ষাদানে সময়ও খুব কম লাগে।
- শিক্ষা সহায়ক উপকরণ বিশেষ লাগে না।
- শিক্ষকের পক্ষে পাঠদান খুব সহজ। বেশী পরিশ্রমও করতে হয় না।

● **মূল্যায়ন (Evaluation) :**

এই পদ্ধতিতে পাঠদান করে শিক্ষার্থীদের শিক্ষাগত ফলাফলের বিচার করা হয় লিখিত বা মৌখিক পরীক্ষার সাহায্যে।

৪.৩. ৭ বক্তৃতা পদ্ধতির অসুবিধা (Demerits of Lecture method) :

● **অমনোবৈজ্ঞানিক (Unpsychological) :**

- এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীরা গৌণ, পাঠ্য বিষয়ই মুখ্য। শিক্ষার্থীর মানসিক ক্ষমতা, অভিজ্ঞতা, ও ও চাহিদা, এখানে অবহেলিত।
- এই পদ্ধতিতে মানসিক ক্লান্তি ও বিরক্তির মনোভাব তৈরী হয়।
- শিক্ষার্থীরা নীরব ও নিষ্ক্রিয় শ্রোতার ভূমিকা পালন করে। এর ফলে তারা পড়াশুনায় আগ্রহ ও মনোযোগ হারায়।
- ব্যক্তিগত পার্থক্যের উপর গুরুত্ব দেওয়া সম্ভব নয়। তাই পিছিয়ে পড়া শিক্ষার্থীরা পড়াশুনায় আগ্রহ হারায়।

● **বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি বিকাশের পরিপন্থী (Not suitable for development of scientific attitude) :**

- এই পদ্ধতিতে বিজ্ঞানের বিষয়গুলিকে পরীক্ষা-পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে পরিবেশন করা হয় না। ফলে শিক্ষার্থীদের বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গির বিকাশ ঘটে না।
- বিজ্ঞানের মূর্ত্ত বিষয়গুলি সম্পর্কে সম্যক ধারণা গড়ে উঠে না।
- শিক্ষার্থীরা হাতে কলমে পরীক্ষা-নিরীক্ষার সুযোগ পায় না, তাই কোন বৈজ্ঞানিক ঘটনার যুক্তিপূর্ণ ব্যাখ্যা দানে ব্যর্থ হয়।

● **শিক্ষক-শিক্ষার্থীর সম্পর্ক (Relation between teachers and pupils) :**

- এটি প্রকৃত পক্ষে শিক্ষক কেন্দ্রিক (Teacher centric) এবং একমুখী শিক্ষার্থীর স্বতঃস্ফূর্ত মনোযোগ আকর্ষনে এই পদ্ধতি অক্ষম।

- অল্প মেধা সম্পন্ন শিক্ষার্থীরা বিশেষ ভাবে মনোযোগ হারায়। স্কুল ছুটের সংখ্যা বৃদ্ধি পায় নীচু শ্রেণীতে।
- সকল শিক্ষার্থীর সাথে শিক্ষকের আশানুরূপ সম্পর্ক গড়ে উঠে না।
- এই পদ্ধতিতে শিক্ষক না হয়ে একজন ভাষক (Orator) হয়ে উঠেন।
- এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীর জ্ঞানার্জন স্থায়ী হয় না।

৪.৩.৮ বক্তৃতা পদ্ধতিকে কার্যকরী করে তোলার উপায় (To make lecture effective and interesting) :

বক্তৃতা পদ্ধতিতে মনোগ্রাহী ও আকর্ষণীয় ভাবে শিক্ষার্থীদের নিকট উপস্থাপন করলে একজন ভৌতবিজ্ঞানের শিক্ষককে নিম্নলিখিত বিষয়গুলির উপর গুরুত্ব প্রদান করতে হবে।

শিক্ষকের উপস্থাপনা আকর্ষণীয় করে তুলতে হলে চারটি নিয়ম/রীতি গ্রহণ করতে হয় —

- দৃষ্টান্ত (Illustration)
- কথন (Narration)
- বর্ণনা (Exposition)
- ব্যাখ্যাদান (Explanation)

দক্ষতার সাথে ব্যবহার করতে হবে। এর ফলে নীরস বক্তৃতা হৃদয়গ্রাহী হয়ে উঠে প্রশ্নোত্তর এর বিনিময়ে —

বক্তৃতার মাধ্যমে পাঠদান চলাকালীন প্রশ্নোত্তরের মাধ্যমে বিষয় বস্তুকে সহজ, সরল, স্পষ্ট করে তুলতে হবে। শিক্ষার্থীদের স্বাধীন চিন্তার সুযোগ দিতে হবে। পূর্বজ্ঞানের অভিজ্ঞতার সঙ্গে নূতন জ্ঞানের সংযোজন ঘটাতে হবে।

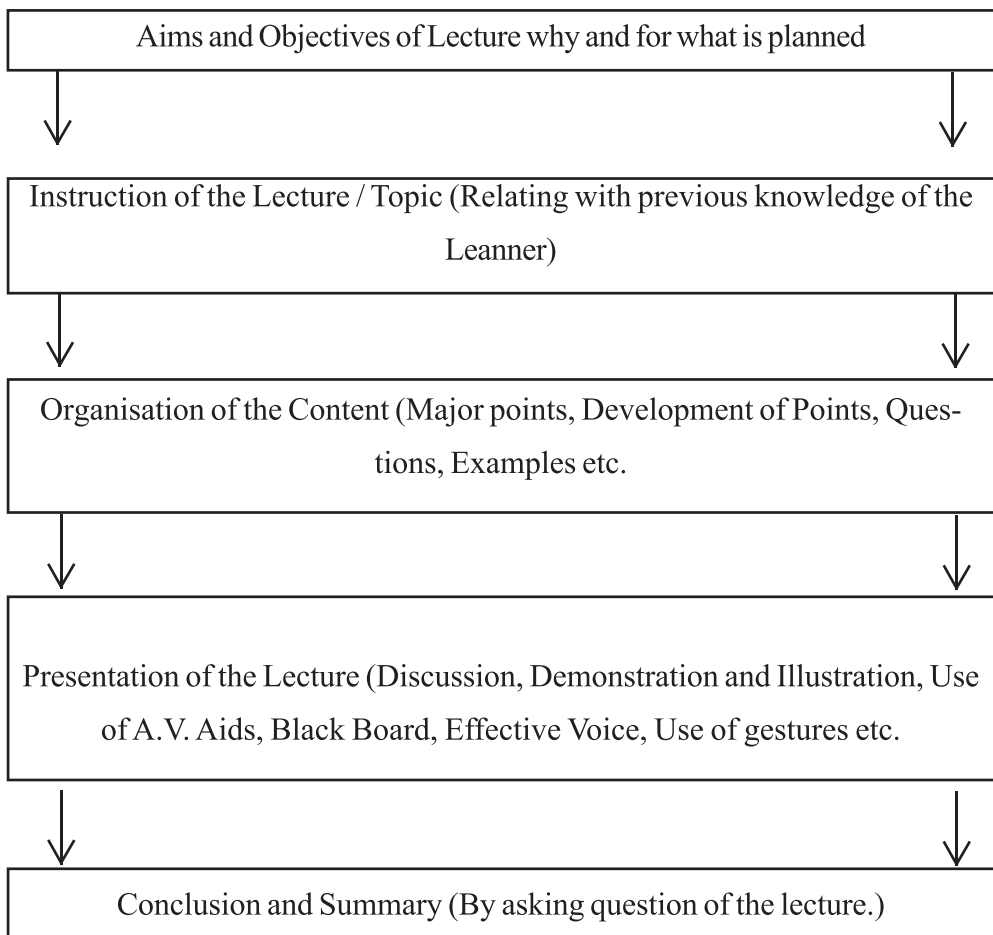
● নোট নেওয়ার অভ্যাস তৈরী (To develop writing habits) :

বক্তৃতা পদ্ধতিতে পাঠদান কালে শিক্ষার্থীরা নোট লেখার অভ্যাস করলে অনেক সমস্যায় সহজে সমাধান হয়। শিক্ষার্থী সক্রিয় যাকে সর্বদা অমনোযোগী হবার সুযোগ থাকে না।

● শিক্ষা সহায়ক উপাদান (Use of teaching Aids) :

- চার্ট, মডেল, ছবি ইত্যাদি ব্যবহার করে মৌখিক বর্ণনাকে সংক্ষিপ্ত করতে হবে।
- Black Board এর ব্যবহার বেশী করতে হবে।
- শিক্ষার্থীর অভিজ্ঞতা ও মানসিক চাহিদাকে গুরুত্ব দিতে হবে।
- বক্তৃতা দানের শেষে বিষয়টিকে পুনরায় সংক্ষিপ্ত আকারে উপস্থাপন করতে হবে।

৪.৩.৯ বক্তৃতা পদ্ধতির পূর্বে শিক্ষক মহাশয় ছাত্রদের উৎসাহিত করা (inspire), প্রেষণা দান (Motivation), আগ্রহ সৃষ্টির (Interest) জন্য নিজেকে প্রস্তুত করবেন যেভাবে তা নীচে দেখানো হল :



৪.৪ সমস্যা-সমাধান পদ্ধতি (Problem Solving Method):

ভূমিকা (Introduction) :

সাধারণতঃ শিশুরা প্রকৃতিগত কারণে অনুসন্ধিৎসুপ্রিয় হয়। তারা সময়ে সময়ে এমন কিছু সমস্যার সমাধান করতে চায় যা বড়রাও অনেক সময় পারে না। বহু প্রাচীন কাল থেকে সমস্যা সমাধানের শিক্ষামূলক উপযোগিতার কথা স্বীকার করা হলেও শিক্ষণের পদ্ধতি হিসাবে সমস্যা সমাধান পদ্ধতি আধুনিককালে প্রতিষ্ঠিত হয়েছে। সমস্যা সমাধান পদ্ধতির মূলভিত্তি হল জন ডিউই এর বিজ্ঞান সংক্রান্ত নীতি। ডিউই এর মতে ব্যক্তির আচরণ ও সক্রিয়তা তার প্রবৃত্তি দ্বারা নির্ধারিত হয়। সমস্যা, সক্রিয়তা ও বিজ্ঞান পরস্পরের সঙ্গে সম্পর্কযুক্ত।

ডিউই বলেছেন, শিক্ষার মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা প্রকৃত জীবন সমস্যার সঙ্গে পরিচিত হয় এবং এই সমস্যা সমাধানের প্রত্যক্ষ অভিজ্ঞতা থেকেই শিক্ষা হয়। সুতরাং শিক্ষা সক্রিয়তার মাধ্যমে সংঘটিত হয়। তাই শিক্ষার্থীর শিক্ষামূলক সক্রিয়তা সৃষ্টি করার জন্য তাকে প্রকৃত সমস্যার সম্মুখীন করতে হবে। শিক্ষা ও সমস্যা সমাধানের এই পারস্পরিক সম্পর্কের ভিত্তিতে Problem-Solving Method সৃষ্টি হয়েছে।

সমস্যা সমাধান পদ্ধতিতে শিখনের ফলে শিক্ষার্থীর বৌদ্ধিক সংগঠন ও আচরণের দ্রুত ও ব্যাপক পরিবর্তন ঘটে। এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থী তার পূর্বজ্ঞান ও অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে ব্যক্তিগত সামর্থ্য অনুযায়ী কোন সমস্যা সমাধানের লক্ষ্যে অগ্রসর হয় এবং নতুন জ্ঞান ও ধারণা অর্জন করে।

এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থী উপস্থাপিত সমস্যা সমাধানের জন্য বিভিন্ন উপায়ে তথ্য সংগ্রহ করবে। সংগৃহীত তথ্য বিশ্লেষণ করে এক বা একাধিক প্রকল্প (Hypothesis) গ্রহণ করবে এবং গৃহীত প্রকল্পগুলি যাচাই করে সম্ভাব্য সিদ্ধান্তে উপনীত হবে। সমস্যা সমাধান পদ্ধতিতে বৈজ্ঞানিক পদ্ধতিও মনে করা হয়।

● সংজ্ঞা (Definition) :

- “Problem-Solving is a set of events in which Human being was rules to achieve some Goals”–Gange.
- “Problem-Solving may be defined as a process of raising a problem in the minds of students in such a way as to stimulate purposeful reflective thinking in arriving at a rational solution”–Risk.
- “Problem-Solving involves concept formation an discovery learning”–Asubel
- “The problem-Solving method consists of organisation of the school work in such a way is to present to the need of the learner a genuine problem that challenges him to sustain effort to achieve its solution on a mental problem.”–Bossing

8.8.1 সমস্যা-সমাধান পদ্ধতির বৈশিষ্ট্য (Characteristic of problem-solving method)

- পাঠ্য বিষয়বস্তুর বিশেষ ধরনের বিন্যাস।
- এই পদ্ধতিতে বিষয়বস্তুর উপস্থাপন হবে সমস্যার আকারে।
- সমস্যাটি বাস্তবসম্মত ও অর্থপূর্ণ হবে এবং শিক্ষামূল্য (educational value) থাকবে।
- সমস্যাটি যাতে শিক্ষার্থীর মানসিক অবস্থাকে সক্রিয় করে তোলে।
- সমস্যাটি সমাধান শিক্ষার্থীর মানসিক স্তরে সম্পন্ন হবে।
- সমস্যা সমাধান পদ্ধতিতে সমস্যাটি শিক্ষার্থীর পূর্ব জ্ঞানের সাথে সংযুক্ত হতে হবে।

8.8.2 সমস্যা-সমাধান পদ্ধতির স্তর (Steps in Problem-Solving Method) :

শিক্ষার্থীদের সমস্যা-সমাধান পদ্ধতির সাহায্যে বিজ্ঞান শিক্ষা দেওয়ার জন্য নীচের স্তরগুলি অনুসরণ করা হয়। যথা —

● সমস্যা উপস্থাপন (Presentation of Problem) :

শিক্ষার্থীদের কাছে সমস্যাটি এমনভাবে উপস্থাপন করতে হবে যেন —

- সমস্যা জীবনকেন্দ্রিক হয়ে উঠে।
- প্রত্যেক শিক্ষার্থী সমস্যা সমাধানে উৎসাহী হয়।
- সমস্যার সঙ্গে শিক্ষার্থীর পূর্বজ্ঞানের যেন যোগ থাকে।
- সমস্যা সংক্রান্ত পরীক্ষা-নিরীক্ষা শিক্ষার্থীদের ক্ষমতা ও সামর্থ্যের মধ্যে যেন থাকে।
- সমস্যা বিশ্লেষণ (Analysis of the Problem) :

সমস্যাটি অনুধাবণ ও প্রতিকারের জন্য সমস্যাটিকে কতকগুলি সহজ অংশে ভেঙে সেগুলি বোঝার চেষ্টা করবে এবং সমাধানের উপায় নির্ধারণ করবে। প্রয়োজনে ছোট ছোট প্রশ্নের আকারে সমস্যাটিকে বিশ্লেষণ করা যেতে পারে।

● তথ্য সংগ্রহ (Data Collection) :

সমস্যা সমাধানের জন্য শিক্ষার্থীরা তথ্য সংগ্রহ করবে। এর জন্য শিক্ষার্থীরা —

- বই ও ম্যাগাজিন পড়বে।
- অভিজ্ঞ শিক্ষক ও অন্যান্য ব্যক্তিদের সাথে আলোচনা করবে।
- বিভিন্ন পরীক্ষা-নিরীক্ষা করবে।
- বিভিন্ন স্থানে শিক্ষামূলক ভ্রমণ করবে।

● তথ্য বিশ্লেষণ (Data Analysis) :

শিক্ষার্থীরা তাদের পূর্বার্জিত জ্ঞান, বুদ্ধি ও দক্ষতাকে কাজে লাগিয়ে সংগৃহীত তথ্য বিশ্লেষণ করে সমস্যা ও বিশ্লেষণ লব্ধ জ্ঞানের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করতে পারবে।

● সিদ্ধান্ত গ্রহণ (Conclusion) :

তথ্য বিশ্লেষণের মাধ্যমে সমস্যার এক বা একাধিক সম্ভাব্য সমাধান সম্পর্কিত সিদ্ধান্ত বা প্রকল্প গ্রহণ করতে হবে।

● প্রকল্প নির্ধারণ (Selection of Hypothesis) :

গৃহীত প্রকল্পগুলি একের পর এক বিভিন্ন পরীক্ষার মাধ্যমে যাচাই করে সর্বাধিক গ্রহণযোগ্য প্রকল্পটি বাদে বাকীগুলি বর্জন করা হবে। সর্বাধিক গ্রহণযোগ্য প্রকল্পটি হবে সমস্যাটির যথার্থ সমাধান।

● যথার্থ সিদ্ধান্তের ব্যবহারিক প্রয়োগ (Application of the hypothesis) :

ব্যবহারিক জীবনের বিভিন্ন ক্ষেত্রে সেই সিদ্ধান্তটি কাজে লাগাবে।

- পরবর্তী পাঠ গ্রহণের প্রস্তুতি (Preparation for next lesson) :

শিক্ষার্থীরা সমস্যা সমাধানের মাধ্যমে প্রাপ্ত অভিজ্ঞতা ও জ্ঞানের ভিত্তিতে পরবর্তী পাঠ গ্রহণে অগ্রসর হবে।

8.8.৩ সমস্যা সমাধান পদ্ধতির সুবিধা (Merits of Problem Solving Method) :

ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণ ও শিখন পদ্ধতি হিসাবে সমস্যা সমাধান পদ্ধতির সুবিধাগুলি নীচে দেওয়া হল —

- বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি (Scientific Attitude) :

শিক্ষার্থীরা এই পদ্ধতিতে কার্য্য করণ সম্পর্ক নির্ণয় করে ফলে তাদের মধ্যে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি এবং সৃজনাত্মক চিন্তাধারা, যুক্তি ও বিচারকরণ ক্ষমতা গড়ে উঠে।

- পরীক্ষা সম্পাদন দক্ষতা (Skill of Experimentation)

এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীরা আত্মসক্রিয়তার মাধ্যমে পরীক্ষা সম্পাদন, পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত গ্রহণের দক্ষতা অর্জন করে।

- সামাজিক গুণাবলির বিকাশ (Development of social Virtues)

সমস্যা সমাধান পদ্ধতিতে পাঠদান কালে শিক্ষার্থীদের স্কুলের ভিতর ও বাইরের মানুষের সঙ্গে যোগাযোগ ঘটে। ফলে বিভিন্ন সামাজিক গুণাবলীর বিকাশ ঘটে। যেমন — পারস্পরিক সহযোগিতা অনেক মতামতকে গুরুত্ব ও মর্যাদা দেওয়া ইত্যাদি।

- শিক্ষক-শিক্ষার্থীর সম্পর্ক (Relation between teacher & Pupils) :

এই পদ্ধতিতে পাঠ পরিচালনা শিক্ষক ও শিক্ষার্থী উভয়েই সক্রিয় অংশ গ্রহণ করে। ফলে উভয়ের মধ্যে সুসম্পর্ক গড়ে উঠে।

- বিজ্ঞান শিক্ষায় আগ্রহ (Interest in Science Education) :

এই পদ্ধতিতে আত্মসক্রিয়তার মাধ্যমে সমস্যা সমাধান করতে পেরে শিক্ষার্থীরা বিজ্ঞান শিক্ষায় আগ্রহী হয়ে উঠে।

- নতুন ধারণার প্রয়োগ (Application of New concept in real life) :

সমস্যা সমাধান পদ্ধতিতে অর্জিত জ্ঞান ব্যবহারিক জীবনেও বাস্তব ক্ষেত্রে প্রয়োগ করার চেষ্টা করবে।

- অনুরাগ সৃষ্টি (Intrinsic Motivation) :

এই পদ্ধতি শিক্ষার্থীদের অনুরাগ সৃষ্টি করে। কারণ এই পদ্ধতিতে শিক্ষাকে শিক্ষার্থীদের দৈনন্দিন জীবনের সঙ্গে সম্পর্কযুক্ত করা হয়। শিক্ষা শিক্ষার্থীদের কাছে অর্থপূর্ণ হয়ে উঠে।

- বিজ্ঞান শিক্ষার উদ্দেশ্য সাধন (Exploration of scientific knowledge) :

এই পদ্ধতিতে বিজ্ঞান শিক্ষা পরিচালনা করনে বিজ্ঞান শিক্ষার উদ্দেশ্যগুলি সাধিত হয়।

8.8.8 সমস্যা সমাধান পদ্ধতির অসুবিধা (Demerits/Limitation of Problem-Solving Method) :

- নীচু শ্রেণীতে এই পদ্ধতি বিশেষ কার্যকরী নহে।
- এই পদ্ধতিতে অনেক বেশী পরিশ্রম করতে হয় এবং ব্যয়বহুল।
- এই পদ্ধতিতে বিষয়বস্তুর ধারাবাহিকতা বজায় থাকে না পাঠ্যবস্তুর সকল অংশ সমস্যার মাধ্যমে উপস্থাপন করা যায় না।
- সমস্যা সমাধান পদ্ধতিতে পাঠ পরিচালনা করলে শিক্ষার্থীদের সুস্থ পাঠ্যভ্যাস গড়ে উঠে না।
- শিক্ষার্থীরা বিষয়বস্তু অপেক্ষা সমস্যা সমাধানের উপর অধিক গুরুত্ব দেয়। ফলে শিক্ষার প্রকৃত উদ্দেশ্য ব্যহত হয়।
- অধিক সংখ্যক শিক্ষার্থীকে এই পদ্ধতিতে পাঠদান অসুবিধাজনক।
- এই পদ্ধতিতে পাঠদানের জন্য প্রশিক্ষণ প্রাপ্ত শিক্ষকের অভাব রয়েছে।
- এই পদ্ধতিতে পাঠদানের ফলে গতানুগতিক শিক্ষা ব্যবস্থায় মূল্যায়নে মূল্যায়িত করা যায় না।
- এই পদ্ধতিতে পাঠদান কালে শ্রেণী শৃঙ্খলা বজায় রাখা কঠিন হয়ে পড়ে।

সুতরাং আমরা বলতে পারি, প্রগতিশীল শিক্ষা পদ্ধতির সকল বৈশিষ্ট্য এর মধ্যে রয়েছে। শুধুমাত্র যে সকল অসুবিধার কথা উল্লেখ করা হয়েছে তা শিক্ষকের সুষ্ঠু পরিচালনার দ্বারা দূর করা সম্ভব।

8.৫ আবিষ্কার পদ্ধতি (Heuristic/Discovery Method) :

ভূমিকা (Introduction) :

ভৌতবিজ্ঞানে পাঠদানের যেসকল পদ্ধতি রয়েছে তার মধ্যে Heuristic পদ্ধতি অন্যতম। Heuristic শব্দটি এসেছে গ্রীক শব্দ “Heurisko” থেকে। যার অর্থ হল “I find out”। বিভিন্ন পরীক্ষার মাধ্যমে পর্যবেক্ষণ ও সংগৃহীত তথ্য থেকে নিজ চেষ্টায় সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়াকে বলা হয় Heuristic। শিক্ষক এখানে ছাত্রদের উপর কোন কিছুই চাপিয়ে দেবেন না। শিক্ষার্থীরা স্বাধীনভাবে পরীক্ষা করবে তথ্য সংগ্রহ করবে, সিদ্ধান্ত নেবে এবং সূত্র আবিষ্কার করবে। শিক্ষকের দায়িত্ব শুধু নির্দেশনার।

বিজ্ঞানের সত্য, তত্ত্ব বা নীতিগুলি শিক্ষকের নিকট শুনে (lecture method) শিক্ষক প্রদর্শিত কোন পরীক্ষা দেখে (Demonstration method) শিক্ষার্থী বিজ্ঞানের পাঠ্য বিষয়ের সাথে দ্রুত পরিচিত হয়, কিন্তু শিক্ষার্থীর স্বাধীন চিন্তাধারা, যুক্তিশক্তি, ধারণা, দক্ষতা বা বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গির বিকাশ ঘটে না। বিজ্ঞান শিখনে এই অসুবিধা দেখেই H.E. Armstrong এই পদ্ধতি আবিষ্কার করেন। তিনি বলেছেন — “The soul of the learning of science is exploration. The pupil should explore the facts and principles themselves.” এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীরা কাজ করেন একজন explorer হিসাবে। প্রাথমিক অবস্থায় একটি পরীক্ষা করার জন্য তাদের প্রয়োজনীয় জ্ঞান থাকে না। শিক্ষার্থী বিভিন্নভাবে পরীক্ষা করে প্রয়োজনীয় তথ্য সংগ্রহ করে ও অর্জিত তথ্যকে সংগঠিত করে কীভাবে বাস্তবে প্রয়োগ করা যায় তার নীতি নির্ধারণ করে। এই পদ্ধতি শিক্ষণ অপেক্ষা শিখনের উপর অধিক গুরুত্ব দেওয়া হয়েছে।

8.৫.১ Heuristic পদ্ধতির সুবিধা (Merits of Heuristic Method) :

- এই পদ্ধতি মনোবিজ্ঞান (Psychological) সম্মত।
- এই পদ্ধতি আত্মবিশ্বাস, আত্মনির্ভরতা ও বৈজ্ঞানিক মনোভাবের বিকাশ ঘটায়।
- এটি পর্যবেক্ষণ ক্ষমতার এবং কোন সমস্যা সমাধানের spirit enquiry এর বিকাশ ঘটায়।
- এই পদ্ধতি শিক্ষার্থীদের সঠিক এবং সত্যের নিকট উপনীত করে।
- এই পদ্ধতিতে অর্জিত জ্ঞান স্থায়ী হয়।
- শিক্ষার্থীরা এই পদ্ধতিতে মানসিক ও চিন্তন ক্ষমতার বিকাশের সুযোগ পায়।
- এই পদ্ধতি Learning by doing এই নীতির উপর প্রতিষ্ঠিত।
- এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীর স্বাতন্ত্র্যতা (individuality)-র দিকে শিক্ষক নজর দিতে পারেন।
- এই পদ্ধতিতে শিক্ষাদানকালে শিক্ষক-শিক্ষার্থীর সম্পর্ক নিবিড় হয়।
- যেহেতু সমগ্র কাজটা Laboratory বা শ্রেণীকক্ষে সম্পাদিত হয় তাই শিক্ষার্থীদের গৃহকাজে (Homework) দেবার প্রয়োজন হয় না।

8.৫.২ Heuristic পদ্ধতির অসুবিধা বা সীমাবদ্ধতা (Demerits/Limitation of Heuristic Method) :

- এই পদ্ধতি নীচু শ্রেণী ছাত্রদের পক্ষে সুবিধার নয়।
- এই পদ্ধতি খুব ধীর তাই নির্দিষ্ট সময়ে পাঠ শেষ করা যায় না।
- এটি খুবই খরচ বহুল পদ্ধতি যা বিদ্যালয় এর পক্ষে বহন করা যায় না।
- এই পদ্ধতিতে বই এর খুবই অভাব আছে।
- এই পদ্ধতিতে সকল সময়ে শিক্ষার্থীরা সিদ্ধান্ত গ্রহণ করতে পারে না।
- এই পদ্ধতির জন্য খুবই ভাল গবেষণাগার Laboratory প্রয়োজন যা প্রায় বিদ্যালয়ে নেই।
- বেশী সংখ্যক ছাত্র-ছাত্রী থাকলে এই পদ্ধতিতে পাঠদান করা বিশেষ অসুবিধাজনক।
- দুর্বল ছাত্র-ছাত্রীদের পক্ষে এই পদ্ধতি আদৌ কার্যকরী (Suitable) নয়।
- এই পদ্ধতিতে সকল বিষয় যেমন পড়ানো যায় না আবার বিজ্ঞানের সকল পাঠও পড়ানো যায় না।
- এই পদ্ধতির সাফল্য নির্ভর করে শিক্ষকের প্রচেষ্টা, মানসিকতা ও আন্তরিকতায় উপর।

8.৫.৩ শিক্ষকের ভূমিকা (Role of Teacher) :

- আবিষ্কারকের ভূমিকায় অবতীর্ণ হয়ে শিক্ষার্থী সমস্যা সমাধান করতে গিয়ে ভুল পথে চালিত হয়। এক্ষেত্রে শিক্ষকের দায়িত্ব শিক্ষার্থী কি করছে এবং কোন ভুল করছে কিনা তা লক্ষ্য রাখা।

- শিক্ষার্থীদের যোগ্যতা অনুযায়ী সমস্যা নির্বাচন করতে সাহায্য করা।
- সমস্যা সমাধান করতে সর্বদা শিক্ষার্থীদের উৎসাহিত করা।
- শিক্ষক নিজে অনুসন্ধিৎসু হবেন তবেই তিনি শিক্ষার্থীদের মধ্যে ঐ গুণ সঞ্চারিত করতে পারবেন।
- শিক্ষক শিক্ষার্থীদের মধ্যে আত্মনির্ভরশীলতা, স্বতঃস্ফূর্ততা, স্বকীয় প্রকাশভঙ্গি গড়ে তোলার চেষ্টা করবেন।
- শিক্ষক কখনও নিষ্ক্রিয় থাকবেন না। শিক্ষার্থীদের প্রশ্ন করবেন ও প্রশ্ন করার সুযোগ দেবেন।
- শিক্ষক, শিক্ষার্থীদের পরামর্শদাতা ও সাহায্যকারীর ভূমিকা নেবেন।

8.৬ কার্য সমস্যা পদ্ধতি (Project Method) :

জ্ঞান ও শিক্ষা লাভের জন্য প্রয়োজন দুটি উপাদান। প্রথমটি হল সমস্যা বা Problem দ্বিতীয়টি হল সক্রিয়তা বা Activity। এই দুই উপাদানের সমন্বয়ে হয়েছে Project পদ্ধতি। প্রখ্যাত আমেরিকান দার্শনিক তথা মনোবিদ “জন ডিউই” এর সুযোগ্য শিষ্য আমেরিকান শিক্ষাবিদ ডঃ “কিলপ্যাট্রিক” (Kilpatrick) কার্য সমস্যা পদ্ধতির বাস্তব রূপদান করেন।

ডঃ কিল প্যাট্রিকের মতে — “Project is a whole hearted purposeful activity proceeding in a social environment”. অর্থাৎ প্রোজেক্ট হল সামাজিক পরিবেশে সর্বাস্তুরূপে সম্পাদিত একটি উদ্দেশ্যমূলক কাজ।

Prof. Ballard এর মতে— “.....Project is a bit of real life that has been imported into the school” অর্থাৎ বিদ্যালয়ে প্রোজেক্টের মাধ্যমেই বাস্তব জীবনের কিছু অংশ খুঁজে পাওয়া যায়।

Prof. Stenmanson এর মতে — “The Project method is a problem solving method which is achieved in natural circumstances” অর্থাৎ প্রোজেক্ট হল একটি সমস্যামূলক কাজ যা স্বাভাবিক পরিবেশে সুসম্পন্ন করতে হয়।

সুতরাং এক কথায় বলা যায় যে পদ্ধতিতে বিজ্ঞানের কোন শিক্ষণীয় বিষয়কে জীবনকেন্দ্রিক বা পরিবেশকেন্দ্রিক সমস্যার আকারে শিক্ষার্থীদের নিকট উপস্থাপন করা হয় এবং শিক্ষার্থীরা সমবেত আন্তরিক প্রচেষ্টায় দৈহিক ও মানসিক সক্রিয়তার দ্বারা বিদ্যালয় বা বিদ্যালয়ের বাইরে সমস্যাটি সমাধান করে। সেই পদ্ধতিকেই কার্য সমস্যা পদ্ধতি বলে। এই পদ্ধতির মূল উপাদান সমস্যা ও সক্রিয়তা।

8.৬.১ কার্য সমস্যা পদ্ধতির উদ্দেশ্য (Objectives of Project Method) :

এই পদ্ধতির উদ্দেশ্যগুলি হল —

- **কর্মদক্ষতার বিকাশ (Development of Working Skill) :**
বিজ্ঞান শিক্ষার মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের কর্মদক্ষতা ও সক্রিয়তার বিকাশ ঘটানো।
- **সমন্বয় সাধন (Co-ordination) :**
বিভিন্ন বিষয়ের সাথে বিজ্ঞানের সমন্বয় সাধন করা।

- **বিজ্ঞান শিক্ষায় আগ্রহ সৃষ্টি (To develop interest in science) :**

প্রত্যক্ষ বাস্তবের সংস্পর্শে এসে জ্ঞানার্জনের মধ্য দিয়ে শিক্ষার্থীদের বিজ্ঞান শিক্ষায় আগ্রহী করে তোলা।

- **শিক্ষায় সমাজ মূখীকরণ (Socialisation of Education) :**

শিক্ষাকে বিদ্যালয়ের চার দেওয়ালের মধ্যে আবদ্ধ না রেখে শিক্ষার্থী ও বিদ্যালয়ের সাথে সমাজের উদ্দেশ্যমূলক যোগাযোগ ঘটানো।

- **সামাজিক গুণাবলীর বিকাশ (Development of social Qualities) :**

কাজের পরিকল্পনা ও সম্পাদনে শিক্ষার্থীদের যথেষ্ট স্বাধীনতা দানের মাধ্যমে গণতান্ত্রিক চেতনা, সহযোগিতা, সহমর্মিতা, সহানুভূতি ইত্যাদি গুণাবলীর বিকাশ ঘটানো।

- **জীবনকেন্দ্রিক ও পরিবেশকেন্দ্রিক সমস্যা সমাধানে শিক্ষার্থীদের উৎসাহিত করা।**

8.৬.২ কার্য-সমস্যা পদ্ধতির নীতি (Principles of Project Method) :

কার্য-সমস্যা পদ্ধতি John Dewey-র “Learning by doing and experiencing” নীতির উপর প্রতিষ্ঠিত।

- **উদ্দেশ্যের নীতি (Principle of purpose) :**

প্রকল্পটি যেন অবশ্যই উদ্দেশ্যভিত্তিক হয়। শিক্ষার্থীরা প্রকল্পের উদ্দেশ্য সম্পর্কে অবগত হলে প্রকল্পের কাজে উৎসাহ পায় এবং আনন্দের সাথে কাজ সমাপ্ত করে তৃপ্ত হয়। প্রকল্পের লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য না থাকলে কাজে আগ্রহ ও মনোযোগ সঞ্চার করা সম্ভব হয় না।

- **সক্রিয়তার নীতি (Principle of Activity)**

শিখন তখনই সম্ভব হয় যখন শিক্ষার্থীরা সক্রিয়ভাবে কোন শিখন প্রক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে। তাই প্রকল্পটি এমন হওয়া উচিত যেন শিক্ষার্থীরা আত্মসক্রিয়তার মাধ্যমে কর্মসম্পাদনের সুযোগ পায়।

- **অভিজ্ঞতার নীতি (Principle of Experience) :**

শিক্ষার্থীরা তাদের অভিজ্ঞতার মাধ্যমে শেখে অভিজ্ঞতা হল সক্রিয়তার ফল। প্রোজেক্ট পদ্ধতিতেই শিক্ষার্থীরা বাস্তব জ্ঞান ও মূল্যবান ব্যবহারিক অভিজ্ঞতা অর্জন করে।

- **বাস্তবতার নীতি (Principle of Reality) :**

প্রকল্পটি বাস্তবভিত্তিক হওয়া উচিত যাতে শিক্ষার্থীর শিখন ও শিক্ষা বাস্তবের সাথে সংগঠিত রেখে হয়। Ballard এর মতে— “Project is a bit a real life imparted into the school”.

- **স্বাধীনতার নীতি (Principle of Freedom) :**

প্রকল্পটি এমন হওয়া উচিত যাতে শিক্ষার্থীরা স্বাধীনভাবে এবং স্বতঃস্ফূর্ততার সাথে কর্মসম্পাদনের মাধ্যমে অভিজ্ঞতা অর্জন করে। বাইরে থেকে আরোপিত নিষেধ শিক্ষার্থীর বাস্তব অভিজ্ঞতা অর্জনে বাধার যাতে না সৃষ্টি করে।

- **উপযোগিতার নীতি (Principle of Utility) :**

প্রকল্পটি এমনভাবে নির্বাচন করতে হবে, যাতে শিক্ষার্থীর অর্জিত জ্ঞান ও অভিজ্ঞতার ব্যবহারিক উপযোগিতা থাকে।

৪.৬.৩ প্রোজেক্ট পদ্ধতির বিভিন্ন ধাপ (Different steps of project Method) :

প্রোজেক্টের উদ্দেশ্য হল বাস্তব সমস্যা সমাধানের মাধ্যমে শিক্ষা লাভ। সমস্যা শিক্ষার্থীর সামনে উপস্থাপন করা হয় না। শিক্ষার্থীরা নিজেরাই সমস্যা ঠিক করে। সমস্যা সমাধানের উদ্দেশ্যে শিক্ষার্থীরা একটি পরিকল্পনা রচনা করে। এই পরিকল্পনায় চারটি ধাপ আছে। যথা —

- **উদ্দেশ্য স্থাপন (Purposing) :**

এই স্তরে শিক্ষার্থীরা স্থির করবে কেন তারা সমস্যাটি গ্রহণ করবে এবং এর দ্বারা বাস্তবে কি উদ্দেশ্য সাধিত হবে। সমস্যাটি শিক্ষার্থীরা নিজে ঠিক করতে পারে বা শিক্ষকের সাহায্যেও স্থির করতে পারে। প্রোজেক্টের সমস্যা সমাধানের কাজে শিক্ষক উপদেষ্টার ভূমিকা নেবেন। প্রোজেক্টটি এমনভাবে নির্বাচন করতে হবে যাতে সব শিক্ষার্থীরা ঐ প্রোজেক্টটিতে অংশ গ্রহণ করতে পারে ও প্রোজেক্টের উদ্দেশ্য তাদের কাছে পরিষ্কার হয়।

- **পরিকল্পনা (Planning) :**

এই স্তরে কী উপায়ে সমস্যা সমাধান করা যায় সে সম্পর্কে চিন্তা করতে হবে। সমগ্র শ্রেণীকে কয়েকটি দলে ভাগ করতে হবে এবং কোন দল, কোন অংশটি সম্পন্ন করবে এবং দলের অন্তর্ভুক্ত শিক্ষার্থীরা কে, কী এবং কতটা কাজ করবে তা ঠিক করতে হবে।

- **কর্ম সম্পাদন (Executing) :**

এই স্তরে পূর্ব নির্ধারিত পরিকল্পনা অনুযায়ী কাজটি সম্পন্ন হয়। শিক্ষকের কাজ হবে ছাত্রদের দেখাশোনা করা। পরামর্শ ও উৎসাহ দেওয়া, প্রয়োজনে সহযোগিতা করা, কাজের শেষে শিক্ষার্থীরা কাজের বিবরণ ও ফলাফল লিপিবদ্ধ করবে।

- **বিচারকরণ (Judgement) :**

এই স্তরে সমস্যাটি পরিকল্পনা অনুযায়ী সম্পন্ন হবার পর এর মূল্যায়ন করা হয়। বিচার করা হয় সমস্যার সঠিক সমাধান হয়েছে কিনা, যে উদ্দেশ্য সাধনের জন্য সমস্যাটি গ্রহণ করা হয়েছিল সমাধানে কোথায় ত্রুটি হয়েছে, কেন ত্রুটি হল প্রভৃতি। এটিকে মূল্যায়ন স্তরও বলা যায়। শিক্ষক শিক্ষার্থীর ত্রুটিগুলি মূল্যবান অভিজ্ঞতা দিয়ে সংশোধনের চেষ্টা করবেন বা শিক্ষার্থীদের অভিজ্ঞতাকে পরবর্তী স্তরে প্রয়োগ করতে সাহায্য করবেন।

৪.৬.৪ প্রোজেক্ট পদ্ধতির বৈশিষ্ট্য (Characteristic of Project Method) :

- সমস্যা — প্রকল্পের কাজটি হবে সমস্যায়ুক্ত।
- উদ্দেশ্য — সমস্যায়ুক্ত কাজটির কতকগুলি নির্দিষ্ট ও উপযোগী উদ্দেশ্য থাকবে।
- জীবনভিত্তিক — সমস্যায়ুক্ত কাজটি শিক্ষার্থীর বাস্তব জীবনের সঙ্গে সম্পৃক্ত হবে।

- সামাজিক পরিবেশ — কাজটির মধ্যে সামাজিক গুরুত্ব থাকবে অর্থাৎ শিক্ষার্থীদের মধ্যে সহযোগিতা, বন্ধুপ্রীতি, দলবদ্ধ ভাবে কাজ করা, নেতৃত্ব মান্য করা ইত্যাদি গুণাবলীর বিকাশ ঘটান সুযোগ থাকবে।
- স্বাধীনতা — কাজটি সম্পাদনে শিক্ষার্থীদের যথেষ্ট স্বাধীনতা থাকবে।
- সক্রিয়তা — শিক্ষার্থীরা কাজটি প্রত্যক্ষভাবে সম্পাদনা করে জ্ঞান অর্জন করবে।
- স্বতঃস্ফূর্ততা — শিক্ষার্থী কাজটি সম্পাদনা করবে স্বতঃস্ফূর্তভাবে।

৪.৬. ৫ কার্য সমস্যা পদ্ধতির সুবিধা (Merits of Project Method) :

এই পদ্ধতির সুবিধাগুলি হল —

- মনোবিজ্ঞানসম্মত শিখন প্রক্রিয়া : শিক্ষার্থীরা নিজেরাই প্রকল্প নির্বাচন করে (প্রস্তুতির সূত্র)। পূর্ব অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে প্রচেষ্টা ও ভুলের মাধ্যমে প্রকল্প সম্পাদন করে (অনুশীলনের সূত্র)। আত্মসক্রিয়তার মাধ্যমে কাজে সাফল্য লাভ করে (ফললাভের সূত্র)।
- বাস্তব জীবনের সাথে সম্পর্কযুক্ত : প্রকল্পগুলি বাস্তবের সাথে সংগতি রেখে নির্বাচন করা হয় বলে এর মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা যে অভিজ্ঞতা অর্জন করে তা ব্যবহারিক জীবনের উপযোগী।
- শ্রমের প্রতি শ্রদ্ধাশীল হতে শেখায় : এই পদ্ধতির মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা যে কোন কাজ সম্মানের সাথে সম্পন্ন করতে শেখে।
- স্বাধীন ভাবে শিখনের সুযোগ : এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীরা স্বাধীন ভাবে প্রকল্প নির্বাচন, পরিকল্পনা প্রণয়ন এবং প্রকল্প সম্পাদনের মাধ্যমে অভিজ্ঞতা অর্জনের সুযোগ পায়।
- বিভিন্ন বিষয়ের সাথে অনুবন্ধ স্থাপন : প্রকল্প পদ্ধতিতে কর্ম সম্পাদনের মধ্য দিয়ে শিক্ষার্থীরা একাধিক বিষয়ে জ্ঞানলাভের সুযোগ পায়।
- সামাজিক গুণাবলীর বিকাশ : এই পদ্ধতির মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের মধ্যে পারস্পরিক সহযোগিতা, দলের প্রতি আনুগত্য, অন্যের মতামতকে গুরুত্ব প্রদান ইত্যাদি গুণের বিকাশ ঘটে।
- গণতান্ত্রিক চেতনার বিকাশ : এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীদের মধ্যে গণতান্ত্রিক চেতনা, যৌথ চেতনা, শৃঙ্খলাবোধ, সহনশীলতা ও নেতৃত্বদানের ক্ষমতা গড়ে উঠে।
- মুখস্থ বিদ্যার পরিপন্থী : এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীরা আত্মসক্রিয়তার দ্বারা স্বতঃস্ফূর্তভাবে কাজে অংশগ্রহণের মাধ্যমে জ্ঞান ও অভিজ্ঞতা অর্জন করে। ফলে মুখস্থ বিদ্যার দ্বারা কোন কিছু স্মরণ করার প্রয়োজন হয় না।
- সুসম্পর্ক গঠন : এই পদ্ধতিতে কর্ম সম্পাদনের মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের নিজেদের মধ্যে এবং শিক্ষকে সাথে সুসম্পর্ক গড়ে উঠে।

- **বিজ্ঞান শিক্ষায় উদ্দেশ্য সাধন :** এই পদ্ধতিতে আত্মসক্রিয়তার দ্বারা সমস্যা সমাধান করে এবং প্রয়োজনীয় চার্ট, মডেল তৈরী করে। ফলে বিজ্ঞান শিক্ষার বৌদ্ধিক, অনুভূতিমূলক ও মনোসঞ্চালনমূলক উদ্দেশ্যগুলি সাধিত হয়।

৪.৬.৬ কার্য-সমস্যা পদ্ধতির অসুবিধা (Demerits of Project Method) :

এই পদ্ধতিতে যে সকল অসুবিধার সম্মুখীন হতে হয় —

- **ব্যয়বহুল :** প্রকল্প পরিচালনার জন্য প্রচুর যন্ত্রপাতি ও মূল্যবান উপকরণ সামগ্রীর প্রয়োজন হয়। বেশীর ভাগ বিদ্যালয়ে আর্থিক অবস্থা ভাল না হওয়া তা পাওয়া সম্ভব হয়ে উঠে না।
- **পাঠক্রমের অসুবিধা :** বিজ্ঞানের পাঠক্রমের অন্তর্ভুক্ত সকল বিষয়গুলি এই পদ্ধতিতে শেখানো সম্ভব নয়।
- **প্রশিক্ষিত শিক্ষকের অভাব :** এই পদ্ধতি পরিচালনার জন্য প্রয়োজনীয় অভিজ্ঞতা সম্পন্ন ও প্রশিক্ষণ প্রাপ্ত শিক্ষকের অভাব রয়েছে।
- **অধিক শিক্ষার্থী সংখ্যা:** বর্তমানে বিদ্যালয়ে অধিক সংখ্যক শিক্ষার্থী থাকায় একজন শিক্ষকের পক্ষে প্রকল্প পরিচালনা করা অসুবিধাজনক।
- **নীচু শ্রেণীর শিক্ষার্থীদের পক্ষে অসুবিধাজনক :** নীচু শ্রেণীর শিক্ষার্থীদের পক্ষে এই প্রকল্প সুবিধাজনক নহে। কারণ তারা প্রকল্প নির্বাচন, পরিকল্পনা গ্রহণ, পরিকল্পনা সম্পাদন যথাযথ ভাবে করতে পারে না।
- **তাত্ত্বিক জ্ঞান অবহেলিত :** এই পদ্ধতিতে তত্ত্বমূলক জ্ঞানের পরিবর্তে তথ্যমূলক জ্ঞানকে বেশী গুরুত্ব দেওয়া হয়। ফলে শিক্ষার্থীদের মধ্যে বিজ্ঞানের মৌলিক নীতিগুলি সম্পর্কে কোন ধারণা জন্মায় না।
- **সময় সাপেক্ষ :** প্রকল্প নির্বাচন থেকে শুরু করে সম্পন্ন করা পর্যন্ত সমগ্র প্রক্রিয়াটি সময় সাপেক্ষ হওয়ায় বিদ্যালয়ের সময় তালিকা মেনে প্রকল্প পদ্ধতি পরিচালনা করা সম্ভব নয়। ফলে নির্দিষ্ট সময়ে পাঠক্রমও শেষ হয় না।
- **উপযোগী পাঠ পুস্তকের অভাব :** এই পদ্ধতির উপযোগী পাঠপুস্তক না থাকায় শিক্ষণ-শিখন প্রক্রিয়া পরিচালনায় ক্ষেত্রে শিক্ষক শিক্ষার্থী উভয়কেই সমস্যার সম্মুখীন হতে হয়।
- **পরিশ্রম সাধ্য :** এই পদ্ধতি পরিচালনা কাজে শিক্ষক ও শিক্ষার্থী উভয়কেই অত্যাধিক পরিশ্রম করতে হয়।
- **সব রকমের শিক্ষায় সুযোগের অভাব:** শিক্ষার্থীরা দল ভাগ করে কাজে ভাগ করে নেয় একজন শিক্ষার্থীর পক্ষে নিজের কাজ ছাড়া অন্যের কাজ দেখার সুযোগ থাকে না। ফলে প্রকল্প থেকে সবারকম শিক্ষা গ্রহণ করতে পারে না।

৪.৬.৭ শিক্ষকের ভূমিকা (Role of Teacher) :

শিক্ষক মহাশয় —

- শিক্ষার্থীরা যৌথ উদ্যোগে স্বাধীনভাবেও স্বতঃস্ফূর্ততার সাথে প্রকল্প সম্পাদন করছে কিনা তা লক্ষ্য রাখবেন।
- শিক্ষার্থীদের যোগ্যতা ও সামর্থ্য অনুসারে প্রকল্পের কাজ বন্টন করবেন।
- বাস্তবজীবনের সাথে সংগতি রেখে প্রকল্প নির্বাচনে শিক্ষার্থীদের সহায়তা করবেন।
- প্রকল্পের কাজ তত্ত্বাবধান করবেন প্রয়োজনে শিক্ষার্থীদের পরামর্শ দেবেন।
- প্রকল্পের প্রয়োজনীয় তথ্য সংগ্রহের জন্য উপযুক্ত পাঠপুস্তকে নাম সুপারিশ করবেন।

৪.৭ প্রতিপাদন পদ্ধতি (Demonstration Method) :

যে পদ্ধতিতে শিক্ষক কোন বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব এবং ঘটনা পরীক্ষার মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের নিকট উপস্থাপন করেন তাকেই প্রতিপাদন পদ্ধতি বলে। এই পদ্ধতিতে শিক্ষক কোন বৈজ্ঞানিক তথ্য বা তত্ত্ব পরীক্ষার মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের সামনে উপস্থাপন করেন। শিক্ষক নিজে অথবা শিক্ষার্থীদের সহযোগিতায় যন্ত্রপাতি সাজিয়ে পরীক্ষা করে দেখান। পরীক্ষা লব্ধ ফল বোর্ডে লিখে দেন। তিনি এর মাধ্যমে প্রদর্শিত পরীক্ষার ধাপগুলি শিক্ষার্থীদের কাছে থেকে জানতে চান। শিক্ষার্থীরা পর্যবেক্ষণে ভিত্তিতে উত্তর দেয়। প্রতিবেদন সহ বক্তৃতা পদ্ধতিতে পাঠদানকালে প্রয়োজন মতো সময়ে প্রকৃত বস্তু অথবা প্রাসঙ্গিক শিক্ষা প্রদীপন প্রদর্শন করে, বিভিন্ন বিষয় ও ঘটনা প্রবাহের বক্তৃতা সুস্পষ্ট রূপে শিক্ষার্থীর কাছে উপস্থাপিত করা যায়।

৪.৭.১ প্রতিপাদন পদ্ধতির বৈশিষ্ট্য (Characteristic of Demonstration Method)

- এটি বক্তৃতা পদ্ধতির একটি পরিমার্জিত উন্নত রূপ।
- আধুনিক পঠন পাঠন পদ্ধতির উৎসৃষ্ট অনুসরণ করে।
- প্রাসঙ্গিক শিক্ষা প্রদীপনের ব্যবহার থাকে।
- মূর্ত ধারণার মাধ্যমে বক্তার বক্তৃতা স্পষ্ট রূপ ধারণ করে।
- শিক্ষার্থীর বিমূর্ত ধারণা গঠন স্পষ্ট ও সহজ হয়।
- শিক্ষার্থীর সক্রিয়তার অভাব থাকলেও একাধিক ইন্দ্রিয় ব্যবহারে ধারণা দীর্ঘস্থায়ী হয়।
- শিক্ষার্থীরা সক্রিয় শ্রোতা, দর্শক কোন কোন স্থানে অংশ গ্রহণকারী।
- পরীক্ষা লব্ধ তথ্য সংগ্রহ করা ও লিপিবদ্ধ করা এবং সংগৃহীত তথ্যের মাধ্যমে যুক্তিগ্রাহ্য সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া এর অন্যতম বৈশিষ্ট্য।

৪.৭.২ প্রতিপাদন পদ্ধতির ধাপ (Steps of Demonstration Method):

এই পদ্ধতিতে পাঠদান কালে শিক্ষক মহাশয়কে নিম্নলিখিত ধাপগুলি অনুসরণ করা উচিত।

প্রথম ধাপ :

উদ্দেশ্য : শিক্ষণীয় বিষয়টি পাঠদানের উদ্দেশ্যে সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের অবগত করা প্রয়োজন।

দ্বিতীয় ধাপ :

পরিকল্পনা : শিক্ষক মহাশয় যে বিষয়টি পাঠ দেবেন সে বিষয়টি পরীক্ষা করার জন্য প্রয়োজনীয় পরিকল্পনা গ্রহণ করবেন।

তৃতীয় ধাপ :

পরীক্ষা প্রস্তুতি : পরীক্ষাটি শ্রেণী কক্ষে দেখাবার জন্য শিক্ষক মহাশয় প্রয়োজনীয় উপকরণগুলি সংগ্রহ করবেন। শিক্ষার্থীদের সহযোগিতা করবেন ও টেবিলে ভালভাবে সাজাবেন।

চতুর্থ ধাপ :

ভূমিকা: শিক্ষার্থীদের পাঠে আগ্রহী করার জন্য শিক্ষক মহাশয় প্রশ্নোত্তরের মাধ্যমে পূর্ব জ্ঞান যাচাই করে নেবেন।

পঞ্চম ধাপ :

সমস্যার উপস্থাপন : শিক্ষক মহাশয় বিষয়টি সমস্যার আকারে শিক্ষার্থীদের নিকট উপস্থাপন করবেন।

ষষ্ঠ ধাপ :

পরীক্ষা প্রদর্শন : শিক্ষক মহাশয় পরীক্ষাটি শিক্ষার্থীদের সামনে প্রদর্শন করবেন। শিক্ষার্থীরা পরীক্ষাটি পর্যবেক্ষণ করবে।

সপ্তম ধাপ :

সামান্যকরণ : শিক্ষক মহাশয় বোর্ডে প্রয়োজনীয় বিষয়গুলি লিখবেন।

অষ্টম ধাপ :

শিক্ষার্থীদের সাথে আলোচনা : পরীক্ষা প্রদর্শনের শেষে এই বিষয়ে শিক্ষার্থীদের সাথে আলোচনা করবেন। শিক্ষার্থীদের ঐ বিষয়ে আরও উদাহরণ চাইবেন। প্রয়োজনে শিক্ষক মহাশয় শিক্ষার্থীদের সাহায্য করবেন শিক্ষার্থীদের নির্দেশ দেবেন খাতায় নোট নিতে।

এখানে পরীক্ষাগুলি করার সময় শিক্ষক মহাশয় শিক্ষার্থীদের সাহায্য নেবেন অর্থাৎ শিক্ষার্থীরা যাতে নিষ্ক্রিয় দর্শক না হয় সেদিকে বিশেষ নজর দেবেন। পরীক্ষালব্ধ বিষয় যাতে কাজে লাগাতে পারে সেই বিষয়ে আলাপ আলোচনার মাধ্যমে শিক্ষক মহাশয় বিষয়টিকে শিক্ষার্থীদের হৃদয়গ্রাহী করে তুলবেন।

৪.৭.৩ প্রতিপাদন পদ্ধতির সুবিধা (Merits of Demonstration Method) :

বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা গঠন : এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীরা যৌথভাবে পরীক্ষা, পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত গ্রহণের মাধ্যমে বিজ্ঞানের বিষয়গুলি সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা গঠনের সুযোগ পায়।

- **পর্যবেক্ষণমূলক দক্ষতা :** এই পদ্ধতিতে শিক্ষক প্রদর্শিত, যন্ত্রপাতির অংশ ও তার ব্যবহার প্রণালী পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের পর্যবেক্ষণমূলক দক্ষতার বিকাশ ঘটে।
- **অঙ্কনমূলক দক্ষতা :** শিক্ষার্থীরা প্রয়োজন মত যন্ত্রপাতির ছবি, লেখচিত্র, চার্ট আঁকবে। ফলে অঙ্কনমূলক দক্ষতা অর্জন করবে।
- **স্বল্প ব্যয় :** এই পদ্ধতিতে শিক্ষক স্বল্পমূল্যের উপকরণ ব্যবহার করেন যা শিক্ষার্থীদের সহযোগিতায় প্রস্তুত করেন।
- **স্বল্প পরিশ্রম :** এই পদ্ধতি খুব অল্প পরিশ্রমে শিক্ষক মহাশয় শিক্ষার্থীদের নিকট বিষয়বস্তুটি উপস্থাপন করার সুযোগ পান।
- **স্বল্প সময় :** সীমিত সময়েই পরীক্ষাটির প্রদর্শন শেষ করা যায়। ফলে পাঠক্রম ও সীমিত সময়ের পূর্বেই শেষ করা যায়।
- **বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গির বিকাশ :** শিক্ষক মহাশয় শিক্ষার্থীদের সাহায্যেই পরীক্ষা, পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত গ্রহণ করেন। এতে এদের বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি গড়ে উঠে।
- **সামাজিক গুণাবলীর বিকাশ :** শিক্ষার্থীরা সমবেত ভাবে পরীক্ষাটি বিশ্লেষণ করে এবং আলোচনার মাধ্যমে সিদ্ধান্ত গ্রহণ করে। এর মাধ্যমে পারস্পরিক সহযোগিতার মনোভাব গড়ে উঠে।
- **মনোবিজ্ঞান সম্মত :** এই পদ্ধতি সকল শ্রেণী ছাত্র-ছাত্রীদের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য। মূর্ত পরীক্ষার মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা বিমূর্ত জ্ঞানার্জনের সুযোগ পায়।
- **ধারনা গঠন :** ধারাবাহিক কাজের মাধ্যমে শেখে তাই শিক্ষার্থীর বিষয়গত ধারণা স্পষ্ট হয়।
- **গণতান্ত্রিক মনোভাব সৃষ্টি :** এই পদ্ধতিতে শিক্ষক শিক্ষার্থীদের মধ্যে পারস্পরিক সহযোগিতার মাধ্যমে গণতান্ত্রিক পরিবেশ সৃষ্টি হয়।
- **পরীক্ষাগার পদ্ধতির বিকল্প :** এক সাথে অনেক শিক্ষার্থীকে পরীক্ষা দেখানোর সুবিধা। তাছাড়াও মূল্যবান ও সুক্ষ্ম যন্ত্রপাতি কম বয়সী শিক্ষার্থীদের ব্যবহার করার যে অসুবিধা তা পরিহার করা যায় এই পদ্ধতিতে।

8.৭.8 প্রতিপাদন পদ্ধতির অসুবিধা (Demerits of Demonstration Method) :

এই পদ্ধতিতে যে সকল অসুবিধাগুলি দেখা যায় —

- **নিরীক্ষণজনিত সমস্যা :** এই পদ্ধতিতে পিছনের সারির শিক্ষার্থীরা ভাল করে প্রদর্শিত যন্ত্রপাতি, পরীক্ষার প্রতিটি ধাপ, ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া, বিক্রিয়া নিরীক্ষণ করে উঠতে পারে না।
- **কর্মের মাধ্যমে শিখন নীতির পরিপন্থি :** এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীরা নিজেরা বিশেষ যন্ত্রপাতি ব্যবহারের সুযোগ পায়না। ফলে ধারণা অস্পষ্ট থেকে যায়। অর্থাৎ Learning by Doing এর বিরুদ্ধাচরণ করে। ব্যবহারিক skill অর্জিত হয় না।

- **শিক্ষাকেন্দ্রিক পদ্ধতি নয় :** পদ্ধতিটি শিক্ষাকেন্দ্রিক নয়। সমগ্র পরীক্ষাটি সাধারণত শিক্ষকের দ্বারা সম্পাদিত হয় তাই শিক্ষার্থীরা উৎসাহ বোধ করে না।
- **ব্যক্তিগত পার্থক্য নীতির প্রতি ঔদাসীন্য :** এই পদ্ধতিতে ব্যক্তিগত পার্থক্যের নীতি অনুসরণ করা হয় না। তাই শিক্ষার্থীরা তাদের মেধা অনুযায়ী অগ্রসর হওয়ার সুযোগ পায় না।
- **সব ইন্দ্রিয় চর্চার অভাব :** সব ইন্দ্রিয়গুলির চর্চা হয় না। শুধুমাত্র শ্রবণ ও দর্শনেন্দ্রিয়ের চর্চার সুযোগ থাকে।
- **শ্রেণী শৃঙ্খলা :** শিক্ষক মহাশয় পরীক্ষা প্রদর্শনের উপর বেশী মনোনিবেশ করেন ফলে যে সকল শিক্ষার্থী শিক্ষকের সাথে সক্রিয়তা বজায় রাখতে পারে না তারা শ্রেণীতে বিশৃঙ্খল পরিবেশ সৃষ্টি করে।
- **সাধারণ শিক্ষার্থীরা অবহেলিত :** শিক্ষক মহাশয় মেধাবী শিক্ষার্থীদের সাথে বিষয়বস্তু সম্পর্কিত আলোচনায় বেশী উৎসাহ বোধ করেন ফলে সাধারণ মানের শিক্ষার্থীরা অবহেলিত থেকে যান।
- **অধিক ছাত্র সংখ্যা :** শ্রেণী ছাত্র সংখ্যা অধিক হলে এই পদ্ধতি কখনই মনোবিজ্ঞান সম্মত নয়।

৪.৭.৫ প্রতিপাদন পদ্ধতির প্রয়োজনীয়তা (Need of Demonstration Method) :

নিম্নলিখিত ক্ষেত্রগুলিতে এই পদ্ধতি প্রযোজ্য—

- কোন বৈজ্ঞানিক নীতি, সূত্র, তত্ত্ব যাচাই করতে।
- কোন বৈজ্ঞানিক জ্ঞান ব্যবহারিক ক্ষেত্রে প্রয়োগ করে দেখাতে।
- বিজ্ঞানের বিভিন্ন যন্ত্রপাতির সাথে শিক্ষার্থীদের পরিচয় ঘটাতে।
- যন্ত্রপাতির বিজ্ঞান সম্মত কৌশল দেখাতে।
- স্বহস্ত নির্মিত যন্ত্রপাতি নির্মাণ ও তার উৎসাহ দানে।
- অ্যাসিড, ক্ষার বা গ্যাসের ধর্ম ও ব্যবহার জানতে।
- যে সকল পরীক্ষা বিপদের সম্ভবনা বাড়ায় শিক্ষার্থীদের তা পরিহার করতে।

৪.৮ প্রোগ্রাম পদ্ধতি (Programmed Instruction) :

প্রোগ্রাম ভিত্তিক শিক্ষণ পদ্ধতিতে কয়েকটি সুনির্দিষ্ট প্রোগ্রামের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর নিজস্ব ক্ষমতা ও চাহিদা অনুযায়ী শিখন হয়। এই পদ্ধতিতে কোন নির্বাচিত পাঠ এককের উপর রচিত প্রোগ্রামই শিক্ষার্থীকে শিখনে অগ্রসর হতে সাহায্য করে। এটি একটি স্বয়ং শিখন পদ্ধতি (Self learning Process)। প্রোগ্রামের প্রতিটি ফ্রেমে কিছু আলোচনা, বিবৃতি, চিত্র, নকশা রাখা হয়। শিক্ষার্থীরা সেগুলির মাধ্যমেই বিষয়বস্তু সম্পর্কে শিক্ষা লাভ করে। এর পরবর্তী ফ্রেমে কাঠিন্যতার ক্রমে সাজানো প্রশ্নগুলির উত্তর দেয়। সঠিক উত্তর দিলে পরবর্তী ফ্রেমে অগ্রসর হয়। ভুল উত্তর দিলে প্রোগ্রাম থেকে নিজের ভুল সংশোধন করে নেয়। এই ভাবেই প্রোগ্রামভিত্তিক শিখন পদ্ধতির সাহায্যে সুপারিকল্পিতভাবে শিখনের কাজ চলতে থাকে।

8.৮.১ প্রোগ্রাম শিখন পদ্ধতির বৈশিষ্ট্য সকুল (Characteristics of Programmed Instruction Method) :

এই পদ্ধতিতে শিক্ষণীয় বিষয়বস্তুকে কতকগুলি ছোট ছোট ধাপে যুক্তিমূলক ধারাবাহিকতার নীতি অনুসারে সাজানো হয়। এই ধাপগুলিকে ফ্রেম (Frame) বলা হয়।

- প্রতিটি ফ্রেমের সুস্পষ্ট ও সুনির্দিষ্ট আচরণগত বৈশিষ্ট্য থাকে।

- প্রতিটি ফ্রেমে থাকে —

- ১) শিক্ষণীয় বিষয় সম্পর্কীয় বিবৃতি, ব্যাখ্যা, উদাহরণ, নকশা চিত্র ইত্যাদি।

- ২) কাঠিন্যতার ক্রম অনুসারে কিছু প্রশ্ন (উদ্দীপক)।

- ৩) শিক্ষার্থীদের উত্তর (প্রতিক্রিয়া দেবার ব্যবস্থা)।

- ৪) সঠিক উত্তর।

- শিক্ষার্থীরা সঠিক উত্তর দিলে পরবর্তী ফ্রেমে অগ্রসর হয়। ভুল উত্তর দিলে প্রোগ্রাম থেকে নিজের ভুল সংশোধন করে নেয়।

- এটি স্বয়ং শিখন পদ্ধতি। কারণ এক্ষেত্রে প্রোগ্রামে অন্তর্গত প্রতিটি ফ্রেমের ভূমিকা শিক্ষকের মতোই। কারণ কোন নির্দিষ্ট বিষয়ের উপর তৈরী প্রোগ্রাম শিক্ষার্থীকে নির্দেশ দেয়, শিক্ষণে অগ্রসর হতে সাহায্য করে, এর মূল্যায়ন করে।

- এই পদ্ধতি সক্রিয়তার নীতির উপর প্রতিষ্ঠিত।

- প্রতি প্রোগ্রামে সাধারণত তিনটি অংশ থাকে। যথা —

- ক) সূচনা ফ্রেম (Introduction Frame)

- খ) শিখন ফ্রেম (Learning Frame)

- গ) মূল্যায়ন ফ্রেম (Testing Frame)

- মূল্যায়ন ফ্রেমের সবকটি প্রশ্নে সঠিক উত্তর দিলে শিখন সম্পূর্ণ হয়েছে ধরা হয়।

- এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীরা ব্যক্তিগত পার্থক্য অনুসারে অগ্রসর হতে পারে।

- প্রোগ্রাম শিখনে তাৎক্ষণিক ফলাফল (Feed Back) পাওয়া যায়।

- এই পদ্ধতি Skinner এর Operant Theory অনুযায়ী রচিত।

8.৮.২ প্রোগ্রাম পদ্ধতির ধাপ (Steps of programmed Instruction) :

প্রতিটি প্রোগ্রামের তিনটি ধাপ বা পর্যায় থাকে —

- প্রোগ্রাম রচনা (Writing)

- প্রোগ্রাম উপস্থাপন (Presentation)
- মূল্যায়ন (Evaluation)

প্রথম ধাপ (1st Step)

প্রোগ্রাম রচনা (Programme Writting)

- **পাঠ একক নির্বাচন :** প্রোগ্রাম তৈরীর প্রথমে পাঠ একক নির্বাচন করতে হবে।
- **প্রারম্ভিক আচরণের উল্লেখ :** যে পাঠ একক নির্বাচিত হল সেই পাঠ এককের পূর্বার্জিত শিখন সামর্থ্য অনুযায়ী কিছু প্রশ্ন থাকবে। ঐ প্রশ্নগুলিতে জ্ঞান, বোধ, প্রয়োগ ও দক্ষতামূলক বিভিন্ন প্রশ্ন থাকবে।
- **প্রান্তিক আচরণের উল্লেখ :** শিক্ষণীয় বিষয়টি জানার পর শিক্ষার্থীদের মধ্যে যে সকল আচরণগত পরিবর্তন প্রত্যাশা করা হচ্ছে তার পরিপ্রেক্ষিতে জ্ঞান, বোধ, প্রয়োগ ও দক্ষতামূলক কিছু প্রশ্ন দেওয়া হবে।
- **ফ্রেম প্রস্তুতি :** শিক্ষণীয় বিষয়কে কতকগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অংশে ভাগ করা হয়। এগুলিকে ফ্রেম বলা হয়। প্রতিটি ফ্রেমে থাকবে আলোচনা, বিবৃতি, প্রশ্ন, শিক্ষার্থীর প্রতিটি সঠিক উত্তর ইত্যাদি। শিক্ষার্থীরা স্বাধীনভাবে ফ্রেমের প্রশ্নের উত্তর দেবে এবং প্রোগ্রামের উত্তরের সাথে মিলিয়ে নেবে। ফ্রেমগুলি যুক্তিমূলক, মনস্তাত্ত্বিক ক্রম অনুযায়ী সাজানো থাকে।

শিক্ষক মহাশয় তিন ধরনের প্রোগ্রাম রচনা করতে পারেন —

- ১) বৈখিক প্রোগ্রাম — নতুন জ্ঞান অর্জন ও আচরণ শিখনের জন্য প্রয়োজন।
- ২) শাখা প্রোগ্রাম — পশ্চাৎপদ শিক্ষার্থীদের দুর্বলতা নির্ণয় ও তা নিরাময় করার ব্যবস্থা।
- ৩) গাণিতিক প্রোগ্রাম — গাণিতিক দক্ষতা শিখনের জন্য এই ধরনের প্রোগ্রাম করা হয়।

দ্বিতীয় ধাপ :

প্রোগ্রাম উপস্থাপন (Presentation) : সুপরিকল্পিতভাবে এবং সুনির্দিষ্ট উদ্দেশ্যে প্রোগ্রামটি শিক্ষার্থীদের নিকট উপস্থাপন করা হয়। শিক্ষার্থীরা প্রোগ্রাম থেকে তাদের সামর্থ্য অনুযায়ী শিক্ষণীয় বিষয়টিকে জানতে, বুঝতে, অনুসরণ করতে চেষ্টা করবে। এবং সেই প্রোগ্রামকে পরবর্তী স্তরে কাজে লাগাতে পারবে।

তৃতীয় ধাপ :

মূল্যায়ন (Evaluation) : এই ধাপে কাম্য আচরণগত উদ্দেশ্যের ভিত্তিতে কিছু প্রশ্ন রাখা হয়। শিক্ষণীয় বিষয়টি সম্পর্কে জ্ঞান ও ধারণা লাভের পর শিক্ষার্থীর প্রান্তিক আচরণগুলি এই ফ্রেমের মাধ্যমেই মূল্যায়ন করা হয়।

8.৮.৩ প্রোগ্রামভিত্তিক শিক্ষণ পদ্ধতির সুবিধা (Merits of Programmed Instruction)

এই পদ্ধতিতে নিম্নলিখিত সুবিধাগুলি হল —

- **মনোবিজ্ঞানসম্মত শিখন পদ্ধতি :** এটি একটি মনস্তাত্ত্বিক পদ্ধতি। মনস্তাত্ত্বিক শিখনের গুরুত্বপূর্ণ তত্ত্ব (Operant Conditioning) তত্ত্বের উপর ভিত্তি করে এই শিখন পদ্ধতি প্রতিষ্ঠিত।
- **ব্যক্তিকেন্দ্রিক শিখন পদ্ধতি :** শিক্ষার্থীরা নিজের নিজের সামর্থ্য অনুযায়ী বিজ্ঞান শিক্ষায় অগ্রসর হবার সুযোগ পায়।
- **সক্রিয়ধর্মী :** এই পদ্ধতি শিক্ষার্থীদের সক্রিয় করে তোলে। নিষ্ক্রিয়ভাবে বসে থাকার সুযোগ নেই।
- **পুনঃশিখন পদ্ধতি :** এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীরা পুনঃশিখনের সুযোগ পায়।
- **তাৎক্ষণিক ফলাফল:** শিক্ষার্থীরা তাদের দেয় উত্তর প্রোগ্রামের দেয় উত্তরের সাথে মিলিয়ে বুঝতে পারে সঠিক উত্তর হয়েছে কিনা।
- **স্বল্প সময় :** শিক্ষার্থীরা অল্প সময়ে অধিক বিষয় বস্তু শেখার সুযোগ পায়।
- **প্রতিকারমূলক শিক্ষণ :** এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীরা নিজেদের ভুল নিজেরাই সংশোধন করে নেয়।
- **প্রশিক্ষণ প্রাপ্ত শিক্ষকের অভাব পূরণ :** উপযুক্ত বিজ্ঞান শিক্ষকের অভাব এই পদ্ধতির মাধ্যমে শিক্ষাদানে দূর করা সম্ভব হয়।
- **দূর্বলতা নির্ণয় :** এই পদ্ধতি শিক্ষার্থীর বিষয়গত দূর্বলতা ও সমস্যা নির্ধারণে সহায়তা করে।
- **প্রেষণা সংঘার :** প্রোগ্রামের বিভিন্ন ফ্রেমে শিক্ষার্থীরা তাদের প্রতিক্রিয়া বা উত্তরের ফলাফল সঙ্গে সঙ্গে জানতে পারে বলে বিজ্ঞান শিক্ষা চালিয়ে যাবার প্রেষণা পায়। অর্থাৎ Reinforcement হয়।
- **উন্নত শিক্ষণ পদ্ধতি :** প্রচলিত একঘেয়েমি শিক্ষণ পদ্ধতি অপেক্ষা এই পদ্ধতি বেশ বৈচিত্র্যপূর্ণ। এছাড়াও শিক্ষককে সরাসরি পাঠদানের সাথে যুক্ত হতে হয় না বলে তিনি শিক্ষামূলক অন্যান্য কাজে (যথা গবেষণা, অধ্যয়ন) মনোযোগ দিতে পারে।
- **অন্তর্দৃষ্টিমূলক :** এই পদ্ধতি শিক্ষার্থীর অন্তর্দৃষ্টি (Insight) বৃদ্ধি করতে সহায়তা করে।

8.৮.৪ প্রোগ্রাম পদ্ধতির অসুবিধা (Demerits of Programmed Instruction) :

এই পদ্ধতির অসুবিধা হল —

- **সময় সাপেক্ষ :** প্রোগ্রাম তৈরী করা অত্যন্ত শ্রমসাধ্য ও সময় সাপেক্ষ ব্যাপার।
- **মিথোস্ক্রিয়তার অভাব :** এই পদ্ধতির অন্যতম ত্রুটি হল শিক্ষাকালে সামাজিক মেলামেশার সুযোগ কম থাকে। ফলে সহযোগিতা, সহমর্মিতা ইত্যাদি গুণগুলি গড়ে উঠেনি শিক্ষার্থীদের মধ্যে।
- **দক্ষ শিক্ষকের অভাব :** এই পদ্ধতির জন্য প্রয়োজনীয় দক্ষ ও মনোস্তত্ববিদ শিক্ষক খুব কম পাওয়া যায়।

- **ব্যবহুল :** প্রোগ্রাম পাঠ্যপুস্তক ব্যবহারে ব্যয়বৃদ্ধি পায় অন্যদিকে যাদের পাঠ্যপুস্তকে আগ্রহ কম তারা অমনোযোগী হয়ে পড়ে।
- **স্বাধীন চিন্তার সুযোগ নেই :** এই পদ্ধতিতে পাঠদান নিয়ন্ত্রিত থাকার ফলে শিক্ষার্থী স্বাধীন চিন্তনের সুযোগ পায়।
- **সংবেদনশীলতার অভাব :** এই পদ্ধতিতে মানবিক দিক উপেক্ষিত।
- **প্রশাসনিক অসুবিধা :** পরিকাঠামোগত সমস্যার জন্য বিদ্যালয় কর্তৃপক্ষ এই পদ্ধতি প্রয়োগে উৎসাহ ও গুরুত্ব দেয় না।
- **পেশাগত অনিশ্চয়তা :** যেহেতু শিক্ষকদের সক্রিয় অংশগ্রহণের প্রয়োজন হয় না। তাই বিদ্যালয় কর্তৃপক্ষ বেশী শিক্ষক নিয়োগ করেন না।

সুতরাং আমরা বলতে পারি প্রোগ্রাম ভিত্তিক শিক্ষণ পদ্ধতির যেমন কিছু অসুবিধা আছে আবার সুবিধাও অনেক আছে। পরিকাঠামোগত অসুবিধার জন্য আমাদের দেশে এই পদ্ধতি এখন তেমন গ্রহণযোগ্য হয়ে উঠেনি। উন্নত দেশগুলিতে এই পদ্ধতি খুবই জনপ্রিয়।

8.9 কম্পিউটার সহযোগী শিক্ষণ (Computer Assisted Instruction) :

কম্পিউটার এমনই এক যান্ত্রিক ব্যবস্থা সেখানে একসঙ্গে বহু তথ্য সংরক্ষণ করা যায় এবং এখান থেকে শিক্ষার্থী তার প্রয়োজনীয় তথ্য নির্বাচন করে কাজ করতে পারে। প্রথম প্রজন্ম কম্পিউটার ১৯৪৫-৫৫। তখন পড়াশুনার কম্পিউটার বিশেষ কাজে লাগে নি। দ্বিতীয় প্রজন্মের কম্পিউটার হল ১৯৫৬-১৯৬৫। এই সময় কম্পিউটারের সাহায্যে শিক্ষা দেওয়ার জন্য সর্বপ্রথম প্রোগ্রাম রচনা করা হয়। এই প্রোগ্রামকে বলা হয়েছিল Programmed Logic for Automatic Teaching Operations (PLATO)। ১৯৬৬ সালে আমেরিকার স্ট্যানফোর্ড বিশ্ববিদ্যালয়ের অধ্যাপক Patrick Suppes প্রাথমিক স্তরে গণিত ও ভাষা শিক্ষাদানের জন্য কম্পিউটার প্রোগ্রাম রচনা করেন এবং এগুলিকে সফলভাবে প্রয়োগও করেন। সেই থেকেই শিক্ষা ক্ষেত্রে বিভিন্ন ভাবে কম্পিউটার ব্যবহার করা হচ্ছে এবং বিভিন্ন ভূমিকা অনুযায়ী এর নাম করণ করা হয়েছে। এর মধ্যে সবচেয়ে উল্লেখযোগ্য হল কম্পিউটার সহযোগী শিক্ষণ (Computer Assisted Instruction সংক্ষেপে CAI)। এই পদ্ধতিতে কম্পিউটার শিখন পদ্ধতিকে নিয়ন্ত্রণ করে। এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থী সরাসরি কম্পিউটারের সাথে যোগাযোগ করে জ্ঞান, বোধ, প্রয়োগ ও দক্ষতা অর্জন করে। অনেক শিক্ষাবিদ কম্পিউটার সহযোগী শিখন Computer Assisted Learning সংক্ষেপে CALকে একই অর্থে ব্যবহার করে থাকেন। কিন্তু মনোবিজ্ঞানের দিক থেকে (Teaching/Instruction) শিক্ষণ (Learning) শিখন সম্পূর্ণ আলাদা ধারণা। CAI এর মূল লক্ষ্য বিষয়বস্তু, অপরদিকে CAL এর মূল লক্ষ্য শিক্ষার্থী। মেরিলিন কোরোস্টভ (Marilyn Korostov) বলেছেন — “When computer are used to teach, review, or provide for drill and practice after a skill or concept has been previously taught are referred to as computer assisted/aided instruction.” সুতরাং CAI-তে মূলত ড্রিল এবং অনুশীলন করানোর উদ্দেশ্য যাতে সংরক্ষণ দীর্ঘস্থায়ী হয়। ড্রিলের কেবলমাত্র প্রাসঙ্গিক বস্তু নির্বাচন করতে হবে।

৪.৯.১ ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণে কম্পিউটার সহযোগী শিক্ষণ (CAI for Teaching of Physical Science) :

- বিষয়বস্তু উপস্থাপন ও অনুশীলন : কম্পিউটারের সাহায্যে শিক্ষক মহাশয় যখন কোন বিষয়বস্তু উপস্থাপন করবেন, তখন বিষয়বস্তুকে কম্পিউটারের উপযোগী রচনা করে কম্পিউটারের স্থাপন করবেন। বর্তমানে Floppy Disk-এ ধরনের বিষয়বস্তু কিনতে পাওয়া যায়। এই পদ্ধতিতে কম্পিউটারকে দিয়ে কতকগুলি নির্দিষ্ট কাজ করা হয়। ১) বিষয়বস্তু উপস্থাপন, ২) বিষয়বস্তু বোধগম্যতায় সাহায্য, ৩) শিক্ষার্থীদের উত্তরের মূল্যায়ন, ৪) শিক্ষার্থীদের অগ্রগতির রেকর্ড ইত্যাদি। এক্ষেত্রে শিক্ষার্থী কম্পিউটারকে তার প্রয়োজন অনুযায়ী নির্দেশ দেয় এবং উত্তরের জন্য অপেক্ষা করে।

কম্পিউটারের সাহায্যে রাসায়নিক সমীকরণের সমতা বিধান, গাণিতিক সমস্যা সমাধান, চিত্র অঙ্কন, কোন বিষয়কে নির্দিষ্ট ক্রমে বিন্যাস। বিভিন্ন ভৌত ও রাসায়নিক প্রক্রিয়ার মানের ও বৈশিষ্ট্যের তালিকা ইত্যাদি সহজে প্রোগ্রামিং করা যায় এবং বিষয়গুলিকে শিক্ষার্থীদের নিকট উপস্থাপন করা যায়। এছাড়াও দক্ষতা বিকাশের জন্য শিক্ষার্থীর অনুশীলনের প্রয়োজন হয়। এক্ষেত্রে শিক্ষক মহাশয় CAI ব্যবহার করে অনুশীলনের উপযোগী বিষয়বস্তু থেকে প্রোগ্রাম প্রস্তুত করবেন এবং শিক্ষার্থীকে অনুশীলন করতে নির্দেশ দেবেন। কম্পিউটারের কাজ হল বিভিন্ন প্রশ্নের মাধ্যমে নির্দিষ্ট প্রোগ্রাম অনুযায়ী বিষয়বস্তুকে বারবার উপস্থাপন করা ও শিক্ষার্থীদের ভুল উত্তরের বা অনুশীলন পন্থার ত্রুটি নির্দেশ করা, শিক্ষার্থীদের অগ্রগতির রেকর্ড করা। শিক্ষার্থীদের কাজ হল কম্পিউটারকে ঠিকমত তথ্য সরবরাহ ও প্রদত্ত ফলের জন্য অপেক্ষা করা।

- শিক্ষণে CAI ব্যবহার : শ্রেণী কক্ষে শিক্ষার্থীদের দুর্বলতা নির্ণয় ও প্রতিকারমূলক শিক্ষণের ক্ষেত্রে CAI উল্লেখযোগ্য ভূমিকা পালন করে।

ভৌতবিজ্ঞানে শিক্ষার্থীরা গাণিতিক সমস্যা সমাধান সঠিকভাবে করতে পারে না। আবার রাসায়নিক সমতা বিধান ও জারণ বিজারণ সংক্রান্ত জ্ঞান, বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব ইত্যাদি শিখনের জন্য পুনর্শিক্ষণ পদ্ধতি ব্যবহার করতে হয়।

এক্ষেত্রে কম্পিউটারের কাজ হল শিক্ষণীয় বিষয়বস্তুকে প্রশ্নের আকারে বা সমস্যার আকারে শিক্ষার্থীদের সামনে তুলে ধরবে এবং বোধগম্যতার মূল্যায়ন করবে। শিক্ষকের কাজ হল পুনর্শিক্ষণের বিষয়গুলি প্রোগ্রামিং করবেন ও কম্পিউটারে তা স্থাপন করবেন এবং শিক্ষার্থীদের দিকে নজর রাখবেন। শিক্ষার্থীর কাজ হল কম্পিউটারকে সঠিক নির্দেশ দান ও ফলাফল পর্যবেক্ষণ করা। এছাড়াও CAI ব্যবহার করে শিক্ষার্থীদের Simulated Learning দেওয়া যেতে পারে। অথবা ভৌতবিজ্ঞানের গাণিতিক সমস্যা সমাধানে CAI-কে Calculator ন্যায় ব্যবহার করা যেতে পারে।

- ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষায় চিত্র, গ্রাফ, পরিভাষা, চিহ্ন প্রতীক ইত্যাদি শিক্ষণে CAI এর ব্যবহার :

ভৌতবিজ্ঞানের বিভিন্ন রাশির মধ্যে সম্পর্ক যথা (বয়েলের সূত্র, চালসের সূত্র) গ্রাফের সাহায্যে

প্রকাশ করতে, শব্দের বায়ু মাধ্যমে গমন চিত্রে সাহায্যে প্রকাশ করতে অথবা রসায়ন ও পদার্থ বিদ্যায় বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক পরিভাষা শেখানোর ক্ষেত্রে অথবা চিহ্ন ও প্রতীক শিখনে CAI ব্যবহার করা যায়।

৪.৯.২ কম্পিউটার সহযোগী শিক্ষণের সুবিধা (Merits/Advantages of CAI) :

বর্তমান যুগ কম্পিউটারের যুগ। সুতরাং শিক্ষা ক্ষেত্রেও কম্পিউটারের বহুল ব্যবহার দেখা যাচ্ছে। কম্পিউটার সহযোগী শিখনের সুবিধাগুলি হল —

- **ব্যক্তিগত বৈষম্যের প্রতি গুরুত্ব/মনোবিজ্ঞান সম্মত :** শিক্ষার্থীদের মধ্যে শিখনের হারের দিকে ব্যক্তিগত বৈষম্য থাকে। কারণ একই বিষয় কোন শিক্ষার্থী দ্রুত শিখতে পারে আবার কেউ বা বেশী সময়ে শিখতে কম্পিউটার সহযোগী শিক্ষণের ক্ষেত্রে প্রত্যেক শিক্ষার্থীর ব্যক্তিগত বৈষম্যকে গুরুত্ব দেওয়া হয়। যে তাড়াতাড়ি শেখে সে অন্য প্রোগ্রামে যেতে পারে। আবার যে ধীরে দেখে সে প্রয়োজন অনুযায়ী কম্পিউটার ব্যবহার করে শেখে। তাই এটি মনোবিজ্ঞান সম্মত।
- **অনুশীলনের ব্যবস্থা :** এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীরা অনুশীলনের সুযোগ পায় কীভাবে দাবি আকতে হয়, পরীক্ষা করতে হয়, গাণিতিক সমস্যা সমাধান করা যায় তা কম্পিউটারের মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা অনায়াসেই শিখতে পারে।
- **প্রেষণা সঞ্চালনকারী :** এই পদ্ধতি কম মনোযোগী শিক্ষার্থী দেয় শিখনে প্রেষণা আনে। কারণ ভৌতবিজ্ঞানের যে সকল বিষয়ে শিক্ষার্থীরা কম আগ্রহী হয় (যেমন — রসায়নের ধাতু নিষ্কাশন বা বিভিন্ন ধরনের যোগ্যতা বুঝতে বা ভৌতবিজ্ঞানের গাণিতিক সমস্যা সমাধান) সেই সকল বিষয়ে অনুরাগ সৃষ্টি করে।
- **সক্রিয়তাভিত্তিক :** যে কোন কার্যকরী শিখনের জন্য প্রয়োজন সক্রিয়তা। কম্পিউটারের মাধ্যমে শিক্ষায় শিক্ষার্থীদের সর্বদা সক্রিয় থাকতে হয়। শিক্ষার্থীদের তথ্য সরবরাহ করতে হয়, প্রতিক্রিয়া করতে হয়। ফলাফল যাচাই করতে হয়। সুতরাং এটি সক্রিয়তা নীতির উপর প্রতিষ্ঠিত।
- **দূর্বলতা নির্ণয়ে সাহায্যে :** কম্পিউটার মাধ্যমে শিক্ষা শিক্ষার্থীদের তুল ধরিয়ে দেয় এবং সংশোধনে সাহায্য করে।
- **প্রতিক্রিয়া সৃষ্টি :** বিভিন্ন শিক্ষণগত অভিজ্ঞতা যা সকল সময়ে উপস্থাপন করা যায় না তা কম্পিউটারের মাধ্যমে বিভিন্ন কৌশল কাজে লাগিয়ে বাস্তব পরিস্থিতির প্রতিক্রিয়া সৃষ্টি করা যায়। যেমন — রকেট উৎক্ষেপন, পরমাণুর বিভিন্ন কক্ষ ইলেকট্রন কীভাবে ঘোরে ইত্যাদি।
- **স্বাধীনভাবে শিখন :** শিক্ষার্থী স্বাধীনভাবে, নিজের ইচ্ছানুযায়ী শিক্ষা লাভ করতে পারে।
- **ব্যয় সংকোচন :** Laboratory, Library ইত্যাদির অভাব কম্পিউটারের মাধ্যমে অনেকখানি পূরণ করা যায়। আবার শিক্ষার সময় ও পরিশ্রম ও লাঘব হয়।
- **মূল্যায়ন :** কম্পিউটারে তথ্য সংরক্ষণের ব্যবস্থা আছে। পাঠের বিভিন্ন পর্যায়ে শিক্ষার্থীদের অগ্রগতির তথ্য কম্পিউটার সংরক্ষণ করতে পারে। ফলে পাঠ পরিচালনায় শেষে মূল্যায়নও দ্রুত করা যায়।

● **দ্বিমুখী প্রক্রিয়া :** কম্পিউটার শিক্ষণ বা শিখন দ্বিমুখী। এখানে শিক্ষার্থীরা যেমন বিভিন্ন বিষয় উপস্থাপন করতে পারে আবার তা পরিবর্তনও করতে পারে।

সুতরাং আমরা বলতে পারি বর্তমানে CAI পদ্ধতি শিক্ষণে একটি গুরুত্বপূর্ণ পদ্ধতি।

8.৯.৩ কম্পিউটার সহযোগী শিক্ষণের অসুবিধা (Demerits of CAI) :

● **মানবীয় ক্রিয়ার অভাব :** কম্পিউটার শিক্ষার্থীর আবেগ অনুভূতির সঙ্গে যুক্ত হতে পারে না। শিক্ষকের ভালবাসা বা শ্রেণী কক্ষের উল্লাস এখানে পাওয়া যায় না।

● **সীমাবদ্ধতা (Limitation) :**

কম্পিউটারে যে তথ্য সরবরাহ করা থাকে তার বাইরে সে কোন প্রতিক্রিয়া করে না।

● **সংবেদনশীলতার অভাব (Lack of Sensivity) :** শিক্ষার্থীর চাহিদা ও মানসিকতা অনুযায়ী শিক্ষক তাঁর তাৎক্ষণিক পড়ানো পদ্ধতি, বিষয়বস্তু পরিবর্তন করতে পারে। কম্পিউটার তার প্রোগ্রামে বাইরে বের হতে পারে না। সুতরাং শিক্ষাকে সংবেদনশীলতা কম্পিউটারে থাকে না।

● **বিষয়বস্তু উপস্থাপন ও বিশ্লেষণে অসুবিধা (Difficult to Representation and Analysis of Subject matter) :** লেখা বা বক্তৃতার বিশ্লেষণ ব্যবহার উপযোগী করে তৈরী করা শক্ত। এছাড়াও পাঠ্য বইয়ে এক পৃষ্ঠায় অনেকখানি বিষয়বস্তু ছাপা থাকে — কম্পিউটারের মনিটর ছোট হওয়ায় কম বিষয়বস্তু উপস্থাপন করা যায়। এতে শিক্ষার্থীদের পাঠে অসুবিধা হয়।

● উপযুক্ত বা আবশ্যিক ভাষা বা দক্ষতা অর্জন করতে ব্যর্থ কম্পিউটার।

● **দক্ষ শিক্ষকের অভাব (Deficiency of Expert Teacher) :** কম্পিউটারে প্রোগ্রাম তৈরী ও পরিচালনার জন্য দক্ষ শিক্ষকের যথেষ্ট অভাব আছে।

● **সৃজনশীলতার অভাব শিক্ষণে (Want of creativity in Instruction) :** বেশীরভাগ সময় বাইরের কোন সংস্থা থেকে তৈরী প্রোগ্রাম শিক্ষক মহাশয়রা ব্যবহার করেন। সেই সব প্রোগ্রাম শিক্ষার্থীদের চাহিদা অনুযায়ী সবসময় তৈরীও হয় না। ফলে শিক্ষণের কাজে শিক্ষকের ভূমিকা না থাকাই শিক্ষণ সৃজনশীলতা ধর্ম হারায়।

● **সহমর্মিতায় অভাব (Lack of Sympathy) :** ছাত্রদের মধ্যে সহমর্মিতা, সহানুভূতি, দলগত সংহতি এই সকল গুণগুলি গড়ে উঠে না। এছাড়াও শিক্ষক-শিক্ষার্থীর যে মধুর সম্পর্ক থাকে তার এখানে অভাব ঘটে।

● **ব্যয় বৃদ্ধি এবং সহজ লভ্যতায় (Expensive of not easy to collect) :** কম্পিউটারের দাম অত্যধিক এবং ভারতবর্ষের মত গরীব দেশে সকল বিদ্যালয়ে এটা ব্যবহার ও ব্যবস্থাপনা করা দুঃসাধ্য। এতদ্ সত্ত্বেও কম্পিউটার ভিত্তিক শিক্ষণ না দিলে দেশ অনেক পিছিয়ে পড়বে আধুনিক শিক্ষায় ক্ষেত্রে তাই এই সকল অসুবিধা থাকা সত্ত্বেও কম্পিউটারে শিক্ষণ পদ্ধতি ব্যবহার বাধ্যতামূলক করা দরকার।

অনুশীলনী Exercise

1. What do you mean by Problem Solving method? Illustrate the procedures of problem solving method with suitable examples from the physical science syllabus of secondary school.

What objective of science teaching can be realised by this method?

How far this method applicable in our schools of W.B.

2. Discuss the importance of project method in teaching physical science.

What are the different steps followed on teaching physical science through this method.

Give your view on the applicability of the method in the upper primary section on teaching physical science.

3. In spite of serious allegation against Lecture method, it is still widely followed in teaching physical science in secondary schools. Why?
4. What are the principles of programmed instruction method? Mention the advantages of this method. How can this method be utilised for the effective Teaching of physical science in school? What are the functions of teacher & students in the learning.
5. What are the computer Assisted Instruction? How far can it be used in teaching physical science? What is the role of science teacher in C.A.I

Give your opinion on the future of C.A.I in W.B. schools.

6. Discuss the Merits of Discovery Method. What are the Limitations in this method.

Reference Book

1. Dr. A.K. Kulshrestha - R.Lal Book Depot Merut.
2. S.P. Kulshrestha & Gaya Singh - Do
3. Dr. D. Pal & Dr. D. Dhar - Rita Publication, Kolkata.
4. A. Banerjee - AAheli Publication-Kolkata.
5. Gupta - S.K. - Sterling Publisher, New Delhi.
6. Sharma R.C. - Dhanpat Rai Publisher, New Delhi.

Unit-5

বিজ্ঞানভিত্তিক মেজাজ এবং বিজ্ঞানের জনমুখী প্রসার :

(Scientific Temper and popularising science)

5.1 : কাম্য আচরণগত শিখন সমার্থ্যসমূহ : (Expected learning outcomes in terms of Behaviour) :

এই অধ্যায়ের পাঠ গ্রহণের মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা যে সমস্ত শিখন সামর্থ্যগুলি অর্জন করবে সেগুলি হল :

- বিজ্ঞান মনস্কতা বা বিজ্ঞান মেজাজ (Scientific Temper) সম্পর্কে শিক্ষার্থীরা জানবে।
- বিজ্ঞানভিত্তিক মেজাজ/মনস্কতা বিকাশের বিভিন্ন উপায়গুলি সম্পর্কে শিক্ষার্থীরা জানবে।
- বিজ্ঞান-প্রযুক্তি বিষয়ক জ্ঞান (Science Technology Literacy) সম্পর্কে শিক্ষার্থীরা ধারণা লাভ করবে।
- বিজ্ঞান শিক্ষাকে জনমুখী করার উপায় (Modes of popularisation of science) সম্পর্কে শিক্ষার্থীরা জ্ঞান লাভ করবে।
- ভৌতবিজ্ঞানে অধিক মেধাসম্পন্ন শিক্ষার্থীদের শনাক্তকরণ ও প্রতিপালন (Identification and nurturance of special talents in Physical Science) সম্পর্কে শিক্ষার্থীরা জ্ঞান লাভ করবে।

5.2 ভূমিকা (Introduction) :

শিক্ষার্থীর বিজ্ঞানভিত্তিক মেজাজ বা দৃষ্টিভঙ্গি বা বিজ্ঞান মনস্কতা হল তার অনুভূতিমূলক (Affective domain) মাত্রার প্রকাশ। বিজ্ঞান শিক্ষার অন্যতম উদ্দেশ্য হল বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি গঠন। আদর্শ বিজ্ঞান শিক্ষকের কাজ হবে — বিজ্ঞান-প্রযুক্তি বিষয়ক জ্ঞানের প্রসার ঘটানো এবং বিজ্ঞান শিক্ষার জনমুখী করণে সদর্থক ভূমিকা পালন করা।

5.3 বিষয়বস্তু (Content) :

5.3.1. বিজ্ঞান-ভিত্তিক মেজাজ/দৃষ্টিভঙ্গি/বিজ্ঞান মনস্কতা (Scientific Temper) :

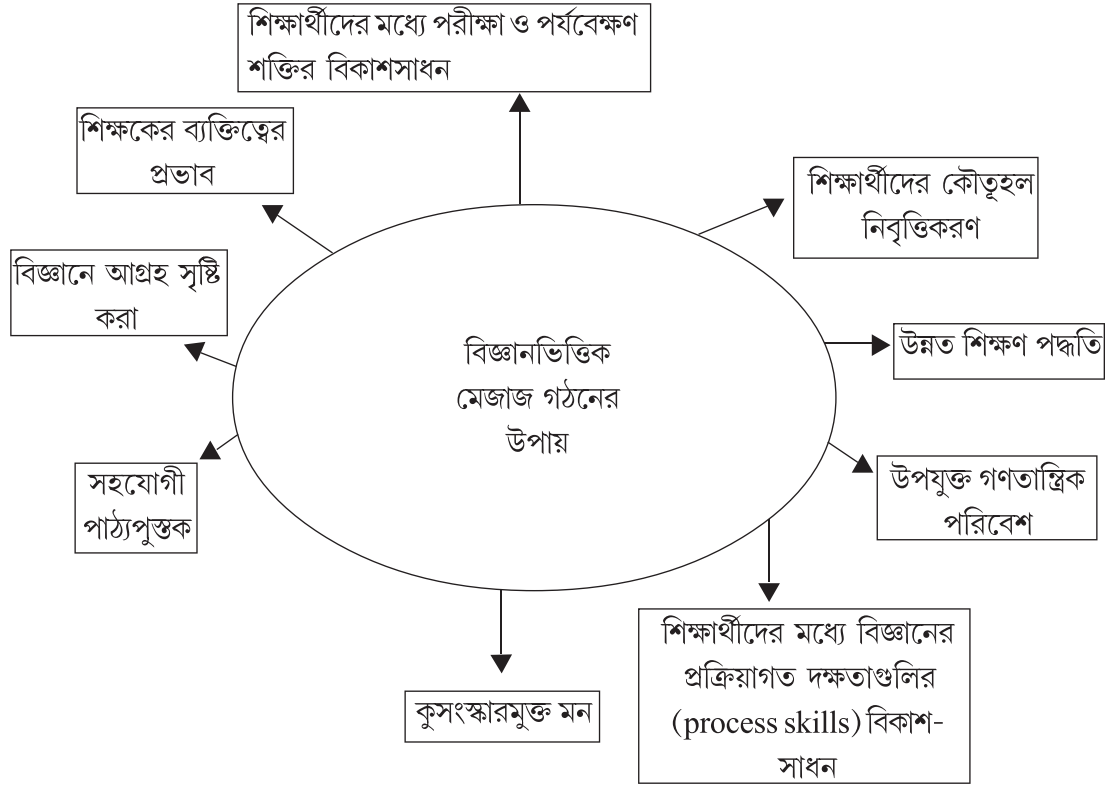
নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্যগুলি ব্যক্তির বিজ্ঞানভিত্তিক মেজাজ বা বিজ্ঞান মনস্কতার পরিচায়ক।

- কুসংস্কারমুক্ত উদারমন।
- বহির্জগৎ সম্পর্কে জানার আগ্রহ ও কৌতূহল।
- সঠিক তথ্য জানার আগ্রহ।
- ধৈর্য, সততা ও অধ্যাবসায়।

- ➔ যুক্তি ও বিচার বিশ্লেষণের মাধ্যমে সিদ্ধান্ত গ্রহণ।
 - ➔ অন্যের দৃষ্টিভঙ্গির প্রতি আস্থা এবং তথ্য ও যুক্তির সাহায্যে নিজের দৃষ্টিভঙ্গির পরিবর্তন।
 - ➔ সত্য ও ন্যায়ের প্রতি আস্থা।
 - ➔ মানবসমাজের কল্যাণে বিজ্ঞানকে কাজে লাগানোর উৎসাহ।
- পক্ষপাতহীন মনোভাব।

5.3.1.1. বিজ্ঞানভিত্তিক মেজাজ গঠনের উপায় (Ways to developing Scientific Temper) :

নিম্নলিখিত উপায়ে শিক্ষার্থীদের বিজ্ঞানভিত্তিক মেজাজ গড়ে তোলা যায় :



5.3.2. বিজ্ঞান-প্রযুক্তি বিষয়ক জ্ঞান (Science Tecnology Literacy) :

প্রযুক্তিবিদ্যা (Tecnology) : মনোবিদ পেজ (Page T., 1976)-এর মতে 'Technology is the application of scientific knowledge to a practical purpose' — অর্থাৎ, কোন বিশেষ ব্যবহারিক উদ্দেশ্য বা সমস্যা সমাধানের জন্য বৈজ্ঞানিক জ্ঞানের প্রয়োগ হল প্রযুক্তিবিদ্যা।

প্রযুক্তি বিষয়ক জ্ঞান (Scientific Tecnology Literacy) :

প্রযুক্তির বিদ্যার জ্ঞানসম্মত ব্যবহারের মাধ্যমে শিক্ষা প্রক্রিয়াকে কার্যকরী করে তোলার জন্য শিক্ষক, Use Ware, Software এবং Hardware সাহায্য নেন। শিক্ষকের Use Ware, Software ও Hardware

সংক্রান্ত জ্ঞানই হল Scientific Tecnology Literacy.

5.3.2.1. বিজ্ঞান-প্রযুক্তি বিষয়ক জ্ঞানের পরিধি ((Scope of Scientific Tecnology Literacy) :

বিজ্ঞান-শিক্ষণে প্রযুক্তি-	নির্ভর উপকরণগুলি ও যন্ত্রপাতিগুলি হল	—
Use Wares <ul style="list-style-type: none"> • চার্ট • মডেল • গ্রাফ • ব্ল্যাকবোর্ড • ছবি -ইত্যাদি 	Software <ul style="list-style-type: none"> • স্লাইড • ফিল্ম • ফিল্ম স্ট্রিপ • ক্যাসেট • সিডি • ফ্লপি ডিস্ক • M.S. Word • M.S. Excel • M.S Power-Point 	Hardware <ul style="list-style-type: none"> • এপিডায়াস্কোপ • ফিল্ম স্ট্রিপ প্রোজেক্টর • ওভারহেড প্রোজেক্টর • রেডিও • দূরদর্শন • স্লাইড প্রোজেক্টর • রেকর্ডিং ও প্লে-ব্যাক • কম্পিউটার -ইত্যাদি

-ইত্যাদি

5.3.3 বিজ্ঞানশিক্ষাকে জনমুখী করার উপায় (Modes of popularization of Scince) :

সমস্ত জনমানসের মধ্যে বিজ্ঞানের চিন্তাভাবনা, নীতি, ধারণা গ্রহণযোগ্য করে তোলাই হল জনমুখী বিজ্ঞানের উদ্দেশ্য। জনসাধারণের মধ্যে বিজ্ঞানসচেতনতা, বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি গঠন এবং কুসংস্কারমুক্ত করা হল জনমুখী বিজ্ঞানের অপর উদ্দেশ্য।

বিজ্ঞানশিক্ষাকে জনমুখী করার উপায়গুলি হল :

- কুসংস্কারমুক্ত সমাজ গঠন।
- জনগণের মধ্যে বিজ্ঞানভিত্তিক সচেতনতা গড়ে তোলা।
- জনসাধারণের মধ্যে পরিষ্কার পরিচ্ছন্নতার আগ্রহ গড়ে তোলা।
- স্বাস্থ্যকর জীবনযাপনের অভ্যস্তকরণ।
- জনগণের মধ্যে প্রাথমিক চিকিৎসা ও স্বাস্থ্যবিধি সম্পর্কিত জ্ঞানের প্রসার ঘটানো।
- পরিবেশ সচেতনতা সম্পর্কিত জ্ঞানের প্রসার ঘটানো।
- নিত্যনতুন প্রযুক্তির ব্যবহারে জনসাধারণকে শিক্ষিত করে তোলা/আধুনিকীকরণের সুযোগ-সুবিধা গ্রহণে জনসাধারণকে সাহায্য করা।
- বিভিন্ন ব্যক্তিগত ও সামাজিক সমস্যা সমাধানে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি গ্রহণ।

অর্থনৈতিক উন্নয়নে/মানব সম্পদ উন্নয়নে বিজ্ঞানের অবদানকে স্বীকার করে নেওয়া।

5.3.3.1. বিজ্ঞানশিক্ষাকে জনমুখী করতে শিক্ষার্থীদের ভূমিকা (Role of students of the popularization of science education) :

(a) বিজ্ঞানকে জনমুখীকরণে শিক্ষার্থীরা অভিজ্ঞ শিক্ষকের সাহায্য নেবে এবং প্রয়োজনীয় পরিকল্পনা গ্রহণ করবে।

(c) শিক্ষার্থীরা বিজ্ঞান-বিষয়ক আলোচনাকে অতি সহজ, সরলভাবে জনসাধারণের মধ্যে তুলে ধরবে।

(d) শিক্ষার্থীদের কুসংস্কারমুক্ত মন—জনমানসকে বিজ্ঞান-বিষয়ক জ্ঞান অর্জনে সাহায্য করবে।

5.3.4. বিজ্ঞানের প্রসার (Propagation of Science) :

বিজ্ঞানের প্রসার ঘটাতে হলে শিক্ষণীয় বস্তুকে শ্রেণীকক্ষের নিয়ন্ত্রিত পরিবেশের মধ্যে আবদ্ধ না রেখে বাইরের পরিবেশে ছড়িয়ে দেওয়া প্রয়োজন। বিজ্ঞানের প্রসারের জন্য নিম্নলিখিত সহপাঠক্রমিক কার্যাবলীর সাহায্য নেওয়া হয়।



5.3.5. বিজ্ঞান-মেলা (Science Fair) :

বিজ্ঞান বিষয়ক তথ্যকে জনমানসে প্রসারের অন্যতম প্রধান মাধ্যম হল বিজ্ঞান মেলা ও বিজ্ঞান প্রদর্শনী। বর্তমানে NCERT, SCERT, রাজ্যের শিক্ষাদপ্তর যৌথভাবে জেলাস্তর, আঞ্চলিকস্তর ও রাজ্যস্তরে বিজ্ঞান

মেলার আয়োজন করে থাকেন।

5.3.5.1. বিজ্ঞান-মেলার বিষয়বস্তু (Subject of science fair) :

- A) প্রদর্শনী (Exhibition) :**
- বিজ্ঞানের পাঠ্যপুস্তক, সহায়ক পুস্তক, জার্নাল, ম্যাগাজিন, বুলেটিন প্রভৃতির স্টল।
 - বিজ্ঞান-বিষয়ক চার্ট।
 - পদার্থবিদ্যা, রসায়নবিদ্যা ও জীববিদ্যার অন্তর্গত বিভিন্ন নমুনা ও মডেল।
 - শিক্ষার্থীদের স্বহস্ত নির্মিত যন্ত্রপাতি বা আবিষ্কারমূলক কাজ।
 - বিজ্ঞানীদের জীবনী ও আবিষ্কার সম্পর্কিত তথ্য।
 - বিজ্ঞান-মেলায় স্বাস্থ্যশিবিরের ব্যবস্থা।
 - পোস্টার।
- বিজ্ঞান-বিষয়ক চলচ্চিত্রের ব্যবস্থা।

B) আলোচনাচক্র

C) কুইজ

D) তাৎক্ষণিক বক্তৃতা

E) বিতর্ক

5.3.5.2. বিজ্ঞান-মেলা ও প্রদর্শনীর শিক্ষাগত মূল্য (Educational values) :

বিজ্ঞান-মেলা ও প্রদর্শনীর উদ্দেশ্যগুলি হল :

- (i) শিক্ষার্থীদের অর্জিত বিজ্ঞান-বিষয়ক জ্ঞানের ব্যবহারিক প্রয়োগ।
- (ii) বিজ্ঞান-বিষয়ক ঘটনাবলীর কার্যকারণ ব্যাখ্যার মাধ্যমে সুস্পষ্ট ধারণা তৈরী করা।
- (iii) দৈনন্দিন জীবনে বিজ্ঞানের অবদান সম্পর্কে জনগণকে অবহিত করা।
- (iv) শিক্ষার্থীদের মাধ্যমে বিদ্যালয়ের সাথে সমাজের সম্পর্ক শক্তিশালী করা।
- (v) শিক্ষার্থীদের মধ্যে সামাজিক গুণাবলীর বিকাশসাধন।
- (vi) শিক্ষার্থীদের বৈজ্ঞানিক প্রতিভার অন্বেষণ ও বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারে উৎসাহিত করা।
- (vii) কুসংস্কারমুক্ত সমাজ গঠন।
- (viii) বিজ্ঞান-মেলায় অংশগ্রহণের মাধ্যমে নিম্নমেধাসম্পন্ন শিক্ষার্থীদের বিজ্ঞান পাঠে আগ্রহী করে তোলা।

(ix) বিভিন্ন প্রদর্শনী সামগ্রী তৈরীর পদ্ধতি ও প্রতিপাদন কৌশল সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের অবহিত করা।

5.3.6. বিজ্ঞান সমিতি ক্লাব (Science club) :

বিজ্ঞান-শিক্ষা প্রসারের একটি গুরুত্বপূর্ণ মাধ্যম হল বিজ্ঞানসমিতি বা বিজ্ঞান ক্লাব। বিজ্ঞান সমিতি বিদ্যালয়ে গড়ে ওঠে আবার অনেক সময় গ্রাম বা শহরে বিজ্ঞান-মানসিকতাসম্পন্ন ব্যক্তিদের নিয়ে এই সমিতি গঠিত হয়।

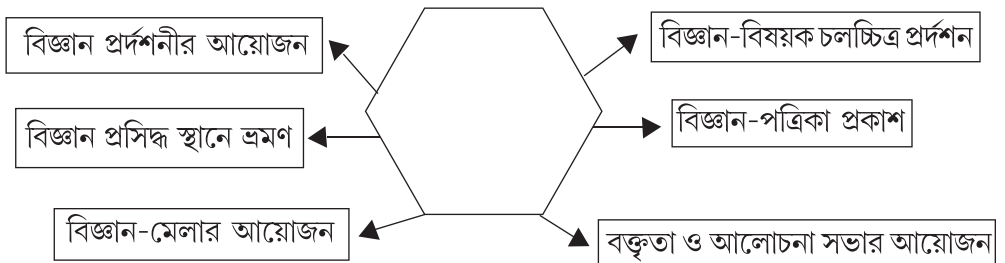
5.3.6.1. বিজ্ঞানসমিতির কাজ (Functions) :

- বিতর্ক/বক্তৃতা/ আলোচনা-সভার আয়োজন করা।
- বিজ্ঞান ম্যাগাজিন পরিচালনা।
- যন্ত্রপাতি, চার্ট, মডেল প্রভৃতি তৈরী করা।
- বিজ্ঞান-মেলা ও বিজ্ঞান প্রদর্শনীর আয়োজন করা।
- বিজ্ঞান-বিষয়ক ভ্রমণের ব্যবস্থা।
- বিজ্ঞানের নিত্যনতুন আবিষ্কারগুলিকে জনগণের সামনে তুলে ধরা।
- বিজ্ঞানীদের জীবনী পাঠের ব্যবস্থা, জন্মদিন উদযাপন, Science day পালন।
- বিজ্ঞানের মিউজিয়ামের জন্য নমুনা সংগ্রহ।
- বিজ্ঞান-বিষয়ক শখ সৃষ্টি করা।

5.3.6.2. বিজ্ঞান-সমিতির শিক্ষাগত মূল্য (Educational values of science club) :

- এই সমিতির মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা বা সদস্যরা বিজ্ঞানের বিভিন্ন নীতি ও তথ্যের সাথে পরিচিত হয়।
- বিজ্ঞান-সমিতির মাধ্যমে সদস্যদের মধ্যে বিজ্ঞান প্রতিভার অন্বেষণ সম্ভব হয়।
- তাত্ত্বিক পাঠের সঙ্গে বাইরের যোগসূত্র গড়ে তোলা যায়।
- বিজ্ঞান ক্লাবের মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা বা সদস্যরা ব্যক্তিগত আগ্রহ ও রুচি চরিতার্থ করতে পারে।
- শিক্ষার্থী ও সদস্যদের মধ্যে আত্মপ্রকাশের সুযোগ তৈরী হয়।
- সদস্যরা স্বাধীনভাবে কাজ করতে শেখে।

5.3.7. বিজ্ঞানকে জনমুখী করার জন্য বিজ্ঞান-সমিতির ভূমিকা (Role of science club in popularizing science) :



5.3.8. ফিল্ড ট্রিপ (Field Trip) :

বিজ্ঞানের বিষয়বস্তুকে বাস্তব-পরিধিতিতে পর্যবেক্ষণ করার জন্য বিদ্যালয়ের কাছাকাছি জায়গায় সল্প সময়ের জন্য শিক্ষার্থীদের নিয়ে যাওয়া হয় একে ফিল্ড ট্রিপ বলে। এটি কয়েক ঘন্টা বা একদিন-দেড়দিনের মধ্যে সীমাবদ্ধ।

➤ বিজ্ঞান শিক্ষার উদ্দেশ্য যখন শিক্ষার্থীদের বিদ্যালয় থেকে অপেক্ষাকৃত দূরবর্তী জায়গায় বেশ কয়েকদিনের জন্য নিয়ে যাওয়া হয় তখন তাকে শিক্ষামূলক ভ্রমণ বলা হয়।

5.3.8.1. ভৌতবিজ্ঞান ফিল্ড ট্রিপের স্থান (Places) :

- কারখানা।
- শিক্ষা প্রতিষ্ঠান।
- আবহাওয়া অফিস।
- আকাশবাণী।
- বিড়লা সায়েন্স মিউজিয়াম।
- সায়েন্স সিটি।
- বিজ্ঞান গবেষণাগার।
- বিজ্ঞান সংগ্রহশালা প্রভৃতি।

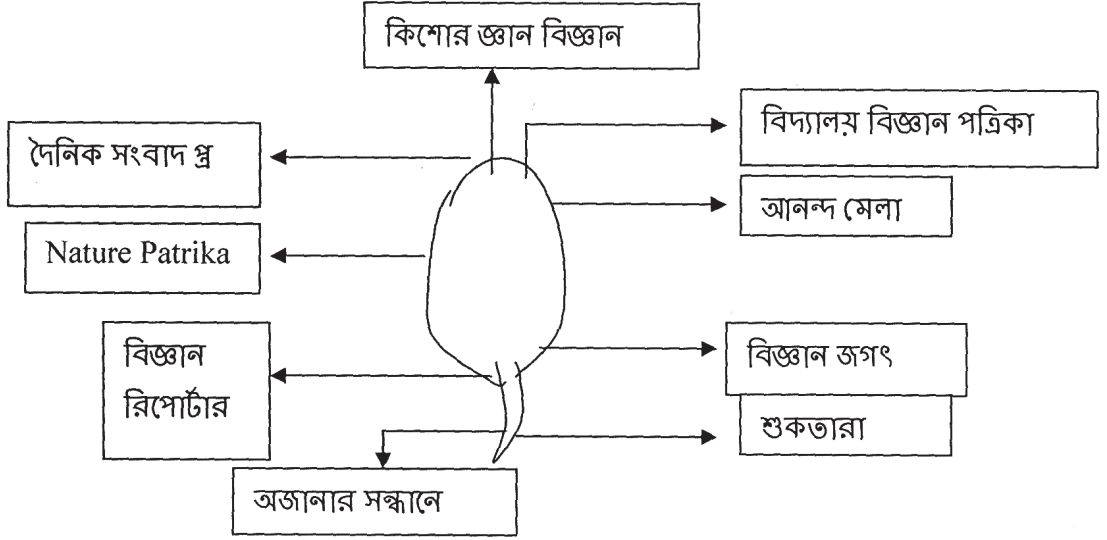
5.3.8.2. ভৌতবিজ্ঞান ফিল্ড ট্রিপের শিক্ষাগত মূল্য (Educational Values) :

- (a) শিক্ষার্থীর পর্যবেক্ষণ ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়।
- (b) প্রোজেক্টধর্মী কাজের ক্ষেত্রে বিশেষভাবে উপযোগী।
- (c) শিক্ষার্থীদের মধ্যে সহযোগিতার মনোভাব, সাংগঠনিক ক্ষমতা, আত্মনির্ভরতা ও দায়িত্ববোধের বিকাশ ঘটে।
- (d) শিক্ষণীয় বিষয় সম্পর্কে বাস্তব প্রাথমিক জ্ঞান আহরণের জন্য ফিল্ড ট্রিপ একটি উৎকৃষ্ট পন্থা।
- (e) ফিল্ডট্রিপের মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের সমস্যা সমাধান ক্ষমতা বাড়ে।
- (f) বিভিন্ন প্রতিষ্ঠান থেকে প্রাপ্ত জ্ঞানকে শিক্ষার্থীরা শ্রেণী শিক্ষার ক্ষেত্রে প্রয়োগ করতে পারে।
- (g) ভ্রমণ-বিষয়ক প্রবন্ধ লেখার মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের মধ্যে লিখনদক্ষতা গড়ে উঠে।
- (h) ফিল্ড ট্রিপ থেকে প্রাপ্ত জ্ঞানের মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা বিজ্ঞান-বিষয়ক মডেল তৈরী করতে পারে।
- (i) শিক্ষার্থীদের মধ্যে সৌন্দর্যবোধের বিকাশ ঘটে, একঘেয়েমি দূর হয়, সমাজের সাথে যোগসূত্র স্থাপিত হয়।
- (j) ফিল্ড ট্রিপ শিক্ষার্থীদের মধ্যে সমস্যা সমাধান ক্ষমতার বিকাশ ঘটায়।

5.3.9. বিজ্ঞান পত্রিকা (Science Magazine) :

শ্রেণী শিক্ষণ, বিজ্ঞান পাঠাগার এবং বিজ্ঞানের সহপাঠক্রমিক কার্যাবলীর (বিজ্ঞান-মেলা, বিজ্ঞান ক্লাব, ফিল্ড ট্রিপ) মাধ্যমে অর্জিত জ্ঞানকে যখন সাহিত্যের আকারে রিপোর্ট হিসাবে প্রকাশ করা হয় তখন তাকে বিজ্ঞান-পত্রিকা (Science Magazine) বলে।

5.3.9.1. বিজ্ঞান-পত্রিকার উদাহরণ (Examples of Science Magazine) :



5.3.9.2. বিজ্ঞান পত্রিকার বিষয়বস্তু (Contents) :

- বিজ্ঞানীদের জীবনী ও আবিষ্কার।
- বিজ্ঞান-বিষয়ক প্রবন্ধ।
- বিজ্ঞানধর্মী মজার গল্প।
- ব্যবহারিক জীবনে বিজ্ঞানের প্রয়োগ।
- বিজ্ঞান-বিষয়ক চার্ট, নকশা, চিত্র।
- স্বহস্ত নির্মিত যন্ত্রপাতি।
- বিজ্ঞানের ব্যবহারিক প্রয়োগ।
- বিভিন্ন কুসংস্কারের বৈজ্ঞানিক ব্যাখ্যা।
- স্বাস্থ্যসম্মত জীবনযাপনের পরামর্শ।
- বিজ্ঞানধর্মী কবিতা।

- পরিবেশকে দূষণ মুক্ত রাখার উপায়।
- পরিবেশ সচেতনতা বিষয়ক প্রবন্ধ।
- বিজ্ঞান সমিতির কার্যাবলীর বিবরণ।
- বিজ্ঞান-মেলায় প্রদর্শনীর বিবরণ।
- বিজ্ঞানের সাম্প্রতিকতম আবিষ্কার।
- বিভিন্ন খাদ্যাবলীর পুষ্টিগুণ সম্পর্কিত বিবরণী।
- খাদ্যে ভেজাল সম্পর্কিত সতর্কতার বিবরণ।

5.3.9.3. শিক্ষাগত মূল্য (Educational Values) :

- (a) শিক্ষার্থীদের মধ্যে সৃজনী ক্ষমতার বিকাশ ঘটে।
- (b) ভাষার বিকাশ ঘটে।
- (c) শিক্ষার্থীদের বিষয়জ্ঞানের বৃদ্ধি হয়।
- (d) বিজ্ঞানের নিত্যনতুন আবিষ্কার সম্বন্ধে শিক্ষার্থীরা ওয়াকিবহাল হয়।
- (e) শিক্ষার্থীদের মধ্যে সুচিন্তিত মতামত প্রকাশ ক্ষমতা বাড়ে।
- (f) শিক্ষার্থীদের কুসংস্কার মুক্ত করা যায়।

5.3.10. বিজ্ঞান-কুইজ (Science Quiz) :

শিক্ষার্থীদের বিজ্ঞান-বিষয়ক জ্ঞানের মূল্যায়নের একটি উপকরণ হল বিজ্ঞান-কুইজ। বর্তমানে বিজ্ঞান কুইজের প্রশ্নগুলি পাঠ্যসূচির মধ্যে সীমাবদ্ধ না রেখে পরিবেশে অনুষ্ঠিত বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক ঘটনা সম্পর্কিত সাধারণ জ্ঞানকেও এর অন্তর্ভুক্ত করা হয়। বিজ্ঞান-কুইজ প্রতিযোগিতা বিদ্যালয়স্তরে, জেলাস্তরে এবং সবশেষে রাজ্যস্তরে আয়োজন করা হয়।

5.3.10.1. শিক্ষাগত মূল্য (Educational Values) :

- (1) জ্ঞান-বিজ্ঞানের বিভিন্ন বই পড়ে ও ম্যাগাজিন পড়ে শিক্ষার্থীদের মধ্যে পাঠ্যাভ্যাস গড়ে ওঠে।
- (2) কুইজ থেকে শেখা তথ্যকে শিক্ষার্থীরা দৈনন্দিন জীবনে ব্যবহার করতে পারে।
- (3) এই প্রতিযোগিতা শিক্ষার্থীদের সহ-পাঠক্রমিক দক্ষতার মূল্যায়ন করে।
- (4) শিক্ষকদের দ্বারা অনুপ্রাণিত হয়ে অনেক শিক্ষার্থী বিজ্ঞান-বিষয়ে বিভিন্ন তথ্য পরিবেশন করতে পারে।

5.3.11. বিজ্ঞান-জাদুঘর (Science Museum) :

বিজ্ঞান-জাদুঘর হল বিজ্ঞান কক্ষ বা Resource যেখানে প্রকৃতির বৃকুে ছড়িয়ে থাকা বিভিন্ন সজীব ও নিসর্জীব বস্তুৰ নমুনা সংগ্রহ করে বিশেষভাবে সাজিয়ে রাখা হয়। বিজ্ঞান-জাদুঘর বিজ্ঞান শিখনে এবং বিজ্ঞানের প্রকারে দ্বৈত-ভূমিকা পালন করে থাকে।

5.3.11.1. ভৌতবিজ্ঞানের সংগ্রহশালায় সংরক্ষিত নমুনা সামগ্রী :

- চার্ট।
- মডেল।
- নকশা।
- যন্ত্রাংশের নমুনা।
- স্বাস্থ্য নির্মিত স্বল্পমূল্যের বা শূন্যমূল্যের উপকরণ।
- খনিজ পদার্থ।
- বিভিন্ন মৌলিক ও যৌগিক পদার্থ।
- বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি ইত্যাদি।

5.3.11.2. শিক্ষাগত মূল্য (Educational Values) :

- (a) শিক্ষার্থীদের মধ্যে পরিবেশ সম্পর্কে কৌতূহল সৃষ্টি করা।
- (b) নমুনা কীভাবে সংগ্রহ করতে হয়, সংগ্রহের স্থান, সংরক্ষণের উপায় ইত্যাদি সম্পর্কিত মানসিক ইচ্ছা শিক্ষার্থীদের মধ্যে গড়ে তোলা।
- (c) সংগৃহীত বস্তুকে বিজ্ঞান শিক্ষার কাজে লাগানো।
- (d) প্রাকৃতিক সম্পদকে কীভাবে কাজে লাগানো যায় সে সম্পর্কে জ্ঞান অর্জনে শিক্ষার্থীকে সহায়তা করা।
- (e) অবসর বিনোদনে বিজ্ঞান সংগ্রহশালা সদর্খক ভূমিকা নেয়।

5.3.12. ভৌতবিজ্ঞানে অধিক মেধাসম্পন্ন শিক্ষার্থীদের শনাক্তকরণ ও প্রতিপালন (Identification and Nurturance of special talent in physical science) :

5.3.12.1. অধিক মেধা-সম্পন্ন শিক্ষার্থী (Talented students) :

যে সমস্ত শিক্ষার্থী ভৌতবিজ্ঞানের ক্ষেত্রে বিদ্যালয়ের ওই শ্রেণীর শিক্ষার্থীদের চেয়ে অনেকটা বেশি এগিয়ে থাকে, তাদের অধিক মেধাসম্পন্ন শিক্ষার্থী বলা হয়।

বুদ্ধ্যাক্ষের ভিত্তিতে (IQ) বলা যায়, যে সমস্ত শিক্ষার্থীর ভৌতবিজ্ঞানে বুদ্ধ্যাক্ষ 120-এর বেশি তাদের বলা হয় ভৌতবিজ্ঞানে অধিক মেধাসম্পন্ন শিক্ষার্থী (Talented students in physical science).

5.3.12.1. অধিক মেধা-সম্পন্ন শিক্ষার্থীদের বৈশিষ্ট্য (অথবা সনাক্তকরণ) (Characteristics or Identification of Talented students) :

এই সমস্ত শিক্ষার্থীদের মধ্যে নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্যগুলি লক্ষ করা যায় —

- ভৌতবিজ্ঞানের বিষয়গুলি তাড়াতাড়ি বুঝতে পারে।
- এরা অভিসারী চিন্তন ক্ষমতার অধিকারী।
- অনুমান অপেক্ষা মুখস্থ করার ক্ষমতা বেশি।
- ভৌতবিজ্ঞানের বিষয়গত জ্ঞান উচ্চমাত্রায় উপস্থিত।
- বিষয়গত পারদর্শিতা অধিকমাত্রায় উপস্থিত।
- এরা অনেক প্রশ্ন জিজ্ঞাসা না করলেও শিক্ষকের ব্যাখ্যা ও উত্তর মনোযোগ দিয়ে শোনে।
- এদের IQ, 120-এর বেশি।
- ভৌতবিজ্ঞানের সৃজনশীল কাজে (চার্ট, মডেল ইত্যাদি তৈরী) এরা উৎসাহী হয়।
- বিজ্ঞানভিত্তিক বক্তৃতা ও আলোচনাসভা, প্রদর্শনী প্রভৃতিতে অংশগ্রহণে আগ্রহী হয় ও নিজস্ব মতামতকে প্রতিষ্ঠিত করার চেষ্টা করে।
- বিমূর্ত ধারণা গঠনে সক্ষম হয়।
- ভৌতবিজ্ঞানের ধারণাগুলি ব্যবহারিক ক্ষেত্রে প্রয়োগ করার চেষ্টা করে।
- ভৌতবিজ্ঞান পাঠ গ্রহণে এরা খুবই আগ্রহী হয়।
- ভবিষ্যতে ভৌতবিজ্ঞানে (পদার্থবিদ্যা বা রসায়নে) গবেষণার জন্য মানসিকভাবে প্রস্তুতি নেয়।

5.3.12.2. ভৌতবিজ্ঞানে অধিক-মেধাসম্পন্ন শিক্ষার্থীদের সাহায্যের জন্য শিক্ষকের ভূমিকা (Teacher's role to nurture the special talents in physical science) :

ভৌতবিজ্ঞানের শিক্ষক অভিনব শিক্ষণ কৌশল অবলম্বন করে অধিক-মেধাসম্পন্ন শিক্ষার্থীদের শনাক্ত করবেন এবং তাদের এই মেধাকে আরো অনুশীলনের মাধ্যমে উন্নততর করে তুলবেন যাতে তারা ভবিষ্যৎ জীবনে বিজ্ঞান-সাধনায় ব্রতী হতে পারে। এক মানব-কল্যাণে বিজ্ঞানকে কাজে লাগাতে পারে। এক্ষেত্রে শিক্ষকের ভূমিকাগুলি হল :

- (a) অধিক মেধাসম্পন্ন শিক্ষার্থীদের কৌতূহল নিবৃত্তি করার জন্য শিক্ষক যথার্থ ব্যবস্থা গ্রহণ করবেন।
- (b) শিক্ষার্থীদের সৃজনশীল কাজে শিক্ষক উৎসাহ দেবেন।
- (c) শিক্ষার্থীদের মেধার স্বীকৃতি দিতে হবে মূর্ত এবং বিমূর্ত পুরস্কারের মাধ্যমে।
- (d) শিক্ষক, শিক্ষার্থীদের স্বাধীন মতামতের ওপর গুরুত্ব দেবেন।
- (e) শিক্ষার্থীদের নিকট শিক্ষক বিভিন্ন ধরনের সমস্যা উপস্থাপিত করবেন এবং সমাধানের জন্য শিক্ষণক্ষেত্র তৈরী করবেন।

- (f) শিক্ষার্থীর চিন্তাশক্তির বিকাশসাধনের জন্য শিক্ষক চিন্তা-উদ্রেককারী প্রশ্ন করবেন।
- (g) পাঠ পরিচালনাকালে শিক্ষক, সমস্যা-সমাধান পদ্ধতি, আবিষ্কার পদ্ধতির ওপর গুরুত্ব দেবেন।
- (h) ভৌতবিজ্ঞানের বিভিন্ন প্রোজেক্টে শিক্ষার্থীদের অংশগ্রহণে শিক্ষক উৎসাহিত করবেন।
- (i) একজন অধিক মেধাসম্পন্ন শিক্ষার্থী যাতে তার প্রতিভাকে ভবিষ্যৎ জীবনে কাজে লাগাতে পারে এবং সেই অনুযায়ী বৃত্তি নির্বাচন করতে পারে সেদিকে শিক্ষক নজর দেবেন।
- (j) অধিক মেধাসম্পন্ন শিক্ষার্থীরা যাতে পরীক্ষাগারে কাজের সুযোগ পায় সেদিকে শিক্ষক নজর দেবেন।

N.B প্রতিভাসম্পন্ন শিক্ষার্থী (Gifted students) :

প্রতিভাবান এবং অধিক মেধাসম্পন্ন শিক্ষার্থী একই অর্থে ব্যবহৃত হয় —

- (i) প্রতিভাবান শিক্ষার্থীদের IQ, 130-140-এর মধ্যে হয়।
- (ii) এদের অনুমান ক্ষমতা বেশি।
- (iii) এরা অপেক্ষাকৃত কম পরিশ্রমী ও কম মনোযোগী, কিন্তু ভালো ফল করে।
- (iv) এরা কৌতূহলের সাথে বিজ্ঞান পাঠ করে।
- (v) এরা সাধারণত নিজের থেকে বেশি বয়সী শিক্ষার্থীদের সঙ্গে স্বাচ্ছন্দ্য বোধ করে।
- (vi) এরা অপসারী চিন্তন ক্ষমতার (divergent thinking) অধিকারী হয়।
- (vii) শিক্ষাগত ক্ষেত্র ছাড়াও অন্যান্য ক্ষেত্রেও এদের দক্ষতার পরিচয় পাওয়া যায়।

5.4. সারসংক্ষেপ (Summing up/Summary) :

- 1) বিজ্ঞান-মেজাজ বা বিজ্ঞান মনস্কতা হল শিক্ষার্থীদের মধ্যে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি গড়ে তোলা — যা শিক্ষার্থীর অনুভূতিমূলক ক্ষেত্রের পরিচায়ক।
- 2) খোলামন, কৌতূহল, সঠিক তথ্য জানার আগ্রহ, ধৈর্য, সততা, অধ্যাবসায়, পক্ষপাতহীন মনোভাব, যুক্তি ও বিচার বিশ্লেষণের মাধ্যমে সিদ্ধান্ত গ্রহণ, অন্যের দৃষ্টিভঙ্গির প্রতি আস্থা, মানব সমাজের কল্যাণে বিজ্ঞানকে কাজে লাগানোর উৎসাহ প্রভৃতি বৈশিষ্ট্য বিজ্ঞান মনস্কতার পরিচায়ক।
- 3) শিক্ষকের Use-ware, Software এবং Hardware সংক্রান্ত জ্ঞানই হল Scientific Technology Literacy বা বিজ্ঞান প্রযুক্তি বিষয়ক জ্ঞান।
- 4) চার্ট, মডেল, গ্রাফ, ব্ল্যাকবোর্ড, ছবি প্রভৃতি Use-ware-এর উদাহরণ।
- 5) কতকগুলি Software-এর নাম হল স্লাইড, ফিল্ম, ফিল্ম-ট্রিপস, ক্যাসেট, সি.ডি, M.S. Word, M.S. Excel ইত্যাদি।
- 6) কতকগুলি Hardware-এর উদাহরণ হল ওভারহেড প্রোজেক্টর, কম্পিউটার, রেডিও, দূরদর্শন, এপিডায়াক্সোপ ইত্যাদি।

- 7) সমস্ত জনমানসের মধ্যে বিজ্ঞানের চিন্তা-ভাবনা, নীতি, ধারণা গ্রহণযোগ্য করে তোলা, বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি গঠন, বিজ্ঞান সচেতনতা বৃদ্ধি এবং কুসংস্কারমুক্ত সমাজ গঠনই হল জনমুখী বিজ্ঞানের উদ্দেশ্য।
- 8) বিজ্ঞানের প্রসারের জন্য (Propagation of Science) বিজ্ঞানের শিক্ষণীয় বস্তুকে শ্রেণীকক্ষের নিয়ন্ত্রিত পরিবেশের মধ্যে আবদ্ধ না রেখে বাইরের পরিবেশে ছড়িয়ে দেওয়া প্রয়োজন এবং বিভিন্ন সহপাঠক্রমিক কার্যাবলীর সাহায্য নেওয়া প্রয়োজন।
- 9) বিজ্ঞানের প্রসারে, বিজ্ঞান-মেলা (Science fair) ও প্রদর্শনী (Exhibition), বিজ্ঞান সমিতি (Science club), ফিল্ড ট্রিপস (Field trips), বিজ্ঞান-পত্রিকা (Science Magazine) বিজ্ঞান কুইজ (Science Quiz), বিজ্ঞান জাদুঘর (Science museum) মুখ্য ভূমিকা পালন করে।
- 10) বিজ্ঞান-মেলার (Science fair) সাথে যুক্ত বিষয়গুলি হল প্রদর্শনী, স্বস্থ্যশিবির, আলোচনাচক্র, কুইজ, তাৎক্ষণিক বক্তৃতা প্রভৃতি।
- 11) বিজ্ঞান সমিতির কাজ হল —
 - (a) বিজ্ঞান বিষয়ক আলোচনা-সভার আয়োজন।
 - (b) যন্ত্রপাতি, চার্ট, মডেল প্রভৃতি তৈরী করা।
 - (c) বিজ্ঞান-ম্যাগাজিন পরিচালনা।
 - (d) বিজ্ঞান-মেলার আয়োজন।
 - (e) বিজ্ঞান-প্রসিদ্ধ স্থানে ভ্রমণের ব্যবস্থা করা প্রভৃতি।
- 12) কতকগুলি বিজ্ঞান সমিতির নাম —

A.I.S.T.A = All India Science Teachers' Association

N.C.S.T.C = National Council for Science & Technology Communication.

- 13) বিজ্ঞান শিক্ষার উদ্দেশ্য যখন শিক্ষার্থীরা বিদ্যালয় থেকে অপেক্ষাকৃত দূরবর্তী জায়গায় বেশ কয়েকদিনের জন্য যায়, তখন তাকে বিজ্ঞান শিক্ষামূলক ভ্রমণ বলে। বিদ্যালয়ের কাছাকাছি জায়গায় অল্প সময়ের জন্য শিক্ষার্থীদের নিয়ে যাওয়া হলে তাকে ফিল্ড ট্রিপ বলে।
- 14) কয়েকটি ফিল্ড ট্রিপের নাম হল — Science Centre, Science City, Science Museum, Botanical Garden, শিল্প প্রতিষ্ঠান, বিজ্ঞান-গবেষণাগার ইত্যাদি।
- 15) প্রতিভাবান (Gifted) শিক্ষার্থীদের IQ, 130-140-এর মধ্যে হয়। অপরপক্ষে অধিক মেধাসম্পন্ন (Talented) শিক্ষার্থীদের IQ, 120-এর বেশি হয়।
- 16) প্রতিভাবানরা অপসারী চিন্তন ক্ষমতার অধিকারী হয়, অপরপক্ষে অধিক মেধাসম্পন্ন শিক্ষার্থীরা অভিসারী চিন্তন ক্ষমতার অধিকারী হয়।
- 17) প্রতিভাবানদের অনুমান ক্ষমতা বেশি হয়, অপরপক্ষে অধিক মেধাসম্পন্নদের অনুমান ক্ষমতা অপেক্ষা মুখস্থ করার প্রবণতা বেশী।

5.5. প্রস্তাবিত পাঠ ও পুস্তক বিবরণী (Suggested Readings with Bibliography) :

- 1) Siddiqui & Siddiqui (1988), “ Teaching Science”, Today & Tomorrow - Doaba Publishing House, Delhi.
- 2) Nanda V.K. (1897) - “ Science Education Today” - Anmol Publishing Pvt. Ltd, New Delhi.
- 3) Vaidya, N (1971), “The Impact of Science Teaching”, Oxford, IBH Co, New Delhi.
- 4) Patnaik Sabila. P and et.al, “Source Book on Science Club activities”, Regional Institute of education, Mysore-6.
- 5) Jana, Bhat, Banerjee, “Physical Science Teaching”, Aheli Publishers, Kolkata.
- 6) Pal & Dhar, “Physical Science Teaching”, Rita Book Agency, Kolkata.

5.6. প্রশ্নমালা (Self-Check Question) :

A. সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন : (প্রতিটি প্রশ্নের মান ‘2’ নম্বর)

- (a) বিজ্ঞান মনস্কতা (Scientific temper) কী ?
- (b) সায়েন্স টেকনোলজি লিটারেসি বলতে কী বোঝায় ? [BU : 2009, BU : 2010]
- (c) ছাত্রদের মধ্যে বিজ্ঞানকে জনপ্রিয়করণের (Popularize science) দুটি উপায় উল্লেখ করুন। [BU :2009]
- (d) বিজ্ঞান-মেলায় দুটি ভূমিকা লিখুন।
- (e) বিজ্ঞান-সমিতির দুটি উদ্দেশ্য ব্যক্ত করুন। [BU : 2010]
- (f) বিজ্ঞান-সমিতি কী ? [BU : 2012]
- (g) সায়েন্স মিউজিয়ামের দুটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা উল্লেখ করুন।
- (h) ভৌতবিজ্ঞান শিখনে বিজ্ঞান-পত্রিকার দুটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা বিবৃত করুন।
- (i) ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণে ফিল্ড ট্রিপের দুটি শিক্ষাগত মূল্য লিখুন।
- (j) বিজ্ঞান কুইজের দুটি শিক্ষাগত মূল্য লিখুন।
- (k) ভৌতবিজ্ঞানে অধিক মেধাসম্পন্ন শিক্ষার্থী (Special Talented) কাদের বলা হয় ?
- (l) অধিক মেধাসম্পন্ন ও প্রতিভাবান শিক্ষার্থীদের মধ্যে দুটি পার্থক্য লিখুন।

B. রচনাধর্মী প্রশ্ন (Essay) :

- (1) সায়েন্স টেকনোলজি লিটারেসি কী? কেমন করে বিদ্যালয়স্তরে এটিকে সফল করে তোলা যাবে? বিজ্ঞান জনপ্রিয়করণ ও কীভাবে বিজ্ঞান জাদুঘরের ভূমিকা লিখুন। [BU, 2009] [3+3+4]
- (2) বিজ্ঞান জনপ্রিয়করণ ও বিস্তারে ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষকের ভূমিকা আলোচনা করুন। [BU, 2011] [4]
- (3) বিজ্ঞান ভিত্তিক মেজাজ বলতে কী বোঝায়? শিক্ষার্থীদের মধ্যে বিজ্ঞানভিত্তিক মেজাজ বিকাশের উপায়গুলি উল্লেখ করুন। ভৌতবিজ্ঞানে ‘বিজ্ঞান-প্রযুক্তি জ্ঞান বা স্বাক্ষরতা’ পরিধি সংক্ষেপে আলোচনা করুন। [2+3+5]
- (4) আপনি কেমন করে ভৌতবিজ্ঞানে বিশেষ মেধাসম্পন্ন শিক্ষার্থীদের শনাক্ত করবেন এবং যত্ন নেবেন? [BU, 2009] [4]
- (5) টীকা লিখুন : ভৌতবিজ্ঞানের বিশেষ মেধাসম্পন্ন ছাত্রছাত্রীদের লালনপালনে ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষকের ভূমিকা। [BU, 2010] [5]

Unit-6

Title : ভৌতবিজ্ঞানে উপস্থিতমতো তৈরী যন্ত্রপাতি

(Improvisation of materials for physical science teaching)

6.1 কাম্য-আচরণগত-শিখন-সামর্থ্যসমূহ (Expected Learning Outcomes in terms of Behaviour) :

এই অধ্যায়ের পাঠগ্রহণের শেষে শিক্ষার্থীরা যে সমস্ত সামর্থ্যগুলি অর্জন করবে সেগুলি হল:

উপস্থিতমতো তৈরী যন্ত্রপাতি বা স্বহস্তনির্মিত যন্ত্রপাতি সম্পর্কে শিক্ষার্থী ধারণা লাভ করতে পারবে।

- বিজ্ঞান শিক্ষায় উপস্থিতমতো তৈরী যন্ত্রপাতির গুরুত্ব উপলব্ধি করতে পারবে।
- ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষায় কম্পিউটারের ব্যবহার সম্পর্কে শিক্ষার্থীরা জানতে পারবে।
- ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণের ক্ষেত্রে মডেলের গুরুত্ব ও ব্যবহার সম্পর্কে শিক্ষার্থীরা ধারণা লাভ করবে।
- ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণে পরীক্ষাগারের প্রয়োজনীয়তা সম্পর্কে শিক্ষার্থীরা জ্ঞান লাভ করবে।

6.2 ভূমিকা (Introduction) :

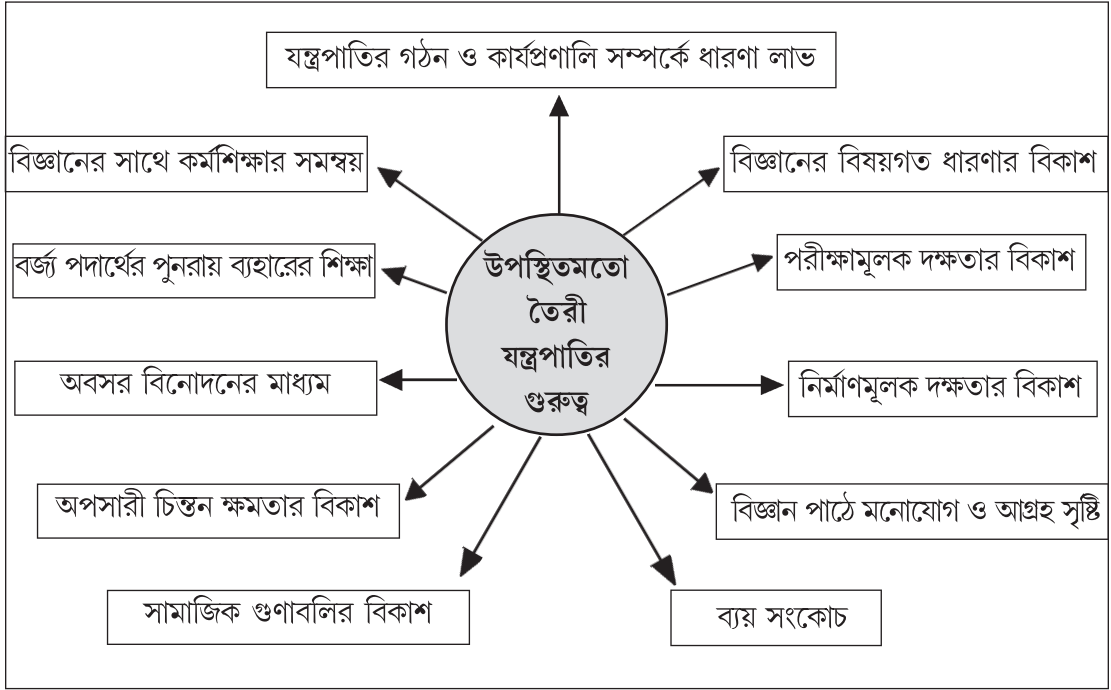
বিজ্ঞান শিক্ষণকে কার্যকরী করে তোলার জন্য শিক্ষকের শিক্ষাকৌশল, পদ্ধতি ছাড়াও শিক্ষা-সহায়ক উপকরণের গুরুত্ব অপরিহার্য। আর্থিক সঙ্গতিহীন বিদ্যালয়গুলিতে শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ হিসাবে স্বহস্ত নির্মিত যন্ত্রপাতির গুরুত্ব অনস্বীকার্য। বর্তমান বিজ্ঞান শিক্ষাকে মনোগ্রাহী করে তোলার জন্য কম্পিউটার ও মডেলের সাহায্য নেওয়া হয়ে থাকে। ব্যবহারিক জ্ঞানলাভের জন্য বিজ্ঞানে পরীক্ষাগার অপরিহার্য। এই অধ্যায়ে আমরা উপরোক্ত বিষয়গুলির বিজ্ঞান শিক্ষায় ভূমিকা নিয়ে আলোচনা করব।

6.3 বিষয়বস্তু (Content)

6.3.1 স্বহস্ত নির্মিত যন্ত্রপাতি বা উপস্থিতমতো তৈরি যন্ত্রপাতি (Improvised apparatus) :

মূল্যবান যন্ত্রপাতির অভাব পূরণের জন্য শিক্ষক-শিক্ষার্থী যৌথ উদ্যোগে স্বল্পমূল্য বা শূন্যমূল্যের (Low cost or No cost material) কাঁচামাল ব্যবহার করে নিজহাতে বিজ্ঞানের বিভিন্ন পরীক্ষানিরীক্ষার উপযোগী যন্ত্রপাতি, মডেল ও অন্যান্য শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ তৈরী করা হয়। এই ধরনের যন্ত্রপাতিকেই উপস্থিতমতো তৈরী যন্ত্রপাতি বা স্বহস্তনির্মিত যন্ত্রপাতি বলা হয়।

6.3.1.1 বিজ্ঞান শিক্ষায় উপস্থিতমতো তৈরী যন্ত্রপাতির গুরুত্ব (Importance of Improved apparatus in teaching science) :



6.3.1.2 সহস্ত্র নির্মিত যন্ত্রপাতির অসুবিধা (Disadvantages of Improvised apparatus) :

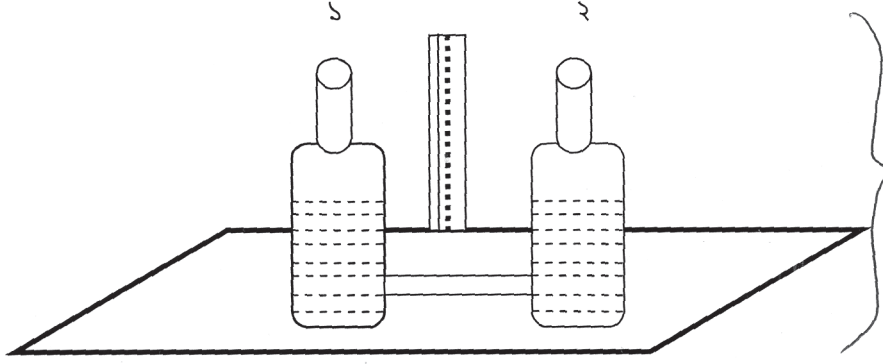
- সহস্ত্র নির্মিত যন্ত্রপাতির স্থায়িত্ব কম।
- সহস্ত্র নির্মিত যন্ত্রপাতি সঠিক ফলাফল দেয় না।
- অনেক সময় সহস্ত্র নির্মিত যন্ত্রপাতি তৈরীর খরচ বাজার থেকে কেনা যন্ত্রপাতির থেকে বেশী হয়।

6.3.1.3 কয়েকটি স্বহস্ত্র নির্মিত যন্ত্রপাতির ব্যবহারিক উদাহরণ (Practical examples of Improvised apparatus) :

(1) জলের সমোচ্চশীলতা ধর্ম দেখানোর পরীক্ষা :

উপকরণঃ দুটি স্বচ্ছ খালি জলের বোতল, স্টপার যুক্ত প্লাস্টিকের নল, স্কেল, আঠা।

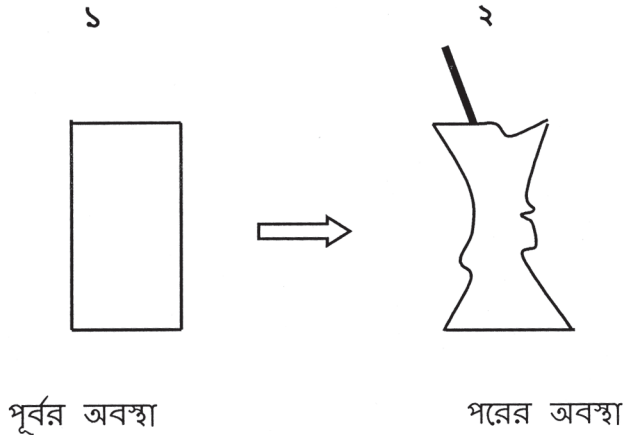
পরীক্ষণঃ বোতল দুটির নীচের দিকে ছিদ্র করে স্টপার যুক্ত প্লাস্টিকের নল দিয়ে সংযোগ করা হল। একটি কাঠের স্কেলকে স্ট্যান্ডের সাহায্যে আটকানো হল। স্টপারটি বন্ধ থাকা অবস্থায় 1নং বোতল জল ভরা হল। স্টপারটি খুলে দেবার কিছুক্ষণ পর বোতল দুটিতে জলস্তরের উচ্চতার পাঠ নেওয়া হল। এর থেকে কী সিদ্ধান্তে আসা যায় তা শিক্ষার্থীদের জিজ্ঞাসা করে ব্ল্যাকবোর্ডে লিখতে হবে।



(2) বায়ুর পার্শ্বচাপের পরীক্ষা :

উপকরণঃ প্লাস্টিকের স্ট্র সহ খালি ফুটির (ফলের রসের প্লাস্টিক প্যাকেট) প্যাকেট।

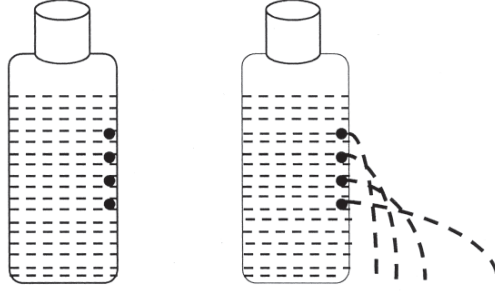
পরীক্ষণঃ স্ট্র-এর সাহায্যে খালি প্যাকেটের ভেতর থেকে বাতাস টানা হল এবং কিছুক্ষণ পর স্ট্র-এর মুখ উন্মুক্ত রাখা হল। উভয়ক্ষেত্রে কী ঘটবে, এর থেকে কী সিদ্ধান্ত পৌঁছানো যায় তা শিক্ষার্থীদের জিজ্ঞাসা করে বোর্ডে লিখতে হবে।



(3) তরলের চাপ গভীরতার ওপর নির্ভর করেঃ

উপকরণঃ একটি খালি প্লাস্টিকের জলের বোতল, জল, মোম।

পরীক্ষণঃ প্লাস্টিকের বোতলটি নিয়ে তার গায়ে সমান দূরত্বে চারটি ছিদ্র করা হল। প্রথমে এই ছিদ্রগুলিকে মোম দিয়ে আটকানো হল। এর পর বোতলটির ভেতরে জল প্রবেশ করানো হল। এরপর ছিদ্রগুলিকে খুলে দেওয়া হল, দেখা যাবে চারটি ছিদ্র দিয়েই জল বেরিয়ে আসছে। সবচেয়ে নীচের ছিদ্র দিয়ে জল অনেক দূর পর্যন্ত যাচ্ছে। এর থেকে শিক্ষার্থীরা সিদ্ধান্ত নেবে তরলের চাপ গভীরতার ওপর নির্ভর করে।

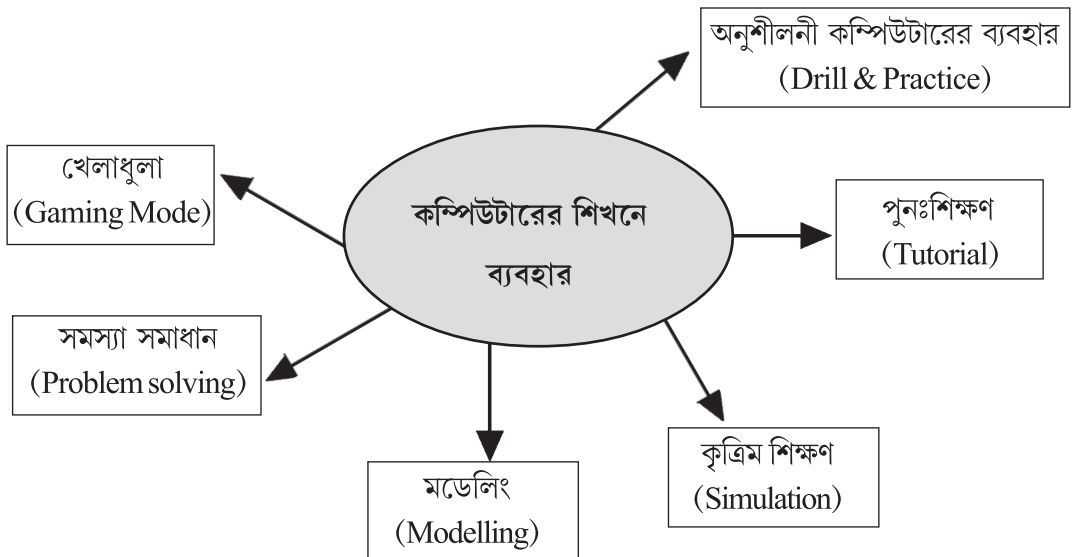


6.3.2. ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষায় কম্পিউটার (Computer in Physical Science Education) :

কম্পিউটার, Hardware হিসাবে বর্তমানে শিক্ষণ প্রক্রিয়াকে অনেকাংশে সাহায্য করে বা নিয়ন্ত্রণ করে। পাঠ্যপুস্তকের পরিবর্তে (Substitute) হিসাবেও বর্তমানে কম্পিউটারকে ব্যবহার করা হচ্ছে। কম্পিউটার একজন শিক্ষার্থীর শিখন ও নির্দেশনায় সাহায্য করে। কম্পিউটার শিক্ষার্থীদের বিষয় শিখনের অগ্রগতি পরিমাপ করে। দুর্বলতার দিকগুলি নির্দেশ করে। কম্পিউটারের মাধ্যমে শিক্ষার্থীর বিশেষ বিষয়ে বৌদ্ধিক বিকাশ (জ্ঞান, বোধ, প্রয়োগ, দক্ষতা) কতটা অর্জিত হয়েছে তা মানা সম্ভব। কম্পিউটার তাই বর্তমানে যান্ত্রিক শিক্ষকের ভূমিকা পালন করছে। কম্পিউটারের মাধ্যমে শিক্ষা প্রক্রিয়াকে নিয়ন্ত্রণ করা এবং শিক্ষণীয় বিষয়বস্তুর বিকল্পিত রূপ শিক্ষার্থীর কাছে সুষ্ঠুভাবে উপস্থাপন করার পদ্ধতিই হল কম্পিউটার-সহযোগী শিক্ষণ (Computer Assisted Instruction)

কম্পিউটার বিভিন্ন Mode এ শিখনে সাহায্য করে।

সেগুলি হল :



6.3.2.1. ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষায় কম্পিউটার ব্যবহারের সুযোগ (Application of Computer in teaching Physical Science) :

- 1) চিহ্ন, প্রতীক, সংকেত, প্রভৃতি পরিভাষা শিখনে কম্পিউটারের সাহায্য নেওয়া হয়।
- 2) গাণিতিক সমস্যার সমাধানে : গাণিতিক সমস্যা (পদার্থবিদ্যা ও রসায়নবিদ্যা) সমাধানে শিক্ষক প্রোগ্রাম প্যাকেজ তৈরী করেন এবং প্রয়োজনমতো ব্যবহার করেন।
- 3) বিভিন্ন গ্রাফ ও চিত্রদ্বারা বিষয়বস্তুর উপস্থাপনে :- বিভিন্ন চলরাশির (variables) মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন, একটি রাশির পরিবর্তনের সাথে অপর রাশির পরিবর্তনের প্রকৃতি কম্পিউটারের সাহায্যে লেখচিত্র অঙ্কন করে দেখানো যায়।
- 4) বিভিন্ন শ্রেণীবিভাগ ও ক্রমবিন্যাস শিখনে: পদার্থবিদ্যা ও রসায়নের বিভিন্ন শ্রেণীবিভাগ ও ক্রমবিন্যাস বোঝানোর ক্ষেত্রে কম্পিউটারকে কাজে লাগানো হয়।
- 5) বিভিন্ন পদ্ধতির ধারাবাহিক চিত্র (flow chart) অঙ্কনে:- কম্পিউটারের মাধ্যমে ধারাবাহিক চিত্র বা রেখচিত্র (flow chart or line diagram) অঙ্কনের সাহায্যে বিষয়বস্তুকে কম সময়ে সুন্দরভাবে উপস্থাপিত করা যায়।
- 6) ভৌতবিজ্ঞানের বিষয়বস্তু উপস্থাপনে: ভৌতবিজ্ঞানের বিষয়বস্তু - তত্ত্ব, নীতি, প্রভৃতি মাইক্রোসফট ওয়ার্ডে টাইপ করে পাওয়ার পয়েন্টের মাধ্যমে স্লাইড শো-এর সাহায্যে শিক্ষার্থীদের নিকট পর্যায়ক্রমে উপস্থাপন করা যায়।
- 7) অনুশীলনীমূলক পাঠদান ও পুনঃশিখনে: কম্পিউটারের মাধ্যমে সুনির্দিষ্ট প্রোগ্রাম অনুযায়ী বিষয়বস্তুকে বারবার উপস্থাপন করা যায় এবং শিক্ষার্থীর অগ্রগতির রেকর্ড রাখা যায়।
- 8) পরীক্ষাগারের প্রতিকল্প হিসাবে: অনেকসময় পরীক্ষাগারের বিকল্প হিসাবে কম্পিউটার ব্যবহার করে পরীক্ষাগার পরিস্থিতির প্রতিকল্প পরিবেশ সৃষ্টি করা যায়।

6.3.2.2 কম্পিউটার শিক্ষণের সুবিধা (Advantages of computer Education) :

- 1) কম্পিউটারের মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের নিরাময়মূলক শিক্ষাব্যবস্থা গ্রহণ করা হয় এবং তাতে শিক্ষার্থীদের সক্রিয়তাকে বাড়ানো সম্ভব হয়।
- 2) কম্পিউটার পরীক্ষাগার পদ্ধতির বিকল্প হিসাবে ব্যবহার করা হয়।
- 3) কম্পিউটারের মাধ্যমে শিখনে শিক্ষার্থীদের ভুল ত্রুটি নির্দেশিত হয় এবং সংশোধনী পাঠ দেওয়া হয়।
- 4) ছবি আঁকা, পরীক্ষা করা, প্রশ্নের বিষয়বস্তু সাজানো, গাণিতিক সমস্যা সমাধানের ক্ষেত্রে কম্পিউটারের ভূমিকা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।
- 5) অনগ্রসর শিক্ষার্থীদের ক্ষেত্রে অপেক্ষাকৃত কোন বিষয় শিখতে কম্পিউটার সাহায্য করে।
- 6) দূরগত (distance education) শিক্ষণের ক্ষেত্রে শিক্ষার্থীকে উপযুক্ত জ্ঞান লাভে কম্পিউটার সাহায্য করে।

6.3.2.3. কম্পিউটার শিক্ষণের অসুবিধা (Disadvantages of computer education) :

- 1) কম্পিউটারের মাধ্যমে শিক্ষণে উপযুক্ত পরিকাঠামোর অভাব (lack of infrastructure)
- 2) কম্পিউটার শিক্ষকের পরিবর্ত (alternative) হতে পারে না। শিক্ষার্থীর সাথে কম্পিউটারের মানবীয় সম্পর্ক (Human relation) গড়ে ওঠা সম্ভব নয়।
- 3) বিদ্যালয়গুলিতে কম্পিউটার প্রশিক্ষণ প্রাপ্ত বিজ্ঞান শিক্ষকের যথেষ্ট অভাব লক্ষ করা যায়।
- 4) কম্পিউটারের মাধ্যমে শিক্ষায় শিক্ষার্থী জৈব-মানসিক কর্মদক্ষতা অর্জন করে না।

6.3.3 ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণের ক্ষেত্রে মডেলের ব্যবহার (Use of Models in Teaching Physical Science) :

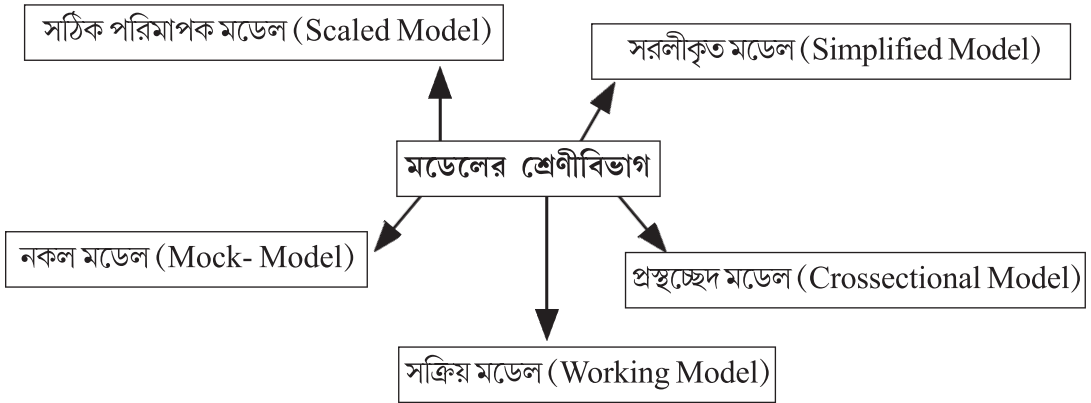
মডেল হল কোন বস্তুর ত্রিমাত্রিক (Three dimensional) প্রতিক্রম।

মডেল বস্তুর আকৃতির সমান, ছোটো বা বড়ো হতে পারে।

বিষয়বস্তু সম্পর্কে সুস্পষ্ট ধারণা দেওয়ার জন্য (যেখানে চার্ট বা ছবি সহায়ক নয়) মডেল ব্যবহার করা হয়।

অনেক সময় শিক্ষণীয় বস্তুর আকৃতিগত সমস্যার জন্য (খুব বড় বা খুব ছোট হলে) শ্রেণীকক্ষে আনা সম্ভব নয়। সেক্ষেত্রে শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ হিসাবে মডেল ব্যবহার করা হয়।

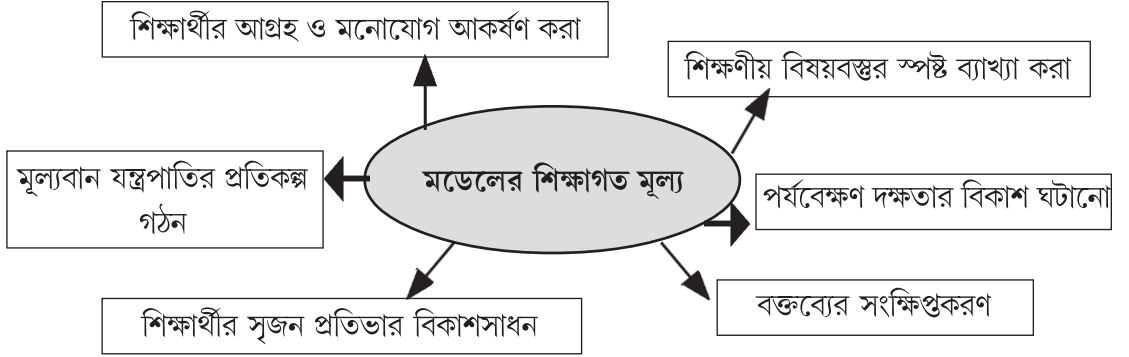
6.3.3.1. মডেলের শ্রেণীবিভাগ (Classification of Models) :



- a) **সঠিক পরিমাপক মডেল** : বস্তুর বাহ্যিক গঠন ও প্রকৃতি বোঝানোর জন্য এই ধরনের নিখুঁত মডেল ব্যবহার করা হয়। উদাহরণ— পরমাণুর গঠন চিত্রের মডেল, গ্যাস প্ল্যান্টের মডেল, জলাধারের মডেল ইত্যাদি।
- b) **সরলীকৃত মডেল** : শিক্ষণীয় বস্তু জটিল হলে সরলীকৃত মডেল ব্যবহার করে বিষয়বস্তুর ধারণা দেওয়া হয়। উদাহরণ— পেরিস্কোপ, সূচীছিদ্র ক্যামেরার মডেল, পাতন যন্ত্রের মডেল।

- c) **প্রস্থচ্ছেদ মডেল** : কোন আবদ্ধ বস্তুর ভেতরের অবস্থাকে শিক্ষার্থীদের সামনে মূর্ত করে তোলার জন্য এই ধরনের মডেল ব্যবহার করা হয়। উদাহরণ— বৈদ্যুতিক ঘণ্টা, ইলেকট্রিক হিটার, বৈদ্যুতিক মোটর ইত্যাদি।
- d) **নকল মডেল (Mock model)** : পাঠ্যবস্তুকে মনোগ্রাহী করে তোলার জন্য কোন বস্তুর অংশবিশেষকে ত্রিমাত্রিক রূপ দেওয়া হয়। এই ধরনের মডেল হাস্যকর দেখতে হয়। উদাহরণ— ফিউজ বাস্বকে নকল পাতন যন্ত্র হিসাবে, রেডিও-র ভাঙা অংশগুলিকে জোড়া লাগিয়ে রেডিও-র নকল মডেল তৈরী করা হয়।
- e) **সক্রিয় মডেল (Working model)** : সক্রিয় মডেলের সাহায্যে কোন যন্ত্রের গঠন ও কার্যপ্রণালী উভয় সম্পর্কে ধারণা দেওয়া কমবে। উদাহরণ— মোটর গাড়ীর ইঞ্জিন কীভাবে কাজ করে তা বোঝানোর জন্য সক্রিয় মডেল ব্যবহার করা যায়।

6.3.3.2. মডেলের শিক্ষাগত মূল্য (Educational values of Model) :



6.3.3.3. মডেল নির্মাণ ও ব্যবহারের শর্তাবলী (Condition for preparation and using models) :

- মডেলের আকার এমন হওয়া উচিত যাতে শ্রেণীর সময় শিক্ষার্থীরা সঠিকভাবে পর্যবেক্ষণ করতে পারে।
- মডেলটি বেশ দৃঢ় হওয়া প্রয়োজন।
- প্রকৃত বস্তুর সাথে সামঞ্জস্য রেখে মডেল প্রস্তুত করতে হবে।
- মডেলটি হালকা হওয়া প্রয়োজন যাতে সহজে বহন করা যায়।
- প্রকৃত বস্তুর আকার খুব ছোট বা খুব বড় হলে আনুপাতিক পরিমাপ সম্পন্ন মডেল (scaled model) ব্যবহার করতে হবে।
- শিক্ষণীয় বস্তু জটিল হলে সরলীকৃত মডেল (simplified) ব্যবহার করা উচিত।
- শিক্ষার্থীর সুবিধার জন্য মডেল ব্যবহারের পাশাপাশি প্রকৃত বস্তুর একটি নকশা বা চিত্র ব্যবহার করা উচিত।

6.3.3.4. মডেল সহযোগে পাঠদানের উদাহরণ (Exam of teaching physical science with model):

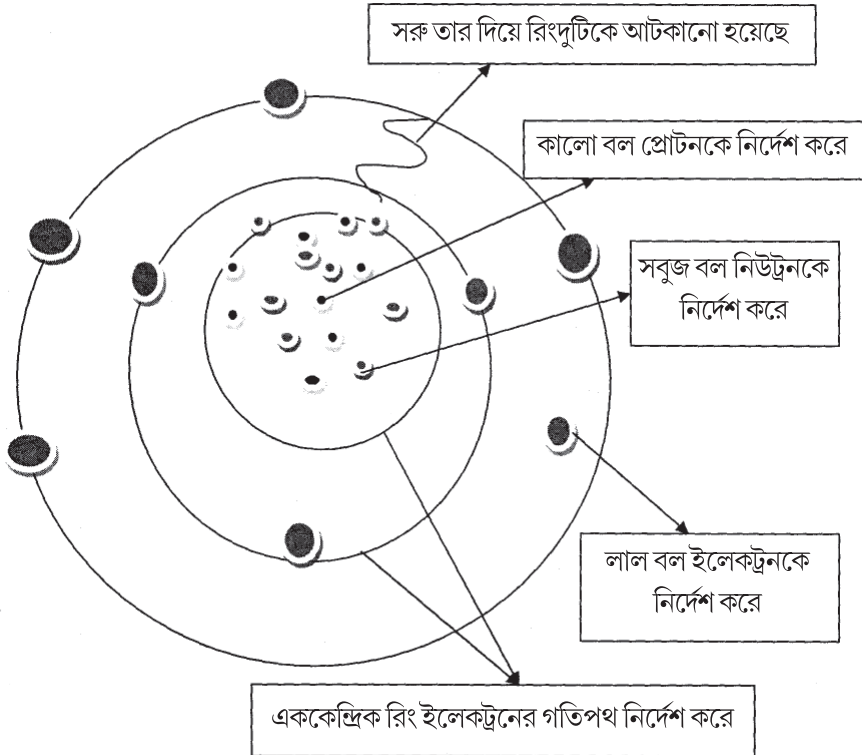
বিষয় : ভৌতবিজ্ঞান
শ্রেণী : অষ্টম

একক - পদার্থ
উপএকক - পরমাণুর গঠন

(A) পরমাণুর গঠনের মডেল নির্মাণ (Construction of Model of Atom):

পরমাণুর গঠনের একটি রিং-বল মডেল তৈরী করতে হবে।

- 1) প্রথমে ত্রুণবর্ধমান ব্যাসার্ধের তিনটি এককেন্দ্রিক রিং নিতে হবে (কার্বন পরমাণুর জন্য) যা ইলেকট্রনের কক্ষপথ নির্দেশ করবে।
- 2) রিংগুলিতে আটকে রাখা লাল বলগুলি ইলেকট্রন বোঝাবে।
- 3) একটি স্বচ্ছ বড়ো ফাঁকা বলকে ছোটো রিং-এর মধ্যে বসানো হবে এবং বলটি খুলে তার মধ্যে কালো বলগুলি (প্রোটন) এবং সবুজ বলগুলি (নিউট্রন) ঢোকানো হবে। বাইরের থেকে বোঝা যাবে স্বচ্ছ বলটির মধ্যে কতগুলি কালো ও সবুজ বল আছে।
- 4) এককেন্দ্রিক রিংগুলিকে সরু তার দিয়ে আটকানো হয়।



পরমাণু গঠনের মডেল

(B) মডেলটির ব্যবহার (Use of the Model):

শিক্ষকমহাশয় ব্যাকবোর্ডে মডেলটির বিভিন্ন অংশগুলি উল্লেখ করবেন, শিক্ষার্থীদের কিছু প্রশ্ন করবেন —

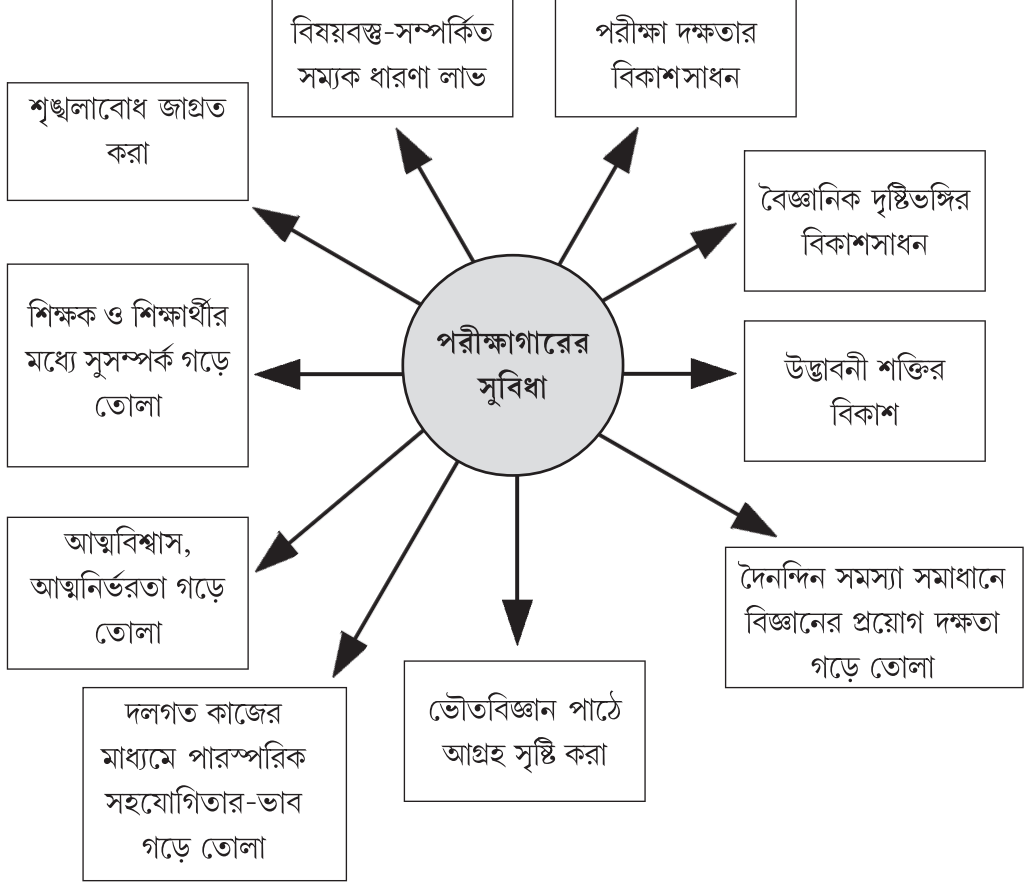
শিক্ষকের প্রশ্ন	শিক্ষার্থীর সম্ভাব্য উত্তর
1) ফাঁপা স্বচ্ছ বলটি দেখিয়ে প্রশ্ন করবেন-এটি পরমাণুর কোন অংশ নির্দেশ করছে?	1) পরমাণু কেন্দ্রক।
2) ফাঁপা বলটিতে কী কী আছে?	2) প্রোটন ও নিউট্রন দেখা যাচ্ছে।
3) কতগুলি প্রোটন ও নিউট্রন দেখতে পাচ্ছে?	3) ৪টি প্রোটন ও ৪টি নিউট্রন দেখা যাচ্ছে।
4) রিংগুলি কী নির্দেশ করছে?	4) ইলেকট্রনের গতিপথ বা নিউক্লিয়াস বহির্ভূত ইলেকট্রন মহল।
5) কটি ইলেকট্রন দেখা যাচ্ছে?	5) ৪টি ইলেকট্রন।
6) পরমাণুটির মোট আধান কত?	6) মোট আধান শূন্য—কারণ, ৪টি ইলেকট্রনের মোট ঋণাত্মক আধান ও ৪টি প্রোটনের মোট ধনাত্মক আধান সমান ও বিপরীত।
7) পরমাণুটির ইলেকট্রন বিন্যাস কী হতে পারে?	7) K -কক্ষপথে ২টি এবং L -কক্ষপথে ৬টি ইলেকট্রন আছে।
8) পরমাণুটির পারমাণবিক সংখ্যা ও ভরসংখ্যা কত?	8) ৪টি প্রোটনের উপস্থিতির জন্য পারমাণবিক সংখ্যা = ৪, ভরসংখ্যা = প্রোটনসংখ্যা + নিউট্রনসংখ্যা = ৪ + ৪ = 16
9) পরমাণুটির নাম কী?	9) অক্সিজেন।

শিক্ষার্থীরা প্রতিক্রিয়ার মাধ্যমে পাঠে অংশ নেবে।

6.3.4 ভৌতবিজ্ঞান পরীক্ষাগার (Physical science Laboratory):

বিদ্যালয়ের যে কক্ষে শিক্ষকের তত্ত্বাবধানে পরীক্ষানিরীক্ষার মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা ভৌতবিজ্ঞানের ব্যবহারিক জ্ঞান (practical knowledge) অর্জন করে তাকেই ভৌতবিজ্ঞানের পরীক্ষাগার (Physical science Laboratory) বলা হয়। ভৌতবিজ্ঞান পরীক্ষাগার শিশু বিজ্ঞানীদের গবেষণাস্থল যা তাদের ভবিষ্যৎ গবেষণায় প্রেরণা জোগায়।

6.3.4.1 ভৌতবিজ্ঞান-শিক্ষণে পরীক্ষাগারের প্রয়োজনীয়তা ও গুরুত্ব (Need & importance of Laboratory in teaching-physical science) :



6.3.4.2 ভৌতবিজ্ঞান-শিক্ষণে পরীক্ষাগারের অসুবিধা (Disadvantages of Laboratory in teaching physical science):

- বিদ্যালয়গুলিতে উপযুক্ত পরিকাঠামোর অভাব।
- আর্থিক সমস্যার কারণে পরীক্ষাগার পরিচালনা করা কষ্টকর।
- পাঠ্যক্রমে ভৌতবিজ্ঞানের ব্যবহারিক দিক অবহেলিত।
- উপযুক্ত ব্যবহারিক মূল্যায়ন ব্যবস্থার ঘাটতি।
- শিক্ষকদের মানসিকতার অভাব।
- পরীক্ষাগার সহায়কের অভাব।
- ব্যবহারিক পাঠ্যক্রমে বৈচিত্র্যের অভাব।

6.3.4.3 ভৌতবিজ্ঞান পরীক্ষাগারের পরিকল্পনা (Planning of physical science Laboratory):

সীমিত আর্থিক সংগতিসম্পন্ন বিদ্যালয়ে উপযুক্ত পরীক্ষাগার স্থাপনের একটি পরিকল্পনা নিচে আলোচনা করা হল-

1. **পরীক্ষাগারের অবস্থান :** বিদ্যালয়ের মূল গৃহ থেকে পরীক্ষাগারটি দূরে থাকবে যাতে পরীক্ষাগারের শব্দ, বিষাক্ত গ্যাসের গন্ধ কোন সমস্যা তৈরী না করে।
2. **পরীক্ষাগারের আকার :** পরীক্ষাগারের আকার 20' 25'-এর কাছাকাছি হওয়া দরকার।
3. **পরীক্ষাগারের আসবাবপত্র :**
 - (i) শিক্ষার্থীদের বসার জন্য ছোটো টুল, বেঞ্চ।
 - (ii) জিনিসপত্র রাখার জন্য কাঠের ও স্টীলের আলমারি।
 - (iii) পদার্থবিদ্যার পরীক্ষাগারের জন্য 7' 4' 3' মাপের 3-4 টি টেবিল থাকবে যার উপরে পরীক্ষা সম্পাদন করা হবে।
 - (iv) রসায়নাগারের জন্য ব্যবহৃত টেবিলটিতে বেসিন, জলের ট্যাপ ও গ্যাস-পাইপ লাগানো থাকবে।
 - (v) একটি বড়ো মাপের ব্ল্যাকবোর্ড বা হোয়াইট বোর্ড দেওয়ালে টাঙানো থাকবে।
4. **বায়ু-চলাচল ব্যবস্থা :**
 - (i) রসায়নাগারের বিষাক্ত গ্যাস যাতে দ্রুত বেরিয়ে যেতে পারে সেজন্য কয়েকটি ভেন্টিলেটর ও রাখা দরকার।
 - (ii) বায়ু চলাচলের জন্য মুখোমুখি দেওয়ালে বড়ো জানালা রাখতে হবে।
5. **জলের ব্যবস্থা :** হাত ধোয়া, জিনিসপত্র ধোয়া ও টেস্টিংউব পরিষ্কারের জন্য ঘরের কোণে উপযুক্ত বেসিন রাখতে হবে।
6. **গ্যাসের ব্যবস্থা :** রসায়নাগারে বার্নার জ্বালানো এবং পদার্থবিদ্যার ক্ষেত্রে তাপের পরীক্ষা করার জন্য পরীক্ষাগারে গ্যাস সরবরাহের ব্যবস্থা থাকা দরকার।
7. **আলোর ব্যবস্থা :** পরীক্ষাগারে উপযুক্ত পরিমাণ আলোর ব্যবস্থা থাকা দরকার।
8. **অগ্নি-নির্বাপক ব্যবস্থা :** পরীক্ষাগারে কোনো কারণে আগুন লাগলে তা নেভানোর জন্য পরিমাণমতো বালি ও অগ্নি-নির্বাপক (Fire-extinguisher) যন্ত্র রাখতে হবে।
9. **আবর্জনা ফেলার ব্যবস্থা :** পরীক্ষাগারে অব্যবহারযোগ্য উপকরণগুলি ও রাসায়নিক দ্রব্যগুলি ফেলবার জন্য উপযুক্ত ব্যবস্থা থাকা দরকার।

10. পরীক্ষাগারের প্রয়োজনীয় কক্ষ :

- (i) **প্রস্তুতি কক্ষ (Preparation room):** পরীক্ষা শুরুর আগে প্রয়োজনীয় উপকরণগুলি এই কক্ষে যথাযথভাবে সাজিয়ে রাখা হয়।
- (ii) **বক্তৃতা কক্ষ (Lecture room):** বিজ্ঞানের শ্রেণীকক্ষটি পরীক্ষাগার সংলগ্ন হওয়া উচিত।
- (iii) **সংরক্ষণ কক্ষ (Storage room):** মূল্যবান যন্ত্রপাতি, বিষাক্ত কেমিক্যাল, অ্যাসিড, ক্ষার ইত্যাদি যে ঘরে রাখা হয় তাকে সংরক্ষণ কক্ষ বলে। শিক্ষণ-শিখন উপকরণগুলিকেও এই কক্ষে সংরক্ষণ করা হয়।
- (iv) **অন্ধকার কক্ষ (Dark room):** আলোক সংক্রান্ত পরীক্ষাগুলির জন্য অন্ধকার কক্ষের ব্যবস্থা করা হয়।

11. নোটিশ বোর্ড : পরীক্ষাগারের অভ্যন্তরে দরজার কাছাকাছি নোটিশ বোর্ড রাখা দরকার।

12. প্রাথমিক চিকিৎসার ব্যবস্থা : পরীক্ষাগারে প্রাথমিক চিকিৎসার উপকরণ সম্বলিত একটি ফার্স্ট-এইড বক্স থাকা দরকার।

13. সাধারণ নির্দেশিকা : পরীক্ষাগারে কী কী করণীয় এবং কোন কোন বিষয়ে সতর্ক থাকতে হবে তার প্রয়োজনীয় নির্দেশিকা থাকবে।

6.3.4.4. পদার্থবিদ্যার পরীক্ষাগারে সংরক্ষিত যন্ত্রপাতি ও উপকরণ (Apparatus & Material):

(A) পরিমাপক যন্ত্রপাতিসমূহ (Measuring Instruments):

1. সাধারণ তুলাযন্ত্র	2. স্প্রিং তুলাযন্ত্র	3. মিটার স্কেল
4. স্ক্রুগেজ	5. স্ফেরোমিটার	6. স্লাইড ক্যালিপার্স
7. কাচের বিকার	8. মাপনী চোঙ	9. গ্যালভানোমিটার
10. পোস্ট অফিস বক্স	11. ভোল্টমিটার	12. সনোমিটার
13. অ্যামমিটার	14. মাল্টিমিটার	15. স্টপওয়াচ
16. ব্যারোমিটার	17. থার্মোমিটার	18. হেয়ার যন্ত্র
19. হাইগ্রোমিটার	20. ট্রাভিলিং মাইক্রোস্কোপ	

(B) পরীক্ষা সহায়ক উপকরণসমূহ (Materials used for experiments):

1) সমতল দর্পণ	2) বোর্ড পিন
3) উত্তল দর্পণ	4) উত্তল লেন্স
5) অবতল দর্পণ	6) অবতল লেন্স

7) কাচের ফলক	8) সরু পরিবাহী তার (অন্তরিত)
9) কাচের প্লেট	10) প্রিজম
11) ড্রয়িং বোর্ড	12) চুম্বক শলাকা
13) সঞ্চয়ক কোশ	14) দণ্ড চুম্বক
15) রিওস্ট্যাট	16) আপেক্ষিক গুরুত্ব বোতল
17) রোধ বাহু	18) রেগুলেটেড পাওয়ার সাপ্লাই
19) সুরশলাকা	20) পারদ ইত্যাদি

6.3.4.5. রাসায়নগারে সংরক্ষিত যন্ত্রপাতিসমূহ ও উপকরণ (Chemistry apparatus & material):

(A) যন্ত্রপাতি (Instruments):

1) বুৱেট	2) ত্রিপদ স্ট্যান্ড
3) পিপেট	4) দু-মুখ খোলা কাচের চোঙ
5) বুনসেন বার্নার	6) কনিক্যাল ফ্লাস্ক
7) রাসায়নিক তুলা	8) গোলতল ফ্লাস্ক
9) মাপনী চোঙ	10) কিপ যন্ত্র
11) বিভিন্ন আয়তনের কাচের বিকার	12) স্পিরিট ল্যাম্প
13) উল্ফ বোতল	14) চিমটে
15) টেস্টিউব হোল্ডার	16) Mortar & pestle
17) প্ল্যাটিনাম তার	18) গ্যাসজার ইত্যাদি।

(B) রাসায়নিক দ্রব্য (Chemical Reactants):

- 1) অ্যাসিড (HCl, H₂SO₄, HNO₃, CH₃COOH)
- 2) ক্ষার (NaOH, KOH)
- 3) নির্দেশক
- 4) ফিল্টার পেপার
- 5) ধাতব লবণ সমূহ ইত্যাদি।

6.3.4.6. যন্ত্রপাতি সংগ্রহ ও নথিপত্র রক্ষণাবেক্ষণ (Procurement of Laboratory Equipments and Maintenance of Records):

যন্ত্রপাতি সংগ্রহ ও পরীক্ষাগারের উপকরণ সংক্রান্ত নথিপত্র রক্ষণাবেক্ষণের জন্য নিম্নলিখিত ধাপগুলি অনুসরণ করা যেতে পারে—

- প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও উপকরণের তালিকা তৈরী করা।
- এর মাধ্যমে প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ক্রয় করা।
- ক্রয় করা যন্ত্রপাতির হিসাবে Stock Register এ entry করা।
- অব্যবহারযোগ্য যন্ত্রপাতির হিসাবে খাতায় Record করা।

6.3.4.7. পরীক্ষাগারে শৃঙ্খলা (Discipline in the Laboratory):

- শিক্ষকমহাশয় সঠিক সময়ে পরীক্ষাগারে প্রবেশ করবেন।
- পরীক্ষার কাজ শুরুর আগে যন্ত্রপাতি ব্যবহারের নিয়মাবলী ও প্রয়োজনীয় সতর্কতা সম্পর্কে শিক্ষকমহাশয় নির্দেশ দেবেন।
- পরীক্ষার নিয়মাবলী রঙিন কালি দিয়ে বড় কাগজে লিখে নির্দিষ্ট জায়গায় ঝুলিয়ে দিতে হবে।
- পরীক্ষাগার সহায়ক পরীক্ষার প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি সাজিয়ে রাখবেন যাতে প্রতিটি দল তাদের জন্য নির্দিষ্ট করা পরীক্ষাটি শুরু করতে পারে।
- শিক্ষকের অনুপস্থিতিতে বা তার অনুমতি ছাড়া পরীক্ষাগারে প্রবেশ করা যাবে না।
- পরীক্ষার কাজ শেষ হলে যন্ত্রপাতি ও উপকরণগুলি যথাযথভাবে পরীক্ষাগার সহায়ককারীকে ফেরত দিতে হবে।
- পরীক্ষার কাজ শেষ হলে গ্যাস-পাইপের নল, বেসিনের নল ও বৈদ্যুতিক সুইচগুলি ঠিকমতো বন্ধ করে পরীক্ষাগার ত্যাগ করা উচিত।
- পরীক্ষাগারে যাতে কোন দুর্ঘটনা না ঘটে সেদিকে প্রত্যেককে সতর্ক থাকতে হবে।
- পরীক্ষাগারটিকে যতটা সম্ভব পরিচ্ছন্ন রাখতে হবে।
- পরীক্ষাগারে যতটা সম্ভব নীরবতা পালন করতে হবে।

6.3.4.8. পরীক্ষাগারে সতর্কতামূলক ব্যবস্থা গ্রহণ (Precautions to be taken in the laboratory):

(A) রাসায়নিক পরীক্ষার সতর্কতা:

- শিক্ষকের পরামর্শ না নিয়ে কোন দ্রব্য বা বিকারক স্পর্শ করা উচিত নয় এবং তার স্বাদ গ্রহণ করা উচিত নয়।

- b) গাঢ় অ্যাসিড তোলা বা ঢালার জন্য ফাঁপা কাচের দণ্ড ব্যবহার করা যেতে পারে। গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে জল না ঢেলে, জলের মধ্যে ফোঁটা ফোঁটা সালফিউরিক অ্যাসিড ঢালতে হবে।
- c) টেস্ট-টিউব উত্তপ্ত করবার সময় সতর্কতা গ্রহণ করতে হবে।
- d) টেস্ট-টিউব হাত দিয়ে ধরে কোন কাজ করা উচিত নয়।
- e) বিকারক ব্যবহারের পূর্বে তার লেবেল ভালো করে পড়ে নেওয়া প্রয়োজন।
- f) কখনো অতিরিক্ত (excess) বিকারক ব্যবহার করা উচিত নয়।
- g) ভাঙা কাচের যন্ত্রপাতি নিয়ে কাজ করা উচিত নয়।
- h) কাচের যন্ত্রপাতিগুলিকে আগুনের কাছে রাখা উচিত নয়।
- i) কোন বিকারক শোঁকার ক্ষেত্রে সাবধানতা অবলম্বন করা উচিত।

(B) পদার্থ-বিদ্যার পরীক্ষার ক্ষেত্রে সতর্কতা:

- i) বিদ্যুৎ নিয়ে কাজ করার সময় যথেষ্ট সাবধানতা অবলম্বন করতে হবে। যাতে Short circuit না হয় সেবিষয়ে সতর্ক থাকা দরকার।
- ii) কোনো যন্ত্রে পাঠ নেওয়ার সময় সতর্ক থাকা দরকার।
- iii) কোনো জিনিস আঘাত করে কাটার সময় সাবধানতা অবলম্বন করতে হবে।
- iv) তাপ সস্বক্ষীয় কাজ করার সময় সাবধানতা অবলম্বন করতে হবে।
- v) কোন বস্তুকে সীমার (capacity) অতিরিক্ত কোনো কাজে ব্যবহার করা উচিত নয়।

6.3.4.9. পরীক্ষাগারে দুর্ঘটনা ও তার প্রতিকার (Accident in laboratory and its remedies):

পরীক্ষাগারে দুর্ঘটনা	প্রতিকার
1) কেটে গেলে	<ul style="list-style-type: none"> ● ডেটল বা টিংচার আয়োডিন লাগিয়ে ক্ষতস্থান তুলোর ব্যান্ডেজ দিয়ে বাঁধতে হবে।
2) পুড়ে গেলে	<ul style="list-style-type: none"> ● পুড়ে গেলে তুলোকে সোডিয়াম বাইকার্বনেটে ডুবিয়ে পুড়ে যাওয়া জায়গার ওপর দিয়ে ব্যান্ডেজ করতে হবে। সোডিয়াম বাইকার্বনেটের বদলে বার্নল লাগানো যেতে পারে। ● ক্ষারীয় দ্রবণে পুড়ে গেলে জল দিয়ে ধুয়ে 1% অ্যাসিটিক অ্যাসিড বা লেবুর রস লাগাতে হবে। ● অ্যাসিড দ্রবণে পুড়ে গেলে জল দিয়ে ধুয়ে সোডিয়াম বাই কার্বনেট লাগাতে হবে। ● বার্নারে পুড়ে গেলে নারিকেল তেল ও চুনের জল লাগানো যেতে পারে।

3) বিযক্রিয়া হলে	<ul style="list-style-type: none"> ● প্রশ্বাসের সঙ্গে বিযাক্ত গ্যাস ভেতরে গেলে পাতলা NH_4OH দ্রবণের গন্ধ শূঁকতে দিতে হবে এবং শিক্ষার্থীকে উন্মুক্ত স্থানে নিয়ে যেতে হবে।
4) বৈদ্যুতিক শক পেলে	<ul style="list-style-type: none"> ● বিদ্যুতের শক পেলে রোগীকে চিৎ করে শুইয়ে দিয়ে শরীর গরম করতে হবে। তাজা বাতাসে যাতে প্রশ্বাস নিতে পারে তার ব্যবস্থা করতে হবে।
5) উত্তেজক পদার্থ	<ul style="list-style-type: none"> ● উত্তেজক পদার্থ খেলে সঙ্গে সঙ্গে এক চামচ খাবার লবণ জলে গুলে খাওয়ানো যেতে পারে। পরে ডিমের সাদা অংশ ও দুধ খেতে দিতে হবে।
6) ক্ষয়কারক পদার্থ	<ul style="list-style-type: none"> ● ক্ষয়কারক পদার্থ খেয়ে ফেললে মুখ ধুয়ে ডিমের সাদা অংশ খেতে দিতে হবে। ● অ্যাসিড মুখের ভিতরে গেলে চুন জল বা মিল্ক অফ ম্যাগনেসিয়া পান করতে হবে। ● ক্ষার মুখের ভিতরে গেলে প্রচুর জল বা 1% অ্যাসিটিক অ্যাসিড বা লেবুর রস পান করতে হবে।
7) চোখে আঘাত লাগলে	<ul style="list-style-type: none"> ● ক্ষার ঢুকলে প্রথমে জল দিয়ে ধুয়ে 1% বোরিক অ্যাসিড লাগাতে হবে। ● অ্যাসিড ঢুকলে প্রথমে জল দিয়ে ধুয়ে 1% সোডিয়াম কার্বনেট লাগাতে হবে।
8) মূর্ছিত হলে	<ul style="list-style-type: none"> ● শিক্ষার্থীকে ফাঁকা জায়গায় নিয়ে এসে, দুই হাঁটুর মধ্যে মাথা রেখে তাকে বসাতে হবে। শরীর গরম করার জন্য কফি, চা ইত্যাদি দেওয়া যেতে পারে। নাকের কাছে স্মেলিং সল্ট ধরলে বা শুকনো লঙ্কা পুড়িয়ে ধরলেও অনেক সময় কাজ হয়।

6.4 সারসংক্ষেপ (Summing up / Summary):

- 1) স্বল্পমূল্য বা শূন্যমূল্যের (Low cost or No cost material) কাঁচামাল ব্যবহার করে শিক্ষক-শিক্ষার্থী যৌথ উদ্যোগে তৈরী শিক্ষা-সহায়ক উপকরণগুলিকে উপস্থিতমতো তৈরী যন্ত্রপাতি বা স্বহস্তনির্মিত যন্ত্রপাতি (Improvise apparatus) বলা হয়।
- 2) উপস্থিতমতো তৈরী যন্ত্রপাতির সাহায্যে শিক্ষার্থীর (i) বিজ্ঞানের বিষয়গত ধারণার বিকাশসাধন হয় (ii) পরীক্ষামূলক দক্ষতার বিকাশসাধন হয় (iii) নির্মাণমূলক দক্ষতার বিকাশসাধন হয় (iv) অপসারী চিন্তন ক্ষমতার বিকাশ হয় (v) সামাজিক গুণাবলীর বিকাশ সাধন হয়।
- 3) উপস্থিতমতো তৈরী যন্ত্রপাতির অসুবিধা হল—এই ধরনের যন্ত্রপাতির স্থায়িত্ব কম অনেক সময় পরীক্ষায় ত্রুটি লক্ষ করা যায়।
- 4) কম্পিউটার শিক্ষার্থীর শিখন ও নির্দেশনায় সাহায্য করে। কম্পিউটারের মাধ্যমে শিক্ষণ প্রক্রিয়াকে নিয়ন্ত্রণ করা এবং শিক্ষণীয় বিষয়বস্তুকে শিক্ষার্থীদের কাছে সুষ্ঠুভাবে উপস্থাপন করার পদ্ধতিই হলো কম্পিউটার সহযোগী শিক্ষণ (Computer assisted instruction)।

- 5) ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণে- (i) বিষয়বস্তু উপস্থাপনে (ii) গাণিতিক সমস্যার সমাধানে (iii) গ্রাফ ও ধারাবাহিক চিত্র (Flow Chart) অঙ্কনে (iv) বিভিন্ন শ্রেণীবিভাগ ও ক্রমবিন্যাস করতে (v) পরীক্ষাগারের পরিবর্তন হিসাবে কম্পিউটার ব্যবহার করা হয়।
- 6) কোনো বস্তুর ত্রিমাত্রিক প্রতিরূপ হল মডেল।
- 7) বিষয়বস্তু সম্পর্কে মূর্ত এবং সুস্পষ্ট ধারণা দেওয়ার জন্য মডেল ব্যবহার করা হয়।
- 8) মডেল সাধারণত পাঁচ রকমের হয়- (i) সঠিক পরিমাপক মডেল (ii) সরণীকৃত মডেল (iii) ছেদিতাংশ (প্রস্থছেদ) মডেল (iv) সক্রিয় মডেল (v) নকল মডেল।
- 9) বিদ্যালয়ের যে কক্ষে শিক্ষকের তত্ত্বাবধানে পরীক্ষানিরীক্ষার মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা ভৌতবিজ্ঞানের ব্যবহারিক জ্ঞান অর্জন করে তাকেই ভৌতবিজ্ঞানের পরীক্ষাগার (Physical science laboratory) বলা হয়।
- 10) ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষার্থীর (i) বিষয় সম্পর্কিত সম্যক ধারণা প্রদান (ii) পরীক্ষণ দক্ষতার বিকাশ (iii) বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি গঠন (iv) উদ্ভাবনী শক্তির বিকাশ (v) দলগত কাজের মাধ্যমে পারস্পরিক সহযোগিতার ভাব গড়ে তোলা (vi) শৃঙ্খলাবোধ জাগ্রত করা (vii) আগ্রহ সৃষ্টি করা— প্রভৃতির জন্য পরীক্ষাগারের গুরুত্ব অপরিসীম।
- 11) পরীক্ষাগারে পদার্থবিদ্যা এবং রসায়ন বিদ্যার পরীক্ষা করার সময় কতগুলি সতর্কতা পালন করতে হয়।
- 12) পরীক্ষাগারে- (i) কেটে গেলে, (ii) পুড়ে গেলে, (iii) বিসক্রিয়া হলে, (iv) বৈদ্যুতিক শক পেলে, (v) চোখে আঘাত লাগলে, (vi) মূর্ছিত হলে, (vii) উত্তেজক পদার্থ মুখে দিলে বা (viii) ক্ষয়কারক পদার্থ খেয়ে ফেললে তৎক্ষণাৎ প্রতিকারমূলক ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হয়।

6.5 প্রস্তাবিত পাঠ ও পুস্তক বিবরণী (Suggested Readings with Bibliography):

- 1) Siddiqui & Siddiqui (1988), “Teaching Science”, “Today & Tomorrow” - Doaba Publishing House, Delhi.
- 2) Nanda V.K. (1897) - “Science Education Today” - Anmol Publishing Pvt. Ltd; New Delhi.
- 3) Vaidya, N (1971), “The Impact of Science Teaching”, Oxford, IBH Co, New Delhi.
- 4) Patnaik Sabila. P and et.al, “Source Book on Science club activities”, Regional Institute of education, Mysore-6.
- 5) Jana, Bhat, Banerjee, “Physical Science teaching”, Aheli Publishers, Kolkata.
- 6) Pal & Dhar, “Physical Science Teaching”, Rita Book Agency, Kolkata.

6.6 প্রশ্নমালা (Self-Check Questions):

(A) সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন (প্রতিটি প্রশ্নের মান '২'নম্বর)

- a) উপস্থিতমতো তৈরী যন্ত্রপাতি বা স্বহস্তনির্মিত যন্ত্রপাতি বলতে কী বোঝায়?
- b) ইমপ্রোভাইজড অ্যাপারেটাস -এর শিক্ষাগত তাৎপর্য কী?
- c) স্বহস্তনির্মিত যন্ত্রপাতির দুটি ব্যবহারিক প্রয়োগ উল্লেখ করুন।
- d) স্বহস্ত নির্মিত যন্ত্রপাতির ব্যবহারের দুটি অসুবিধা লিখুন।
- e) ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণে কম্পিউটার ব্যবহারের দুটি সুযোগ লিখুন।
- f) কম্পিউটার শিক্ষণের সুবিধাগুলি লিখুন।
- g) কম্পিউটার শিক্ষণের অসুবিধাগুলি কী কী?
- h) মডেল বলতে কী বোঝায়?
- i) মডেলের শ্রেণীবিভাগ উল্লেখ করুন।
- j) প্রস্থচ্ছেদ মডেলের উদাহরণ দিন।
- k) মডেলের শিক্ষাগত মূল্যগুলি লিখুন।
- l) মডেল ব্যবহারের শর্তাবলী লিখুন।
- m) ভৌতবিজ্ঞানের পরীক্ষাগার (Laboratory) বলতে কী বোঝায়?
- n) ভৌতবিজ্ঞান পরীক্ষাগারের সুবিধাগুলি লিখুন।
- o) ভৌতবিজ্ঞান পরীক্ষাগারের অসুবিধাগুলি লিখুন।
- p) ভৌতবিজ্ঞান পরীক্ষাগারের কী কী সতর্কতা নিতে হয়?
- q) ভৌতবিজ্ঞান পরীক্ষাগারের দুটি দুর্ঘটনাজনিত প্রতিকার লিখুন।
- r) ভৌতবিজ্ঞান পরীক্ষাগারের বৈশিষ্ট্যগুলি লিখুন।

(B) রচনাধর্মী প্রশ্ন (Essay type questions):

- (1) ভৌতবিজ্ঞানে শিক্ষণে স্বহস্ত নির্মিত যন্ত্রপাতির ব্যবহারের গুরুত্ব উদাহরণ সহকারে আলোচনা করুন।
- (2) স্বহস্ত নির্মিত যন্ত্রপাতি বলতে কী বোঝায়? ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণে স্বহস্ত নির্মিত যন্ত্রপাতির গুরুত্ব আলোচনা করুন। ভৌতবিজ্ঞানে এরূপ একটি স্বহস্ত নির্মিত যন্ত্রপাতির উদাহরণ দিন।

- (3) যেকোনো একটি স্বহস্ত নির্মিত যন্ত্রপাতি কীভাবে তৈরী করা যায় তা বর্ণনা করুন। ঐ যন্ত্রটিকে শ্রেণীকক্ষে প্রতিপাদন পদ্ধতিতে পড়ানোর জন্য কীভাবে কাজে লাগানো যাবে তা আলোচনা করুন।
- (4) ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণে মডেলের ব্যবহার সম্পর্কে সংক্ষেপে আলোচনা করুন।
- (5) অষ্টম শ্রেণীর উপযোগী ভৌতবিজ্ঞানের একটি বিষয় মডেলের সাহায্যে আলোচনা করুন।
- (6) উচ্চমাধ্যমিক স্তরে পদার্থবিজ্ঞান বা রসায়নবিজ্ঞান -এর একটি আদর্শ পরীক্ষাগারের পরিকল্পনা কিরূপ হবে?
- (7) ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণে পরীক্ষাগারের প্রয়োজনীয়তা ও গুরুত্ব আলোচনা করুন। স্বল্প ব্যয়ে সাধারণ বিদ্যালয়ের জন্য একটি করুন ও নির্ভরযোগ্য পরীক্ষাগারের রূপরেখা সম্পর্কে আপনার মতামত লিখুন।
- (8) ভৌতবিজ্ঞান পরীক্ষাগার স্থাপনের উদ্দেশ্য ব্যক্ত করুন (BU, 2010)।
- (9) মাধ্যমিক শিক্ষার্থীদের জন্য ভৌতবিজ্ঞান-বীক্ষণাগার গড়ার জন্য দুটি গুরুত্বপূর্ণ পর্যায় উল্লেখ করুন। (BU, 2009)

Unit-7

ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষায় মূল্যায়ন

(Evaluation in Physical science teaching)

7.1 কাম্য আচরণগত শিখন সামর্থ্যসমূহ (Expected learning outcomes in terms of Behaviour)

এই অধ্যায়ের পাঠ গ্রহণের মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা যে সমস্ত শিখন সামর্থ্যগুলি অর্জন করবে সেগুলি হল :

- মূল্যায়নের ধারণা সম্পর্কে শিক্ষার্থীরা জানবে।
- মূল্যায়ন ও পরিমাপের মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় করতে পারবে।
- ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণে মূল্যায়নের প্রয়োজনীয়তা উপলব্ধি করতে পারবে।
- দীর্ঘমেয়াদী ও স্বল্পমেয়াদী মূল্যায়নের তাৎপর্যগুলি শিক্ষার্থীরা উপলব্ধি করতে পারবে।
- ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণে দীর্ঘমেয়াদী ও স্বল্পমেয়াদী মূল্যায়নের কৌশলগুলি সম্পর্কে শিক্ষার্থীরা জ্ঞান লাভ করতে পারবে।
- শিক্ষার্থীরা পাঠ-পরিকল্পনার প্রয়োজনীয়তা সম্পর্কে জানবে।
- ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণে এককভিত্তিক পাঠ-পরিকল্পনা রচনায় শিক্ষার্থীরা সমর্থ হবে।

7.2 ভূমিকা (Introduction) :

শিক্ষার্থীদের সার্বিক অগ্রগতি কতখানি হয়েছে তা জানার জন্য মূল্যায়নের প্রয়োজন। মূল্যায়ন হল সার্বিক নিরবচ্ছিন্ন প্রচেষ্টা এবং উপায় যার দ্বারা কাঙ্ক্ষিত উদ্দেশ্যগুলি পরিমাণগত এবং গুণগতভাবে কতখানি বাস্তবায়িত তা জানা যায়।

শ্রেণীকক্ষে সুন্দরভাবে বিষয়বস্তু পরিবেশনের জন্য একটি পরিকল্পনার প্রয়োজন। দৈনন্দিন পাঠ পরিচালনার জন্য শিক্ষক-শিক্ষিকাগণ যে পরিকল্পনা রচনা করেন, তাকেই পাঠ-পরিকল্পনা বলা হয়। এই অধ্যায়ে আমরা ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণে মূল্যায়নের প্রয়োজনীয়তা এবং বিভিন্ন কৌশলগুলি নিয়ে আলোচনা করব। ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষণে পাঠ-পরিকল্পনা রচনার গুরুত্ব এবং পাঠ-পরিকল্পনার সম্ভাব্য নমুনা এই অধ্যায়ে আলোচিত হবে।

ব্যক্তির সামগ্রিক বিকাশ বলতে দৈহিক, মানসিক, সামাজিক, বৌদ্ধিক, প্রাক্ষেপিক, নৈতিক প্রভৃতি দিকের পরিবর্তনকে একই সঙ্গে বিবেচনা করা হয়।

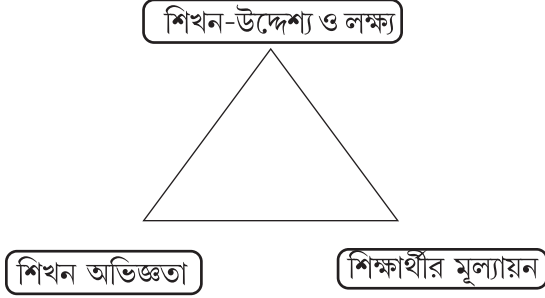
7.3 বিষয়বস্তু (Content) :

7.3.1 মূল্যায়ন (Evaluation) :

অভিধানিক অর্থে মূল্যায়ন হল-কোনও কিছুর উপর মূল্য আরোপ করা, অর্থাৎ কোনও বিষয় ভালো বা খারাপ — তার মূল্য বিচার করা। মূল্যায়নের মাধ্যমে ব্যক্তির সামগ্রিক অগ্রগতির পরিমাণগত (Quantitative) এবং গুণগত (Qualitative) মূল্যমান নির্ণয় করা হয়।

7.3.1.1 মূল্যায়ন ত্রিভুজ (Evaluation Triangle) :

অধ্যাপক বেঞ্জামিন ব্লুম শিক্ষার উদ্দেশ্য, শিখন অভিজ্ঞতা ও মূল্যায়নের মধ্যকার সম্পর্কটিকে ত্রিভুজ দ্বারা ব্যাখ্যা করেছেন।



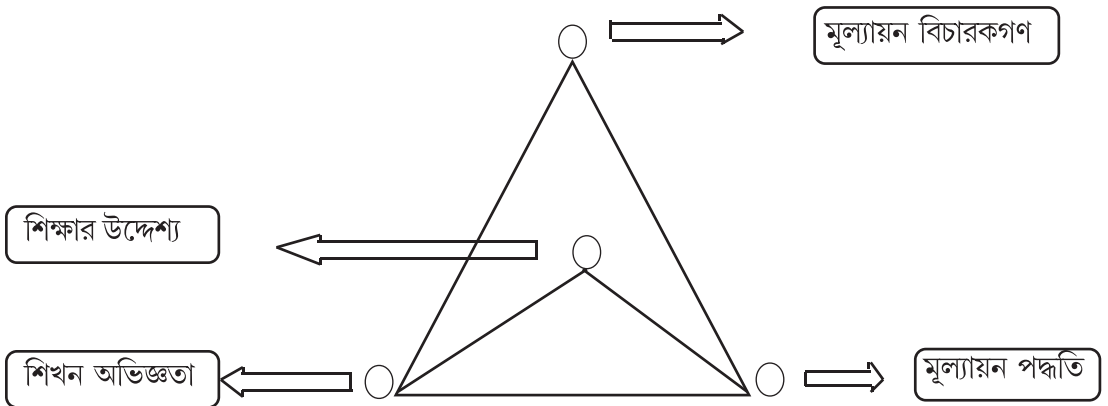
চিত্র থেকে বোঝা যাচ্ছে, প্রথমে শিখনের লক্ষ্য বা উদ্দেশ্য স্থির করা প্রয়োজন। এরপর এই লক্ষ্যে উপনীত হওয়ার জন্য শিক্ষার্থীদের সামনে কতকগুলি নির্বাচিত শিখন-অভিজ্ঞতা স্থাপন করা হয়। এরপর বিভিন্ন শিখন-কৌশলের সাহায্যে শিখনের লক্ষ্য ও শিখনের অভিজ্ঞতাগুলির কার্যকারিতা বিচার করা হয়।

7.3.1.2. চতুঃমাত্রিক মূল্যায়ন (Four dimensional Evaluation) :

মনোবিদ Groland মূল্যায়নের চতুঃমাত্রিক ধারণার ব্যাখ্যা দিয়েছেন। এক্ষেত্রে ব্লুমের ত্রিমাত্রিক চিত্রে আরও একটি মাত্রা যুক্ত হয়েছে। মাত্রাটি হল মূল্যায়ন বিচারকরণ (Value judgement)।

7.3.1.3. পরিমাপ (Measurement) :

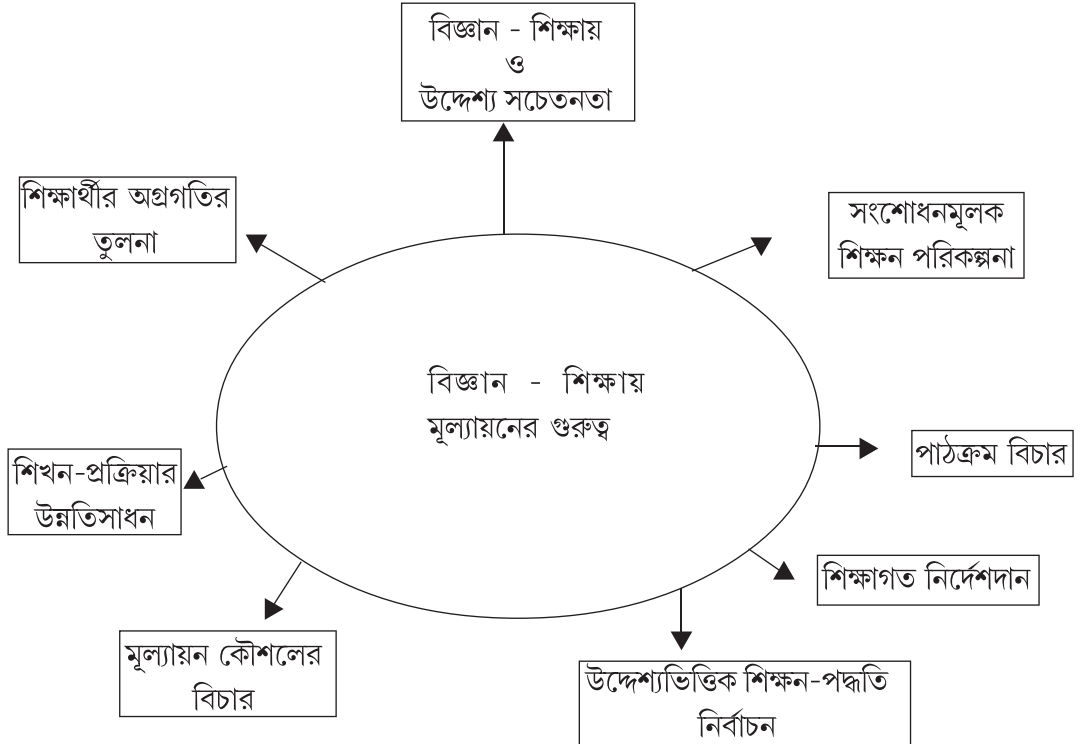
পরিমাপ দ্বারা কোনো বস্তুকে স্বীকৃত নিয়মাবলীর পরিপেক্ষিতে সংখ্যা দ্বারা প্রকাশ করা হয়। অর্থাৎ কোনো ব্যক্তি বা বস্তুর মধ্যে কোন বৈশিষ্ট্য কতখানি বর্তমান তা সংখ্যা দ্বারা প্রকাশ করাকেই পরিমাপ বলে।



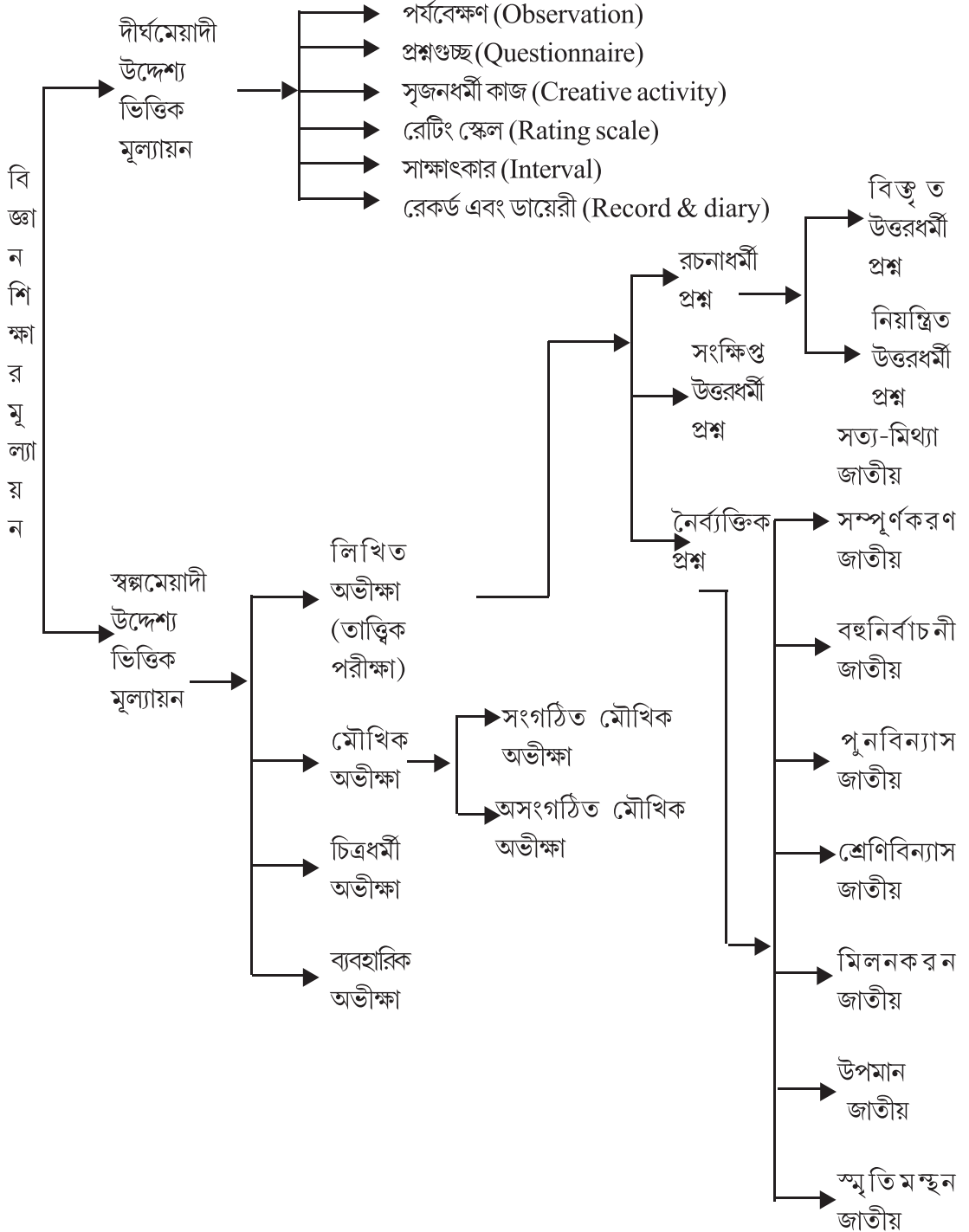
7.3.1.4. মূল্যায়ন ও পরিমাপের মধ্যে পার্থক্য (Different between Evaluation & Measurement) :

মূল্যায়ন	পরিমাপ
১) মূল্যায়ন ব্যাপক অর্থে ব্যবহৃত হয়।	১) পরিমাপ সংকীর্ণ অর্থে ব্যবহৃত হয়।
২) মূল্যায়ন একটি ধারাবাহিক (Continuous) এবং অবিচ্ছিন্ন প্রক্রিয়া।	২) এটি একটি বিচ্ছিন্ন প্রক্রিয়া।
৩) ব্যক্তির সমগ্র দিকের গুণগত ও পরিবর্তনের মূল্যায়ন করা হয়।	৩) এক্ষেত্রে কেবলমাত্র ব্যক্তির পরিবর্তনের মান নির্ণয় করা হয়।
৪) মূল্যায়ন একটি জটিল প্রক্রিয়া।	৪) পরিমাপ অপেক্ষাকৃত কম প্রক্রিয়া।
৫) মূল্যায়ন শিক্ষার্থীর পারদর্শিতা ছাড়াও সমস্তরকম বৈশিষ্ট্য পরিমাপ করে।	৫) পরিমাপ সাধারণভাবে শিক্ষাগত পারদর্শিতা পরিমাপ করে।

7.3.1.5. বিজ্ঞান শিক্ষায় মূল্যায়নের প্রয়োজনীয়তা ও গুরুত্ব (Need & Importance of Evaluation in Science-teaching) :



7.3.1.6. ভৌতবিজ্ঞান-শিক্ষায় মূল্যায়নের কৌশল (Techniques & Tools for evaluation in Physical science) :



ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষায় মূল্যায়নের কৌশল উপকরণগুলিকে দুভাগে ভাগ করা যায়---

- ১। দীর্ঘমেয়াদী উদ্দেশ্যভিত্তিক মূল্যায়ন (Evaluation based on long-term objectives)
- ২। স্বল্পমেয়াদী উদ্দেশ্যভিত্তিক মূল্যায়ন (Evaluation based on short-term objective)

1) দীর্ঘমেয়াদী উদ্দেশ্যভিত্তিক মূল্যায়ন

বিদ্যালয়ের ভিতরে ও বাইরে নানবিধ সহ-পাঠক্রমিক কার্যবলীর মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের মধ্যে বিজ্ঞানে আগ্রহ, মনোভাব, প্রশংসা, অভ্যাস, বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি প্রভৃতি গড়ে ওঠে। এইসব উদ্দেশ্যের ভিত্তিতে শিক্ষার্থীদের মূল্যায়নকে দীর্ঘমেয়াদী-উদ্দেশ্য ভিত্তিক মূল্যায়ন বলা হয়।

- এই মূল্যায়ন দীর্ঘমেয়াদী প্রক্রিয়া
- এই মূল্যায়ন আভ্যন্তরীণ
- এই মূল্যায়নের উপকরণগুলি হল - পর্যবেক্ষণ (Obstruction), প্রশ্নগুচ্ছ (Question), সৃজনধর্মী কাজ (Creative activities), রেটিং স্কেল (Rating Scale), সাক্ষাৎকার (Interview), রেকর্ড এবং ডায়েরী (Record & Diary) ইত্যাদি।

2) স্বল্পমেয়াদী উদ্দেশ্যভিত্তিক মূল্যায়ন

ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষায় স্বল্পমেয়াদী উদ্দেশ্য বলতে বৌদ্ধিক উদ্দেশ্য যথা-জ্ঞান, বোধ, প্রয়োগ, দক্ষতা ইত্যাদি বোঝায়। শ্রেণিকক্ষে ও পরীক্ষাগারের কাজের মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা তাত্ত্বিক জ্ঞান (Theoretical Knowledge) ও ব্যবহারিক জ্ঞান (Practical Knowledge) অর্জন করে।

স্বল্পমেয়াদী উদ্দেশ্যভিত্তিক মূল্যায়নের পদ্ধতিগুলি হ'ল

- I. লিখিত অভীক্ষা
- II. মৌখিক অভীক্ষা
- III. চিত্রধর্মী অভীক্ষা
- IV. ব্যবহারিক অভীক্ষা

I. লিখিত অভীক্ষা (Written Test) :

লিখিত অভীক্ষায় তিন ধরনের প্রশ্ন থাকে-

- A> রচনাধর্মী প্রশ্ন
- B> সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন
- C> নৈর্ব্যক্তিক প্রশ্ন

(A) রচনাধর্মী প্রশ্ন

এটি দু'ধরনের—

1. বিস্তৃত উত্তরধর্মী (extended answer type)

বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক ঘটনার বিবরণ, ব্যাখ্যা, চিত্রসহ পরীক্ষা পদ্ধতি বর্ণনা করতে হয়।

উদাহরণ - 1. চিত্রসহ পরীক্ষাগারে CO₂ গ্যাস-প্রস্তুতি লেখ।

2. থার্মোফ্লাস্কের কার্যপ্রণালী ব্যাখ্যা কর।

2. নিয়ন্ত্রিত-উত্তরধর্মী (Restricted answer type) :

এক্ষেত্রে প্রশ্নের উত্তরগুলি অপেক্ষাকৃত সংক্ষেপে ও নির্দিষ্ট শব্দসীমার মধ্যে লিখতে হয়।

উদাহরণ— 1. প্রতিফলনের সূত্রদুটি লেখ।

2. পরীক্ষাগারে CO₂ প্রস্তুতির নীতিটি সমীকরণ সহ লেখ।

(B) সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন (Short type Question) :

এক্ষেত্রে প্রশ্নের উত্তরগুলি অপেক্ষাকৃত সংক্ষেপে ও নির্দিষ্ট শব্দসীমার মধ্যে লিখতে হয়।

উদাহরণ — 1. ভৌতপরিবর্তন ও রাসায়নিক পরিবর্তনের মধ্যে দুটি পার্থক্য লেখ।

2. নির্দেশকের সংজ্ঞা দাও।

(C) নৈর্ব্যক্তিক প্রশ্ন (Objective type Question) :

এগুলি আট-প্রকারের হতে পারে।

i) সত্য-মিথ্যা জাতীয় (True-False) : বিবৃতিটি সত্য না মিথ্যা তা লিখতে হয়।

উদাহরণ- ব্রোমিন তরল ধাতু। (সত্য/মিথ্যা)

বায়ু মিশ্র পদার্থ। (সত্য/মিথ্যা)

ii) সম্পূর্ণকরণ জাতীয় (Completion type) : এক্ষেত্রে উপযুক্ত শব্দ বসিয়ে বাক্যটি সম্পূর্ণ করতে হয়।

উদাহরণ — তরল ধাতু হল _____।

তড়িৎ পরিবহনকারী অধাতু হল _____।

iii) বহু-নির্বাচনী জাতীয় (Multiple Choice type): এক্ষেত্রে সঠিক উত্তরটি বেছে নিয়ে লিখতে হয়।

উদা- a) অজৈব অ্যাসিড হল- CH₃COOH/HCl/HCOOH।

b) পরমাণুস্থিত নিস্ফুডিং কনটি হল-ইলেকট্রন/নিউটন/প্রোটন।

iv) পুনর্বিন্যাস জাতীয় (Rearrangement type): এক্ষেত্রে কোন বিশেষ বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে উর্ধ্বক্রমে বা অধঃক্রমে সাজাতে হয়।

উদা- পরমাণুক্রমাক্ষের উর্ধ্বক্রমে সাজাও- i) Na ii) K iii) Ca iv) Zn

পারমানবিকতার অধঃক্রমে সাজাও- i) O₃ ii) H₂ iii) Na iv) NH₃

v) সামঞ্জস্য-বিদান জাতীয় (Matching type):

বামস্তম্ভের বিবৃতির সাথে ডানস্তম্ভের বিবৃতির মধ্যকার সম্পর্ক স্থাপন করতে হয়।

উদাহরণ:

বামস্তম্ভ	ডানস্তম্ভ
(i) যৌগিক পদার্থ	(i) আর্সেনিক
(ii) ধাতুকল্প	(ii) বায়ু
(iii) মিশ্র পদার্থ	(iii) আর্গন
(iv) নিষ্ক্রিয় মৌল	(iv) জল

vi) শ্রেণিবিন্যাস জাতীয় (Classification type) : এক্ষেত্রে বিশেষ বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে তৃতীয় পদের মধ্যে থেকে দু-একটি পদ চিহ্নিত করতে হয় যা সমশ্রেণিভুক্ত নয়।

উদা-অসমশ্রেণিভুক্ত পদটিকে চিহ্নিত কর :

a) H₂S, NH₃, C, CO₂

b) HCl, HNO₃, H₂SO₄, NaOH

vii) উপমান জাতীয় (Analogy type) :

এই জাতীয় প্রশ্নে প্রথম দুটি শব্দে একটি বিশেষ সম্পর্ক আছে। ঐ সম্পর্কের ভিত্তিতে তৃতীয় পদের উপস্থিতিতে চতুর্থ পদটি পূরণ করতে হয়।

উদাহরণ- 1) তাপমাত্রা : থার্মোমিটার :: তাপ : ?

2) আর্সেনিক : ধাতুকল্প :: ফসফরাস : ?

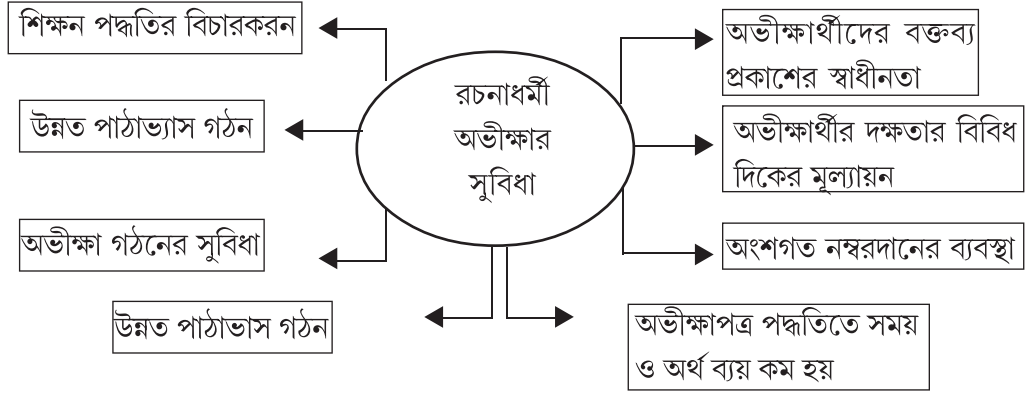
viii) স্মৃতিমস্থান জাতীয় (Recall type)

স্মৃতিশক্তির ওপর নির্ভর করে একটি মাত্র শব্দে বা বা বা বাক্যে প্রশ্নের উত্তর দিতে হয়।

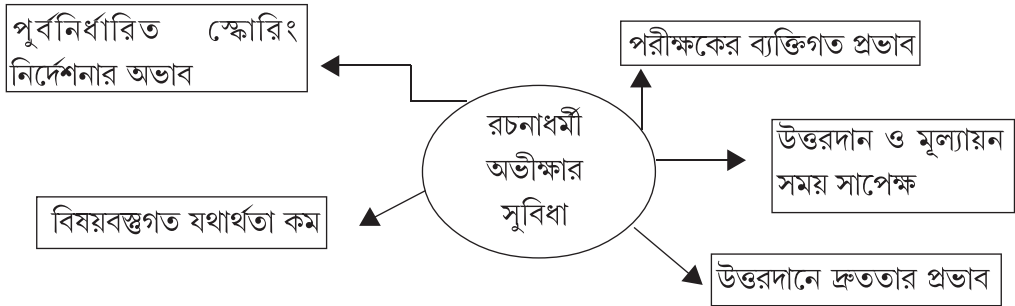
উদাহরণ- 1) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বাণিজ্যিক নাম কি ?

2) বায়ুচাপমাপক যন্ত্রের নাম কি ?

রচনাধর্মী অভীক্ষার সুবিধা (Advantages of Easy type test) :



রচনাধর্মী অভীক্ষার অসুবিধা :



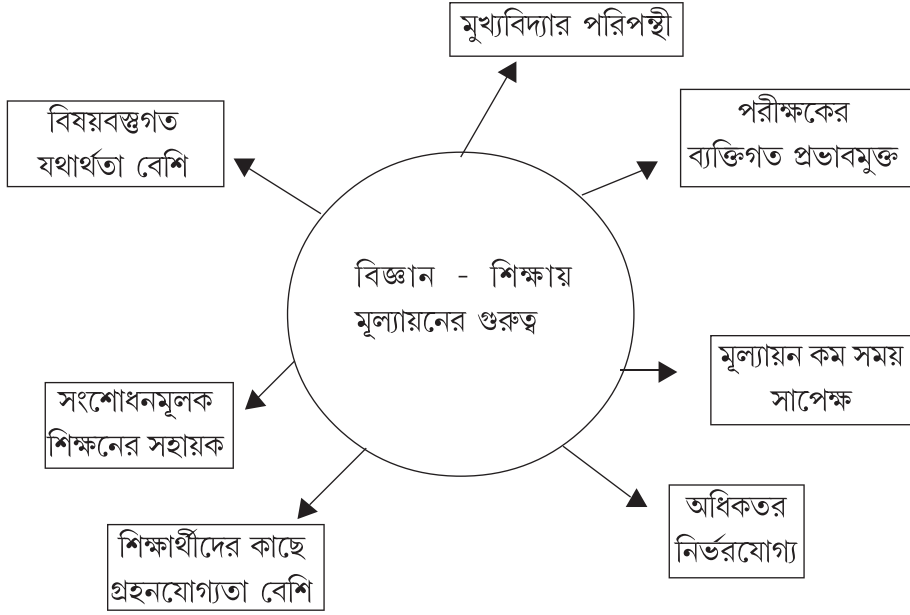
সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী অভীক্ষার সুবিধা (Advantages of Short-answer type test)

- বিষয়বস্তুর সমস্ত অংশ থেকে প্রশ্ন সংকলন করা যায়।
- এই অভীক্ষায় নম্বরদান অপেক্ষাকৃত সহজ এবং পরীক্ষকের ব্যক্তিগত প্রভাব থেকে অনেকটাই মুক্ত।
- হাতের লেখা, বানান ভুল প্রভৃতি নম্বরদানে অপেক্ষাকৃত কম প্রভাব ফেলে।

সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী অভীক্ষার অসুবিধা (Disadvantages of Short answer type test):

- পরীক্ষার্থীদের স্বাধীনভাবে বক্তব্য প্রকাশের সুযোগ অপেক্ষাকৃত কম।
- এই পদ্ধতিতে শিক্ষার্থীর বিশ্লেষণধর্মী দক্ষতা জ্ঞানের সামান্যিকরণ দক্ষতা সঠিকভাবে পরিমাপ করা যায় না।

নৈর্ব্যক্তিক অভীক্ষার সুবিধা (Advantages of Objective-type test) —



নৈর্ব্যক্তিক অভীক্ষার অসুবিধা (Disadvantages of objective type test) :

- অভীক্ষা ত্রুটি প্রস্তুতি ব্যয়বহুল ও পরিশ্রমসাধ্য
- শিক্ষার্থীদের দুর্বলতার স্থান নির্ণয় করা যায় না
- অভীক্ষার্থীদের অসদুপায় অবলম্বনের সুযোগ থাকে
- জটিল শিখন-প্রক্রিয়ার পরিপন্থী

II) মৌখিক অভীক্ষা (Oral test) :

মৌখিক পরীক্ষার পরীক্ষক ও পরীক্ষার্থী উভয়ে সামনা-সামনি বসে প্রশ্নোত্তরের মাধ্যমে পরীক্ষার্থীর অধীত জ্ঞান পরীক্ষক পরিমাপ করে।

• মৌখিক অভীক্ষা সুবিধা :

- 1) পরীক্ষক পরিস্থিতি অনুযায়ী প্রশ্ন করবার সুযোগ পান।
- 2) শিক্ষার্থীর বক্তব্য প্রকাশের ক্ষমতা পরিমাপ করা যায়।
- 3) তাৎক্ষণিক ফীড-ব্যাকের ব্যবস্থা করা যায়।
- 4) তাৎক্ষণিক নম্বরদানের ব্যবস্থা থাকে।
- 5) যে সমস্ত শিক্ষার্থীদের হাতের লেখা স্পষ্ট নয় তাদের কাছে মৌখিক পরীক্ষা সুবিধাজনক।

- **মৌখিক অভীক্ষা সুবিধা :**

- 1) মৌখিক অভীক্ষা অনেক সময় পক্ষপাত দোষে দুষ্ট হয়।
- 2) অনেক সময় অভীক্ষার্থী জানা প্রশ্নের উত্তর দিতে ব্যর্থ হয়।
- 3) বিষয়বস্তুর সমস্ত অংশের উপর মৌখিক প্রশ্ন করা সম্ভব নয়।
- 4) সব শিখন উদ্দেশ্যগুলির ওপর মৌখিক প্রশ্ন করা না। যেমন-দক্ষতামূলক উদ্দেশ্য।

III) চিত্রধর্মী অভীক্ষা (Pictorial Test) :

চিত্র, গ্রাফ প্রভৃতির মাধ্যমে শিক্ষার্থীর জ্ঞানের গভীরতা পরিমাপের জন্য যে অভীক্ষা ব্যবহার করা হয় তাকে চিত্রধর্মী অভীক্ষা (Pictorial Test) বলে।

এই অভীক্ষা দু'ধরনের-

- 1) কোন কোন ক্ষেত্রে শিক্ষার্থীদের চিত্র ঐক্যে ব্যাখ্যা করতে বলা হয়।
- 2) আবার কোন কোন ক্ষেত্রে শিক্ষার্থীদের অভীক্ষার সাথে চিত্র দেওয়া হয়। চিত্র অঙ্কনের মাধ্যমে জানা যেতে পারে-
 - a) কোন পরীক্ষার যন্ত্রপাতির সজ্জা কীভাবে করতে হয় তা শিক্ষার্থী বুঝতে পেরেছে কিনা।
 - b) কোন যন্ত্রপাতি গঠনগত বৈশিষ্ট্য শিক্ষার্থীরা বুঝতে পেরেছে কিনা।
 - c) বিভিন্ন বিষয়ের আকৃতি ও আকার সম্পর্কে শিক্ষার্থীর সঠিক ধারণা গড়ে উঠেছে কিনা ইত্যাদি।

চিত্রধর্মী অভীক্ষা রচনাধর্মী, সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী ও নৈর্ব্যক্তিক সব ধরনের অভীক্ষাতে দেওয়া যেতে পারে।

IV) ব্যবহারিক অভীক্ষা (Practical Test) :

শিক্ষার্থীদের ব্যবহারিক জ্ঞান মূল্যায়নের জন্য যে অভীক্ষাগুলি ব্যবহার করা হয় তাদের ব্যবহারিক অভীক্ষা (Practical Test) বলা হয়।

আবিষ্কার পদ্ধতি, পরীক্ষাগার পদ্ধতি, প্রোজেক্ট পদ্ধতি প্রভৃতির মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের ব্যবহারিক জ্ঞান দেওয়া হয়।

ব্যবহারিক জ্ঞানের মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের মধ্যে-পরীক্ষা সম্পাদন দক্ষতা, পরীক্ষালব্ধ ফলাফল সংখ্যা জ্ঞানের দক্ষতা, অঙ্কনমূলক দক্ষতা, যন্ত্রপাতিমূলক দক্ষতা ইত্যাদি গড়ে তোলা সম্ভব হয়।

7.3.2. পাঠ-পরিকল্পনা (Lesson Plan) :

শ্রেণিকক্ষে নির্দিষ্ট সময়ের মধ্যে নির্ধারিত উদ্দেশ্য পৌছানোর জন্য শিক্ষকের বিভিন্ন করণীয় কাজের বিবরণই হল 'পাঠ-পরিকল্পনা'।

Lesson plan is the title given to a statement of the achievements to be realized and the specific means by which they are to be attained as a result of the activities engaged day to day, under the guidance of the teacher.---N.L.Boe (Progressive methods of Teaching in Secondary school).

7.3.2.1 আদর্শ পাঠ-পরিকল্পনার বৈশিষ্ট্যসমূহ (Characteristics of a lesson plan) :

- i) পাঠ পরিকল্পনায় নির্দেশনামূলক উদ্দেশ্য থাকবে।
- ii) বিষয়বস্তুকে মনোবিজ্ঞান-সম্মত উপায়ে এবং যুক্তিক্রম অনুযায়ী বিন্যস্ত করা হবে।
- iii) বিষয়বস্তু নির্ভূল হবে এবং কোন বিভ্রান্তিমূলক তথ্য পরিবেশিত হবে না।
- iv) পাঠ-পরিকল্পনার বিষয়বস্তু নির্ধারিত সময়ের মধ্যে পাঠদানে সহায়ক হবে।
- v) পাঠ-পরিকল্পনায় শিক্ষার্থীর পর্বজ্ঞান ও নতুন জ্ঞানের সার্থক সামঞ্জস্যবিধানের ব্যবস্থা থাকবে।
- vi) পাঠ-পরিকল্পনার মাধ্যমে শিক্ষাদানে উপযুক্ত শিক্ষাসহায়ক উপকরণের এবং স্বহস্তনির্মিত যন্ত্রপাতি ব্যবহারের ব্যবস্থা থাকবে।
- vii) শিক্ষার্থীদের অগ্রগতির মূল্যায়নের ব্যবস্থা থাকবে।
- viii) পাঠক্রমে ড্রিল-ওয়ার্ক এবং Review এর জন্য অনুশীলনমূলক কাজ থাকবে।
- ix) পাঠ-পরিকল্পনায়, শিক্ষক কিভাবে পাঠদানের শেষে সামান্যীকরণ বা পুনর্বিদ্যাস করবেন তার নির্দেশ থাকবে।
- x) শিক্ষার্থীদের আগ্রহ সৃষ্টির জন্য উপযুক্ত শিক্ষণ-কৌশল নির্বাচনের পদ্ধতি উল্লেখ থাকবে।

7.3.2.2 পাঠ-পরিকল্পনা রচনার সুবিধা (Advantages of Lesson plan) :

- a) পাঠ-পরিকল্পনা মনোবিজ্ঞান ও বিজ্ঞান সম্মত হওয়ায় শিক্ষার্থীদের পাঠে মনোযোগ আকর্ষণ করতে সাহায্য করে।
- b) শিক্ষাক্রমে পরিকল্পনা-মাফিক শিক্ষাদান-কাজে অগ্রসর হতে সাহায্য করে।
- c) পরিকল্পনা-মাফিক পড়ালে পাঠদানের উৎকর্ষতা বাড়ে এবং শিক্ষার্থীরা সহজ বুঝতে পারে।
- d) পরিকল্পনা তৈরির সময় পূর্বাঙ্গিত শিখন-সামর্থ্য, বিষয় পদ্ধতি, শ্রেণি-সহায়ক উপকরণ, ব্লাকবোর্ড প্রভৃতি সব কিছুই ওপর গুরুত্ব দিতে হয়। এর ফলে শিক্ষক সহজে বিষয়টিকে উপস্থাপন করতে পারেন এবং শিক্ষার্থীদের কাছে বিষয়টি অনেক সহজ হয়।
- e) পূর্ব পরিকল্পনা অনুযায়ী পাঠ-দানে করলে শিক্ষার্থীদের অনেক বেশি সক্রিয় করা যায়।
- f) পাঠ-পরিকল্পনাতে মূল্যায়ন ও ড্রিল ওয়ার্কের ওপর গুরুত্ব দেওয়া হয়। ফলে শ্রেণিতে পাঠ-দান কালে শিক্ষার্থীদের অগ্রগতি সম্বন্ধে জানা যায় তেমনি Review এবং Drill work এর মাধ্যমে পাঠটিকে আরো সহজ সরল করে দেওয়া সম্ভব হয় এবং শিক্ষার্থী পাঠটিকে বাড়তি চর্চার সুযোগ পায়।

7.3.2.3. পাঠ-পরিকল্পনার ধাপ (Stages of Lesson plan) :

- 1) আয়োজন (Preparation)- পাঠদানের পূর্বের স্তর।
- 2) উপস্থাপন (Presentation)-পাঠদানের স্তর।
- 3) প্রয়োগ বা অভিযোজন বা মূল্যায়ন (Application)-পাঠদানের শেষে শিক্ষার্থীদের শিক্ষামূলক অভিজ্ঞতা-যাচাই করা হয়-শিক্ষার উদ্দেশ্য অনুযায়ী।

7.3.2.4. পাঠ-পরিকল্পনার বিষয়বস্তু:-পাঠ-পরিকল্পনায় নিম্নলিখিত বিষয়গুলি লিপিবদ্ধ করা হয়।

1. বিদ্যালয়ের নামঃ	শ্রেণিঃ	
শিক্ষক/শিক্ষিকার নামঃ	বিষয়ঃ	এককঃ
তারিখঃ	সময়ঃ	উপএককঃ
	শিক্ষার্থীর সংখ্যাঃ	
	গড় সময়ঃ	আজকের পাঠঃ

2. **পূর্বাঙ্গিত জ্ঞান (Previous Knowledge) :** যে উপএককটি পড়ানো হবে তা পড়তে হলে যে সব জ্ঞান দরকার। এক্ষেত্রে শিক্ষার্থীদের কি কি জানা আছে সেগুলি লিখতে হবে (জ্ঞান, বোধ, দক্ষতা, প্রয়োগ ইত্যাদির ভিত্তিতে লেখা যায়।)

3. **কাম্য আচরণগত শিখন-সামর্থ্যসমূহ (Expected Learning outcomes in terms of Behavior)**

শিখনের পর শিক্ষার্থী কি কি আচরণ সম্পন্ন করতে পারবে-ইত্যাদি জ্ঞান, বোধ, প্রয়োগ, দক্ষতা ইত্যাদির পরিপেক্ষিতে লিখতে হবে।

(i) **জ্ঞানমূলক-উপএককটির পাঠ গ্রহণের শেষে শিক্ষার্থীরা কি কি স্মরণ করতে পারবে , চিনতে পারবে তা লিখতে হবে।**

(ii) **বোধমূলক-উপএককটির পাঠ গ্রহণের শেষে শিক্ষার্থীগের বিভিন্ন বিষয়ের a) তুলনা b) সাদৃশ্য-বৈসাদৃশ্য নির্ণয় করা c) ব্যাখ্যা করা d) শ্রেণিবিন্যাস করা e) উদাহরণ দেওয়া প্রভৃতির করতে পারবে।**

(iii) **প্রয়োগমূলক-উপএককটি পাঠের মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা-তাদের জ্ঞান বা বোধকে বিভিন্ন ক্ষেত্রে প্রয়োগ করতে পারবে, বিভিন্ন গণিতিক সমস্যার সমাধান করতে পারবে ইত্যাদি।**

(iv) **দক্ষতামূলক-শিক্ষার্থীরা উপএককটি পাঠ গ্রহণ করে বিভিন্ন চিত্র আঁকতে পারবে, এতে বিভিন্ন পরীক্ষামূলক দক্ষতা গড়ে উঠবে, বিভিন্ন গ্রাফ আঁকতে পারবে ইত্যাদি।**

4. **পাঠ ঘোষণা-** শিক্ষার্থীকে বর্তমান পাঠ সম্পর্কে অবহিত করার জন্য শিক্ষিকা/শিক্ষক এই দিনের পাঠ ঘোষণা করবেন।

5. **শিক্ষণ-কৌশল সমূহ (Teaching strategy)**

শিক্ষণ-কৌশল সমূহের অন্তর্ভুক্ত বিষয়গুলি হল-

(i) শিখন অনু (ii) শিখন মৌল (iii) বিষয়বস্তু (iv) শিখন পদ্ধতি (v) শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ (vi) ব্ল্যাকবোর্ডের ব্যবহার

- (i) শিখন অনু : উপএককটির নাম লেখা হবে।
- (ii) শিখন মৌল : উপএককটির অন্তর্গত মূল ধারণাগুলির () নাম লেখা হবে।
- (iii) বিষয়বস্তু : শিখন মৌলের অন্তর্গত ধারণাগুলিকে সংক্ষেপে লিখতে হবে।
- (iv) শিখন পদ্ধতি : পাঠদান কালে প্রতিটি ধারণাকে উপস্থাপন করবার জন্য কোন্ কোন্ পদ্ধতি (বক্তৃতা, প্রতিপাদন, আবিষ্কার ইত্যাদি) কাজে লাগাতে হবে-তা উল্লেখ করতে হবে।
- (v) শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ : উপএককটি পড়ানোর জন্য ব্যবহৃত শিক্ষণপকরণ কি কি লাগবে তা লিখতে হবে।
- (vi) ব্ল্যাকবোর্ডের ব্যবহার : পাঠদান কালে গুরুত্বপূর্ণ বিষয়গুলি/ধারণাগুলি বোর্ডে লিখতে হবে-তার উল্লেখ থাকবে।

6. পুনর্বিন্যাসকরণ (Teaching strategy Consolidation)

যে উপএককটি পড়ানো হল তার সার-সংক্ষেপ এখানে উল্লেখ করতে হবে।

7. মূল্যায়ন (Evaluation)

মূল্যায়ন অংশে উপএককটির সম্বন্ধে জ্ঞান, বোধ, প্রয়োগ, দক্ষতা বিষয়ক প্রশ্ন থাকা দরকার।

8. রিভিউ এন্ড ড্রিল (Review and drill)

এই অংশে বাড়তি অনুশীলনের জন্য রিভিউ এন্ড ড্রিল ওয়ার্ক দেওয়া হবে।

7.3.2.5. বর্ধমান-বিশ্ববিদ্যালয়ের বি.এড পাঠক্রম- (Expected Learning outcomes in terms of Behavior)

বর্ধমান-বিশ্ববিদ্যালয়ের বি.এড পাঠক্রমে উল্লিখিত Practice Teaching এবং Final Teaching বিষয়-সমূহ-

- 1) Practice Teaching এবং Final Teaching দুটি Method Subject (First Method, Second Method) এর উপর করতে হয়।
- 2) Practice Teaching এর জন্য দুটি বিষয় মিলে মোট চল্লিশটি পাঠ-পরিকল্পনা প্রস্তুত করতে হবে। (কমপক্ষে ১৫ টি করে প্রত্যেক বিষয়ে -মোট চল্লিশটি)
- 3) প্রতিটি বিষয়ের জন্য 100 Marks এর উপর Final Teaching পরীক্ষা দিতে হয়। Final Teaching এর জন্য প্রতিটি বিষয়ে একই উপএককের (External and Internal) উর দুটি কপি পাঠ-পরিকল্পনা তৈরি করতে হয়। মনে রাখতে হবে Practice Teaching এ পড়ানো বিষয় Final Teaching এর জন্য ব্যবহার করা যাবে না।
- 4) Practice Teaching এর ক্ষেত্রে Lesson plan লেখার পর বিষয়-শিক্ষককে দিয়ে অনুমোদন (Approval) করিয়ে নিতে হয়। পড়ানোর পর বিষয়-শিক্ষক/বিদ্যালয়ের প্রধান শিক্ষককে দিয়ে 'executed' করিয়ে নিতে হবে।

- 5) Practice Teaching এর সময় Lesson plan এবং একটি Note book পেছনের দিকে বেঞ্চে রাখতে হবে। Supervisor Note book এ প্রশিক্ষনার্থী শিক্ষকের শিক্ষণ সংক্রান্ত ভুল-ত্রুটি গুলি উল্লেখ করবেন।
- 6) Lesson plan নিজের হাতে লিখতে হবে।
- 7) পড়ানোর সময় উচ্চারণ স্পষ্ট করতে হবে।
- 8) ডেস্ক বা চেয়ারের উপর হাত রেখে পড়ানো চলবে না।
- 9) শ্রেণি শৃঙ্খলার দিকে নজর দিতে হবে।
- 10) বোর্ডের লেখা স্পষ্ট হওয়া দরকার।
- 11) Chart বা Model এমন হওয়া দরকার যাতে শেষ বেঞ্চে পর্যন্ত সমস্ত শিক্ষার্থী সেটি স্পষ্টভাবে দেখতে ও বুঝতে পারে।
- 12) যে সমস্ত Teaching-aids পড়ানোর ক্ষেত্রে প্রয়োজন সেগুলিকে একমাত্র ব্যবহার করা দরকার। অসংখ্য চার্ট বা অধিক সংখ্যক মডেল ব্যবহার করার প্রয়োজন নেই।
- 13) Teaching-aids গুলো পড়ানোর সময় অবশ্যই ব্যবহার করতে হবে।
- 14) প্রশ্নোত্তরের মাধ্যমে পাঠদান-প্রক্রিয়াটিতে অগ্রসর হতে হবে।
- 15) পড়ানোর সময় সহজ থেকে কঠিন, আরোহী পদ্ধতি, উদাহরণ থেকে সাধারণ সূত্রে পৌঁছাতে হবে।
- 16) শিক্ষার্থীদের মাঝে মাঝে উৎসাহিত করতে হবে।
- 17) শিক্ষার্থীদের দিকে Pointer নির্দেশ না করাই ভালো।
- 18) চার্ট দেখানোর ক্ষেত্রে Pointer ব্যবহার করা উচিত।
- 19) বোর্ড বা চার্টে বানান ভুল বা তথ্যগত ভুল করা চলবে না।
- 20) বোর্ড বা চার্ট আড়াল করা চলবে না।
- 21) পড়ানোর ক্ষেত্রে সারসংক্ষেপ করতে হবে এবং কিছু সংখ্যক প্রশ্ন করে তাদের মূল্যায়ন করতে হবে।
- 22) Final Teaching এর ক্ষেত্রে যে সমস্ত Skill এবং বিষয়ের উপর গুরুত্ব দেওয়া উচিত-সেগুলি হলঃ
 - (i) Voice exposition and Delivery.
 - (ii) Presentation of the Topic.
 - (iii) Questioning.
 - (iv) Use of Teaching-aids.
 - (v) Black-board work.
 - (vi) Student participation.
 - (vii) Lesson plan.

7.3.3. ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষায় পাট-পরিকল্পনার নমুনা :

পাঠ পরিকল্পনা - ১

বিদ্যালয়ের নামঃ.....	বিষয়ঃভৌতবিজ্ঞান	এককঃ দুটি সাধারণ গ্যাস-অক্সিজেন হাইড্রোজেন
শিক্ষকের নামঃ.....	শ্রেণিঃ অষ্টম	উপএককঃ
তারিখঃ	বিভাগঃ ক	i. পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতি
মরীচা	সময়ঃ ৪০ মিনিট	ii. অক্সিজেনের ধর্ম
		iii. অক্সিজেনের সনাক্তকরণ, ব্যবহার ও
		iv. দহন-দহনে বায়ুমন্ডলের অক্সিজেন হ্রাসের অসুবিধা।
		v. *পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুতি
		vi. হাইড্রোজেনের ধর্ম ও ব্যবহার

আজকের পাঠঃ-‘*’-চিহ্নিত উপএকক

• কাম্য আচরণগত শিখন সামর্থ্য:

এই পাঠের শেষে শিক্ষার্থীরা যেসব শিখন সামর্থ্য অর্জন করবে সেগুলি হল :

- পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুতির জন্য প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্যের নাম ও সংকেত গুলি স্মরণ করতে পারবে। (জ্ঞানমূলক)
- পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুতির জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি গুলির নাম স্মরণ করতে পারবে। (জ্ঞানমূলক)
- পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুতির নীতিটি স্মরণ করতে পারবে। (জ্ঞানমূলক)
- পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুতির বিক্রিয়াটি বুঝতে পারবে। (জ্ঞানমূলক)
- পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুতির জন্য বিক্রিয়াটি লিখতে পারবে। (জ্ঞানমূলক)
- পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুতির পদ্ধতিটি স্মরণ করতে পারবে। (জ্ঞানমূলক)
- পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুতির পদ্ধতিটি বুঝতে পারবে। (বোধমূলক)
- পরীক্ষাগারে উৎপন্ন হাইড্রোজেন গ্যাসটিকে কীভাবে সংগ্রহ করা হয় তা স্মরণ করতে পারবে। (জ্ঞানমূলক)
- পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুতির জন্য গ্রহণ করা সতর্কতাগুলি অন্য পরীক্ষাতে ব্যবহার করতে পারবে। (প্রয়োগমূলক)
- পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির যন্ত্রসজ্জার একটি চিত্র অঙ্কন করতে পারবে। (দক্ষতামূলক)

● **পূর্বাঙ্গিত জ্ঞান**

আজকের পাঠে শিক্ষার্থীদের মনোনিবেশ ও পূর্বজ্ঞান যাচাই করার জন্য শিক্ষক মহাশয় নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলি করবেন-

শিক্ষকের ক্রিয়াকলাপ	শিক্ষার্থীর ক্রিয়াকলাপ
i. বেলুনে আমরা কোন গ্যাস ব্যবহার করি?	i. হাইড্রোজেন।
ii. হাইড্রোজেনের চিহ্ন এবং সংকেত কী?	ii. H এবং H ₂
iii. হাইড্রোজেনের যোজ্যতা কত?	iii. 1।
iv. হাইড্রোজেনের পরমাণু ক্রমাঙ্ক কত?	iv. 1।
v. হাইড্রোজেনের পারমানবিক ওজন কত?	v. 1।
vi. হাইড্রোজেনের পারমানবিকতা কত?	vi. 2।

● **পাঠ উপস্থাপন/শিক্ষণ কৌশল/শিক্ষা সহায়ক উপকরণ/পদ্ধতি :-**

উদ্দেশ্য অনুযায়ী বিষয় সংক্ষেপ	শিক্ষা সহায়ক উপকরণ	পদ্ধতি	ব্ল্যাকবোর্ডের ব্যবহার
<p>হাইড্রোজেনের আবিষ্কারক :- ক্যাভেন্ডিশ</p> <p>উৎস:-পৃথিবীপৃষ্ঠে মুক্ত হাইড্রোজেনের পরিমাণ কম। উদ্ভিদ ও প্রাণীকলায় যৌগ হিসাবে হাইড্রোজেন থাকে। জলে ওজন অনুপাতে নয় ভাগের এক ভাগ হাইড্রোজেন থাকে। অ্যাসিড, ক্ষার, প্রোটিন ও বিভিন্ন পেট্রোলিয়াম জাত পদার্থে একটি উপাদান হল হাইড্রোজেন।</p> <p>পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুতির প্রচলিত পদ্ধতি:- প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য:- ব্যাগিজিক দস্তা (Zn) ও লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড (H₂SO₄)।</p>	<p>সাধারণ উপকরণ:- চক, ডাস্টার, বোর্ড।</p> <p>বিশেষ উপকরণ:- রোল বোর্ড, এবং পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুতির যন্ত্রসজ্জার একটি চিত্র, একটি টেস্ট টিউব, বাগিজিক দস্তা (Zn) ও লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড (H₂SO₄)।</p>	<p>বক্তৃতা পদ্ধতি শিক্ষক মহাশয় পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুতির প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য, প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি নীতি, বিক্রিয়া, পদ্ধতি, সংগ্রহ, সতর্কতা, শুষ্ক হাইড্রোজেন প্রভৃতি বলবেন ও ব্যাখ্যা করবেন।</p> <p>প্রতিপাদন পদ্ধতিতে শিক্ষক মহাশয় পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুতির যন্ত্রসজ্জার একটি চিত্রটি দেখাবেন ও তার একটি বিবরণ দেবেন।</p>	<p>শিক্ষক মহাশয় ব্ল্যাকবোর্ডে পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুতির জন্য প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্যগুলির নাম ও সংকেত রাসায়নিক বিক্রিয়াটির সমীকরণ প্রভৃতি লিখবেন।</p>

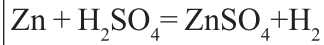
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি:-

দুমুখ খোলা উলফ বোতল,
একটি নির্গম নল যুক্ত কর্ক,
দীর্ঘনল ফানেল, ক্ল্যাম্প ও
স্ট্যান্ড, জলদ্রোণি এবং ঢাকনা
সহ গ্যাস জার।

নীতি :-

রাসায়নিক সক্রিয়তা শ্রেণিতে
যেসব ধাতু হাইড্রোজেনের
উপরে আছে, সেইসব ধাতু
অ্যাসিডের হাইড্রোজেনকে
প্রতিস্থাপিত করে হাইড্রোজেন
উৎপন্ন করে।

বিক্রিয়া:-



পদ্ধতি:-

- i) একটি উলফ বোতলে কিছু
পরিমাণ ব্যাগিজিক দস্তা
নিয়ে বোতলটির একমুখে
কর্কের ছিদ্র দিয়ে একটি
দীর্ঘনল ফানেল বোতলের
প্রায় তলা পর্যন্ত ঢোকানো
হয়।
- ii) উলফ বোতলের অন্য মুখে
একটি কর্কের মধ্য দিয়ে
একটি নির্গমনল সামান্য
প্রবেশ করিয়ে নির্গমনলের
অন্য প্রান্তটি একটি
গ্যাসদ্রোণীর জলের মধ্যে
ডুবিয়ে রাখা হয়।
- iii) দীর্ঘনল ফানেলের মধ্য দিয়ে
উলফ বোতলের মধ্যে
কিছুটা জল ঢোকানো হয়

পরীক্ষণ পদ্ধতিতে

শিক্ষক মহাশয় একটি
টেস্ট টিউবে কিছুটা
লঘু সালফিউরিক
অ্যাসিড ও ব্যাগিজিক
দস্তার বিক্রিয়া ঘটিয়ে
হাইড্রোজেন উৎপন্ন
করে দেখাবেন।

<p>যাতে বাণিজ্যিক দস্তাগুলি জলে ডুবে থাকে।</p> <p>iv) এই অবস্থায় দীর্ঘনল ফানেলের মধ্য দিয়ে কিছুটা লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড উলফ বোতলের মধ্যে ঢালা হয় এবং জলের মধ্য দিয়ে হাইড্রোজেন গ্যাসের বুদ্ধবুদ্ধ বের হতে দেখা যায়।</p> <p>কিছুক্ষণ গ্যাস বের হবার পর একটি জলুর্ণ গ্যাস জার জলদ্রোণির উপর উপুড় করে বসিয়ে দেওয়া হয়।</p> <p>সংগ্রহ:- হাইড্রোজেন গ্যাস জলের নিম্ন অপসারণ দ্বারা সংগ্রহ করা হয়।</p> <p>সতর্কতা:-</p> <ol style="list-style-type: none"> দীর্ঘনল ফানেল বোতলের প্রায় তলা পর্যন্ত ঢোকাতে হবে। উলফ বোতলটি পুরোপুরি বায়ুনিরুদ্ধ হতে হবে। পরীক্ষা যন্ত্রের কাছাকাছি যেন আগুন না থাকে। <p>শুদ্ধ হাইড্রোজেন এইভাবে উৎপন্ন হাইড্রোজেন গ্যাসটিকে ফসফরাস পেন্টক্সাইড অথবা ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের মধ্য দিয়ে পাঠিয়ে শুদ্ধ করা হয়।</p>			
---	--	--	--

পুনবিন্যাসকরণ:

আজকের পাঠটি পুনবিন্যাসকরণের জন্য শিক্ষক মহাশয় বিষয়বস্তুর সারসংক্ষেপ উপস্থাপন করবেন। তিনি সংক্ষেপে পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুতির প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য, প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি, নীতি, বিক্রিয়া, পদ্ধতি, সংগ্রহ, সতর্কতা, শুষ্ক হাইড্রোজেন প্রভৃতি পুনরায় বলবেন।

• পুনরালোচনামূল প্রশ্ন:

আজকের পাঠের সারসংক্ষেপ বলার সময় শিক্ষক মহাশয় নিম্নলিখিত কয়েকটি প্রশ্ন করবেন-

- কে হাইড্রোজেন আবিষ্কার করেন?
- হাইড্রোজেন প্রস্তুতির নীতিটি বল?
- বাণিজ্যিক দস্তা কী?
- বাণিজ্যিক দস্তা ছাড়া অন্য কোনো ধাতু কী ব্যবহার করা যায়?

• মূল্যায়ন:-

আজকের পাঠের শেষে শিক্ষার্থীদের কাম্য আচরণগত পরিবর্তন হয়েছে কি না, তা জানার জন্য মূল্যায়ন পর্বে কিছু প্রশ্ন করা হবে, যেমন-

- পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুতির জন্য প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য গুলির সংকেত বল।
- পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুতির জন্য নীতিটি বল।
- উৎপন্ন হাইড্রোজেন গ্যাসটি কীভাবে সংগ্রহ করা হয়?

• গৃহকাজ:-

- পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুতির জন্য প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য
- পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুতির রাসায়নিক সমীকরণটি লেখ ও সেটি সমতা বিধান কর।
- তাপ প্রয়োগে পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুতির যন্ত্রসজ্জার একটি চিত্র অঙ্কন কর।

পাঠ পরিকল্পনা - ১

বিদ্যালয়ের নামঃ.....	বিষয়ঃ ভৌতবিজ্ঞান	এককঃ পদার্থ
শিক্ষকের নামঃ.....	শ্রেণিঃ অষ্টম	উপএককঃ
তারিখঃ	বিভাগঃ ক সময়ঃ ৪০ মিনিট	i. ডালটনের পরমাণুবাদ ii. পরমাণু ও অণু iii. পরমাণুর গঠন iv. চিহ্ন, স,ংকেত, যোজ্যতা, মূলক v. *রাসায়নিক বিক্রিয়া ও রাসায়নিক সমীকরণ vi. রাসায়নিক সমীকরণের সমতা বিধান

আজকের পাঠ:- ‘*’-চিহ্নিত উপএকক

এই পাঠের শেষে শিক্ষার্থীরা যেসব শিখন সামর্থ্য অর্জন করবে সেগুলি হল:-

- রাসায়নিক বিক্রয়ার সংজ্ঞা স্মরণ করতে পারবে। (জ্ঞানমূলক)
- বিক্রিয়ক পদার্থ ও বিক্রিয়াজাত পদার্থ কাকে বলে তা স্মরণ করতে পারবে। (জ্ঞানমূলক)
- রাসায়নিক সমীকরণ দেখে বিক্রিয়ক পদার্থ ও বিক্রিয়াজাত পদার্থ গুলি চিনতে পারবে। (জ্ঞানমূলক)
- রাসায়নিক বিক্রয়ার তাৎপর্য গুলি বুঝতে পারবে। (বোধমূলক)
- রাসায়নিক সমীকরণ কাকে বলে তা স্মরণ করতে পারবে। (জ্ঞানমূলক)
- সাধারণ কিছু রাসায়নিক সমীকরণ লিখতে পারবে। (প্রয়োগমূলক)
- রাসায়নিক সমীকরণ লেখার পদ্ধতি বোঝাতে পারবে। (বোধমূলক)
- সংকেতের সঙ্গে রাসায়নিক সমীকরণের পার্থক্য করতে পারবে। (বোধমূলক)
- রাসায়নিক সমীকরণ দেখে তার তাৎপর্য বিচার করতে পারবে। (বোধমূলক)
- সাধারণ কিছু রাসায়নিক সমীকরণ সমন্বিত একটি চার্ট তৈরী করতে পারবে। (দক্ষতামূলক)

• পূর্বািজিত জ্ঞান

শিক্ষকের ক্রিয়াকলাপ	শিক্ষার্থীর ক্রিয়াকলাপ
কয়লাকে বাতাসে পোড়ালে কী ঘটে?	কালো ধোঁয়া উৎপন্ন হয়।
সেখানে মূলত কী থাকে?	কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস
চাল থেকে মুড়ি তৈরী হয়, মুড়ি থেকে চাল তৈরী সম্ভব কী?	না।
সংকেত কাকে বলে?	পদার্থের অণুকে সংক্ষেপে প্রকাশ করার পদ্ধতি বলে সংকেত।

পাঠ উপস্থাপন/শিক্ষণ কৌশল/শিক্ষা সহায়ক উপকরণ/পদ্ধতি

উদ্দেশ্য অনুযায়ী বিষয় সংক্ষেপ	শিক্ষা সহায়ক উপকরণ	পদ্ধতি	ব্ল্যাকবোর্ডের
রাসায়নিক বিক্রয়া (Chemical Reaction) যে প্রক্রিয়ায় পদার্থের আমূল পরিবর্তনে সম্পূর্ণ নতুন ধর্ম বিশিষ্ট পদার্থ সৃষ্টি হয় তাকে রাসায়নিক বিক্রিয়া বলে। যেসব পদার্থ রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশ নেয় তাদের বিক্রিয়ক পদার্থ এবং রাসায়নিক	সাধারণ উপকরণ:- চক, ডাস্টার, বোর্ড। বিশেষ উপকরণ:- রোল বোর্ড।	বক্তৃতা পদ্ধতি শিক্ষক রাসায়নিক বিক্রিয়া বিক্রিয়ক পদার্থ বিক্রিয়াজাত পদার্থ উদাহরণ বলে ব্যাখ্যা করবেন। প্রতিপাদন পদ্ধতিতে শিক্ষক বিক্রিয়ক ও	ব্যবহার শিক্ষক ব্ল্যাকবোর্ডে রাসায়নিক বিক্রিয়া, বিক্রিয়া জাত পদার্থ উদাহরণ ইত্যাদি লিখবেন।

<p>বিক্রিয়ার ফলে যেসব পদার্থ উৎপন্ন হয় তাদের বিক্রিয়া জাত পদার্থ বলে। উদাহরণ:- বায়ুতে কার্বনকে পোড়ালে কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। এখানে কার্বন এবং অক্সিজেন হল বিক্রয়ক পদার্থ আর কার্বন ডাই অক্সাইড হল বিক্রয়জাত পদার্থ।</p> <p>রাসায়নিক বিক্রিয়ার তাৎপর্য:-</p> <ol style="list-style-type: none"> রাসায়নিক বিক্রিয়ায় পদার্থের রাসায়নিক পরিবর্তন হয়। রাসায়নিক বিক্রিয়া কোন কারণ ছাড়া সতঃস্বূর্ত ভাবে ঘটে না। রাসায়নিক বিক্রিয়া একটি পারমানবিক ঘটনা। রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিক্রয়ক ও বিক্রয়জাত পদার্থের মোট ভর সমান হয়। রাসায়নিক বিক্রিয়ায় তাপের উদ্ভব বা শোষণ হবেই। <p>রাসায়নিক বিক্রিয়ার শর্ত:-</p> <p>সংযোগ, তাপ, তড়িৎ, চাপ, আলো, শব্দ, অনুঘটক ইত্যাদি কোনো শর্ত ছাড়া রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে না। যেমন-</p> <ol style="list-style-type: none"> সাদা ফসফরাস (P) ও আয়োডিনের (I₂) সংযোগ ঘটালে ফসফরাস আয়োডাইড (PI₃) উৎপন্ন হয়। 	<p>বিশেষ উপকরণ:- রোল বোর্ড।</p>	<p>বিক্রয়জাত পদার্থগুলি চাটের সাহায্যে দেখাবেন।</p> <p>বক্তৃতা পদ্ধতিতে শিক্ষক রাসায়নিক বিক্রিয়ার শর্ত উদাহরণ ইত্যাদি গুলি বলে ব্যাখ্যা করবেন।</p>	<p>শিক্ষক ব্ল্যাকবোর্ডে রাসায়নিক বিক্রিয়ার শর্ত উদাহরণ ইত্যাদি লিখবেন।</p>
--	--	--	--

<p>ii. সামান্য অ্যাসিড মশানো জলে তড়িৎ চালনা করলে হাইড্রোজেন (H₂) ও অক্সিজেন (O₂) গ্যাস উৎপন্ন হয়।</p> <p>রাসায়নিক সমীকরণ (Chemical Equation)</p> <p>চিহ্ন ও সংকেতের সাহায্যে বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়াজাত পদার্থ গুলির মধ্যে ভরের সমতা বজায় রেখে কোন রাসায়নিক বিক্রিয়াকে সংক্ষেপে প্রকাশ করাকে রাসায়নিক সমীকরণ বলে।</p> <p>• উদাহরণ:-</p> <p>i. বিক্রিয়ক পদার্থ গুলির সংকেত বামদিকে ও বিক্রিয়াজাত পদার্থ গুলির সংকেত ডানদিকে লিখে মাঝখানে তির চিহ্ন (→) দেওয়া হয়।</p> <p>ii. এবার, বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়াজাত পদার্থ গুলির অণুর সংখ্যা প্রয়োজনমতো বাড়িয়ে-কমিয়ে উভয় দিকে পরমাণু সংখ্যা সমান হলে তির চিহ্ন উঠিয়ে সমান চিহ্ন (=) বসান হয় (সমতাবিধান)।</p> <p>উদাহরণ:-</p> $H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$ $2H_2 + O_2 = 2H_2O$		<p>বক্তৃতা পদ্ধতিতে</p> <p>শিক্ষক রাসায়নিক বিক্রয়ার শর্ত</p>	<p>শিক্ষক ব্ল্যাকবোর্ডে রাসায়নিক সমীকরণ লিখে কীভাবে রাসায়নিক সমীকরণ লেখা হয় তা বোঝাবেন।</p> <p>প্রয়োজনে তিনি উদাহরণে বর্ণিত সমীকরণটি প্রথমে তির চিহ্ন ও পরে সমান চিহ্ন দিয়ে লিখে দেবেন।</p>
--	--	---	--

পুনর্বিন্যাসকরণ:

- সারসংক্ষেপ:

আজকের পাঠটি পুনর্বিন্যাসকরণের জন্য শিক্ষক মহাশয় বিষয়বস্তু সারসংক্ষেপ উপস্থাপন করবেন। তিনি সংক্ষেপে উদাহরণ সহ রাসায়নিক বিক্রিয়া, বিক্রিয়ক পদার্থ, বিক্রিয়াজাত, পদার্থ রাসায়নিক বিক্রিয়ার তাৎপর্য, রাসায়নিক বিক্রিয়ার শর্ত ও রাসায়নিক সমীকরণ রাসায়নিক সমীকরণ লেখার পদ্ধতি প্রভৃতি পুনরায় বলবেন।

- পুনরালোচনামূলক প্রশ্ন:

আজকের পাঠের সারসংক্ষেপ বলার শিক্ষক মহাশয় নিম্নলিখিত প্রশ্ন করবেন-

- i. রাসায়নিক বিক্রিয়া কাকে বলে?
- ii. রাসায়নিক বিক্রিয়ায় পদার্থের কী রকম পরিবর্তন ঘটবে?
- iii. সামান্য অ্যাসিড মেশানো জলে তড়িৎ চালনা করলে কী ঘটবে?

মূল্যায়ন:

আজকের পাঠের শেষে শিক্ষার্থীদের কাম্য আচরণগত পরিবর্তন হয়েছে কিনা, তা জানার জন্য মূল্যায়ন পর্বে কিছু প্রশ্ন করা হবে, যেমন-

- i. রাসায়নিক সমীকরণ কাকে বলে?
- ii. নীচের বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক পদার্থ ও বিক্রিয়াজাত পদার্থ গুলি সনাক্ত কর
- iii. রাসায়নিক বিক্রিয়ার দুটি শর্ত বল।

গৃহকাজ:

- i. বিক্রিয়ক পদার্থ ও বিক্রিয়াজাত পদার্থ কাকে বলে?
- ii. রাসায়নিক বিক্রিয়ার দুটি তাৎপর্য লেখ।
- iii. নীচের রাসায়নিক বিক্রিয়াটি রাসায়নিক সমীকরণের আকারে লেখ
দুটি অণু হাইড্রোজেন ও এক অণু জল তৈরী করে।

পাঠ পরিকল্পনা - ০৩

বিদ্যালয়ের নামঃ.....	বিষয়ঃভৌতবিজ্ঞান	এককঃ দুটি সাধারণ গ্যাস-অক্সিজেন ও হাইড্রোজেন
শিক্ষকের নামঃ.....	শ্রেণিঃ অষ্টম	উপএককঃ
তারিখঃ	বিভাগঃ ক	vii *পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতি
	সময়ঃ ৪০ মিনিট	viii. অক্সিজেনের ধর্ম
		ix. অক্সিজেনের সনাক্তকরণ, ব্যবহার ও মরীচাধরা
		x. দহন-দহনে বায়ুমণ্ডলের অক্সিজেন হ্রাসের অসুবিধা
		xi. পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুতি
		xii. হাইড্রোজেনের ধর্ম ও ব্যবহার

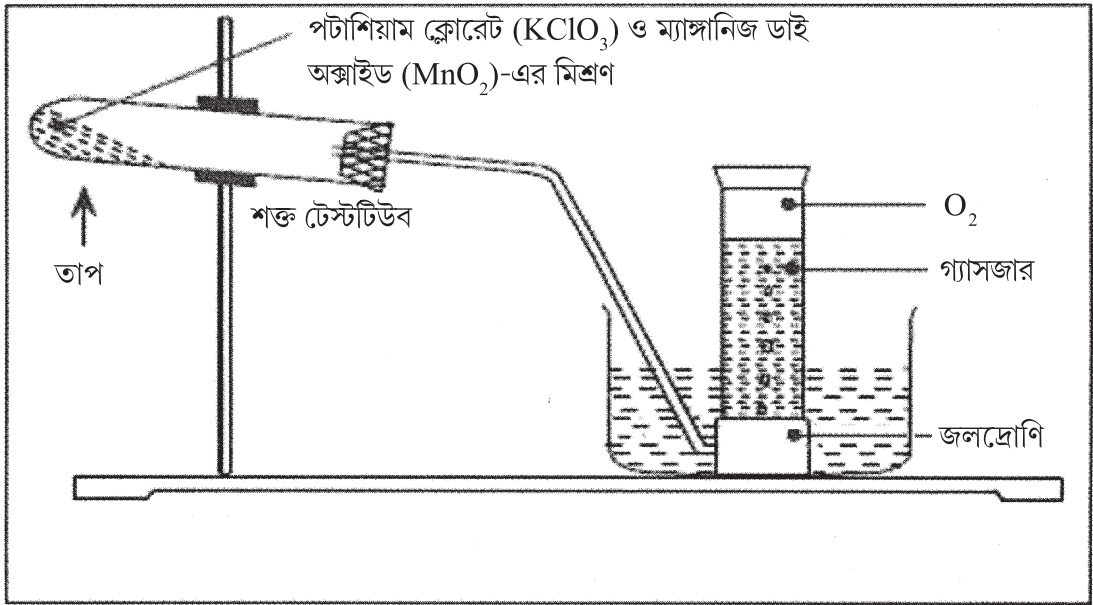
আজকের পাঠ:- ‘*’-চিহ্নিত উপএকক

এই পাঠের শেষে শিক্ষার্থীরা যেসব সামর্থ্য অর্জন করবে সেগুলি হল:-

- xi. পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির জন্য প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্যের নাম ও সংকেত গুলি স্মরণ করতে পারবে। (জ্ঞানমূলক)
- xii. পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি গুলির নাম ও সংকেত গুলির নাম স্মরণ করতে পারবে। (জ্ঞানমূলক)
- xiii. পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির নীতিটি স্মরণ করতে পারবে। (জ্ঞানমূলক)
- xiv. পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির বিক্রিয়াটি বুঝতে পারবে। (বোধমূলক)
- xv. পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির জন্য বিক্রিয়াটি লিখতে পারবে। (জ্ঞানমূলক)
- xvi. পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির পদ্ধতিটি স্মরণ করতে পারবে। (জ্ঞানমূলক)
- xvii. পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির পদ্ধতিটি বুঝতে পারবে। (বোধমূলক)
- xviii. পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির গ্যাসটিকে কীভাবে সংগ্রহ করা হয় তা স্মরণ করতে পারবে। (জ্ঞানমূলক)
- xix. পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির জন্য গ্রহণ করা সতর্কতা অন্য পরীক্ষাতে ব্যবহার করতে পারবে। (প্রয়োগমূলক)
- xx. পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতিতে ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইডের ভূমিকা করতে পারবে। (জ্ঞানমূলক)
- xxi. পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতিতে ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইডের ভূমিকা বুঝতে পারবে। (বোধমূলক)
- xxii. অনুঘটক কাকে বলে তা স্মরণ করতে পারবে। (জ্ঞানমূলক)
- xxiii. রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অনুঘটকের ভূমিকা বুঝতে পারবে। (বোধমূলক)
- xxiv. পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির যন্ত্রসজ্জার একটি চিত্র অঙ্কন করতে পারবে। (দক্ষতামূলক)

পূর্বাঙ্গিত জ্ঞান

শিক্ষকের ক্রিয়াকলাপ	শিক্ষার্থীর ক্রিয়াকলাপ
i) শ্বাস নেবার সময় আমরা কোন গ্যাস ব্যবহার করি?	অক্সিজেন
ii) অক্সিজেনের চিহ্ন এবং সংকেত কী?	O এবং O ₂
iii) অক্সিজেনের যোজ্যতা কত?	2
iv) অক্সিজেনের পরমাণু ক্রমাঙ্ক কত?	8
v) অক্সিজেনের পারমাণবিক ওজন কত?	16



পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির যন্ত্রসজ্জা

উদ্দেশ্য অনুযায়ী বিষয় সংক্ষেপ	শিক্ষা সহায়ক উপকরণ	পদ্ধতি	ব্ল্যাকবোর্ডের
অক্সিজেন আবিষ্কারক :- শিলি ও প্রিস্টলি। উৎস:- ভূত্বকে প্রচুর পরিমাণে অক্সিজেন আছে। বায়ুতে আয়তন হিসাবে প্রায় 21% এবং ওজন হিসাবে প্রায় 23%	সাধারণ উপকরণ:- চক, ডাস্টার, বোর্ড। বিশেষ উপকরণ:- রোল বোর্ড, এবং পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির যন্ত্রসজ্জার একটি চিত্র।	বক্তৃতা পদ্ধতি শিক্ষক মহাশয় পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি নীতি, বিক্রিয়া, পদ্ধতি,	ব্যবহার শিক্ষক ব্ল্যাকবোর্ডে পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির জন্য প্রয়োজনীয় রাসায়নিক

<p>অক্সিজেন আছে। পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির প্রচলিত পদ্ধতি (তাপ প্রয়োগে):- ➤ প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য:- পটাশিয়াম ক্লোরেট ($KClO_3$) ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইড (MnO_2)। ➤ প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি:- শক্ত পরীক্ষানল, নির্গম নল যুক্ত কর্ক, ক্ল্যাম্প ও স্ট্যান্ড, জলদ্রোণি এবং ঢাকনা সহ গ্যাস জার। ➤ নীতি 4 ভাগ ওজনের পটাশিয়াম ক্লোরেট ও 1 ভাগ ওজনের বিশুদ্ধ ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইডের মিশ্রণ $230^\circ C$ উষ্ণতায় উত্তপ্ত করলে অক্সিজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়। ➤ বিক্রিয়া:- $2KClO_3 + [MnO_2] = 2KC + 3O_2 + [MnO_2]$ ➤ পদ্ধতি:- i. একটি শক্ত পরীক্ষানলে 4 ভাগ ওজনের পটাশিয়াম ক্লোরেট ও 1 ভাগ ওজনের বিশুদ্ধ ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইডের মিশ্রণ নিয়ে পরীক্ষানলের মুখটিতে নির্গমনল যুক্ত কর্কটি লাগানো হয়। ii. এবার পরীক্ষানলটি ক্ল্যাম্পের সাহায্যে স্ট্যান্ডে এমনভাবে আটকানো হয় যাতে পরীক্ষানলের সামনের দিকটা কিছুটা নীচের দিকে ঝুঁকে থাকে। iii. এবার নির্গমনলের শেষ প্রস্তুতি জলদ্রোণির জলের নীচে রেখে বার্নার দিয়ে পরীক্ষানলটিকে ধীরে ধীরে সমানভাবে উত্তপ্ত</p>		<p>সংগ্রহ, সতর্কতা, শুষ্ক অক্সিজেন প্রভৃতি বলবেন ও ব্যাখ্যা করবেন। প্রতিপাদন পদ্ধতিতে শিক্ষক মহাশয় পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির যন্ত্রসজ্জার একটি চিত্রটি দেখাবেন ও তার একটি বিবরণ দেবেন। বক্তৃতা পদ্ধতিতে শিক্ষক মহাশয় অক্সিজেন প্রস্তুতিতে ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইডের ভূমিকা, অনুঘটক, পরা অনুঘটক এবং অপরা-অনুঘটক প্রভৃতি বলবেন ও ব্যাখ্যা করবেন।</p>	<p>দ্রব্যগুলির নাম ও সংকেত, রাসায়নিক বিক্রিয়াটির সমীকরণ প্রভৃতি লিখবেন। শিক্ষক মহাশয় ব্ল্যাকবোর্ডে প্রয়োজনীয় বিক্রিয়া গুলি লিখবেন ও ব্যাখ্যা করবেন।</p>
---	--	---	---

<p>করা হয় এবং নির্গমন থেকে অক্সিজেন গ্যাস বের হতে দেখা যায়।</p> <p>iv. কিছুটা গ্যাস বেরিয়ে যাবার পর একটি জলভরতি গ্যাস জার নির্গমনের উপর উপুড় করে রাখা হয়।</p> <p>➤ সংগ্রহ:-</p> <p>অক্সিজেন গ্যাস বায়ুর চেয়ে সামান্য ভারী, নলের নিম্ন অপসারণ দ্বারা গ্যাসটি সংগ্রহ করা হয়।</p> <p>➤ সতর্কতা:-</p> <p>i. ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইড বিশুদ্ধ হতে হবে।</p> <p>ii. পরীক্ষানলটির সামনের দিক একটু ঝাঁকা রাখতে হবে।</p> <p>iii. পরীক্ষানলটির সামনের দিক একটু ঝুঁকে থাকবে। বার্নার দিয়ে সামনে থেকে পিছনের দিক উত্তপ্ত করতে হয়।</p> <p>iv. শেষে পরীক্ষানল থেকে বার্নার সরাবার আগেই নির্গম নলটির শেষ প্রান্তটি জল থেকে তুলে দিতে হয়, নাহলে উত্তপ্ত পরীক্ষানলে জল ঢুকে পরীক্ষানলটিকে ফাটিয়ে দেবে।</p> <p>➤ শুদ্ধ অক্সিজেন:-</p> <p>এইভাবে উৎপন্ন অক্সিজেন গ্যাসটিকে ফসফরাস পেন্টাঅক্সাইড অথবা ঘন সালফিউরিক অ্যাসিডের মধ্য দিয়ে পাঠিয়ে শুদ্ধ করা হয়।</p> <p>➤ অক্সিজেন প্রস্তুতিতে ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইডের ভূমিকা:-</p>			
---	--	--	--

<p>পটাশিয়াম ক্লোরেট ($KClO_3$) খুব উচ্চউষ্ণতায় (প্রায় $610^\circ C$) বিয়োজিত হয়ে প্রথমে পটাশিয়াম পার ক্লোরেট ($KClO_3$) উৎপন্ন করে, যা পরে বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।</p> $KClO_3 \rightarrow (KClO_3)$ $KClO_4 \rightarrow KCl + O_2$ <p>কিন্তু, পটাশিয়াম ক্লোরেটের সঙ্গে সামান্য ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইড মেশালে অপেক্ষাকৃত কম উষ্ণতায় (প্রায় $2300^\circ C$) পটাশিয়াম ক্লোরেট বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন উৎপন্ন হয়। এখানে ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইড পরা অনুঘটকের কাজ করে।</p> <p>➤ অনুঘটক:</p> <p>যে সকল পদার্থ রাসায়নিক বিক্রিয়ায় উপস্থিত থেকে বিক্রিয়ার গতিকে পরিবর্তন করে এবং বিক্রিয়ার শেষে যদি ওই পদার্থের ধর্ম ও ওজনের কোনো পরিবর্তন না হয় তবে ওইসব পদার্থকে অনুঘটক বলে।</p> <p>অনুঘটকের উপস্থিতিতে যে বিক্রিয়া ঘটে তাকে অনুঘটক বলে।</p> <p>অনুঘটক বিক্রিয়ার গতিকে বাড়ালে তাকে পরা অনুঘটক এবং বিক্রিয়ার গতিকে কমালে তাকে অপরা-অনুঘটক বলে।</p>			
---	--	--	--

পাঠ উপস্থাপন/শিক্ষণ কৌশল/শিক্ষা সহায়ক উপকরণ/পদ্ধতি:-

- সারসংক্ষেপ:-

আজকের পাঠটি পুনর্বিন্যাসকরণের জন্য শিক্ষক মহাশয় বিষয়বস্তু সারসংক্ষেপ উপস্থাপন করবেন। তিনি সংক্ষেপে পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য, প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি, নীতি, বিক্রিয়া, পদ্ধতি, সংগ্রহ, সতর্কতা, শুল্ক অক্সিজেন প্রস্তুতিতে ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইডের ভূমিকা, অনুঘটক, পরা অনুঘটক এবং অপরা অনুঘটক প্রভৃতি পুনরায় বলবেন।

• পুনরালোচনামূলক প্রশ্ন:-

আজকের পাঠের সারসংক্ষেপ বলার সময় শিক্ষক মহাশয় নিম্নলিখিত কয়েকটি প্রশ্ন করবেন-

- i. পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির জন্য প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্যের নাম গুলি বল।
- ii. পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির নীতিটি বল।
- iii. উৎপন্ন অক্সিজেন গ্যাসটি কীভাবে সংগ্রহ করা হয়?
- iv. পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির সময় ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইড কিসের ভূমিকা নেয়?
- v. অক্সিজেনের চিহ্ন এবং সংকেত কী?

মূল্যায়ন:-

আজকের পাঠের শেষে শিক্ষার্থীদের কাম্য আচরণগত পরিবর্তন হয়েছে কিনা, তা জানার জন্য মূল্যায়ন পর্বে কিছু প্রশ্ন করা হবে, যেমন-

- iv. পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির জন্য প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য গুলির সংকেত বল।
- v. পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির জন্য নীতিটি বল।
- vi. উৎপন্ন অক্সিজেন গ্যাসটি কীভাবে সংগ্রহ করা হয়?
- vii. অনুঘটক কাকে বলে?

গৃহকাজ:-

- i. পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির জন্য প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্যগুলির সংকেত লেখ।
- ii. তাপ প্রয়োগে পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির রাসায়নিক সমীকরণটি লেখ ও সেটি সমতা বিধান কর।
- iii. পরা অনুঘটক ও অপরা অনুঘটক কাকে বলে?
- iv. তাপ প্রয়োগে পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির যন্ত্রসজ্জা একটি চিত্র অঙ্কন কর।

7.4. সারসংক্ষেপ (Summing up/Summary) :

- 1) আভিধানিক অর্থে মূল্যায়ন হল- কোনও কিছুর উপর মূল্য আরোপ করা, অর্থাৎ কোনও বিষয় ভালো বা খারাপ-তার মূল্য বিচার করা। মূল্যায়নের মাধ্যমে ব্যক্তির সামগ্রিক অগ্রগতির পরিমাণগত Quantitative এবং গুণগত (Qualitative) মূল্যমান নির্ণয় করা হয়।
- 2) অধ্যাপক বেঞ্জামিন রুম শিক্ষার উদ্দেশ্য, শিখন অভিজ্ঞতা ও মূল্যায়নের মধ্যকার সম্পর্কটিকে ত্রিভুজ দ্বারা ব্যাখ্যা করেছেন মনোবিদ Groland মূল্যায়নের চতুর্মাত্রিক ধারণার ব্যাখ্যা দিয়েছেন। এক্ষেত্রে রুমের ত্রিমাত্রিক চিত্রে আরও একটি মাত্রা যুক্ত হয়েছে। মাত্রাটি হল মূল্যায়ন বিচারকরণ (Value judgement)

- 3) পরিমাপ দ্বারা কোনো বস্তুকে স্বীকৃত নিয়মাবলীর পরিপেক্ষিতে সংখ্যা দ্বারা প্রকাশ করা হয়। অর্থাৎ কোনো ব্যক্তি বা বস্তুর মধ্যে কোনো বৈশিষ্ট্য কতখানি বর্তমান তা সংখ্যা দ্বারা প্রকাশ করাকেই পরিমাপ বলে।
- 4) ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষায় মূল্যায়নের কৌশল উপকরণগুলিকে দুভাগে ভাগ করা যায়---
 1. দীর্ঘমেয়াদী উদ্দেশ্যভিত্তিক মূল্যায়ন (Evaluation based on long-term objectives)
 2. স্বল্পমেয়াদী উদ্দেশ্যভিত্তিক মূল্যায়ন (Evaluation based on short-term objectives)
- 5) বিদ্যালয়ের ভিতরে ও বাইরে নানবিধ সহ-পাঠক্রমিক কার্যাবলীর মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের মধ্যে বিজ্ঞানে আগ্রহ, মনোভাব, প্রশংসা, অভ্যাস, বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি প্রভৃতি গড়ে ওঠে। এইসব উদ্দেশ্যের ভিত্তিতে শিক্ষার্থীদের মূল্যায়নকে দীর্ঘমেয়াদী-উদ্দেশ্য ভিত্তিক মূল্যায়ন বলা হয়।
- 6) দীর্ঘমেয়াদী-উদ্দেশ্য ভিত্তিক মূল্যায়নের উপকরণগুলি হল-পর্যবেক্ষণ (Obstruction), প্রশ্নগুচ্ছ (Question), সৃজনধর্মী কাজ (Creative activities), রেটিং স্কেল (Rating Scale), সাক্ষাৎকার (Interview), রেকর্ড এবং ডায়ারি (Record & Diary) ইত্যাদি।
- 7) ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষায় স্বল্পমেয়াদী উদ্দেশ্য বলতে বৌদ্ধিক উদ্দেশ্য যথা-জ্ঞান, বোধ, প্রয়োগ, দক্ষতা ইত্যাদি বোঝায়। শ্রেণিকক্ষে ও পরীক্ষাগারের কাজের মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা তাত্ত্বিক জ্ঞান (Theoretical Knowledge) ও ব্যবহারিক জ্ঞান (Practical Knowledge) অর্জন করে।
- 8) স্বল্পমেয়াদী উদ্দেশ্যভিত্তিক মূল্যায়নের পদ্ধতিগুলি হল
 - V. লিখিত অধীক্ষা
 - VI. মৌখিক অধীক্ষা
 - VII. চিত্রধর্মী অধীক্ষা
 - VIII. ব্যবহারিক অধীক্ষা
- 9) লিখিত অধীক্ষায় তিন ধরনের প্রশ্ন থাকে-
 - A. রচনাধর্মী প্রশ্ন (Eassy type Question)
 - B. সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন (Objective Type)
 - C. নৈব্যক্তিক প্রশ্ন (Short Answer type)
- 10) মৌখিক পরীক্ষায় পরীক্ষক ও পরীক্ষার্থী উভয়ে সামনা-সামনি বসে প্রশ্নোত্তরের মাধ্যমে পরীক্ষার্থীর অধীত জ্ঞান পরীক্ষক পরিমাপ করে।

- 11) চিত্র, গ্রাফ প্রভৃতির মাধ্যমে শিক্ষার্থীর জ্ঞানের গভীরতা পরিমাপের জন্য যে অভীক্ষা ব্যবহার করা হয় তাকে চিত্রধর্মী অভীক্ষা (Pictorial Test) বলে।
- 12) শিক্ষার্থীদের ব্যবহারিক জ্ঞান মূল্যায়নের জন্য যে অভীক্ষাগুলি ব্যবহার করা হয় তাদের ব্যবহারিক অভীক্ষা (Practical Test) বলা হয়। আবিষ্কার পদ্ধতি, পরীক্ষাগার পদ্ধতি, প্রোজেক্ট পদ্ধতি প্রভৃতির মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের মধ্যে-পরীক্ষা সম্পাদন দক্ষতা, পরীক্ষালব্ধ ফলাফল সংখ্যা জ্ঞানের দক্ষতা, অঙ্কনমূলক দক্ষতা, যন্ত্রপাতিমূলক দক্ষতা ইত্যাদি গড়ে তোলা সম্ভব হয়।
- 13) শ্রেণিকক্ষে নির্দিষ্ট সময়ের মধ্যে নর্ধারিত উদ্দেশ্য পৌঁছানোর জন্য শিক্ষকের বিভিন্ন করণীয় কাজের বিবরণই হল ‘পাঠ-পরিকল্পনা’।
- 14) পাঠ-পরিকল্পনা শিক্ষক ও শিক্ষার্থীকে নিম্নোক্তভাবে সাহায্য করে:
- পাঠ-পরিকল্পনা মনোবিজ্ঞান ও বিজ্ঞান সম্মত হওয়ায় শিক্ষার্থীদের পাঠে মনোযোগ আকর্ষণ করতে সাহায্য করে।
 - শিক্ষাক্রমে পরিকল্পনা-মাফিক শিক্ষাদান-কাজে অগ্রসর হতে সাহায্য করে।
 - পরিকল্পনা-মাফিক পড়ালে পাঠদানের উৎকর্ষতা বাড়ে এবং শিক্ষার্থীরা সহজ বুঝতে পারে।
 - পরিকল্পনা তৈরির সময় পূর্বাঙ্গিত শিখন-সামর্থ্য, বিষয় পদ্ধতি, শ্রেণি-সহায়ক উপকরণ, ব্ল্যাকবোর্ড প্রভৃতি সব কিছুই ওপর গুরুত্ব দিতে হয়। এর ফলে শিক্ষক সহজে বিষয়টিকে উপস্থাপন করতে পারেন এবং শিক্ষার্থীদের কাছে বিষয়টিকে অনেক সহজ হয়।
 - পূর্ব পরিকল্পনা অনুযায়ী পাঠ-দানে করলে শিক্ষার্থীদের অনেক বেশি সক্রিয় করা যায়।
 - পাঠ-পরিকল্পনাতে মূল্যায়ন ও ড্রিল ওয়ার্কের ওপর গুরুত্ব দেওয়া হয়। ফলে শ্রেণিতে পাঠ-দান কালে শিক্ষার্থীদের অগ্রগতি সম্বন্ধে জানা যায় তেমনি Review এবং Drill work এর মাধ্যমে পাঠটিকে আরো সহজ সরল করে দেওয়া সম্ভব হয় এবং শিক্ষার্থী পাঠটিকে বাড়তি চর্চার সুযোগ পায়।
- 15) মনোবিজ্ঞান সম্মত পাঠ-পরিকল্পনা রচনার পথ পদর্শক-হার্বাট। সাধারণত হার্বাটের শিক্ষানীতি মেনেই পাঠ-পরিকল্পনা প্রস্তুত করা হয়। হার্বাটের পরিকল্পনার তিনটি গুরুত্বপূর্ণ ধাপ হল
- আয়োজন (Preparation)-পাঠদানের পূর্বের স্তর।
- উপস্থাপন(Preparation)-পাঠদানের স্তর।
- প্রয়োগ বা অভিযোজন বা মূল্যায়ন (Application)-পাঠদানের শেষে শিক্ষার্থীদের শিক্ষামূলক অভিজ্ঞতা-যাচাই করা হয়-শিক্ষার উদ্দেশ্য অনুযায়ী।

16) পাঠ-পরিকল্পনার বিষয়বস্তু:-

পাঠ-পরিকল্পনায় নিম্নলিখিত বিষয়গুলি লিপিবদ্ধ করা হয়।

1.বিদ্যালয়ের নামঃ	শ্রেণিঃ	
শিক্ষক/শিক্ষকার নামঃ	বিষয়ঃ	এককঃ
তারিখঃ	সময়ঃ	উপএককঃ
	শিক্ষার্থীর সংখ্যাঃ	আজকের পাঠঃ
	গড় সময়ঃ	

2. **পূর্বািজিত জ্ঞান (Previous knowledge):** যে উপএককটি পড়ানো হবে তা পড়তে হলে যে সব জ্ঞান দরকার। এক্ষেত্রে শিক্ষার্থীদের কি কি জানা আছে সেগুলি লিখতে হবে (জ্ঞান, বোধ, দক্ষতা, প্রয়োগ ইত্যাদির ভিত্তিতে লেখা যায়।)

3. **কাম্য আচরণগত শিখন-সামর্থ্যসমূহ (Expected Learning outcomes in terms of Behavior):**

- (v) **জ্ঞানমূলক-** উপএককটির পাঠ গ্রহণের শেষে শিক্ষার্থীরা কি কি স্মরণ করতে পারবে (recall), চিনতে পারবে (recognize) তা লিখতে হবে।
- (vi) **বোধমূলক-** উপএককটির পাঠ গ্রহণের শেষে শিক্ষার্থীদের বিভিন্ন বিষয়ের a) তুলনা করা b) সাদৃশ্য-বৈসাদৃশ্য নির্ণয় করা c) ব্যাখ্যা করা d) শ্রেণিবিন্যাস করা e) উদাহরণ দেওয়া প্রভৃতির উল্লেখ করতে হবে।
- (vii) **প্রয়োগমূলক-** উপএককটি পাঠের মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা-তাদের জ্ঞান বা বোধকে বিভিন্ন ক্ষেত্রে প্রয়োগ করতে পারবে, বিভিন্ন গণিতিক সমস্যার সমাধান করতে পারবে।
- (viii) **দক্ষতামূলক-** শিক্ষার্থীরা উপএককটির পাঠ গ্রহণ করে বিভিন্ন আঁকতে পারবে, বিভিন্ন পরীক্ষামূলক দক্ষতা গড়ে উঠবে, বিভিন্ন গ্রাফ আঁকতে পারবে।

4. **পাঠ ঘোষণা-**শিক্ষার্থীকে বরহতমান পাঠ সম্পর্কে অবহিত করার জন্য শিক্ষিকা/শিক্ষক এই দিনের পাঠ ঘোষণা করবেন।

5. **শিক্ষণ-কৌশল সমূহ (Teaching strategy) :**

শিক্ষণ-কৌশল সমূহের অন্তর্ভুক্ত বিষয়গুলি হল-

- (i) শিখন অনু (ii) শিখন মৌল (iii) বিষয়বস্তু (iv) শিখন পদ্ধতি (v) শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ (vi) ব্ল্যাকবোর্ডের ব্যবহার
- (i) **শিখন অনু:** উপএককটির নাম লেখা হবে।

- (ii) শিখন মৌল : উপএককটির অন্তর্গত মূল ধারণাগুলির (main concepts) নাম লেখা হবে।
- (iii) বিষয়বস্তু : শিখন মৌলের অন্তর্গত ধারণাগুলিকে সংক্ষেপে লিখতে হবে।
- (iv) শিখন পদ্ধতি : পাঠদান কালে প্রতিটি ধারণাকে উপস্থাপন করবার জন্য কোন্ কোন্ পদ্ধতি (বক্তৃতা, প্রতিপাদন, আবিষ্কার ইত্যাদি) কাজে লাগাতে হবে-তা উল্লেখ করতে হবে।
- (v) শিক্ষা-সহায়ক উপকরণ : উপএককটি পড়ানোর জন্য ব্যবহৃত শিক্ষাপকরণ কি কি লাগবে তা লিখতে হবে।
- (vi) ব্ল্যাকবোর্ডের ব্যবহার : পাঠদান করলে গুরুত্বপূর্ণ বিষয়গুলি/ধারণাগুলি বোর্ডে লিখতে হবে-তার উল্লেখ থাকবে।

6. পুনর্বিদ্যায়ন (Consolidation):

যে উপএককটি পড়ানো হল তার সার-সংক্ষেপ এখানে উল্লেখ করতে হবে।

7. মূল্যায়ন (Evaluation):

মূল্যায়ন অংশে উপএককটির সম্বন্ধে জ্ঞান, বোধ, প্রয়োগ, দক্ষতা বিষয়ক প্রশ্ন থাকা দরকার।

8. রিভিউ এন্ড ড্রিল (Review and drill):

এই অংশে বাড়িতে অনুশীলনের জন্য রিভিউ এন্ড ড্রিল ওয়ার্ক দেওয়া হবে।

7.5. প্রস্তাবিত পাঠ ও পুস্তক বিবরণী (Suggested Readings with Bibliography):

- 1) Siddiqui & Siddiqui (1988), "Teaching Science", "Today & Tomorrow"-Doaba Publishing House, Delhi.
- 2) Nanda V.K. (1897) - "Science Education Today", Oxford, IBH Co, New Delhi.
- 3) Vaidya, N (1971), "The Impact of Science club activities", Regional Institute of education, Mysore-6.
- 4) Patnaik Sabila. P and et.al, "Source Book on Science teaching", Aheli Publishers, Kolkata.
- 5) Pal & Dhar, "Physical Science Teaching," Rita Book Agency, Kolkata.

7.6. প্রশ্নমালা (Self-Check Questions):

- (A) (সংক্ষিপ্ত উত্তর-ধর্মী প্রশ্নঃ) প্রতিটি প্রশ্নের মান '২' নম্বর
- a) 'মূল্যায়ন' বলতে কি বোঝায়?
 - b) 'পরিমাপের সংজ্ঞা দিন।
 - c) মূল্যায়ন-ত্রিভুজ কি?

- d) মূল্যায়ন-চতুর্ভূজ বলতে কি বোঝায় ?
- e) মূল্যায়ন ও পরিমাপের মধ্যে পার্থক্য লিখুন।
- f) ভৌতবিজ্ঞানে মূল্যায়নের দুটি প্রয়োজনীয়তা লিখুন।
- g) ভৌতবিজ্ঞান-শিক্ষার মূল্যায়নের উপায়গুলি কি কি ?
- h) দীর্ঘমেয়াদী-উদ্দেশ্য ভিত্তিক মূল্যায়ন কি ?
- i) স্বল্পমেয়াদী-উদ্দেশ্য ভিত্তিক মূল্যায়ন বলতে কি বোঝায় ?
- j) রচনাধর্মী অভীক্ষার দুটি সুবিধা ও অসুবিধা লিখুন।
- k) নৈব্যক্তিক অভীক্ষার প্রকারগুলি লিখুন।
- l) নৈব্যক্তিক অভীক্ষার দুটি সুবিধা ও অসুবিধা লিখুন।
- m) পাঠ-পরিকল্পনার সংজ্ঞা দিন।
- n) আদর্শ পাঠ-পরিকল্পনার দুটি বৈশিষ্ট্য লিখুন।
- o) পাঠ-পরিকল্পনা রচনার দুটি সুবিধা উল্লেখ করুন।
- p) শিক্ষক নির্মিত অভীক্ষা ও আদর্শায়িত অভীক্ষার মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় করুন। (BU, 2009)
- q) দশম শ্রেণির জৈব রসায়ন একক থেকে সম্পূর্ণকরণ জাতীয় প্রশ্ন ও বহুনির্বাচন জাতীয় প্রশ্নের একটি করে উদাহরণ দিন। (BU, 2012)
- r) ‘অষ্টম শ্রেণির’ চুম্বক থেকে একটি করে প্রয়োগ ও দক্ষতামূলক প্রশ্নের উদাহরণ দিন।
- s) মূল্যায়নের জন্য নৈব্যক্তিক প্রশ্নের দুটি সুবিধা উল্লেখ করুন। (BU, 2012)

(B) রচনাধর্মী (Eassy) প্রশ্ন :

- 1) ভৌতবিজ্ঞান শিক্ষনে মূল্যায়নের বিভিন্ন উপায়গুলি সংক্ষেপে আলোচনা করুন।
- 2) ভৌতবিজ্ঞানে ধারাবাহিক ও ব্যাপক-মূল্যায়ন সম্পর্কে আপনার চিন্তা ভাবনা প্রকাশ করুন।
- 3) আপনি-আপনার ছাত্রদের ভৌতবিজ্ঞানের জ্ঞান কিভাবে মূল্যায়ন করবেন ?
- 4) ভৌতবিজ্ঞানের শিক্ষার্থীদের পারদর্শিতার মূল্যায়নের জন্য মূল নিয়ম কি কি ? (BU, 2009)
- 5) দশম শ্রেণিতে ‘বোরের পারমাণবিক মডেল’ পাঠদানের পর আপনি কিভাবে পাঠদানের মূল্যায়ন করবেন ? শিক্ষার্থীদের লব্ধ মূল্যায়নের জন্য কি কি কৌশল ব্যবহার করবেন ?

- 6) ভৌতবিজ্ঞানে মূল্যায়ন বলতে কি বোঝায়? ভৌতবিজ্ঞানে শিক্ষার্থীদের ব্যবহারিক অভীক্ষা-মূল্যায়নের পদ্ধতি সম্পর্কে আলোচনা করুন।
- 7) মাধ্যমিক বিদ্যালয়সমূহে বিদ্যার্থীদের ভৌতবিজ্ঞানের (i) তাত্ত্বিক জ্ঞান (ii) ব্যবহারিক কাজের মূল্যায়নের জন্য একটি পরিকল্পনা প্রস্তুত করুন।
- 8) ভৌতবিজ্ঞানে শিক্ষার্থীদের পারদর্শিতার মূল্যায়নে নৈর্ব্যক্তিক অভীক্ষার সুবিধা ও অসুবিধা উল্লেখ করুন। পদার্থবিদ্যা ও রসায়নের ব্যবহারিক পরীক্ষায় মৌখিক পরীক্ষা থাকা প্রয়োজন-এ বিষয়ে মন্তব্য করুন।
(BU, 2012)
- 9) নীচে দেওয়া এককগুলির মধ্যে থেকে কোন একটি উপএককের জন্য পাঠটীকা নীচে দেওয়া উপাদান বৈশিষ্ট্যগুলির উল্লেখসহ প্রস্তুত করুন
(BU, 2013)

এককগুলি নিম্নরূপ:

1. জল (অষ্টম শ্রেণি)
2. তাপ, তাপমাত্রা ও তাপ সঞ্চালন (নবম শ্রেণি)
3. রাসায়নিক বন্ধন (দশম শ্রেণি)

উপাদানগুলি হল:

বিভিন্ন ধারণা (Concepts)

আচরণগত উদ্দেশ্য সমূহ (Behavioral objectives)

উপস্থানের দুটি চিন্তা উদ্রেককারী প্রশ্ন (Through provoking questions)

ব্যবহৃত শিক্ষাসহায়ক প্রদীপন (Using Teaching aids)

পাঠ-সম্পর্কিত দুটি জীবনকেন্দ্রিক উদাহরণ (Two lesson error related Life-centric examples)