

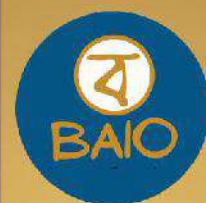
BAIO

THE ULTIMATE TET COMBO

(CTET, WB TET, JHTET)

PRIMARY + UPPER PRIMARY

Complete Master Note



YOUR
COMPLETE
COMPANION
FOR
TET
SUCCESS

SCIENCE

For Science Stream

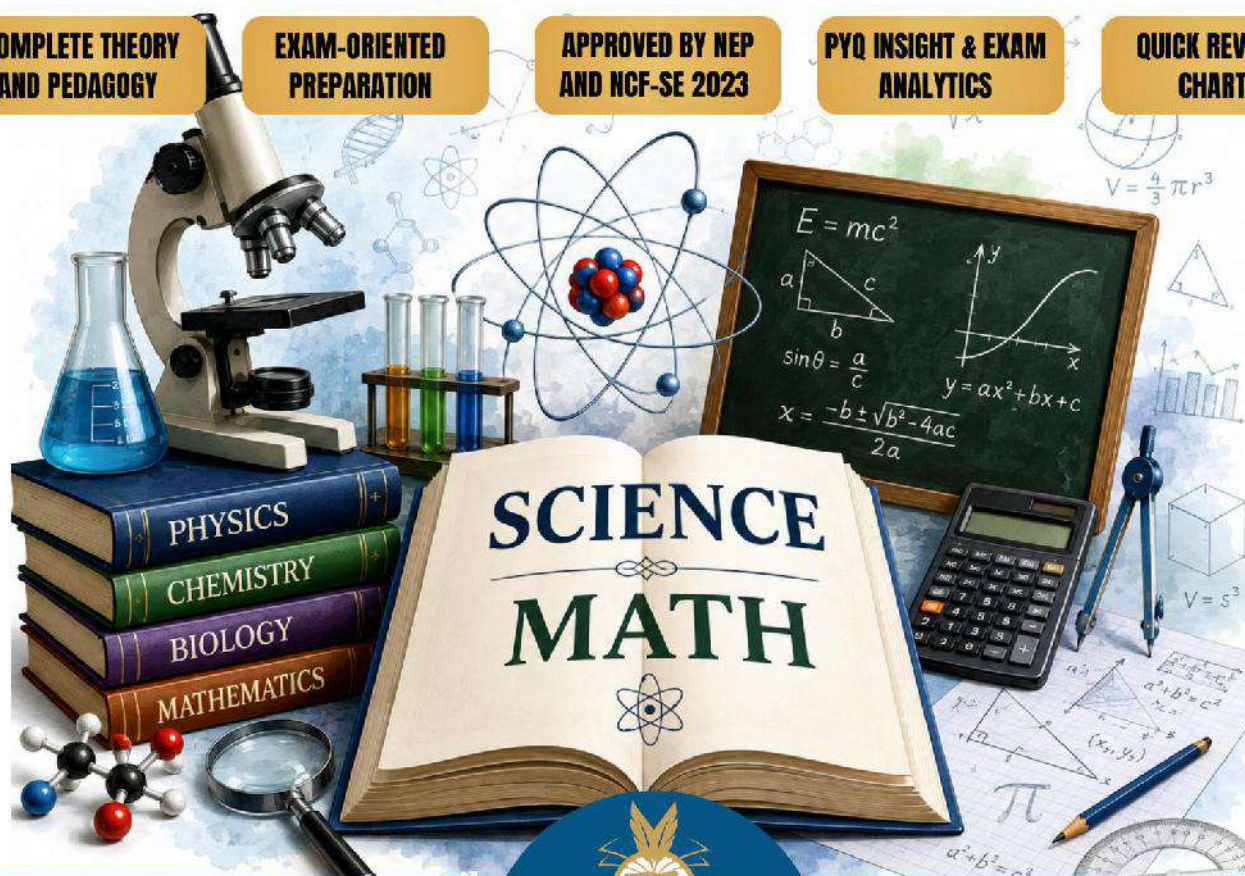
COMPLETE THEORY
AND PEDAGOGY

EXAM-ORIENTED
PREPARATION

APPROVED BY NEP
AND NCF-SE 2023

PYQ INSIGHT & EXAM
ANALYTICS

QUICK REVISION
CHARTS



BAIO PUBLICATION

WB Tet, CTET, JHTET (Upper Primary) পরীক্ষার বিজ্ঞান (Science) সিলেবাস

সমন্বিত বা কমনো সিলেবাস (Combo Syllabus - Common to CTET, WB Tet & JHTET)

১. বিষয়বস্তু (Content)

- Food / খাদ্য
 - Sources of food / খাদ্যের উৎস
 - Components of food / খাদ্যের উপাদান
 - Cleaning food / খাদ্য পরিচ্ছন্ন করা
- How things work / Electric current and circuits / Magnets / তড়িৎ এবং চুম্বক
- Natural Phenomena / প্রাকৃতিক ঘটনা

২. বিজ্ঞান শিক্ষণবিদ্যা (Pedagogical Issues)

- Nature & Structure of Sciences / বিজ্ঞানের প্রকৃতি ও কাঠামো
- Natural Science/Aims & objectives / প্রাকৃতিক বিজ্ঞানের লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য
- Observation/Experiment/Discovery (Method of Science) / বিজ্ঞানের পদ্ধতি
- Evaluation - cognitive/psychomotor/affective / মূল্যায়ন
- Problems / বৈজ্ঞানিক সমস্যা
- Remedial Teaching / সংশোধনীয় শিক্ষণ

অতিরিক্ত বা অবশিষ্ট টপিকসমূহের চার্ট (Chart of Specific/Remaining Topics)

অতিরিক্ত টপিকের নাম (Topic Name in English / Bengali)	CTET	WB Tet	JHTET
Materials / Materials of daily use / বস্তু এবং দৈনিক ব্যবহারের সামগ্রী	✓	X	✓
The World of the Living / জীবজগৎ	✓	X	✓
Moving Things People and Ideas / চলমান বস্তু, মানুষ এবং ধারণা	✓	X	✓
Natural Resources / প্রাকৃতিক সম্পদ	✓	X	✓
Understanding & Appreciating Science / বিজ্ঞান অনুধাবন ও প্রশংসা করা	✓	X	✓
Approaches/Integrated Approach / সমন্বিত পদ্ধতি/দৃষ্টিভঙ্গি	✓	X	✓
Innovation / উদ্ভাবন	✓	X	✓
Material/Aids / পাঠ্য উপকরণ/সহায়ক সামগ্রী	✓	X	✓
বাসস্থান / Shelter	X	✓	X
কাজ / Work	X	✓	X
ধাতু / Metals	X	✓	X
আবিষ্কার / Discovery	X	✓	X

সূচিপত্র (Final Table of Contents)

অংশ ১	বিষয়বস্তু (Part A: Content)	পৃষ্ঠা নং:
অধ্যায় ১	Food / খাদ্য (Sources of food / খাদ্যের উৎস, Components of food / খাদ্যের উপাদান, Cleaning food / খাদ্য পরিচ্ছন্ন করা)	৮
অধ্যায় ২	Materials: Materials of daily use / বস্তু: দৈনিক ব্যবহারের সামগ্রী (ধাতু)	১১
অধ্যায় ৩	Materials of daily use: Acids, Bases and Salts / দৈনিক ব্যবহারের সামগ্রী: অ্যাসিড, ক্ষার ও লবণ	১৫
অধ্যায় ৪	The World of the Living / জীবজগৎ (বাসস্থান)	২০
অধ্যায় ৫	The World of the Living: Cell Structure, Plant & Human Physiology / জীবজগৎ: কোষের গঠন, উদ্ভিদ ও মানব শারীরবিদ্যা	২৩

অধ্যায় ৬	Moving Things People and Ideas / চলমান বস্তু, মানুষ এবং ধারণা (কাজ)	২৭
অধ্যায় ৭	Moving Things People and Ideas: Force, Pressure and Friction / চলমান বস্তু, মানুষ এবং ধারণা: বল, চাপ ও ঘর্ষণ	৩০
অধ্যায় ৮	How things work: Electric current and circuits / কীভাবে জিনিস কাজ করে: তড়িৎ এবং বর্তনী	৩৪
অধ্যায় ৯	How things work: Magnets / কীভাবে জিনিস কাজ করে: চুম্বক	৩৭
অধ্যায় ১০	Natural Phenomena / প্রাকৃতিক ঘটনা	৪০
অধ্যায় ১১	Natural Resources / প্রাকৃতিক সম্পদ	৪৩
অধ্যায় ১২	Discovery / আবিষ্কার	৪৬

অংশ ২ বিজ্ঞান শিক্ষণবিদ্যা (Part B: Pedagogical Issues)

অধ্যায় ১৩	Nature & Structure of Sciences / বিজ্ঞানের প্রকৃতি ও কাঠামো	৪৯
অধ্যায় ১৪	Natural Science/Aims & objectives / প্রাকৃতিক বিজ্ঞানের লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য	৫৩
অধ্যায় ১৫	Understanding & Appreciating Science / বিজ্ঞান অনুধাবন ও প্রশংসা করা	৫৯
অধ্যায় ১৬	Approaches/Integrated Approach / সমন্বিত পদ্ধতি/দৃষ্টিভঙ্গি	৬৪
অধ্যায় ১৭	Observation/Experiment/Discovery (Method of Science) / পর্যবেক্ষণ, পরীক্ষা ও আবিষ্কার (বিজ্ঞানের পদ্ধতি)	৬৭
অধ্যায় ১৮	Innovation / উদ্ভাবন	৭১
অধ্যায় ১৯	Material/Aids / পাঠ্য উপকরণ/সহায়ক সামগ্রী	৭৬
অধ্যায় ২০	Evaluation - cognitive/psychomotor/affective / মূল্যায়ন	৮০
অধ্যায় ২১	Problems / বৈজ্ঞানিক সমস্যা	৮৬
অধ্যায় ২২	Remedial Teaching / সংশোধনীয় শিক্ষণ	৯০

WBET, CTET, JHTET (Upper Primary) পরীক্ষার গণিত (Math) সিলেবাস

অংশ ১: বিষয়বস্তু (Part A: Content)

১. কমন বিষয়বস্তু টপিকসমূহ (Common Content Topics for CTET, WBET & JHTET)

টপিক ১	Number System: Natural, Whole and Negative Numbers / বাস্তব সংখ্যাতত্ত্ব: স্বাভাবিক, পূর্ণ ও ঋণাত্মক সংখ্যা	৯৫
টপিক ২	Fractions and Decimals / ভগ্নাংশ এবং দশমিক	১০১
টপিক ৩	Playing with Numbers: HCF and LCM / সংখ্যার খেলা: গ.সা.গু. এবং ল.সা.গু.	১০৬
টপিক ৪	Introduction to Algebra: Variables, Constants and Algebraic Identities / বীজগণিতের সূচনা: চলক, ধ্রুবক এবং বীজগণিতীয় অভেদ	১১০
টপিক ৫	Ratio and Proportion / অনুপাত ও সমানুপাত	১১৩
টপিক ৬	Geometrical Ideas: 2-D and 3-D Shapes / জ্যামিতিক ধারণা: দ্বিমাত্রিক ও ত্রিমাত্রিক চিত্র	১১৬
টপিক ৭	Symmetry: Reflection and Rotation / প্রতিসাম্য: প্রতিফলন এবং ঘূর্ণন	১২১
টপিক ৮	Mensuration: Perimeter, Area and Volume / পরিমিতি: পরিসীমা, ক্ষেত্রফল ও আয়তন	১২৫
টপিক ৯	Data Handling: Collection and Organization of Data / ডেটা হ্যান্ডেলিং: তথ্যের সংগ্রহ ও বিন্যাস	১২৯

২. আলাদা পরীক্ষার জন্য নির্দিষ্ট বিষয়বস্তু টপিকসমূহ (Specific Content Topics)

টপিক ১০ (JHTET-এর জন্য নির্দিষ্ট)	Exponents / সূচক	১৩২
টপিক ১১ (JHTET-এর জন্য নির্দিষ্ট)	Square, Square root, Cube, Cube root / বর্গ, বর্গমূল, ঘন, ঘনমূল	১৩৬
টপিক ১২ (JHTET-এর জন্য নির্দিষ্ট)	Arithmetic: Commercial Mathematics (Unitary Method, Percentage, Profit & Loss, Simple and Compound Interest, Time	১৩৯

	& Distance, Time & Work) / পাটিগণিত: ব্যবহারিক ও বাণিজ্যিক গণিত (একিক নিয়ম, শতকরা, লাভ-ক্ষতি, সরল ও চক্রবৃদ্ধি সুদ, সময় ও দূরত্ব, সময় ও কার্য)	
টপিক ১৩ (CTET & JHTET-এর জন্য নির্দিষ্ট)	Construction (using Straight edge Scale, protractor, compasses) / জ্যামিতিক চিত্র অঙ্কন	১৪৪

অংশ ২: গণিত শিক্ষণবিদ্যা (Part B: Pedagogical Issues)

১. কমন পেডাগজি টপিকসমূহ (Common Pedagogy Topics for CTET, WBTET & JHTET)

টপিক ১৪	Nature of Mathematics: Logical Thinking and Characteristics / গণিত শিক্ষার প্রকৃতি: যৌক্তিক চিন্তন ও বৈশিষ্ট্য	১৪৮
টপিক ১৫	Place of Mathematics in Curriculum / পাঠ্যক্রমে গণিতের স্থান	১৫২
টপিক ১৬	Evaluation in Mathematics: Continuous and Comprehensive Evaluation (CCE/HPC) / গণিত শিক্ষার মূল্যায়ন: নিরবচ্ছিন্ন ও সামগ্রিক মূল্যায়ন	১৫৬
টপিক ১৭	Problems of Teaching Mathematics / গণিত শিক্ষাদানের সমস্যাসমূহ	১৬১
টপিক ১৮	Remedial Teaching in Mathematics / গণিতে সংশোধনী শিক্ষণ	১৬৫

২. আলাদা পরীক্ষার জন্য নির্দিষ্ট পেডাগজি টপিকসমূহ (Specific Pedagogy Topics)

টপিক ১৯ (CTET-এর জন্য নির্দিষ্ট)	Language of Mathematics / গণিতের ভাষা	১৬৯
টপিক ২০ (CTET-এর জন্য নির্দিষ্ট)	Community Mathematics / সমাজ ও গণিত	১৭৪
টপিক ২১ (WBTET-এর জন্য নির্দিষ্ট)	Pedagogical Content Knowledge / শিক্ষাগত বিষয়বস্তু জ্ঞান	১৭৮
টপিক ২২ (WBTET-এর জন্য নির্দিষ্ট)	Aims and objectives of teaching Mathematics at Primary Stage / প্রাথমিক পর্যায়ে গণিত শেখানোর লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য	১৮৪
টপিক ২৩ (WBTET-এর জন্য নির্দিষ্ট)	Justifying teaching ability based on application of mathematical problems on deep concepts / গভীর ধারণার ওপর ভিত্তি করে গণিত প্রয়োগের ক্ষমতা	১৮৮
টপিক ২৪ (JHTET-এর জন্য নির্দিষ্ট)	4-Block Approach in the con of NEP 2020 / ৪-ব্লক পদ্ধতি	১৯৪
টপিক ২৫ (JHTET-এর জন্য নির্দিষ্ট)	ELPS Approach (Experience, Language, Pictures, Symbols Approach) / ELPS পদ্ধতি	১৯৭
টপিক ২৬ (WBTET & JHTET-এর জন্য নির্দিষ্ট)	Methods and Techniques of teaching and learning Mathematics / গণিত শিক্ষণ এবং শিক্ষণ শেখার পদ্ধতি এবং কৌশল	২০২

Learn
Today
Teach
Tomorrow

Why this Book?

A Complete Guide for Future Teacher

Curious
Minds
Better
Classrooms

BAIO TET COMBO MASTER BOOK

SCIENCE (Science + Math)
Upper Primary Special

CTET | WB TET | JHTET (Class 6 – 8)



Complete Syllabus

Science + Mathematics
as per latest syllabus



Exam-Oriented

CTET | WB TET | JHTET
focused preparation



Concept Clarity

Simple explanation
with real-life examples



PYQ Insight

Chapter-wise important
questions with explanations



Bilingual Support

Important terms in
English + বাংলা



Quick Revision

Tables, charts &
key points



PHYSICS

CHEMISTRY

BIOLOGY

MATHEMATICS



Math
Sharpens
Thinking

BAIO
Learn Together

Stronger Teachers Brighter Futures

(D) বিজ্ঞানের ক্লাসে সামাজিক বিষয় আলোচনা করা সম্পূর্ণ নিষিদ্ধ

প্রশ্ন ১৪. সংশোধিত ব্লুমের ট্যাক্সোনমি (Revised Bloom's Taxonomy) এবং সমন্বিত বিজ্ঞান শিক্ষার মেলবন্ধনে, বাস্তব জীবনের একটি পরিবেশগত সমস্যার একাধিক বৈজ্ঞানিক ও সামাজিক সমাধান বিশ্লেষণ করে তার কার্যকারিতা বিচার করা কোন্ স্তরের জ্ঞানীয় দক্ষতা?

(A) স্মরণ করা (Remembering)

(B) সরল প্রয়োগ (Applying)

(C) বিশ্লেষণ ও মূল্যায়ন করা (Analysing & Evaluating)

(D) কুসংস্কারকে চোখ বুজে বিশ্বাস করা

প্রশ্ন ১৫. সমন্বিত বিজ্ঞান শিক্ষা (Integrated Science Education) মূলত শিক্ষার্থীর মধ্যে কোন্ ধরনের বৈজ্ঞানিক প্রবৃত্তির বিকাশ ঘটায়?

(A) কঠোর শৃঙ্খলামূলক সংকীর্ণ মনোভাব

(B) অনুসন্ধিৎসু কৌতূহল, বাস্তব সমস্যা সমাধানের ক্ষমতা এবং বিজ্ঞান-প্রযুক্তি-সমাজের পারস্পরিক সম্পর্কের প্রশংসা করা

(C) পরীক্ষা এড়ানোর সহজ ফাঁকিবাজ মনোভাব

(D) সহপাঠীদের সাথে কঠোর জেতার বৈষম্য বজায় রাখার ইচ্ছা

প্র্যাকটিস সেটের উত্তরমালা (Answer Key)

প্রশ্ন নং	সঠিক বিকল্প	প্রশ্ন নং	সঠিক বিকল্প	প্রশ্ন নং	সঠিক বিকল্প
১	(B)	৬	(B)	১১	(B)
২	(D)	৭	(B)	১২	(C)
৩	(B)	৮	(A)	১৩	(A)
৪	(B)	৯	(B)	১৪	(C)
৫	(B)	১০	(B)	১৫	(B)

অধ্যায় ৫: পর্যবেক্ষণ, পরীক্ষা ও আবিষ্কার - বিজ্ঞানের পদ্ধতি (Observation, Experiment & Discovery: Method of Science)

বিভাগ ১ - মূল বিষয়বস্তু (Core Content)

১. বৈজ্ঞানিক পদ্ধতির মৌলিক কাঠামো (The Framework of Scientific Method)

- পদ্ধতি হিসেবে বিজ্ঞান (Science as a Process/Method): বিজ্ঞান কেবল সুসংগঠিত তথ্যের সঞ্চয় বা পণ্য (Product) নয়; এটি মূলত সত্য অনুসন্ধানের একটি ধারাবাহিক ও নিয়মতান্ত্রিক পদ্ধতি (Process of inquiry). এই পদ্ধতির মূল চালিকাশক্তি হলো প্রত্যক্ষ প্রমাণ এবং যৌক্তিক চিন্তন।
- বৈজ্ঞানিক অনুসন্ধান চক্র (Scientific Inquiry Loop): বৈজ্ঞানিক পদ্ধতির কোনো একক ও সংকীর্ণ সরলরৈখিক রাস্তা (Single linear path) নেই। এটি একটি চক্রাকার এবং গতিশীল পদ্ধতি, যার মূল ধাপগুলো নিচে দেওয়া হলো :
- ১. পর্যবেক্ষণ ও সমস্যা সনাক্তকরণ (Observation & Identification of Problem): চারপাশের ঘটনার সূক্ষ্ম পর্যবেক্ষণ এবং সেখান থেকে অনুসন্ধানের উপযোগী সুনির্দিষ্ট প্রশ্ন বা সমস্যা তৈরি করা।
- ২. পরিকল্পনা ও অনুকল্প গঠন (Formulating Hypothesis): পূর্ববর্তী অভিজ্ঞতা এবং বৈজ্ঞানিক যুক্তির ওপর ভিত্তি করে সমস্যার একটি সম্ভাব্য ও পরীক্ষণযোগ্য উত্তর বা অনুমান (Testable guess or tentative explanation) খসড়া করা।
- ৩. পরীক্ষণ নকশা ও পরিচালনা (Designing & Conducting Experiment): অনুকল্পটির সত্যতা যাচাই করার জন্য নিয়ন্ত্রিত পরিবেশ তৈরি করে পরীক্ষা করা এবং নিয়মতান্ত্রিকভাবে ডেটা বা উপাত্ত সংগ্রহ করা।
- ৪. তথ্য বিশ্লেষণ ও ব্যাখ্যা (Data Analysis & Interpretation): সংগৃহীত গুণগত (Qualitative) ও পরিমাণগত (Quantitative) তথ্য বিশ্লেষণ করা এবং ঘটনাগুলির পেছনে থাকা কার্য-কারণ সম্পর্ক (Cause-effect relationship) অন্বেষণ করা।
- ৫. সিদ্ধান্ত গ্রহণ ও তত্ত্ব গঠন (Drawing Conclusion & Theory Refinement): অনুকল্পটি গৃহীত (Accepted) নাকি প্রত্যাখ্যাত (Rejected) হলো তা নির্ধারণ করা। সিদ্ধান্তটি যদি বিজ্ঞান সম্প্রদায়ের দ্বারা বারবার যাচাই করার পরও সত্য প্রমাণিত হয়, তবে তা সাধারণ বৈজ্ঞানিক নিয়মে (Scientific Law or Theory) রূপ নেয়।

২. পর্যবেক্ষণ দক্ষতা: বিজ্ঞানের প্রথম বাতায়ন (Observation Skills: The Gateway to Science)

- পর্যবেক্ষণ বনাম অনুমান (Observation vs. Inference): বিজ্ঞান পেভাগজিতে এই দুটির পার্থক্য অত্যন্ত সংবেদনশীল।
 - পর্যবেক্ষণ (Observation): সরাসরি পঞ্চেন্দ্রিয় (Sight, Hearing, Touch, Smell, Taste) বা বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক যন্ত্রের (যেমন—অণুবীক্ষণ যন্ত্র, থার্মোমিটার) সাহায্যে কোনো ঘটনার তথ্যপ্রমাণ সংগ্রহ করা। এটি সম্পূর্ণ বস্তুনিষ্ঠ (Objective) ও সত্য-ভিত্তিক।
 - অনুমান (Inference): সংগৃহীত পর্যবেক্ষণের ওপর ভিত্তি করে একটি যৌক্তিক ব্যাখ্যা বা সিদ্ধান্ত তৈরি করা।
 - বাস্তব উদাহরণ: "একটি গাছের সমস্ত পাতা হলুদ হয়ে গেছে"—এটি একটি পর্যবেক্ষণ (Observation)। "সম্ভবত মাটিতে নাইট্রোজেনের অভাব রয়েছে অথবা গাছটি পর্যাপ্ত সূর্যালোক পাচ্ছে না"—এটি একটি অনুমান (Inference)।
- বস্তুনিষ্ঠতা ও পক্ষপাতহীনতা (Objectivity & Freedom from Bias): একজন ভালো পর্যবেক্ষক নিজের ব্যক্তিগত বিশ্বাস, আবেগ বা কুসংস্কারকে দূরে সরিয়ে রেখে তথ্য সংগ্রহ করেন। বিজ্ঞানে প্রতিটি পর্যবেক্ষণকে পক্ষপাতহীন (Unbiased) এবং পুনরাবৃত্তিযোগ্য (Replicable) হতে হয়।

৩. পরীক্ষা ও চলকের নিয়ন্ত্রণ (Experimentation & Control of Variables)

পরীক্ষা হলো একটি কৃত্রিম বা পরিকল্পিতভাবে নিয়ন্ত্রিত পরিবেশ তৈরি করে প্রমাণের সাহায্যে কোনো অনুকল্পের সত্যতা যাচাই করার সর্বোচ্চ বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি। একটি সফল পরীক্ষণের নকশা করতে হলে ৩টি প্রধান চলক বা ভ্যারিয়েবলের (Variables) নিয়ন্ত্রণ অত্যন্ত জরুরি :

১. স্বাধীন চলক (Independent Variable): যে উপাদানটিকে গবেষক বা শিক্ষক নিজের ইচ্ছামতো পরিবর্তন বা ম্যানিপুলেট (Manipulate) করেন। * যেমন: উদ্ভিদের বৃদ্ধির ওপর আলোর প্রভাব পরীক্ষার সময় আলোর তীব্রতা বা সময় হলো স্বাধীন চলক।

২. অধীন বা নির্ভরশীল চলক (Dependent Variable): স্বাধীন চলকের পরিবর্তনের ফলে যে উপাদানের পরিবর্তন ঘটে বা যা পর্যবেক্ষণ ও পরিমাপ করা হয়। * যেমন: উদ্ভিদের উচ্চতা বা পাতার সংখ্যা হলো নির্ভরশীল চলক।

৩. নিয়ন্ত্রিত চলক বা ধ্রুবক (Controlled/Constant Variables): পরীক্ষাটি যাতে সম্পূর্ণ নির্ভুল হয়, তার জন্য স্বাধীন ও অধীন চলক ছাড়া অন্য সমস্ত সম্ভাব্য উপাদানকে অপরিবর্তিত বা ধ্রুবক রাখা হয়। * যেমন: টবের মাটির ধরণ, জলের পরিমাণ, ঘরের তাপমাত্রা ইত্যাদি সমান রাখা।

৪. আবিষ্কার বা হিউরিস্টিক পদ্ধতি (Heuristic Method of Teaching Science)

- **ঐতিহাসিক উৎস (Historical Origin):** এই পদ্ধতির প্রধান প্রবক্তা হলেন অধ্যাপক এইচ. ই. আর্মস্ট্রং (H. E. Armstrong)। গ্রীক শব্দ 'Heurisko' থেকে এই নামের উৎপত্তি, যার আক্ষরিক অর্থ হলো "আমি সন্ধান করি" (I find out or I discover)।
- **শিক্ষার্থীর ভূমিকা (Child as an Active Investigator):** হিউরিস্টিক পদ্ধতির মূল নীতি হলো—শিক্ষার্থীকে কোনো জ্ঞান বা বৈজ্ঞানিক সূত্র সরাসরি তৈরি অবস্থায় (Ready-made form) পরিবেশন করা যাবে না। শিক্ষার্থীকে একজন সক্রিয় বিজ্ঞানী বা আবিষ্কারকের (Active investigator/discoverer) ভূমিকায় বসাতে হবে।
- **জ্ঞানীয় দ্বন্দ্ব বা সংশয়ের ভূমিকা (Role of Cognitive Conflict/Dissonance):** আবিষ্কারমূলক শিখনের গতিবেগ বাড়িয়ে দেয় শ্রেণিকক্ষে তৈরি করা বৌদ্ধিক দ্বন্দ্ব। যখন শিক্ষার্থীর পূর্ববর্তী বিশ্বাস বা জ্ঞান (Schema) কোনো নতুন বাস্তব ঘটনার সাথে মেলে না, তখন তার মনে একটি জ্ঞানীয় দ্বন্দ্ব (Cognitive Conflict) তৈরি হয়। এই দ্বন্দ্ব মেটাতেই শিক্ষার্থী স্বতঃস্ফূর্তভাবে অনুসন্ধান লিপ্ত হয়।

৫. আরোহী বনাম অবরোহী পদ্ধতি (Inductive vs. Deductive Approaches in Science)

বিজ্ঞান শিক্ষাদানে এই দুটি বিপরীতমুখী ও পরিপূরক পদ্ধতি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে :

- **আরোহী পদ্ধতি (Inductive Approach):** এটি আবিষ্কারমূলক ও শিক্ষার্থী-কেন্দ্রিক।
 - **গতিপথ:** বিশেষ উদাহরণ থেকে সাধারণ সূত্রে উত্তরণ (Particular Examples → General Rule/Formula)। এছাড়া এটি মূর্ত থেকে বিমূর্ত (Concrete → Abstract) এবং জানা থেকে অজানা (Known → Unknown) নীতি মেনে চলে।
 - **সুবিধা:** বৈজ্ঞানিক মেজাজ (Scientific temper) ও অনুসন্ধান দক্ষতা বাড়ায়।
- **অবরোহী পদ্ধতি (Deductive Approach):** এটি শিক্ষক-কেন্দ্রিক ও প্রথাগত।
 - **গতিপথ:** সাধারণ সূত্র থেকে বিশেষ উদাহরণের দিকে উত্তরণ (General Rule/Formula → Particular Examples)। এটি বিমূর্ত থেকে মূর্ত (Abstract → Concrete) নীতি অনুসরণ করে।
 - **সুবিধা:** সময় বাঁচায় এবং শিক্ষার্থীদের পরীক্ষার আগে দ্রুত সূত্র মুখস্থ ও গণনায় সাহায্য করে।

বিভাগ ২ - এক নজরে সব গুরুত্বপূর্ণ তথ্য (Exam Capsules)

গুরুত্বপূর্ণ টপিক (Target Concept)	পেডাগজিক্যাল কিওয়ার্ড (Bilingual Sieve)	পরীক্ষামুখী লেজার-ফোকাসড নির্ঘাস (Exam Sieve)
Observation vs Inference	পর্যবেক্ষণ বনাম অনুমান	পর্যবেক্ষণ হলো তথ্য সংগ্রহ করা; অনুমান হলো সংগৃহীত তথ্যের সম্ভাব্য অর্থ বা ব্যাখ্যা দাঁড় করানো।
Independent Variable	স্বাধীন চলক	যে উপাদানটিকে শিক্ষক/শিক্ষার্থী নিজের ইচ্ছামতো পরিবর্তন বা নিয়ন্ত্রণ করেন।
Dependent Variable	নির্ভরশীল চলক	স্বাধীন চলকের পরিবর্তনের ফলে যে ফলাফল মেপে লিখে রাখা হয়।
Heuristic Method	আবিষ্কার পদ্ধতি	প্রবক্তা আর্মস্ট্রং। শিক্ষার্থী সক্রিয় আবিষ্কারক; শিক্ষক নিষ্ক্রিয় দর্শক বা ফ্যাসিলিটেটর।
Inductive Sieve	আরোহী ছাঁকনি	উদাহরণ → সূত্র (Examples → Rule)। এটি আবিষ্কারধর্মী ও বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি।
Deductive Sieve	অবরোহী ছাঁকনি	সূত্র → উদাহরণ (Rule → Examples)। এটি দ্রুত মুখস্থ ও অনুশীলনের জন্য উপযোগী।

বিভাগ ৩ - এই টপিকটি শিক্ষার্থীদের কীভাবে পড়ানো উচিত (Teaching Method)

বিজ্ঞান ক্লাসে যান্ত্রিক মুখস্থবিদ্যা দূর করতে শিক্ষক কীভাবে "লোহার মরচে পড়ার আবশ্যিক শর্তাবলী" (Conditions necessary for Rusting of Iron) চ্যাপ্টারটি পরীক্ষার সাহায্যে পড়াবেন, তার নিখুঁত ক্লাসরুম গাইডলাইন:

- **ধাপ ১: অনুকল্প গঠন (Formulating Hypothesis):**
 - শিক্ষক শিক্ষার্থীদের জিজ্ঞেস করবেন, "খোলা বাতাসে রাখা লোহার পেরেক আর ড্রয়ারে রাখা পেরেক—কোনটিতে দ্রুত মরচে পড়ে এবং কেন?" শিক্ষার্থীরা নিজেদের অভিজ্ঞতা থেকে বলবে, সম্ভবত জল বা বায়ু এর পেছনে দায়ী। এটিই তাদের অনুকল্প (Hypothesis)।
- **ধাপ ২: পরীক্ষামূলক চলকের নিয়ন্ত্রণ ও নকশা (Experimental Control):**
- শিক্ষক ক্লাসে ৩টি টেস্ট টিউব (A, B এবং C) ব্যবহার করে একটি নিয়ন্ত্রিত পরীক্ষা করে দেখাবেন (Realia) :

- **টেস্ট টিউব A (বায়ু + জল):** একটি পেরেকের অর্ধেক জলে ডুবিয়ে রাখা হলো যাতে পেরেকটি জল ও বায়ু—উভয়ের সংস্পর্শে থাকে।
- **টেস্ট টিউব B (শুধুমাত্র জল, বায়ু ছাড়া):** জল ফুটিয়ে তার অক্সিজেন দূর করা হলো এবং তার ওপর তেলের একটি পাতলা স্তর দেওয়া হলো যাতে বাইরের বায়ু জলে না ঢুকতে পারে। পেরেকটি কেবল ফুটিয়ে রাখা অক্সিজেনহীন জলে থাকবে।
- **টেস্ট টিউব C (শুধুমাত্র শুষ্ক বায়ু, জল ছাড়া):** টেস্ট টিউবের নীচে শুষ্ক ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড (CaCl_2) রাখা হলো যা ভেতরের সমস্ত জলীয় বাষ্প শুষে নেয়। পেরেকটি কেবল শুষ্ক বায়ুর সংস্পর্শে থাকবে।
- **ধাপ ৩: পর্যবেক্ষণ ও তথ্য সংগ্রহ (Observation & Data Collection):**
 - কয়েকদিন পর শিক্ষার্থীরা দেখবে কেবল টেস্ট টিউব A-এর পেরেকের গায়ে লালচে-বাদামী মরচে পড়েছে। B ও C সম্পূর্ণ পরিষ্কার রয়েছে।
 - **চলক পরিচিতি:** এখানে জল ও বায়ুর উপস্থিতি হলো স্বাধীন চলক (Independent variables)। মরচে পড়ার হার হলো নির্ভরশীল চলক (Dependent variable)। পেরেকের ধরণ, টেস্ট টিউবের আকার হলো নিয়ন্ত্রিত চলক (Controlled variables)।
- **ধাপ ৪: সিদ্ধান্ত গঠন (Conclusion):**
 - শিক্ষার্থীরা নিজেরাই আবিষ্কার করবে যে—লোহায় মরচে পড়ার জন্য অক্সিজেন (বায়ু) এবং জলীয় বাষ্প (জল)—উভয় উপাদানই সমানভাবে অপরিহার্য।

বিভাগ ৪ - PYQ Insights & Key Takeaways

বিগত ১৫ বছরের CTET Paper 2 এবং অন্যান্য রাজ্যের উচ্চ-প্রাথমিক স্তরের বিজ্ঞান পেডাগজি প্রশ্নপত্র গভীরভাবে বিশ্লেষণ করে নিম্নলিখিত ট্রেন্ডগুলি পাওয়া গেছে:

- **Takeaway ১ (চলক চেনার কৌশল):** পরীক্ষায় বড় বড় বর্ণনামূলক পরিস্থিতি দেওয়া হয় এবং জানতে চাওয়া হয়—"এখানে স্বাধীন ও অধীন চলক কোন্টি?" মনে রাখবেন, গবেষক যা ইচ্ছাকৃতভাবে পরিবর্তন করেন তা-ই হলো স্বাধীন চলক। আর যার ওপর প্রভাব মাপা হয় তা হলো নির্ভরশীল চলক।
- **Takeaway ২ (পর্যবেক্ষণ বনাম অনুমান):** "একটি কাচের পাত্রে কিছু দানা রেখে জল দেওয়ার পর দুদিন পর দানাগুলো ফেটে ছোট ছোট অঙ্কুর বের হলো"—এটি পর্যবেক্ষণ নাকি অনুমান? উত্তর—এটি একটি পর্যবেক্ষণ (Observation)। যদি বলা হতো—"দানাগুলোর মধ্যে ভ্রূণ সজীব হওয়ার কারণেই অঙ্কুরোদগম ঘটেছে"—তবে তা হতো অনুমান (Inference)।
- **Takeaway ৩ (আবিষ্কারমূলক দৃষ্টিভঙ্গি):** হিউরিস্টিক পদ্ধতিতে শিক্ষকের ভূমিকা কী? শিক্ষক কখনোই ক্লাসে প্রবক্তা বা একনায়ক নন। শিক্ষক এখানে একজন সহায়ক পথপ্রদর্শক (Facilitator) ও সহ-আবিষ্কারক।

বিভাগ ৫ - থ্যাকটিস সেট (15 Significant Questions)

প্রশ্ন ১. বিজ্ঞানের পাঠদানে 'পর্যবেক্ষণ' (Observation) এবং 'অনুমান' (Inference)-এর মধ্যকার মৌলিক পেডাগজিক্যাল পার্থক্য কোন্টি?

- (A) পর্যবেক্ষণ হলো একটি অলৌকিক আধ্যাত্মিক ঘটনা, কিন্তু অনুমান হলো বিজ্ঞানসম্মত পরীক্ষা
- (B) পর্যবেক্ষণ হলো পশ্চেন্দ্রিয় বা যন্ত্রের সাহায্যে পাওয়া সরাসরি বাস্তব তথ্যের সংগ্রহ, আর অনুমান হলো সেই তথ্যের পেছনে থাকা সম্ভাব্য যৌক্তিক কারণ বা ব্যাখ্যা
- (C) পর্যবেক্ষণ শিক্ষকের দ্বারা করা হয় এবং অনুমান শুধুমাত্র শিক্ষার্থীরা পরীক্ষার খাতায় লেখে
- (D) বিজ্ঞানের পদ্ধতিতে অনুমানের গুরুত্ব থাকলেও পর্যবেক্ষণের কোনো আবশ্যিকতা নেই

প্রশ্ন ২. একজন বিজ্ঞান গবেষক তরলের ঘনত্বের ওপর বস্তুর প্লবতার প্রভাব পরীক্ষা করছেন। তিনি পরীক্ষার জন্য বিভিন্ন ঘনত্বের তরল (যেমন—সাধারণ জল, নুন জল, গ্লিসারিন) ব্যবহার করলেন এবং প্রতিবার বস্তুটির ওজনের হ্রাস মেপে লিখে রাখলেন। এই পরীক্ষায় 'স্বাধীন চলক' (Independent Variable) এবং 'নির্ভরশীল চলক' (Dependent Variable) যথাক্রমে কোনগুলি?

- (A) তরলের ঘনত্ব এবং বস্তুর ওজনের আপাত হ্রাস
- (B) বস্তুর ওজনের আপাত হ্রাস এবং তরলের ঘনত্ব
- (C) তরলের তাপমাত্রা এবং পরীক্ষার সময়কাল
- (D) বিকারের আকার এবং তরলের পরিমাণ

প্রশ্ন ৩. ষষ্ঠ শ্রেণির বিজ্ঞান ক্লাসে শিক্ষক পরাগরেণু দেখাতে গিয়ে ফুল কেটে সরাসরি অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে দেখালেন এবং শিক্ষার্থীদের তা আঁকতে বললেন। এই শিখন প্রক্রিয়াটি বিজ্ঞানের কোন্ পদ্ধতিকে নির্দেশ করে?

- (A) অবরোহী পদ্ধতি (Deductive Approach)
- (B) যান্ত্রিক মুখস্থকরণ (Rote-based Memory)
- (C) আরোহী এবং প্রত্যক্ষ অভিজ্ঞতাসিদ্ধ পদ্ধতি (Inductive & Empirical Method)
- (D) শুধুমাত্র কাল্পনিক তাত্ত্বিক অনুমান

প্রশ্ন ৪. নীচের বিবৃতিগুলি পড়ুন এবং সঠিক বিকল্পটি নির্বাচন করুন:

বিবৃতি (A): লোহায় মরচে পড়ার আবশ্যিক শর্ত পরীক্ষার সময় পরীক্ষাটিকে সম্পূর্ণ ত্রুটিমুক্ত করতে পেরেকের আকার, ধাতুর বিশুদ্ধতা এবং টেস্ট টিউবের তাপমাত্রা ধ্রুবক বা অপরিবর্তিত রাখা প্রয়োজন।

বিবৃতি (B): বিজ্ঞানের নিয়মতান্ত্রিক পরীক্ষণে স্বাধীন ও অধীন চলক ছাড়া অন্য সমস্ত সম্ভাব্য চলককে ধ্রুবক রাখা বা নিয়ন্ত্রণ করা (Control of Variables) আবশ্যিক।

- (A) (A) সত্য কিন্তু (B) মিথ্যা
(B) (B) সত্য কিন্তু (A) মিথ্যা
(C) (A) এবং (B) উভয়ই সত্য এবং (B) হলো (A)-এর সঠিক পেডাগজিক্যাল ব্যাখ্যা
(D) (A) এবং (B) উভয়ই সম্পূর্ণ মিথ্যা

প্রশ্ন ৫. অধ্যাপক এইচ. ই. আর্মস্ট্রং প্রবর্তিত 'হিউরিস্টিক পদ্ধতি' (Heuristic Method of teaching science)-এর মূল শিক্ষাতাত্ত্বিক চালিকাশক্তি কোন্টি?

- (A) শিক্ষক বোর্ডে সমস্ত বৈজ্ঞানিক সংকেত লিখে দেবেন এবং শিক্ষার্থীরা তা না বুঝে মুখস্থ করবে
(B) শিক্ষার্থীকে একজন স্বাধীন ও সক্রিয় অনুসন্ধানকারীর (Active Investigator) ভূমিকায় রেখে তাকে নিজের চেষ্টায় সত্য বা সূত্র আবিষ্কার করতে দেওয়া
(C) প্রতিদিন ক্লাসের শেষে শিক্ষার্থীদের এক ঘণ্টার লিখিত পরীক্ষা দিতে বাধ্য করা
(D) শিক্ষার্থীদের শ্রেণিকক্ষে কোনো কাজ না দিয়ে শান্ত হয়ে বসে থাকতে বলা

প্রশ্ন ৬. বিজ্ঞান ক্লাসে শিক্ষক যখন শিক্ষার্থীদের বাস্তব কোনো সমস্যার মুখোমুখি দাঁড় করিয়ে দেন, যা তাদের পূর্ববর্তী বিশ্বাসের সাথে খাপ খায় না, তখন তাদের মনে কোন্ পেডাগজিক্যাল অবস্থার সৃষ্টি হয় যা তাদের নতুন আবিষ্কারে প্ররোচিত করে?

- (A) অন্ধ মানসিক আনুগত্য (Blind Obedience)
(B) জ্ঞানীয় দ্বন্দ্ব বা সংশয় (Cognitive Conflict/Dissonance)
(C) পরীক্ষায় ফেল করার অহেতুক ভীতি
(D) সম্পূর্ণ মানসিক নিষ্ক্রিয়তা

প্রশ্ন ৭. সপ্তম শ্রেণির বিজ্ঞান পাঠ্যবইয়ে "আলোর প্রতিসরণ" পড়ানোর সময় শিক্ষক প্রথমে তিনটি বাস্তব মূর্ত উদাহরণ (যেমন—জলে ডোবানো সোজা পেন্সিল বাঁকা দেখানো, জলের নীচের মুদ্রা উপরে উঠে আসা) দেখালেন এবং তারপর প্রতিসরণের সাধারণ সূত্রটি প্রতিষ্ঠা করলেন। শিক্ষক এখানে কোন্ পদ্ধতিটি অবলম্বন করলেন?

- (A) অবরোহী পদ্ধতি (Deductive Approach)
(B) আরোহী পদ্ধতি (Inductive Approach)
(C) শুধুমাত্র যান্ত্রিক ড্রিল পদ্ধতি
(D) কোনো বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি অবলম্বন করেননি

প্রশ্ন ৮. একজন শিক্ষার্থী লক্ষ্য করল যে, "দিনের বেলায় ঘরের জানালা বন্ধ রাখলে ঘরের তাপমাত্রা বাইরের চেয়ে কম থাকে, কিন্তু রাতে জানালা খুললে দ্রুত ঠান্ডা হওয়া ঢোকে।" শিক্ষার্থী এই চিন্তন প্রক্রিয়াটি বৈজ্ঞানিক অনুসন্ধানের কোন্ ধাপের অন্তর্গত?

- (A) চূড়ান্ত সিদ্ধান্ত ও সূত্র স্থাপন (Theory Formulating)
(B) চলকের কঠোর নিয়ন্ত্রণ (Control of Variables)
(C) প্রত্যক্ষ পর্যবেক্ষণ ও সমস্যা সনাক্তকরণ (Direct Observation & Problem Identification)
(D) পরীক্ষাগারে পেরেকের মরিচা পরীক্ষা করা

প্রশ্ন ৯. বিজ্ঞানের একটি আদর্শ পরীক্ষামূলক নকশায় (Experimental Design) 'নিয়ন্ত্রিত চলক' (Controlled Variable)-এর মূল কাজ কী?

- (A) স্বাধীন চলককে ইচ্ছামতো বাড়ানো এবং কমানো
(B) স্বাধীন ও অধীন চলক ছাড়া অন্য সমস্ত সম্ভাব্য বাহ্যিক উপাদানকে ধ্রুবক রেখে পরীক্ষার নির্ভুলতা নিশ্চিত করা
(C) নির্ভরশীল চলকের সমস্ত উপাত্ত মুছে ফেলা
(D) পরীক্ষাটি মাঝপথে সম্পূর্ণ বন্ধ করে দেওয়া

প্রশ্ন ১০. হিউরিস্টিক বা আবিষ্কার পদ্ধতিতে বিজ্ঞানের শিক্ষকের সবচেয়ে উপযুক্ত ভূমিকা কোন্টি হওয়া উচিত?

- (A) একজন একনায়ক শাসক যিনি ক্লাসের সমস্ত সিদ্ধান্ত নিজে একতরফাভাবে নেন
(B) একজন নিষ্ক্রিয় দর্শক যিনি ক্লাস ছেড়ে চলে যান
(C) একজন সহায়ক পথপ্রদর্শক এবং উদ্দীপক (Facilitator, Guide & Stimulator)
(D) শিক্ষার্থীদের প্রতিটি ভুল উত্তরের জন্য কড়া শারীরিক শাস্তি প্রদানকারী

প্রশ্ন ১১. বিজ্ঞানের পাঠদানে 'অবরোহী পদ্ধতি' (Deductive Approach)-এর সবচেয়ে বড় অসুবিধা কোন্টি?

- (A) এটি শ্রেণিকক্ষে শিক্ষার্থীদের মধ্যে বৈজ্ঞানিক মেজাজ, যুক্তিবাদ ও অনুসন্ধান দক্ষতার স্বতঃস্ফূর্ত বিকাশ ঘটাতে পারে না

- (B) এটি বিজ্ঞান ক্লাস পরিচালনায় শিক্ষকের সময় অনেক বাড়িয়ে দেয়
(C) এর মাধ্যমে কোনো তাত্ত্বিক সূত্র বা সমীকরণ সমাধান করা সম্ভব নয়
(D) এটি ব্যবহারের জন্য অত্যন্ত দামি ল্যাবরেটরি যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয়

প্রশ্ন ১২. একজন শিক্ষার্থী বিজ্ঞান ক্লাসে বলল, "যেহেতু লোহা এবং তামা উভয়ই ধাতু এবং লোহা চুম্বক দ্বারা আকৃষ্ট হয়, তাই তামাও অবশ্যই চুম্বক দ্বারা আকৃষ্ট হবে।" পরবর্তীতে চুম্বক দিয়ে পরীক্ষা করার পর দেখা গেল তামা আকৃষ্ট হচ্ছে না। এই ঘটনাটি বিজ্ঞানের কোন্ প্রকৃতিকে প্রমাণ করে?

- (A) বিজ্ঞানের জ্ঞান অপরিবর্তনীয় ও পরম সত্য
(B) শুধুমাত্র অনুমানের ওপর ভিত্তি করে নেওয়া সিদ্ধান্ত ভুল হতে পারে, এবং বিজ্ঞানে পরীক্ষামূলক প্রমাণই (Empirical Evidence) শেষ কথা
(C) শিক্ষার্থী বিজ্ঞানের কোনো পরীক্ষা করার যোগ্য নয়
(D) শিক্ষকের প্রথাগত সিদ্ধান্তই সর্বদা অশ্রুত

প্রশ্ন ১৩. নবম শ্রেণির বিজ্ঞান ক্লাসে তরলের সান্দ্রতা পরীক্ষার সময় বিকারের তলদেশের ক্ষেত্রফল ও বিকারের উপাদানের ধরণ অপরিবর্তিত রাখা হলো। এখানে বিকারের ক্ষেত্রফল কোন্ চলকের উদাহরণ?

- (A) স্বাধীন চলক (Independent Variable)
(B) নির্ভরশীল চলক (Dependent Variable)
(C) নিয়ন্ত্রিত চলক (Controlled/Constant Variable)
(D) কোনো চলক নয়

প্রশ্ন ১৪. "একটি নির্দিষ্ট ওজনের পাথরখণ্ডকে বায়ুতে ঝুলিয়ে তার ওজন মাপা হলো ৯.৮ নিউটন। এরপর পাথরটিকে সম্পূর্ণ জলে ডোবানো অবস্থায় ওজন মেপে দেখা গেল তা কমে ৭.২ নিউটন হয়েছে।" পাথরটিকে জলে ডোবানোর পর ওজনের এই পরিবর্তনটি সরাসরি পরীক্ষা করে লিখে রাখা বিজ্ঞানের কোন্ প্রক্রিয়াগত দক্ষতাকে নির্দেশ করে?

- (A) বিমূর্ত কাল্পনিক সিদ্ধান্ত গ্রহণ
(B) প্রত্যক্ষ পরিমাণগত পর্যবেক্ষণ ও তথ্য নথিভুক্তকরণ (Quantitative Observation & Data Recording)
(C) তাত্ত্বিক সংজ্ঞা মুখস্থকরণ
(D) পরীক্ষার পূর্বে অনুমানের অসারতা প্রমাণ

প্রশ্ন ১৫. আরোহী পদ্ধতিতে (Inductive Approach) বিজ্ঞান শিক্ষাদানের গতিপথ নীচের কোন্টি মেনে চলে?

- (A) সাধারণ সূত্র → বিশেষ উদাহরণ (General → Particular)
(B) বিমূর্ত ধারণা → মূর্ত উদাহরণ (Abstract → Concrete)
(C) বিশেষ উদাহরণ → সাধারণ সূত্র (Particular Examples → General Rule/Formula)
(D) অজানা থেকে জানার দিকে সরাসরি যান্ত্রিক উত্তরণ

🇬🇧 প্র্যাকটিস সেটের উত্তরমালা (Answer Key)

প্রশ্ন নং	সঠিক বিকল্প	প্রশ্ন নং	সঠিক বিকল্প	প্রশ্ন নং	সঠিক বিকল্প
১	(B)	২	(A)	৩	(C)
৪	(C)	৫	(B)	৬	(B)
৭	(B)	৮	(C)	৯	(B)
১০	(C)	১১	(A)	১২	(B)
১৩	(C)	১৪	(B)	১৫	(C)

অধ্যায় ৬: উদ্ভাবন (Innovation in Science Teaching)

বিভাগ ১ - মূল বিষয়বস্তু (Core Content)

১. বিজ্ঞান শিক্ষাদানে উদ্ভাবনের ধারণা ও প্রয়োজনীয়তা (Concept & Necessity of Innovation in Science Pedagogy)

- প্রথাগত শিক্ষাদানের সীমাবদ্ধতা অতিক্রম (Overcoming the Limits of Traditional Pedagogy): সনাতনীয় বিজ্ঞান পাঠদান মূলত চক-আন্ড-টক (Chalk-and-talk method) এবং তাত্ত্বিক পাঠ্যপুস্তক কেন্দ্রিক (book-centric approach)। উদ্ভাবন বা ইনোভেশন (Innovation)-এর মূল উদ্দেশ্য হলো এই নিষ্ক্রিয় মুখস্থবিদ্যা বর্জন করে বিজ্ঞানকে একটি সজীব, পরীক্ষা-ভিত্তিক ও আনন্দময় অনুসন্ধান প্রক্রিয়ায় রূপান্তর করা।
- সৃজনশীলতা ও অনুসন্ধিৎসার মেলবন্ধন (Blending Creativity with Inquiry): বিজ্ঞানে উদ্ভাবন মানে কেবল নতুন কোনো গ্যাজেট তৈরি নয়, বরং শ্রেণিকক্ষে এমন অভিনব শিখন-কৌশল ও উপকরণ প্রয়োগ করা যা শিক্ষার্থীর মনে সুপ্ত সৃজনশীলতা (Creative potential), যৌক্তিক চিন্তন (Critical thinking) এবং বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি (Scientific temper) জাগ্রত করে।

আলেকজান্ডার ফ্লেমিং (Alexander Fleming)	১৯২৮	পেনিসিলিন আবিষ্কার।	এটি একটি অ্যান্টিবায়োটিক যা ব্যাকটেরিয়াজনিত রোগ সারাতে কার্যকর।
বারী মার্শাল ও রবিন ওয়ারেন (Barry Marshall & Robin Warren)	-	পেপটিক আলসারের কারণ হিসেবে হেলিকোব্যাক্টর পাইলোরি (H. pylori) ব্যাকটেরিয়াকে চিহ্নিত করেন।	তারা এই যুগান্তকারী আবিষ্কারের জন্য ২০০৫ সালে নোবেল পুরস্কার পান। পূর্বে মনে করা হতো মানসিক চাপ থেকে এই রোগ হয়।

৬. পদার্থের পঞ্চম অবস্থা (Fifth State of Matter)

বোস-আইনস্টাইন কনডেনসেট (Bose-Einstein Condensate - BEC):

- ধারণা ও পূর্বাভাস: পদার্থের এই পঞ্চম অবস্থার ধারণা তৈরি হয় ভারতীয় পদার্থবিদ সত্যেন্দ্রনাথ বসু (S.N. Bose, 1894-1974)-এর গাণিতিক হিসাবের ভিত্তিতে। আইনস্টাইন (Albert Einstein, 1879-1955) বসুর গণনা ব্যবহার করে BEC নামে পদার্থের একটি নতুন অবস্থার পূর্বাভাস দেন।
- সৃষ্টি ও স্বীকৃতি: ২০০১ সালে আমেরিকান বিজ্ঞানী এরিক এ. কর্নেল (Eric A. Cornell), উলফগ্যাং কেটারলি (Wolfgang Ketterle) এবং কার্ল ই. উইম্যান (Carl E. Wieman) অত্যন্ত নিম্ন ঘনত্বের গ্যাসকে অত্যন্ত কম তাপমাত্রায় ঠাণ্ডা করে এটি সৃষ্টি করেন এবং তাঁদের এই কাজের জন্য নোবেল পুরস্কার পান।

📖 পেডাগজিক্যাল কানেকশন ও PYQ Insights (Science Pedagogy Connection)

এই টপিকটি শিক্ষার্থীদের কীভাবে পড়ানো উচিত?

- মুখস্থবিদ্যার পরিহার (Avoiding Rote Memorization):** বিজ্ঞান শ্রেণিকক্ষে আবিষ্কার ও বিজ্ঞানীদের সম্পর্কে পড়ানোর সময় কখনোই কেবল বিজ্ঞানীদের নাম বা তাদের জীবনী মুখস্থ করার (Memorizing biographies) এবং আবিষ্কারের সাল মুখস্থ করার ওপর জোর দেওয়া উচিত নয়। বিজ্ঞান শিক্ষার উদ্দেশ্য কখনোই কেবল বিজ্ঞানীদের নাম মুখস্থ করা নয়, বরং আবিষ্কারের ইতিহাস পড়ানো উচিত শিক্ষার্থীদের অনুপ্রাণিত করার জন্য।
- প্রজেক্ট পদ্ধতি (Project Method):** বিজ্ঞান শিক্ষায় শিক্ষার্থীদের সক্রিয় অংশগ্রহণ (Active participation) নিশ্চিত করতে প্রজেক্ট পদ্ধতি অত্যন্ত কার্যকরী। এই পদ্ধতির প্রধান প্রবক্তা হলেন শিক্ষাবিদ উইলিয়াম কিলপ্যাট্রিক (Kilpatrick)।
- বিজ্ঞানের প্রকৃতি বোঝানো (Understanding Nature of Science):** শিক্ষার্থীদের বোঝাতে হবে যে, বিজ্ঞান বিজ্ঞানীদের সৃজনশীলতা এবং কল্পনার (Creativity and imagination) মাধ্যমে অগ্রসর হয়। বিজ্ঞানের আবিষ্কারের জন্য কোনো একটি নির্দিষ্ট, ধরাবাঁধা বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি (No single specific scientific method) নেই, বরং বিজ্ঞানীরা বিভিন্ন ধরনের অনুসন্ধানী পদ্ধতি ব্যবহার করেন। বিজ্ঞান প্রকৃতিতে অস্থায়ী (Tentative) বা পরিবর্তনীয়।

🔍 PYQ Insights & Key Takeaways (বিগত বছরের পরীক্ষার আসল কনসেপ্ট):

- বিজ্ঞান শিক্ষার উদ্দেশ্য কখনোই কেবল বিজ্ঞানীদের নাম বা বৈজ্ঞানিক তথ্য মুখস্থ করা (Memorizing names of scientists) নয়। এটি একটি অনুপযুক্ত শিক্ষণ অনুশীলন।
- শ্রেণিকক্ষে শিক্ষার্থীদের পাঠ্যবইয়ের বাইরে চিন্তা করতে বারণ করা বা বিজ্ঞানীদের জীবনী মুখস্থ করতে বলা (Memorizing biographies) বিজ্ঞান শিক্ষার লক্ষ্য বিরোধী।
- বিজ্ঞান প্রকৃতিতে অস্থায়ী (Tentative) এবং বিজ্ঞান বিজ্ঞানীদের সৃজনশীলতা এবং কল্পনার মাধ্যমে অগ্রসর হয়। বিজ্ঞান যে একটি নির্দিষ্ট বৈজ্ঞানিক পদ্ধতির মাধ্যমেই অগ্রসর হয়— এই ধারণাটি বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে সম্পূর্ণ ভুল।
- বিজ্ঞান শিক্ষায় 'প্রজেক্ট পদ্ধতি' (Project Method)-এর প্রধান প্রবক্তা হলেন শিক্ষাবিদ কিলপ্যাট্রিক (Kilpatrick)।

বিজ্ঞান শিক্ষণবিদ্যা (Science Pedagogy)

অধ্যায় ১: বিজ্ঞানের প্রকৃতি ও কাঠামো (Nature & Structure of Sciences)

বিভাগ ১ - মূল বিষয়বস্তু (Core Content)

১. বিজ্ঞানের অর্থ ও সংজ্ঞা (Meaning and Definition of Science)

- উৎপত্তি (Etymology):** 'Science' শব্দটি ল্যাটিন শব্দ 'Scientia' (সানয়বিয়া) থেকে উদ্ভূত হয়েছে, যার আক্ষরিক অর্থ হলো 'জ্ঞান (Knowing বা To Know)'। বিজ্ঞান হলো এক ধরনের ধারাবাহিক মানবীয় প্রচেষ্টা (Human endeavor), যা আমাদের চারপাশের প্রাকৃতিক জগৎকে পদ্ধতিগত পর্যবেক্ষণ, পরীক্ষা-নিরীক্ষা এবং যৌক্তিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে বুঝতে সাহায্য করে।
- বিজ্ঞানের সংজ্ঞা (Definitions):**
 - বিজ্ঞানী আলবার্ট আইনস্টাইন (Albert Einstein):** "বিজ্ঞান হলো আমাদের সমস্ত বিশৃঙ্খল ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য অভিজ্ঞতাকে একটি যৌক্তিক ও সুসম চিন্তার ব্যবস্থায় মেলানোর প্রচেষ্টা।" ("Science is an attempt to make the chaotic diversity of sense experience correspond to a logically uniform system of thought.")
 - শিক্ষাবিদ জেমস বি. কনান্ট (James B. Conant):** "বিজ্ঞান হলো পরস্পর সংযুক্ত ধারণা এবং ধারণাগত পরিকল্পনার একটি সিরিজ যা পর্যবেক্ষণ ও পরীক্ষণের ফলে বিকশিত হয়েছে।" ("Science is an interconnected series of concepts and conceptual schemes developed through experimentation and observation.")
 - কলম্বিয়া ডিকশনারি (Columbia Dictionary):** "বিজ্ঞান হলো একটি পুঞ্জীভূত এবং সুশৃঙ্খল শিখন, যা সাধারণত প্রাকৃতিক ঘটনার মধ্যে সীমাবদ্ধ।"

- **বিজ্ঞানের দ্বৈত প্রকৃতি (Dual Nature of Science):** বিজ্ঞানকে মূলত দুটি প্রধান রূপরেখায় দেখা হয়:
- ১. **পণ্য বা ফল হিসেবে বিজ্ঞান (Science as a Product):** এটি হলো বিজ্ঞানের স্থির রূপ। এর মধ্যে রয়েছে সন্ধিত বা সংগৃহীত বৈজ্ঞানিক জ্ঞানভাণ্ডার, যেমন—তথ্য (Facts), সংজ্ঞা (Definitions), ধারণা (Concepts), নীতি (Principles), তত্ত্ব (Theories) এবং সূত্র (Laws)।
- ২. **প্রক্রিয়া হিসেবে বিজ্ঞান (Science as a Process):** এটি হলো বিজ্ঞানের গতিশীল বা সক্রিয় রূপ। এটি মূলত নতুন জ্ঞান অর্জন, যাচাইকরণ, নতুন তত্ত্ব গঠন এবং সত্যে পৌঁছানোর পদ্ধতিকে বোঝায়। যেমন—পর্যবেক্ষণ, পরিমাপ, শ্রেণিকরণ, অনুমান এবং পরীক্ষা-নিরীক্ষা।

২. বিজ্ঞানের কাঠামো ও ডোমেইন (Structure and Domains of Science)

বিজ্ঞান কেবল তথ্য বা সূত্রের কোনো শুষ্ক তালিকা নয়, এর একটি সুনির্দিষ্ট ও ত্রিমাত্রিক কাঠামো রয়েছে। জোসেফ জে. শোয়াব (Joseph J. Schwab, 1964) এবং জেরোম ব্রুনার (Jerome Bruner, 1962) বিজ্ঞানের কাঠামোকে তাত্ত্বিকভাবে ব্যাখ্যা করেছেন। আধুনিক শিক্ষাবিদ্যায় বিজ্ঞানের কাঠামোগত ডোমেইনকে তিনটি আন্তঃসংযুক্ত ক্ষেত্রে ভাগ করা হয়:

ক. জ্ঞানের ভান্ডার বা বস্তুগত কাঠামো (A Body of Knowledge / Substantive Structure)

এটি বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু বা সন্ধিত জ্ঞানকে নির্দেশ করে। এটি মূলত বিজ্ঞানের তাত্ত্বিক কাঠামো (Theoretical framework of science), যা নিচের উপাদানগুলোর মাধ্যমে গঠিত হয়:

- **তথ্য (Facts):** সরাসরি পর্যবেক্ষণযোগ্য একক সত্য। যেমন—"সাধারণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপে বিশুদ্ধ জলের স্ফুটনাঙ্ক ১০০ ডিগ্রি সেলসিয়াস।"
- **ধারণা (Concepts):** সমজাতীয় বস্তু বা ঘটনার মানসিক সাধারণীকরণ। যেমন—"বাস্পীভবন", "ঘনীভবন", "বল", বা "কোষ"।
- **নীতি (Principles):** একাধিক ধারণার মধ্যে সম্পর্ক স্থাপনকারী নিয়ম। যেমন—"উষ্ণতা বৃদ্ধি পেলে তরলের বাষ্পীভবনের হার বৃদ্ধি পায়।"
- **তত্ত্ব (Theories):** বিভিন্ন ঘটনা বা নীতি ব্যাখ্যা করার জন্য বিজ্ঞানীদের প্রস্তাবিত যৌক্তিক ও পরীক্ষিত কাঠামো। তত্ত্ব কোনো পরম সত্য নয়, এটি ঘটনাকে ব্যাখ্যা ও ব্যাখ্যা করতে সাহায্য করে। যেমন—"ডারউইনের বিবর্তনবাদ তত্ত্ব", "হাইগেনসের আলোর তরঙ্গ তত্ত্ব"।
- **সূত্র বা নিয়ম (Laws):** প্রাকৃতিক জগতের অপরিবর্তনীয় ও নিয়মিত ঘটনার বিবৃতি যা নির্দিষ্ট শর্তে সর্বদা সত্য হয়। সূত্র বর্ণনা করে 'কী ঘটে' (What happens), আর তত্ত্ব ব্যাখ্যা করে 'কেন ঘটে' (Why it happens)। যেমন—"নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র"।

খ. অনুসন্ধান প্রক্রিয়া বা পদ্ধতিগত কাঠামো (A Process of Inquiry / Syntactical Structure)

এটি বিজ্ঞানের ব্যাকরণ বা জ্ঞান নির্মাণের পদ্ধতিকে নির্দেশ করে। এতে বিজ্ঞানীরা কীভাবে জ্ঞান অন্বেষণ করেন, তথ্য সংগ্রহ করেন এবং সংগৃহীত তথ্যের সত্যতা যাচাই করেন তা আলোচনা করা হয়। এই প্রক্রিয়ার মূল ভিত্তি হলো **বৈজ্ঞানিক প্রক্রিয়া দক্ষতা (Science Process Skills)**, যার মধ্যে রয়েছে:

- **পর্যবেক্ষণ (Observing):** কোনো ঘটনার সূক্ষ্ম ও নিখুঁত পর্যবেক্ষণ।
- **পরিমাপ (Measuring):** পরিমাণগত বিশ্লেষণ করা।
- **শ্রেণিকরণ (Classifying):** সাধারণ বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে বিন্যাস করা।
- **অনুমান গঠন (Inferring / Hypothesizing):** তথ্যের ভিত্তিতে সাময়িক ও পরীক্ষালব্ধ অনুমান তৈরি করা।
- **পরীক্ষা-নিরীক্ষা (Experimenting):** সুনিয়ন্ত্রিত পরিবেশে অনুমানগুলোর সত্যতা যাচাই করা।

গ. চিন্তাধারা ও বৈজ্ঞানিক মেজাজ (A Way of Thinking / Dispositions and Scientific Temper)

বিখ্যাত বিজ্ঞানী কার্ল সেগানের (Carl Sagan) মতে, "বিজ্ঞান শুধুমাত্র জ্ঞানের ভান্ডার নয়, এটি মূলত একটি চিন্তাধারা (Science is a way of thinking)"। এটি শিক্ষার্থীর মানসিক মনোভাব এবং দৃষ্টিভঙ্গির বিকাশ ঘটায়। এর মধ্যে অন্তর্ভুক্ত রয়েছে:

- **বস্তুনিষ্ঠতা (Objectivity):** ব্যক্তিগত পক্ষপাত, কুসংস্কার বা আবেগ বর্জন করে কেবল প্রমাণের ভিত্তিতে সত্যকে গ্রহণ করা।
- **যুক্তিবাদিতা (Rationality):** প্রতিটি ঘটনার নেপথ্যে থাকা কার্য-কারণ সম্পর্কে (Cause-Effect Relationship) খোঁজা।
- **সংশয়বাদ (Scepticism):** কোনো বৈজ্ঞানিক প্রমাণ বা যুক্তি ছাড়া যেকোনো দাবিকে সরাসরি বিশ্বাস না করা এবং সত্যতা অনুসন্ধানের কৌতূহল বজায় রাখা।

ভারতের সংবিধানের ৫১এ(এইচ) বা 51A(h) অনুচ্ছেদ অনুযায়ী—"বৈজ্ঞানিক মেজাজ, মানবতাবাদ এবং অনুসন্ধান ও সংস্কারের চেতনা বিকাশ করা দেশের প্রতিটি নাগরিকের একটি মৌলিক কর্তব্য।"

৩. বিজ্ঞানের প্রকৃতি ও মৌলিক বৈশিষ্ট্য (Nature and Characteristics of Science)

বিজ্ঞানের এমন কিছু অনন্য বৈশিষ্ট্য রয়েছে যা একে দর্শনের অন্যান্য শাখা বা সাহিত্য থেকে আলাদা করে:

- **জ্ঞানের অস্থায়ী প্রকৃতি (Tentative Nature of Knowledge):** বৈজ্ঞানিক জ্ঞান অত্যন্ত নির্ভরযোগ্য ও টেকসই, কিন্তু এটি কখনো পরম বা চিরন্তন সত্য (Absolute/Eternal Truth) নয়। নতুন কোনো অকাট্য প্রমাণ বা পূর্ববর্তী প্রমাণের নতুন বৈজ্ঞানিক ব্যাখ্যার ভিত্তিতে বৈজ্ঞানিক জ্ঞান বা তত্ত্ব সর্বদা পরিবর্তনশীল (Subject to change)।
 - উদাহরণ: প্লুটোকে দীর্ঘদিন সৌরজগতের নবম গ্রহ হিসেবে গণ্য করা হতো, কিন্তু ২০০৬ সালে আন্তর্জাতিক জ্যোতির্বিজ্ঞান ইউনিয়নের নতুন পর্যবেক্ষণ ও সংজ্ঞার ভিত্তিতে এটিকে 'বামন গ্রহ' (Dwarf Planet) হিসেবে পুনঃশ্রেণিবদ্ধ করা হয়।
- **অভিজ্ঞতামূলক প্রমাণ-ভিত্তিক (Empirical Nature):** বিজ্ঞান সম্পূর্ণরূপে আমাদের ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য অভিজ্ঞতা এবং বাস্তব প্রমাণের ওপর নির্ভরশীল। কোনো অতিলৌকিক, অলৌকিক বা জাদুকরি ব্যাখ্যা বিজ্ঞানে গ্রহণযোগ্য নয়।
- **সৃজনশীলতা এবং মানবীয় উদ্যোগ (Creativity & Human Endeavor):** বিজ্ঞান কেবল কঠোর ল্যাবরেটরির শুষ্ক নিয়ম নয়। নতুন তত্ত্ব গঠন, বিমূর্ত ধারণার নকশা তৈরি করা এবং কোনো জটিল পরীক্ষার মডেল তৈরি করতে বিজ্ঞানীদের গভীর সৃজনশীলতা ও কল্পনাপ্রসূত চিন্তার (Creative imagination) প্রয়োজন হয়।

- উদাহরণ: পরমাণুর গঠন অনুধাবন করা বা ডারউইনের প্রাকৃতিক নির্বাচনের তত্ত্ব ব্যাখ্যা করা বিজ্ঞানীদের সৃজনশীল কল্পনারই নিদর্শন।
- **পুনরাবৃত্তিযোগ্যতা (Replicability):** বিজ্ঞানের যেকোনো পরীক্ষার ফলাফল পুনরাবৃত্তিযোগ্য হতে হবে। অর্থাৎ, একই শর্তে অন্য যেকোনো বিজ্ঞানী পরীক্ষাটি সম্পন্ন করলে সমরূপ ফলাফল পাবেন। যদি কোনো পরীক্ষার ফলাফল পুনরাবৃত্তি না করা যায়, তবে তা বিজ্ঞানে গ্রহণযোগ্য হয় না।
- **সামাজিক ও সাংস্কৃতিক অন্তর্ভুক্ততা (Social and Cultural Embeddedness):** বিজ্ঞান কোনো বিচ্ছিন্ন শূন্যতায় কাজ করে না। সামাজিক প্রয়োজন, মানুষের জীবনশৈলী, বাজেট, নীতি এবং সাংস্কৃতিক মূল্যবোধ বৈজ্ঞানিক গবেষণার দিকনির্দেশনা নিয়ন্ত্রণ করে।

8. বিজ্ঞানের প্রকৃতি সম্পর্কিত সাধারণ ভুল ধারণা বা কুসংস্কার (Common Myths about Nature of Science)

প্রতিযোগিতামূলক পরীক্ষার দৃষ্টিকোণ থেকে বিজ্ঞানের প্রকৃতি সম্পর্কে প্রচলিত ভ্রান্ত ধারণাগুলি জানা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ:

- **ভ্রান্ত ধারণা ১: অনুমান একসময় তত্ত্বে পরিণত হয়, এবং তত্ত্ব পরে আরো উন্নত হয়ে সূত্রে পরিণত হয়।**
 - **সঠিক তথ্য:** এটি সম্পূর্ণ ভুল ধারণা। তত্ত্ব (Theory) এবং সূত্র (Law) বিজ্ঞানের দুটি সম্পূর্ণ পৃথক রূপ। তত্ত্ব ব্যাখ্যা করে 'কেন বা কীভাবে ঘটছে' (যেমন—পদার্থের গতিশীলতার ব্যাখ্যা), আর সূত্র বর্ণনা করে 'কী ঘটছে' (যেমন—গতিসূত্র বা মাধ্যাকর্ষণ নিয়ম)। কোনো তত্ত্ব কখনো সূত্রে পরিণত হতে পারে না, উভয়ের গুরুত্ব ও কাজ ভিন্ন।
- **ভ্রান্ত ধারণা ২: বৈজ্ঞানিক সূত্র বা তত্ত্বগুলি পরম এবং কোনোদিনও পরিবর্তিত হতে পারে না।**
 - **সঠিক তথ্য:** বিজ্ঞানের কোনো সিদ্ধান্তই অপরিবর্তনীয় নয়। নতুন আবিষ্কার ও প্রমাণের ভিত্তিতে সূত্র বা তত্ত্ব পরিবর্তিত, পরিমার্জিত বা সম্পূর্ণ বাতিল হতে পারে (যেমন—আরিস্টটলের স্বতঃস্ফূর্ত জীবন সৃষ্টি তত্ত্ব পরবর্তীতে বাতিল হয়ে যায়)।
- **ভ্রান্ত ধারণা ৩: বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারের জন্য একটিমাত্র সর্বজনীন ও কঠোর 'বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি' (The Scientific Method) রয়েছে।**
 - **সঠিক তথ্য:** বিজ্ঞানীদের কাজ করার কোনো একক, সরলরৈখিক পথ নেই। বিজ্ঞানীরা অত্যন্ত নমনীয়, অ-রৈখিক (non-linear) এবং বহুমুখী উপায়ে কাজ করেন। অনেক সময় বৈজ্ঞানিক আবিষ্কার দৈব ঘটনা বা পর্যবেক্ষণমূলক আকস্মিকতার (Serendipity) মাধ্যমেও ঘটে থাকে (যেমন—আলেকজান্ডার ফ্লেমিং কর্তৃক পেনিসিলিনের আবিষ্কার বা নিউটনের আপেল পড়ার পর্যবেক্ষণ)।
- **ভ্রান্ত ধারণা ৪: বিজ্ঞান এবং প্রযুক্তি সম্পূর্ণ একই জিনিস।**
 - **সঠিক তথ্য:** বিজ্ঞান হলো প্রাকৃতিক জগতের কার্যপ্রণালী অন্বেষণ ও জানার পদ্ধতি (Knowing), অন্যদিকে প্রযুক্তি (Technology) হলো সেই অর্জিত বৈজ্ঞানিক জ্ঞানকে মানুষের বাস্তব চাহিদা মেটাতে ব্যবহার করা বা প্রয়োগ করার প্রক্রিয়া (Doing/Applying)।
- **ভ্রান্ত ধারণা ৫: বিজ্ঞান সমস্ত রকমের প্রশ্নের উত্তর দিতে পারে।**
 - **সঠিক তথ্য:** বিজ্ঞান কেবল ভৌত ও প্রাকৃতিক জগতের ঘটনার ব্যাখ্যা দিতে সক্ষম। আধ্যাত্মিকতা, নীতিবোধ, নান্দনিক সৌন্দর্য এবং নৈতিকতার মতো ক্ষেত্রের প্রশ্নের উত্তর দেওয়া বিজ্ঞানের পরিধির বাইরে।

বিভাগ ২ - এক নজরে সব গুরুত্বপূর্ণ তথ্য (Exam Capsules)

গুরুত্বপূর্ণ পরিভাষা (Key Concepts)	পেডাগজিক্যাল তাৎপর্য (Pedagogical Significance)	পরীক্ষামুখী লেজার-ফোকাসড নির্যাস (Exam Sieve)
Tentative Nature	অস্থায়ী বা অনিত্য প্রকৃতি	বৈজ্ঞানিক জ্ঞান চিরন্তন নয়; নতুন প্রমাণের ভিত্তিতে এটি পরিবর্তনশীল।
Substantive Structure	বস্তুগত কাঠামো	বিজ্ঞানের বিষয়বস্তু—তথ্য, ধারণা, নীতি, তত্ত্ব এবং সূত্রের সংকলন।
Syntactical Structure	পদ্ধতিগত কাঠামো	বিজ্ঞান অন্বেষণের পদ্ধতি—পর্যবেক্ষণ, শ্রেণিকরণ ও পরীক্ষা-নিরীক্ষা।
Scientific Temper	বৈজ্ঞানিক মেজাজ	৫১এ (এইচ) অনুচ্ছেদ নির্দেশিত সন্দেহবাদ, বস্তুনিষ্ঠতা ও যৌক্তিক চিন্তার দৃষ্টিভঙ্গি।
Serendipity	দৈব বা আকস্মিক আবিষ্কার	কঠোর নিয়ন্ত্রিত পরীক্ষা ছাড়াই আকস্মিকভাবে আবিষ্কার ঘটা (যেমন—পেনিসিলিন)।
Theory vs. Law	তত্ত্ব বনাম সূত্র	সূত্র নিয়মিত ঘটনার বিবরণ দেয়; তত্ত্ব ঘটনার পেছনের কারণ ব্যাখ্যা করে।

বিভাগ ৩ - এই টপিকটি শিক্ষার্থীদের কীভাবে পড়ানো উচিত (Teaching Method)

বিজ্ঞান ক্লাসে শিক্ষার্থীদের বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গি গঠনে এবং বিজ্ঞানের প্রকৃত রূপ বোঝাতে শিক্ষকের কার্যকরী ভূমিকা:

শ্রেণিকক্ষের বাস্তব উদাহরণ (Classroom Exemplar - থিম: 'জলের ফুটনাঙ্ক' বা Boiling Point of Water):

- **ঐতিহ্যবাহী মুখস্থ পদ্ধতি (ভুল পদ্ধতি):** শিক্ষক ব্ল্যাকবোর্ডে লিখে দিলেন "জলের ফুটনাঙ্ক ১০০ ডিগ্রি সেলসিয়াস" এবং শিক্ষার্থীদের খাতায় লিখে মুখস্থ করতে বললেন। এটি বিজ্ঞানের অন্বেষণ প্রক্রিয়া ও বৌদ্ধিক সত্যতার পরিপন্থী।
- **সক্রিয় বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি (সঠিক পদ্ধতি):**
 - **ধাপ ১ (পরীক্ষণ):** শিক্ষক ক্লাসে থার্মোমিটার ও বুনসেন বার্নার দিয়ে জল ফুটানোর পরীক্ষাটি শিক্ষার্থীদের ৫টি বৈচিত্র্যময় দলে ভাগ করে হাতে-কলমে করতে দিলেন।
 - **ধাপ ২ (পর্যবেক্ষণ ও অসঙ্গতি):** দলগত কাজের সময় শিক্ষার্থীরা থার্মোমিটারে রিডিং দেখল ৯৮.৭ ডিগ্রি সেলসিয়াস বা ৯৯.২ ডিগ্রি সেলসিয়াস। কোনো দলেই হুবহু ১০০ ডিগ্রি সেলসিয়াস রিডিং এল না।

- ধাপ ৩ (বৌদ্ধিক সততা বনাম ছকবদ্ধতা): শিক্ষার্থীরা শিক্ষককে বলল, "স্যার, আমাদের বইয়ে ১০০ ডিগ্রি লেখা আছে, আমরা কি খাতায় ১০০ ডিগ্রিই লিখব?"
- ধাপ ৪ (পেডাগজিক্যাল সমাধান): শিক্ষক শিক্ষার্থীদের বললেন, "থার্মোমিটারে তোমরা যা দেখতে পেয়েছ সেটাই খাতায় লেখো। এটাই হলো বিজ্ঞানের বৌদ্ধিক সততা (Intellectual Honesty)। বায়ুর চাপ, উচ্চতা বা জলে অপদ্রব্যের উপস্থিতির কারণে জলের স্ফুটনাঙ্ক পরিবর্তন হতে পারে।"
- পেডাগজিক্যাল লাভ: এর ফলে শিক্ষার্থীরা বুঝতে পারে যে বিজ্ঞান কোনো অন্ধ বিশ্বাস বা গোঁড়ামি নয়। বিজ্ঞান হলো অভিজ্ঞতামূলক প্রমাণের ওপর দাঁড়িয়ে সত্য অন্বেষণের একটি নিরপেক্ষ পদ্ধতি।

বিভাগ ৪ - PYQ Insights & Key Takeaways

বিগত বছরগুলোর CTET Paper-2, WB Upper Primary TET এবং JTET পরীক্ষার প্রশ্নপত্র নিবিড়ভাবে বিশ্লেষণ করে এই অধ্যায় থেকে নিম্নলিখিত বিশেষ ধারা ও প্রবৃত্তিগুলি লক্ষ্য করা গেছে:

- **Takeaway ১ (সবচেয়ে বেশি আসা প্রশ্ন):** পরীক্ষায় বারবার আসে—"বিজ্ঞানের প্রকৃতি সম্পর্কে নিচের কোন বিবৃতিটি সত্য নয়?" উত্তর নিশ্চিতভাবে হবে—"বিজ্ঞানীরা নতুন জ্ঞান আবিষ্কারের জন্য একটিমাত্র সর্বজনীন ও নির্দিষ্ট বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি ব্যবহার করেন।" এটি একটি চরম ভুল ধারণা বা মিথ।
- **Takeaway ২ (সংশয়বাদ সংক্রান্ত প্রশ্ন):** "বিজ্ঞান সন্দেহবাদ বা সংশয়বাদকে (Scepticism) উৎসাহিত করে"—এর অর্থ কী? উত্তর হলো—"বিজ্ঞানীরা অন্ধ বিশ্বাসের পরিবর্তে বস্তুনিষ্ঠ ও গবেষণালব্ধ অভিজ্ঞতামূলক প্রমাণের ভিত্তিতে যেকোনো দাবির বৈধতা বিচার করেন।"
- **Takeaway ৩ (সৃজনশীলতা সংক্রান্ত প্রশ্ন):** "বিজ্ঞান কি কেবল তথ্যের সমাবেশ?" উত্তর হলো—"না, বিজ্ঞান একটি সৃজনশীল ক্ষেত্র এবং বিজ্ঞানীদের নতুন হাইপোথিসিস ও মডেল তৈরি করতে গভীর সৃজনশীলতা ও কল্পনাপ্রসূত চিন্তার প্রয়োজন হয়।"

বিভাগ ৫ - গ্যাকটিস সেট (15 Significant Questions)

প্রশ্ন: ১. বিজ্ঞানের প্রকৃতি (Nature of Science) সম্পর্কে নিচের কোন বিবৃতিটি 'সঠিক'?

(A) বিজ্ঞান হলো সম্পূর্ণ স্থির এবং অপরিবর্তনীয় তথ্যের একটি সংকলন (B) বৈজ্ঞানিক ধারণাগুলি অনিত্য বা অস্থায়ী (Tentative) এবং নতুন প্রমাণের ভিত্তিতে পরিবর্তিত হতে পারে (C) বৈজ্ঞানিক জ্ঞান অর্জনের জন্য কেবল একটি নির্দিষ্ট ও সরলরৈখিক বৈজ্ঞানিক পদ্ধতিই রয়েছে (D) বিজ্ঞানের সাথে সমাজ বা সংস্কৃতির কোনো সম্পর্ক নেই

প্রশ্ন: ২. "বিজ্ঞান সন্দেহবাদ বা সংশয়বাদকে (Scepticism) উৎসাহিত করে"—এই বক্তব্যটির সবচেয়ে গ্রহণযোগ্য ব্যাখ্যা কোন্টি?

(A) বিজ্ঞানীরা সহপাঠী ও অন্য বিজ্ঞানীদের কোনো কাজকে বিশ্বাস করেন না (B) বিজ্ঞানীদের মন সংকীর্ণ এবং তারা নিজেদের ধারণা পরিবর্তন করতে অনিচ্ছুক (C) বিজ্ঞানীরা অন্ধ বিশ্বাসের পরিবর্তে কেবল বস্তুনিষ্ঠ ও গবেষণালব্ধ প্রমাণের ভিত্তিতে দাবির বৈধতা যাচাই করেন (D) বিজ্ঞান কেবল অলৌকিক ঘটনার ওপর ভিত্তি করে সিদ্ধান্ত গ্রহণ করে

প্রশ্ন: ৩. প্রাথমিক ও উচ্চ-প্রাথমিক স্তরে বিজ্ঞানকে প্রচলিত আলাদা বিষয়ের (যেমন- পদার্থবিজ্ঞান বা রসায়ন) পরিবর্তে সমন্বিত দৃষ্টিভঙ্গিতে (Integrated Approach) পড়ানোর পেডাগজিক্যাল কারণ কী?

(A) এটি শিক্ষকদের আলাদাভাবে ক্লাস নেওয়ার সময় অনেক কমিয়ে দেয় (B) শিক্ষার্থীরা তাদের চারপাশের পরিবেশকে কোনো কৃত্রিম শৃঙ্খলাবদ্ধ সীমানায় ভাগ না করে সামগ্রিক বা অখণ্ড রূপরেখায় দেখে (C) বিজ্ঞান বিষয়টিকে অবহেলা করা এবং গণিতের ওপর বেশি জোর দেওয়া (D) স্কুলের পাঠ্যবইয়ের পাতা কমিয়ে এনে বাজেট সাশ্রয় করা

প্রশ্ন: ৪. জোসেফ শোয়াব (Schwab) নির্দেশিত বিজ্ঞানের 'Syntactical Structure' বা পদ্ধতিগত কাঠামোর মূল উপাদান নিচের কোন্টি?

(A) তথ্য, ধারণা, নীতি এবং বৈজ্ঞানিক সূত্রের ভিত্তি (B) শিক্ষার্থীদের কবিতা ও গল্প আবৃত্তি করানো (C) পর্যবেক্ষণ, পরিমাপ, শ্রেণিকরণ এবং পরীক্ষা-নিরীক্ষার অনুসন্ধানমূলক প্রক্রিয়া (D) শুধুমাত্র বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতির বাজারমূল্য মুখস্থ করা

প্রশ্ন: ৫. বিজ্ঞানের প্রকৃতি সম্পর্কিত প্রচলিত ভ্রান্ত ধারণা বা 'মিথ' (Myths about Nature of Science) সনাক্ত করুন:

(A) বৈজ্ঞানিক জ্ঞান সামাজিকভাবে এবং সাংস্কৃতিকভাবে অনুবিন্দ থাকে (B) একটি বৈজ্ঞানিক হাইপোথিসিস বা অনুমান প্রচুর প্রমাণ দ্বারা সমর্থিত হলে তা একসময় বৈজ্ঞানিক সূত্রে পরিণত হয় (C) বিজ্ঞানের যেকোনো গবেষণার ফলাফল পুনরাবৃত্তিযোগ্য হওয়া আবশ্যিক (D) বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারে বিজ্ঞানীদের কল্পনা ও সৃজনশীলতার গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রয়েছে

প্রশ্ন ৬. সপ্তম শ্রেণির বিজ্ঞান ক্লাসে শিক্ষক লক্ষ্য করলেন যে, শিক্ষার্থীরা থার্মোমিটারের সঠিক রিডিং না লিখে বইয়ের স্ফুটনাঙ্ক ১০০ ডিগ্রি ছবছ খাতায় টুকে দিচ্ছে। এই পরিস্থিতিতে শিক্ষার্থীর মধ্যে কোন্ বৈজ্ঞানিক মনোভাবটির অভাব রয়েছে?

(A) অন্ধ বিশ্বাস ও কুসংস্কারের মেলবন্ধন (B) ব্যক্তিগত পক্ষপাত ও ছকবদ্ধতা (C) বৌদ্ধিক সততা (Intellectual Honesty) এবং প্রমাণের প্রতি শ্রদ্ধা (D) তত্ত্ব মুখস্থ করার প্রবল মানসিক গতি

প্রশ্ন ৭. ভারতের সংবিধানের কোন্ অনুচ্ছেদে দেশের নাগরিকদের মধ্যে 'বৈজ্ঞানিক মেজাজ' (Scientific Temper) গড়ে তোলার মৌলিক কর্তব্যের কথা উল্লেখ রয়েছে?

(A) অনুচ্ছেদ ২১এ (Article 21A) (B) অনুচ্ছেদ ৪৫ (Article 45) (C) অনুচ্ছেদ ৫১এ(এইচ) [Article 51A(h)] (D) অনুচ্ছেদ ৩৭০ (Article 370)

প্রশ্ন ৮. বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব (Theory) এবং বৈজ্ঞানিক সূত্রের (Law) মধ্যে প্রধান পেডাগজিক্যাল পার্থক্য কোন্টি?

(A) সূত্র একসময় তত্ত্বে পরিণত হয় কিন্তু তত্ত্ব সূত্রে পরিণত হয় না (B) সূত্র প্রাকৃতিক জগতের নিয়মিত ঘটনার বিবরণ দেয় এবং তত্ত্ব সেই ঘটনাগুলির পেছনের কারণ ব্যাখ্যা করে (C) তত্ত্ব হলো পরম সত্য কিন্তু সূত্র পরিবর্তনশীল (D) বিজ্ঞানে সূত্রের চেয়ে তত্ত্বের স্থায়িত্ব অনেক বেশি এবং তা অপরিবর্তনীয়

প্রশ্ন ৯. আলেকজান্ডার ফ্রেমিং কর্তৃক ল্যাবের নোংরা পাত্রের আকস্মিকভাবে পেনিসিলিন ছত্রাক আবিষ্কার বিজ্ঞানের কোন্ দিকটিকে ফুটিয়ে তোলে?

(A) বৈজ্ঞানিক আবিষ্কার কেবল কঠোরভাবে পূর্বপরিকল্পিত সরলরৈখিক পদ্ধতিতেই ঘটে থাকে (B) বিজ্ঞানে আকস্মিকতা বা দৈব ঘটনা (Serendipity) এবং পর্যবেক্ষণের গুরুত্ব অপরিসীম (C) বিজ্ঞানীদের কাজের জন্য কোনো বুদ্ধিমত্তা বা পরিকল্পনার প্রয়োজন নেই (D) ফ্লেমিং-এর আবিষ্কারটি বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারের মর্যাদা পায় না

প্রশ্ন ১০. বিজ্ঞানের প্রকৃতি সম্পর্কিত নিচের উক্তিগুলি বিবেচনা করুন:

(A) বিজ্ঞান অভিজ্ঞতামূলক প্রমাণের ওপর ভিত্তি করে গড়ে ওঠে। (B) বিজ্ঞান উদ্দেশ্যমূলক এবং মূল্য-নিরপেক্ষ। (C) বিজ্ঞান একটি সামাজিক ও মানবিক উদ্যোগ। নিচের কোন্ বিকল্পটি সঠিক? (A) শুধুমাত্র (A) এবং (B) (B) শুধুমাত্র (B) এবং (C) (C) শুধুমাত্র (A) এবং (C) (D) (A), (B) এবং (C) সবকটিই সত্য

প্রশ্ন ১১. বিজ্ঞানের 'অস্থায়ী প্রকৃতি' (Tentative Nature) বলতে কী বোঝায়?

(A) বৈজ্ঞানিক জ্ঞান দুর্বল এবং এর কোনো সত্যতা নেই (B) বৈজ্ঞানিক সিদ্ধান্তের ওপর মানুষ কখনোই ভরসা করতে পারে না (C) বৈজ্ঞানিক জ্ঞান নির্ভরযোগ্য হলেও নতুন তথ্যের আলোয় তা পরিবর্তন বা খণ্ডন করা যেতে পারে (D) বিজ্ঞান সময়ের সাথে সাথে নিজের মূল নীতিগুলো সম্পূর্ণ বদলে ফেলে কুসংস্কারে ফিরে যায়

প্রশ্ন ১২. বৈজ্ঞানিক চিন্তাভাবনার তিনটি মূল ধারা হলো—অভিজ্ঞতাবাদ (Empiricism), যুক্তিবাদ (Rationalism) এবং সংশয়বাদ (Scepticism)। এর মধ্যে 'অভিজ্ঞতাবাদ' মূলত কোন্ বিষয়ের ওপর জোর দেয়?

(A) ঈশ্বরের অলৌকিক বাণীর ওপর বিশ্বাস (B) আমাদের ইন্দ্রিয় ও প্রত্যক্ষ অভিজ্ঞতার মাধ্যমে অর্জিত প্রমাণ (C) কোনো প্রমাণ ছাড়াই তাত্ত্বিক সূত্রের কাল্পনিক প্রয়োগ (D) শুধুমাত্র প্রাচীন দর্শন বইয়ের যান্ত্রিক পঠন

প্রশ্ন ১৩. বিজ্ঞান শিক্ষাদানের ক্ষেত্রে কোনটি সবচেয়ে কম গ্রহণযোগ্য শিক্ষণ-কৌশল?

(A) শিক্ষার্থীদের হাতে-কলমে সক্রিয়ভাবে কাজ করার সুযোগ দেওয়া (B) ওপেন-এন্ডেড বা মুক্ত প্রশ্নের মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের যৌক্তিক চিন্তাকে উস্কে দেওয়া (C) ব্ল্যাকবোর্ডে সংজ্ঞা ও সমীকরণ লিখে দিয়ে তা শিক্ষার্থীদের মুখস্থ করতে বলা (D) শিক্ষার্থীদের শ্রেণিকক্ষের বাইরে নিয়ে গিয়ে প্রত্যক্ষ পর্যবেক্ষণ করানো

প্রশ্ন ১৪. বিজ্ঞান এবং প্রযুক্তির (Science & Technology) পারস্পরিক সম্পর্কের ক্ষেত্রে কোন্টি সত্য?

(A) বিজ্ঞান হলো তাত্ত্বিক জ্ঞান এবং প্রযুক্তি হলো মানুষের প্রয়োজন মেটাতে সেই জ্ঞানের ব্যবহারিক প্রয়োগ (B) প্রযুক্তি ছাড়া বিজ্ঞান ল্যাবে কখনো কাজ শুরু করতে পারে না (C) বিজ্ঞান এবং প্রযুক্তি দুটি সম্পূর্ণ ভিন্ন সত্তা এবং এদের মধ্যে কোনো আন্তঃসম্পর্ক নেই (D) প্রযুক্তি সবসময় বিজ্ঞানের সূত্রের আগে আবিষ্কৃত হয়

প্রশ্ন ১৫. উচ্চ-প্রাথমিক স্তরে বিজ্ঞানের 'বৌদ্ধিক সততা' (Intellectual Honesty) মূল্যায়নের সবচেয়ে উপযোগী পদ্ধতি কোন্টি?

(A) মুখস্থ করার দ্রুত গতি পরীক্ষা করা (B) পরীক্ষায় কত বেশি নম্বর পেয়েছে তার তালিকা তৈরি করা (C) ব্যবহারিক পরীক্ষার সময় নিজের পর্যবেক্ষণ করা সঠিক তথ্য কোনো কারচুপি ছাড়া খাতায় উপস্থাপন করা যাচাই করা (D) সুন্দর হাতের লেখার জন্য আলাদা গ্রেড প্রদান করা

 **প্র্যাকটিস সেটের উত্তরমালা (Answer Key)**

প্রশ্ন নং	সঠিক বিকল্প (Correct Option)	প্রশ্ন নং	সঠিক বিকল্প (Correct Option)	প্রশ্ন নং	সঠিক বিকল্প (Correct Option)
১	(B)	৬	(C)	১১	(C)
২	(C)	৭	(C)	১২	(B)
৩	(B)	৮	(B)	১৩	(C)
৪	(C)	৯	(B)	১৪	(A)
৫	(B)	১০	(D)	১৫	(C)

অধ্যায় ২: প্রাকৃতিক বিজ্ঞানের লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য (Natural Science: Aims & Objectives — NCF 2005, NCF-SE 2023, and Bloom's Taxonomy)

বিভাগ ১ - মূল বিষয়বস্তু (Core Content)

১. লক্ষ্য এবং উদ্দেশ্যের মধ্যে মৌলিক পার্থক্য (Difference Between Aims and Objectives of Science Education)

বিজ্ঞান শিক্ষার পেডাগজিক্যাল আলোচনায় 'লক্ষ্য' (Aims) এবং 'উদ্দেশ্য' (Objectives)-কে প্রায়শই এক করে দেখা হলেও এদের তাত্ত্বিক ও ব্যবহারিক প্রয়োগের ক্ষেত্রে গভীর মনস্তাত্ত্বিক পার্থক্য রয়েছে:

• লক্ষ্য (General Aims):

- দীর্ঘমেয়াদী ও সামগ্রিক (Long-term, Broad, and Ultimate Goals): লক্ষ্য হলো একটি ব্যাপক এবং দূরদর্শী অভিপ্রায় যা শিক্ষা ব্যবস্থার জাতীয় এবং সামাজিক স্তরে অর্জিত হয়। এটি সরাসরি বা তাৎক্ষণিকভাবে পরিমাপযোগ্য নয় (Not easily measurable in a single classroom session)।
- উদাহরণ (Example): শিক্ষার্থীদের মধ্যে বৈজ্ঞানিক মেজাজ (Scientific Temper) গড়ে তোলা, কুসংস্কার দূর করা এবং বিশ্বকে বস্তুনিষ্ঠভাবে দেখার ইতিবাচক মনোভাব লালন করা।

• উদ্দেশ্য (Educational Objectives):

- স্বল্পমেয়াদী ও সুনির্দিষ্ট (Short-term, Specific, and Measurable Outcomes): উদ্দেশ্য হলো অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত, স্পষ্ট এবং শ্রেণিকক্ষের পরিয়াদ বা একক পাঠের শেষে অর্জিত লক্ষ্য। এটি সরাসরি পরিমাপযোগ্য এবং শিক্ষণ ও মূল্যায়নের মাধ্যমে যাচাই করা সম্ভব (Directly measurable through classroom evaluation and instruction)।

প্রশ্ন: 10] যদি 15 জন শ্রমিক একটি দেয়াল 48 ঘণ্টায় তৈরি করতে পারেন, তবে ওই একই দেয়াল 30 ঘণ্টায় তৈরি করতে কতজন শ্রমিকের প্রয়োজন হবে? (TET Model)

(A) 24 জন (B) 30 জন (C) 20 জন (D) 25 জন

সঠিক উত্তর: (A) Explanation: কাজের সময় ও শ্রমিকের সংখ্যা ব্যস্তানুপাতে থাকে। সুতরাং, $15 \times 48 = x \times 30 \rightarrow x = (15 \times 48) / 30 = 24$ জন।

টপিক ৬: Geometrical Ideas: 2-D and 3-D Shapes / জ্যামিতিক ধারণা: দ্বিমাত্রিক ও ত্রিমাত্রিক চিত্র

১. জ্যামিতির মৌলিক ধারণা (Basic Concepts of Geometry)

জ্যামিতি গণিতের এমন একটি শাখা যা স্থান, আকৃতি, আকার এবং বস্তুর অবস্থান নিয়ে আলোচনা করে।

- **বিন্দু (Point):** যার দৈর্ঘ্য, প্রস্থ বা উচ্চতা নেই, কেবল অবস্থান আছে তাকে বিন্দু বলে।
- **রেখা (Line):** যার কেবল দৈর্ঘ্য আছে কিন্তু প্রস্থ বা উচ্চতা নেই। রেখার কোনো প্রান্তবিন্দু নেই, এটি উভয় দিকে অসীম পর্যন্ত বিস্তৃত।
- **রেখাংশ (Line Segment):** রেখার একটি নির্দিষ্ট অংশ যার দুটি প্রান্তবিন্দু আছে।
- **রশ্মি (Ray):** যার একটি প্রান্তবিন্দু আছে কিন্তু অন্যদিকটি অসীম পর্যন্ত বিস্তৃত।
- **সমরেখ বিন্দু (Collinear Points):** তিনটি বা তার বেশি বিন্দু যদি একই সরলরেখায় অবস্থান করে, তবে তাদের সমরেখ বিন্দু বলে।
- **সমবিন্দু সরলরেখা (Concurrent Lines):** তিন বা ততোধিক সরলরেখা যদি একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে ছেদ করে, তবে তাদের সমবিন্দু সরলরেখা বলে।

অনুশীলন - ১

১. একটি রেখাংশের কয়টি প্রান্তবিন্দু থাকে?

২. তিনটি অসমরেখ বিন্দু দিয়ে কয়টি সরলরেখা আঁকা যায়?

২. কোণ ও কোণের প্রকারভেদ (Angles and Types)

দুটি রশ্মি একটি সাধারণ বিন্দুতে মিলিত হলে কোণ উৎপন্ন হয়।

কোণের প্রকারভেদ:

১. **সূক্ষ্মকোণ (Acute Angle):** যে কোণের মান 0° এর চেয়ে বড় কিন্তু 90° এর চেয়ে ছোট।
২. **সমকোণ (Right Angle):** যে কোণের মান ঠিক 90° ।
৩. **স্থূলকোণ (Obtuse Angle):** যে কোণের মান 90° এর চেয়ে বড় কিন্তু 180° এর চেয়ে ছোট।
৪. **সরলকোণ (Straight Angle):** যে কোণের মান ঠিক 180° । এটি একটি সরলরেখা তৈরি করে।
৫. **প্রবৃত্ত কোণ (Reflex Angle):** যে কোণের মান 180° এর চেয়ে বড় কিন্তু 360° এর চেয়ে ছোট।
৬. **পূর্ণ কোণ (Complete Angle):** যে কোণের মান ঠিক 360° ।

কোণের সম্পর্ক:

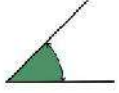
- **পূরক কোণ (Complementary Angles):** দুটি কোণের সমষ্টি 90° হলে, একটিকে অপরটির পূরক কোণ বলে। (যেমন: 30° ও 60°)
- **সম্পূরক কোণ (Supplementary Angles):** দুটি কোণের সমষ্টি 180° হলে, একটিকে অপরটির সম্পূরক কোণ বলে। (যেমন: 110° ও 70°)
- **বিপরীত কোণ (Vertically Opposite Angles):** দুটি সরলরেখা পরস্পরকে ছেদ করলে ছেদবিন্দুর বিপরীত পাশে যে কোণগুলো উৎপন্ন হয়, তারা পরস্পর সমান।
- **সন্নিহিত কোণ (Adjacent Angles):** যদি দুটি কোণের একটি সাধারণ শীর্ষবিন্দু ও একটি সাধারণ বাহু থাকে এবং কোণদ্বয় সাধারণ বাহুর বিপরীত পাশে থাকে।

অনুশীলন - ২

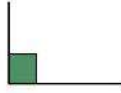
১. 85° কোণের পূরক কোণ কত?

২. একটি কোণ তার পূরক কোণের সমান হলে, কোণটির মান কত?

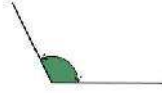
TYPES OF ANGLES



ACUTE ANGLE
less than 90°



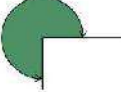
RIGHT ANGLE
exact 90°



OBTUSE ANGLE
greater than 90°
less than 180°



STRAIGHT ANGLE
exact 180°



REFLEX ANGLE
greater than 180°
less than 360°



FULL ANGLE
exact 360°

৩. সমান্তরাল সরলরেখা ও ছেদক (Parallel Lines and Transversal)

যখন একটি ছেদক দুটি সমান্তরাল সরলরেখাকে ছেদ করে, তখন বিভিন্ন ধরনের কোণ উৎপন্ন হয়:

১. **অনুরূপ কোণ (Corresponding Angles):** ছেদকের একই পাশে এবং সমান্তরাল রেখাদ্বয়ের একই অবস্থানে থাকা কোণগুলো সমান হয়।
২. **একান্তর কোণ (Alternate Angles):** ছেদকের বিপরীত পাশে এবং সমান্তরাল রেখাদ্বয়ের ভিতরে থাকা কোণগুলো সমান হয় ('Z' আকৃতি তৈরি করে)।
৩. **ছেদকের একই পার্শ্বস্থ অন্তঃস্থ কোণ:** এদের সমষ্টি সর্বদা 180° হয়।

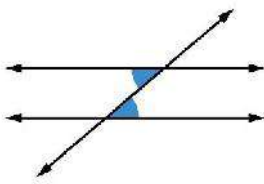
মনে রাখার টিপস:

- Z আকৃতি → একান্তর কোণ (সমান)
- F আকৃতি → অনুরূপ কোণ (সমান)
- C আকৃতি → একই পার্শ্বস্থ অন্তঃস্থ কোণ (সমষ্টি 180°)

অনুশীলন - ৩

১. দুটি সমান্তরাল রেখাকে একটি ছেদক ছেদ করলে, একান্তর কোণগুলোর সম্পর্ক কী?
২. ছেদকের একই পার্শ্বস্থ অন্তঃস্থ কোণদ্বয়ের সমষ্টি কত?

Alternate interior angles



৪. ত্রিভুজ (Triangles)

তিনটি রেখাংশ দ্বারা আবদ্ধ চিত্রকে ত্রিভুজ বলে। ত্রিভুজের তিন কোণের সমষ্টি 180° ।

বাহুভেদে ত্রিভুজ:

১. **সমবাহু (Equilateral):** তিনটি বাহু সমান। প্রতিটি কোণ 60° ।
২. **সমদ্বিবাহু (Isosceles):** দুটি বাহু সমান। সমান বাহুর বিপরীত কোণগুলোও সমান।
৩. **বিষমবাহু (Scalene):** তিনটি বাহু অসমান। তিনটি কোণও অসমান।

কোণভেদে ত্রিভুজ:

১. **সূক্ষ্মকোণী:** প্রতিটি কোণ সূক্ষ্মকোণ।
২. **সমকোণী:** একটি কোণ সমকোণ (90°)। অপর দুটি কোণের সমষ্টি 90° ।
○ পিথাগোরাসের উপপাদ্য: (অতিভুজ) 2 = (লম্ব) 2 + (ভূমি) 2
৩. **স্থূলকোণী:** একটি কোণ স্থূলকোণ।

ত্রিভুজের গুরুত্বপূর্ণ ধর্মাবলি:

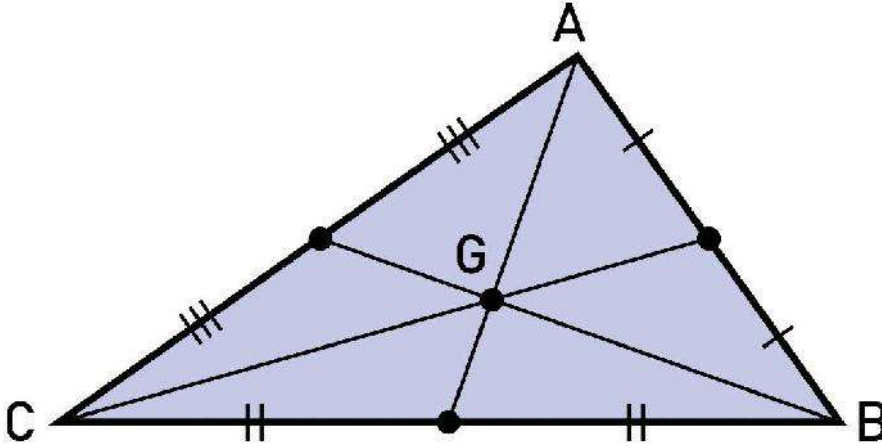
- **বহিঃস্থ কোণ:** ত্রিভুজের যেকোনো একটি বাহুকে বর্ধিত করলে যে বহিঃস্থ কোণ উৎপন্ন হয়, তা বিপরীত অন্তঃস্থ কোণদ্বয়ের সমষ্টির সমান।
- **বাহুর সম্পর্ক:** ত্রিভুজের যেকোনো দুই বাহুর সমষ্টি তৃতীয় বাহু অপেক্ষা বৃহত্তর এবং অন্তর তৃতীয় বাহু অপেক্ষা ক্ষুদ্রতর।
- **বৃহত্তম বাহু:** বৃহত্তম কোণের বিপরীত বাহুটি বৃহত্তম হয়।
- **মধ্যমা (Median):** শীর্ষবিন্দু থেকে বিপরীত বাহুর মধ্যবিন্দুর সংযোজক রেখা। তিনটি মধ্যমা যে বিন্দুতে ছেদ করে তাকে **ভরকেন্দ্র (Centroid)** বলে। ভরকেন্দ্র মধ্যমাকে ২:১ অনুপাতে বিভক্ত করে।
- **উচ্চতা (Altitude):** শীর্ষবিন্দু থেকে বিপরীত বাহুর উপর লম্ব। তিনটি উচ্চতা যে বিন্দুতে ছেদ করে তাকে **লম্ববিন্দু (Orthocenter)** বলে।
- **পরিকেন্দ্র (Circumcenter):** বাহুগুলোর লম্বসমদ্বিখণ্ডকত্রয় যে বিন্দুতে মিলিত হয়।
- **অন্তঃকেন্দ্র (Incenter):** কোণগুলোর সমদ্বিখণ্ডকত্রয় যে বিন্দুতে মিলিত হয়।

সর্বসমতা ও সদৃশতা:

- **সর্বসম (Congruent):** আকার ও আকৃতি হুবহু এক। শর্ত: বাহু-বাহু-বাহু (SSS), বাহু-কোণ-বাহু (SAS), কোণ-বাহু-কোণ (ASA), সমকোণ-অতিভুজ-বাহু (RHS)।
- **সদৃশ (Similar):** আকৃতি এক কিন্তু আকার ভিন্ন হতে পারে। অনুরূপ কোণগুলো সমান এবং অনুরূপ বাহুগুলো সমানুপাতিক হয়।

অনুশীলন - ৪

১. একটি ত্রিভুজের দুটি বাহুর দৈর্ঘ্য ৫ সেমি ও ৭ সেমি। তৃতীয় বাহুর দৈর্ঘ্য কোন সীমার মধ্যে থাকবে?
২. সমকোণী ত্রিভুজের অতিভুজ ১৩ সেমি এবং ভূমি ৫ সেমি হলে, লম্ব কত?
৩. ত্রিভুজের মধ্যমাগুলো যে বিন্দুতে ছেদ করে তাকে কী বলে?



৫. চতুর্ভুজ (Quadrilaterals)

চারটি রেখাংশ দ্বারা আবদ্ধ চিত্র। চার কোণের সমষ্টি 360° ।

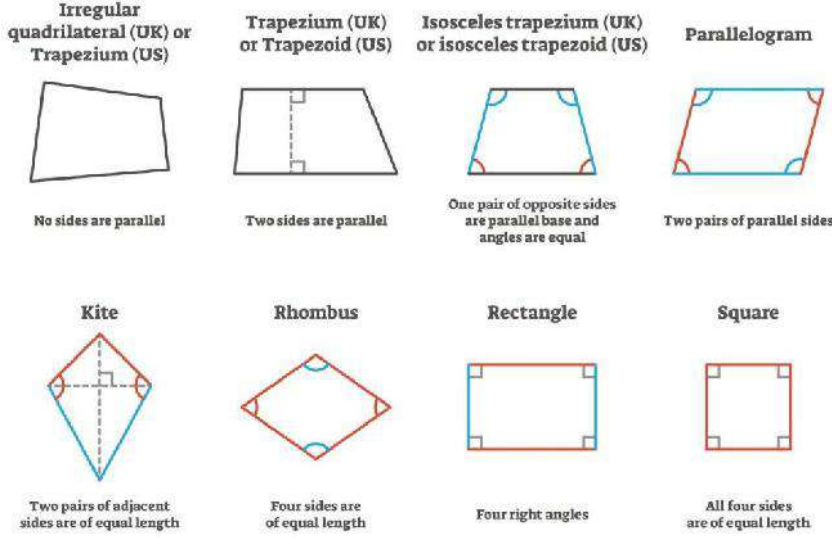
১. **সামান্তরিক (Parallelogram):** বিপরীত বাহুগুলো পরস্পর সমান্তরাল ও সমান। বিপরীত কোণগুলো সমান। কর্ণদ্বয় পরস্পরকে সমদ্বিখণ্ডিত করে।
২. **আয়তক্ষেত্র (Rectangle):** যে সামান্তরিকের একটি কোণ সমকোণ (ফলে সব কোণই সমকোণ)। কর্ণদ্বয় সমান ও পরস্পরকে সমদ্বিখণ্ডিত করে।
৩. **রম্বস (Rhombus):** যে সামান্তরিকের সন্নিহিত বাহুগুলো সমান (সব বাহু সমান)। কর্ণদ্বয় পরস্পরকে **সমকোণে** সমদ্বিখণ্ডিত করে।
৪. **বর্গক্ষেত্র (Square):** যে আয়তক্ষেত্রের সন্নিহিত বাহুগুলো সমান। কর্ণদ্বয় সমান এবং পরস্পরকে সমকোণে সমদ্বিখণ্ডিত করে।
৫. **ট্রাপিজিয়াম (Trapezium):** একজোড়া বিপরীত বাহু সমান্তরাল।
৬. **কাইট (Kite):** দুই জোড়া সন্নিহিত বাহু সমান।

মধ্যবিন্দু সংক্রান্ত উপপাদ্য: ত্রিভুজের যেকোনো দুই বাহুর মধ্যবিন্দুর সংযোজক রেখাংশ তৃতীয় বাহুর সমান্তরাল ও অর্ধেক।

অনুশীলন - ৫

১. রম্বসের কর্ণদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণের মান কত?
২. একটি সামান্তরিকের একটি কোণ 60° হলে, অপর কোণগুলো কত?

QUADRILATERALS



৬. বহুভুজ (Polygons)

- **অন্তঃকোণের সমষ্টি:** n সংখ্যক বাহুবিশিষ্ট বহুভুজের অন্তঃকোণগুলোর সমষ্টি = $(2n - 4) \times 90^\circ$ বা $(n - 2) \times 180^\circ$ ।
- **প্রতিটি অন্তঃকোণ (সুষম বহুভুজ):** $\frac{(n - 2) \times 180^\circ}{n}$
- **বহিঃকোণের সমষ্টি:** যেকোনো বহুভুজের বহিঃকোণগুলোর সমষ্টি সর্বদা 360° ।
- **প্রতিটি বহিঃকোণ (সুষম বহুভুজ):** $\frac{360^\circ}{n}$
- **কর্ণের সংখ্যা:** $\frac{n(n - 3)}{2}$

অনুশীলন - ৬

১. একটি সুষম ষড়ভুজের প্রতিটি অন্তঃকোণের মান কত?
২. একটি বহুভুজের ১০টি বাহু থাকলে তার কর্ণের সংখ্যা কত?

৭. বৃত্ত (Circles)

একটি নির্দিষ্ট বিন্দু (কেন্দ্র) থেকে সমদূরবর্তী বিন্দুসমূহের সেট।

- **জ্যা (Chord):** পরিধির উপরস্থ যেকোনো দুটি বিন্দুর সংযোজক রেখা। **ব্যাস (Diameter)** হলো বৃত্তের বৃহত্তম জ্যা যা কেন্দ্র দিয়ে যায়। ব্যাসার্ধ (Radius) হলো ব্যাসের অর্ধেক।
- **চাপ (Arc):** পরিধির যেকোনো অংশ।
- **বৃত্তস্থ কোণ (Inscribed Angle):** বৃত্তের দুটি জ্যা পরিধির উপর যে কোণ উৎপন্ন করে।
- **কেন্দ্রস্থ কোণ (Central Angle):** বৃত্তের কোনো চাপ কেন্দ্রে যে কোণ উৎপন্ন করে।

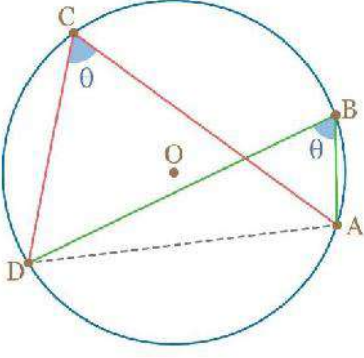
গুরুত্বপূর্ণ উপপাদ্য:

১. **কেন্দ্রস্থ ও বৃত্তস্থ কোণ:** একই চাপের উপর দণ্ডায়মান কেন্দ্রস্থ কোণ বৃত্তস্থ কোণের দ্বিগুণ। (কেন্দ্রস্থ কোণ = $2 \times$ বৃত্তস্থ কোণ)।
২. **অর্ধবৃত্তস্থ কোণ:** অর্ধবৃত্তস্থ কোণ সর্বদা এক সমকোণ (90°)।
৩. **একই বৃত্তাংশস্থ কোণ:** একই চাপের উপর দণ্ডায়মান সকল বৃত্তস্থ কোণ পরস্পর সমান।
৪. **বৃত্তস্থ চতুর্ভুজ:** বৃত্তস্থ চতুর্ভুজের বিপরীত কোণগুলোর সমষ্টি 180° (সম্পূরক)।
৫. **স্পর্শক (Tangent):** স্পর্শক স্পর্শবিন্দুগামী ব্যাসার্ধের উপর লম্ব। বৃত্তের বহিঃস্থ কোনো বিন্দু থেকে অঙ্কিত দুটি স্পর্শকের দৈর্ঘ্য সমান।
৬. **জ্যা:** কেন্দ্র থেকে ব্যাস ভিন্ন কোনো জ্যা-এর উপর অঙ্কিত লম্ব জ্যা-টিকে সমদ্বিখণ্ডিত করে।

অনুশীলন - ৭

১. অর্ধবৃত্তস্থ কোণের মান কত?
২. O কেন্দ্রীয় বৃত্তে $\angle AOB$ (কেন্দ্রস্থ) = 100° হলে, $\angle ACB$ (বৃত্তস্থ) কত?

৩. বৃত্তস্থ চতুর্ভুজের একটি কোণ ৮০° হলে, তার বিপরীত কোণটির মান কত?



৮. স্থানাঙ্ক জ্যামিতি (Coordinate Geometry)

- দূরত্ব নির্ণয়: (x_1, y_1) এবং (x_2, y_2) বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব = $\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$
- মূলবিন্দু থেকে দূরত্ব: মূলবিন্দু $(0,0)$ থেকে (x,y) বিন্দুর দূরত্ব = $\sqrt{x^2 + y^2}$

৯. ঘনবস্তু (Solids)

- আয়তঘন (Cuboid): ৬টি আয়তাকার তল। $V = \{\text{দৈর্ঘ্য}\} \times \{\text{প্রস্থ}\} \times \{\text{উচ্চতা}\}$ । কর্ণ = $\sqrt{l^2 + b^2 + h^2}$
- ঘনক (Cube): ৬টি বর্গাকার তল। $V = (\text{বাহু})^3$ । কর্ণ = $\sqrt{3} \times \text{বাহু}$ ।
- অয়লারের সূত্র (Euler's Formula): যেকোনো বহুতলক (Polyhedron)-এর জন্য, $F + V = E + 2$ (যেখানে F =তল, V =শীর্ষবিন্দু, E =ধার বা বাহু)।

মনে রাখার বিশেষ টিপস ও নির্দেশিকা

- পিথাগোরাসের ত্রয়ী (Triplets): $(৩, ৪, ৫)$, $(৫, ১২, ১৩)$, $(৬, ৮, ১০)$, $(৮, ১৫, ১৭)$ । এগুলো মুখস্থ রাখলে সমকোণী ত্রিভুজের অঙ্ক দ্রুত করা যায়।
- ত্রিভুজের শর্ত: ছোট দুই বাহুর যোগফল $>$ বড় বাহু। এটি না মানলে ত্রিভুজ আঁকা সম্ভব নয়।
- সমান্তরাল রেখা: 'Z' খুঁজলে একান্তর কোণ, 'F' খুঁজলে অনুরূপ কোণ পাওয়া যাবে।
- বৃত্ত: কেন্দ্রস্থ কোণ বড় (দ্বিগুণ), বৃত্তস্থ কোণ ছোট (অর্ধেক)। "বৃত্তে বৃত্ত, বৃত্তে বড় নয়" (এভাবে মনে রাখতে পারেন যে বৃত্তস্থ কোণ ছোট)।

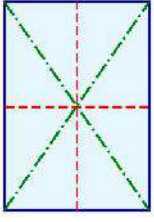
চূড়ান্ত অনুশীলন (Final Practice Set)

- একটি ত্রিভুজের বাহুগুলোর অনুপাত $৩:৪:৫$ । এটি কী ধরনের ত্রিভুজ?
- একটি সুস্থ বহুভুজের প্রতিটি বহিঃকোণ ৪৫° । বহুভুজটির বাহুর সংখ্যা কত?
- বৃত্তের ব্যাসার্ধ ৫ সেমি এবং কেন্দ্র থেকে একটি জ্যা-এর লম্ব দূরত্ব ৩ সেমি। জ্যা-টির দৈর্ঘ্য কত?
- একটি রম্বসের দুটি কর্ণ যথাক্রমে ১৬ সেমি ও ১২ সেমি। রম্বসটির বাহুর দৈর্ঘ্য কত?
- ΔABC -এ $AB = AC$ এবং $\angle B = ৫০^\circ$ হলে, $\angle A$ এর মান কত?

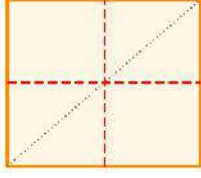
অধ্যায় ৭: প্রতিসাম্য - প্রতিফলন এবং ঘূর্ণন (Symmetry - Reflection & Rotation)

1. Line Symmetry (Square & Rectangle)

Square: 4 Lines

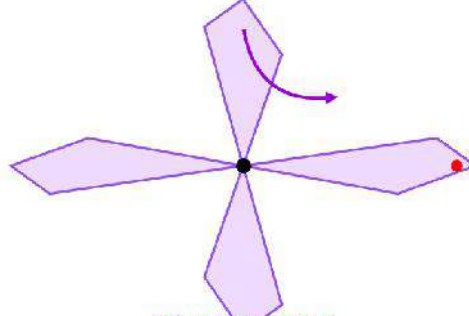


Rectangle: 2 Lines



Diagonals are NOT
lines of symmetry!

2. Rotational Symmetry (Order of Rotation)



Order of Rotation = 4
(Looks same at 90, 180, 270, 360)

১. প্রতিসাম্য বা সমমিতির মৌলিক ধারণা (Introduction to Symmetry)

- প্রতিসাম্য (Symmetry) কী: যখন কোনো একটি চিত্রের আকার ও আকৃতির মধ্যে একটি সুসম ভারসাম্য থাকে এবং তার এক অংশ অন্য অংশের সাথে নিখুঁতভাবে মিলে যায়, তখন তাকে প্রতিসাম্য বা সিমেন্ট্রি বলা হয়।
- বাস্তব উদাহরণ: তাজমহলের স্থাপত্য, প্রজাপতির ডানা, মানুষের মুখমণ্ডল, পদ্মফুল বা কিছু গাছের পাতার নকশা প্রতিসাম্যের চমৎকার উদাহরণ।

২. রৈখিক বা প্রতিফলন প্রতিসাম্য (Line or Reflectional Symmetry)

এটি প্রতিসাম্যের সবচেয়ে সাধারণ এবং সরল রূপ। একে অক্ষীয় প্রতিসাম্য (Axial Symmetry)-ও বলা হয়।

ক. প্রতিসাম্য রেখা বা প্রতিসাম্য অক্ষ (Line of Symmetry / Axis of Symmetry):

- যদি কোনো চিত্রকে একটি কাল্পনিক সরলরেখা বরাবর এমনভাবে ভাঁজ করা যায়—যাতে চিত্রের একদিকের অর্ধেক অংশ অন্যদিকের অর্ধেক অংশের ওপর সম্পূর্ণভাবে উপরিপাতিত হয় (Coincide করে), তবে সেই কাল্পনিক রেখাকে প্রতিসাম্য রেখা বলা হয়।
- দর্পণ প্রতিফলন (Mirror Reflection): প্রতিসাম্য রেখাটি মূলত একটি আয়না বা দর্পণের মতো কাজ করে। দর্পণে কোনো বস্তুর যে প্রতিচ্ছবি বা প্রতিবিম্ব তৈরি হয়, তা মূল বস্তুর সাথে প্রতিসাম্য অবস্থায় থাকে। দর্পণ প্রতিফলনে কোনো চিত্রের বাহুর দৈর্ঘ্য বা কোণের পরিবর্তন ঘটে না, কেবল ডান-বাম অবস্থান বা ওরিয়েন্টেশনের পরিবর্তন ঘটে (যাকে Lateral Inversion বা পার্শ্বীয় পরিবর্তন বলে)।

খ. সুসম বহুভুজের রৈখিক প্রতিসাম্য (Symmetry of Regular Polygons):

একটি সুসম বহুভুজ (Regular Polygon) হলো এমন একটি বদ্ধ চিত্র যার সবকটি বাহুর দৈর্ঘ্য সমান এবং সবকটি কোণের মান সমান থাকে।

- ☀️ সুবর্ণ সূত্র (Golden Rule): যেকোনো সুসম বহুভুজের প্রতিসাম্য রেখার সংখ্যা তার বাহুর সংখ্যার সমান হয়।
 - সমবাহু ত্রিভুজ (Equilateral Triangle): ৩টি প্রতিসাম্য রেখা (উচ্চতা বরাবর)।
 - বর্গক্ষেত্র (Square): ৪টি প্রতিসাম্য রেখা (২টি মধ্যমা এবং ২টি কর্ণ বরাবর)।
 - সুসম পঞ্চভুজ (Regular Pentagon): ৫টি প্রতিসাম্য রেখা।
 - সুসম ষড়ভুজ (Regular Hexagon): ৬টি প্রতিসাম্য রেখা।

গ. অন্যান্য জ্যামিতিক চিত্রের রৈখিক প্রতিসাম্য:

- সমদ্বিবাহু ত্রিভুজ (Isosceles Triangle): ১টি প্রতিসাম্য রেখা (অসমান বাহুর ওপর অঙ্কিত মধ্যমা)।
- বিষমবাহু ত্রিভুজ (Scalene Triangle): ০টি (কোনো প্রতিসাম্য রেখা নেই)।
- আয়তক্ষেত্র (Rectangle): ২টি প্রতিসাম্য রেখা (দৈর্ঘ্য ও প্রস্থের মধ্যবিন্দুগামী অনুভূমিক ও উল্লম্ব রেখা)। মনে রাখবেন, আয়তক্ষেত্রের কর্ণদ্বয় কিন্তু প্রতিসাম্য রেখা নয়; কারণ কর্ণ বরাবর ভাঁজ করলে দুই অংশ সম্পূর্ণ মেলে না।
- রম্বস (Rhombus): ২টি প্রতিসাম্য রেখা (কর্ণদ্বয় বরাবর)।
- সামান্তরিক (Parallelogram): ০টি (কোনো প্রতিসাম্য রেখা নেই)।
- ঘুড়ি (Kite): ১টি প্রতিসাম্য রেখা।
- বৃত্ত (Circle): অসীম (Infinite) সংখ্যক প্রতিসাম্য রেখা (বৃত্তের কেন্দ্রগামী যেকোনো সরলরেখা বা ব্যাস হলো এর প্রতিসাম্য অক্ষ)।

৩. ঘূর্ণন প্রতিসাম্য (Rotational Symmetry)

এটি প্রতিসাম্যের একটি গতিশীল রূপ, যা কোনো বস্তুকে ঘোরানোর সাথে সম্পর্কিত।

ক. মৌলিক পরিভাষা:

- ঘূর্ণন কেন্দ্র (Centre of Rotation):** কোনো বস্তুকে ঘোরানোর সময় যে নির্দিষ্ট স্থির বিন্দুকে কেন্দ্র করে বস্তুটি ঘোরে, তাকে ঘূর্ণন কেন্দ্র বলে। যেমন: ঘড়ির কাঁটার ঘূর্ণন কেন্দ্র হলো ঘড়ির ডায়ালের মধ্যবিন্দু।
- ঘূর্ণন কোণ (Angle of Rotation):** ন্যূনতম যে কোণে ঘোরানোর পর কোনো বস্তু অবিকল তার আদি রূপের মতো দেখায়, তাকে ঘূর্ণন কোণ বলে। এক পূর্ণ আবর্তনে একটি বস্তু মোট 360° কোণ ঘোরে।
 - অর্ধ ঘূর্ণন (Half-turn): 180° কোণে ঘূর্ণন।
 - এক-চতুর্থাংশ ঘূর্ণন (Quarter-turn): 90° কোণে ঘূর্ণন।
- ঘূর্ণন প্রতিসাম্যের মাত্রা (Order of Rotational Symmetry):** একটি বস্তুকে পূর্ণ আবর্তনে (360° ঘোরানোর সময়) সেটি যতবার ছবছ আগের মতো দেখতে লাগে, তাকে ওই বস্তুর ঘূর্ণন প্রতিসাম্যের মাত্রা বা ক্রম বলে।
 - সূত্র: Order of Rotation = $360^\circ / \text{Angle of Rotation}$

খ. বাস্তব জ্যামিতিক উদাহরণ:

- বর্গক্ষেত্র (Square):** এটিকে প্রতি 90° আবর্তনে ছবছ একই দেখায়। সুতরাং, ঘূর্ণন কোণ = 90° এবং ঘূর্ণন মাত্রা = $360^\circ / 90^\circ = 4$ ।
- সমবাহু ত্রিভুজ (Equilateral Triangle):** এটিকে প্রতি 120° আবর্তনে একই দেখায়। সুতরাং, ঘূর্ণন কোণ = 120° এবং ঘূর্ণন মাত্রা = $360^\circ / 120^\circ = 3$ ।
- আয়তক্ষেত্র (Rectangle) এবং রম্বস (Rhombus):** এদের প্রতি 180° আবর্তনে একই দেখায়। সুতরাং, ঘূর্ণন কোণ = 180° এবং ঘূর্ণন মাত্রা = $360^\circ / 180^\circ = 2$ ।
- সামান্তরিক (Parallelogram):** রৈখিক প্রতিসাম্য না থাকলেও এর ঘূর্ণন প্রতিসাম্য আছে। 180° আবর্তনে এটি একই রূপ ধারণ করে, তাই ঘূর্ণন মাত্রা = 2।
- বৃত্ত (Circle):** বৃত্তকে যেকোনো কোণে ঘোরালেই তা অবিকল একই রকম দেখায়। তাই বৃত্তের ঘূর্ণন প্রতিসাম্যের মাত্রা অসীম (Infinite)।
- মনে রাখবেন:** পৃথিবীর সমস্ত বস্তুই অন্তত 1 মাত্রার ঘূর্ণন প্রতিসাম্য থাকে, কারণ 360° ঘোরালে যেকোনো বস্তু তার আগের অবস্থানে ফিরে আসে। কিন্তু গণিতের ভাষায়, ঘূর্ণন মাত্রা 1-এর বেশি হলেই আমরা বলি বস্তুটির ঘূর্ণন প্রতিসাম্য আছে।

৪. মাস্টার সামারি টেবিল (Symmetry Comparison Table)

TET পরীক্ষার শেষ মুহূর্তে কুইক রিভিশনের জন্য নিচের টেবিলটি অত্যন্ত মূল্যবান:

জ্যামিতিক চিত্র (Shapes)	প্রতিসাম্য রেখা (Lines of Symmetry)	ঘূর্ণন কেন্দ্র (Centre of Rotation)	ঘূর্ণন মাত্রা (Order of Rotation)	ন্যূনতম ঘূর্ণন কোণ (Angle of Rotation)
সমবাহু ত্রিভুজ	3	মধ্যমাত্রয়ের ছেদবিন্দু	3	120°
বর্গক্ষেত্র	4	কর্ণদ্বয়ের ছেদবিন্দু	4	90°
আয়তক্ষেত্র	2	কর্ণদ্বয়ের ছেদবিন্দু	2	180°
রম্বস	2	কর্ণদ্বয়ের ছেদবিন্দু	2	180°
সামান্তরিক	0	কর্ণদ্বয়ের ছেদবিন্দু	2	180°
ঘুড়ি	1	নেই	1	360°
সুষম ষড়ভুজ	6	কর্ণের ছেদবিন্দু	6	60°
বৃত্ত	অসীম	বৃত্তের কেন্দ্র	অসীম	যেকোনো কোণ
অর্ধবৃত্ত	1	নেই	1	360°

৫. ইংরেজি বর্ণমালায় প্রতিসাম্য (Symmetry in English Alphabets)

বর্ণমালার ওপর ভিত্তি করে CTET ও অন্যান্য পরীক্ষায় প্রায়শই প্রশ্ন সাজানো হয়:

ক. রৈখিক বা প্রতিফলন প্রতিসাম্য:

- উল্লম্ব প্রতিসাম্য রেখা (Vertical Mirror - যেমন: A):** যে অক্ষরগুলোকে মাঝখান দিয়ে খাড়াখাড়া ভাগ করলে দুই পাশ সমান দেখায়।
 - বর্ণসমূহ: A, H, I, M, O, T, U, V, W, X, Y।
- অনুভূমিক প্রতিসাম্য রেখা (Horizontal Mirror - যেমন: B):** যে অক্ষরগুলোকে মাঝখান দিয়ে আড়াআড়ি ভাগ করলে ওপর-নিচ সমান দেখায়।

- বর্ণসমূহ: B, C, D, E, H, I, K, O, X.

- উভয় (উল্লম্ব এবং অনুভূমিক) প্রতিসাম্য রেখা: H, I, O, X.

খ. ঘূর্ণন প্রতিসাম্য (Rotational Symmetry of Order 2):

360° আবর্তনে যে বর্ণগুলো ২ বার অবিকল একই দেখায়।

- বর্ণসমূহ: H, I, N, O, S, X, Z.
- গুরুত্বপূর্ণ তথ্য (CTET PYQ): ইংরেজি বর্ণমালার মোট 7টি বড় হাতের অক্ষরের ঘূর্ণন প্রতিসাম্য (Order > 1) আছে।

৬. শিক্ষণবিজ্ঞান সংযোগ (Pedagogical Connection - NCERT Guidelines)

- ভাঁজ করা ও কাটার খেলা (Paper Folding & Punching Game):** NCERT ক্লাসরুমের একটি অত্যন্ত জনপ্রিয় খেলা হলো পেপার পাঞ্চিং খেলা। একটি কাগজকে ভাঁজ করে এক বা একাধিক ফুটো (Punch) করার পর কাগজটি মেললে যে ফুটোগুলো পাওয়া যায়, তা ভাঁজ করা রেখা বা প্রতিসাম্য রেখার সাপেক্ষে সমান দূরত্বে অবস্থান করে। এটি শিশুদের প্রতিসাম্য রেখা বুঝতে এবং স্থানিক বুদ্ধিমত্তা বিকাশে দুর্দান্ত সাহায্য করে।
- নির্ণায়ক দৃষ্টিভঙ্গি (Inquiry Approach):** শিক্ষক শ্রেণিকক্ষে ক্যালিডোস্কোপ (Kaleidoscope) তৈরির প্রকল্প দিতে পারেন। ক্যালিডোস্কোপে দর্পণের প্রতিফলনের মাধ্যমে কীভাবে বহু-প্রতিসম এবং মনোরম নকশা তৈরি হয়, তা শিক্ষার্থীরা নিজেরা দেখে শিখতে পারে।
- ভুল ধারণা দূরীকরণ:** শিক্ষার্থীরা প্রায়ই মনে করে রম্বসের প্রতিসাম্য রেখা বর্গক্ষেত্রের মতো 4টি। কিন্তু শিক্ষকের উচিত সুতো দিয়ে রম্বসের কোণগুলো ভাঁজ করে দেখানো যে রম্বসের কেবল কর্ণের বরাবর ভাঁজ করলেই মেলানো সম্ভব, বাহুর মধ্যবিন্দু দিয়ে নয়।

৭. বিগত বছরের প্রশ্নের গাণিতিক বিশ্লেষণ (Solved PYQs)

প্রশ্ন ১ [CTET Paper II / JHTET]: নিচের কোন জ্যামিতিক আকৃতি বা জোড়টিতে ঠিক দুটি প্রতিসাম্য রেখা (Lines of symmetry) আছে?

(১) আয়তক্ষেত্র এবং বর্গক্ষেত্র (২) রম্বস এবং ঘুড়ি (৩) আয়তক্ষেত্র এবং রম্বস (৪) রম্বস এবং বর্গক্ষেত্র

সমাধান:

- আয়তক্ষেত্রের প্রতিসাম্য রেখা = 2।
- রম্বসের প্রতিসাম্য রেখা = 2।
- বর্গক্ষেত্রের প্রতিসাম্য রেখা = 4।
- ঘুড়ির প্রতিসাম্য রেখা = 1।
- অতএব, আয়তক্ষেত্র এবং রম্বস উভয়েরই ঠিক ২টি করে প্রতিসাম্য রেখা থাকে।

○ সঠিক উত্তর: (৩) আয়তক্ষেত্র এবং রম্বস।

প্রশ্ন ২ [CTET / JHTET PYQ]: ইংরেজি বর্ণমালার কয়টি বড় হাতের অক্ষরের ঘূর্ণন প্রতিসাম্য (Rotational symmetry of order > 1) আছে?

(১) 4টি (২) 6টি (৩) 7টি (৪) 8টি

সমাধান:

- ইংরেজি বড় হাতের অক্ষরগুলির মধ্যে ঘূর্ণন প্রতিসাম্য (Order 2) আছে মোট ৭টি অক্ষর: H, I, N, O, S, X, Z.

○ সঠিক উত্তর: (৩) 7টি।

প্রশ্ন ৩ [WBTET / JHTET PYQ]: একটি সমান্তরাল চতুর্ভুজের বা সামান্তরিকের (Parallelogram) প্রতিসাম্য রেখার সংখ্যা কত? (১) 0 (২) 1

(৩) 2 (৪) 4

সমাধান:

- সাধারণ সামান্তরিকের কোনো বাহু বা কোণ সুষ্ম বিন্যাসে না থাকায় এর মধ্য দিয়ে কোনো ভাঁজ রেখা বা প্রতিসাম্য রেখা টানা যায় না যা দুই অংশকে মেলাবে। সুতরাং, প্রতিসাম্য রেখার সংখ্যা 0।

○ সঠিক উত্তর: (১) 0।

৮. উচ্চ-প্রাথমিক স্ট্যান্ডার্ড এমসিকিউ প্র্যাকটিস সেট (Practice MCQ Set)

আপনার পরীক্ষার প্রস্তুতির গভীরতা বাড়াতে ব্যাখ্যাসহ ১০টি গুরুত্বপূর্ণ বহু বিকল্প ভিত্তিক প্রশ্ন নিচে আলোচনা করা হলো:

প্রশ্ন ১: একটি সুষ্ম পঞ্চভুজের (Regular Pentagon) প্রতিসাম্য রেখার সংখ্যা (L) এবং ঘূর্ণন প্রতিসাম্যের মাত্রার (R) গুণফল কত হবে? (TET Model) (A) 20 (B) 25 (C) 10 (D) 30

সঠিক উত্তর: (B) 25 **বিশ্লেষণ:** আমরা জানি, যেকোনো সুষম বহুভুজের প্রতিসাম্য রেখা এবং ঘূর্ণন মাত্রা উভয়ই তার বাহুর সংখ্যার সমান। একটি সুষম পঞ্চভুজের ক্ষেত্রে $L = 5$ এবং $R = 5$ । এদের গুণফল $= 5 \times 5 = 25$ ।

প্রশ্ন ২: নিচের কোন জ্যামিতিক চিত্রটির রৈখিক প্রতিসাম্য (Line Symmetry) আছে কিন্তু কোনো ঘূর্ণন প্রতিসাম্য (Rotational Symmetry of order > 1) নেই? (CTET PYQ) (A) সমদ্বিবাহু ত্রাপিজিয়াম (B) ঘুড়ি (Kite) (C) রম্বস (D) সমান্তরাল চতুর্ভুজ

সঠিক উত্তর: (B) ঘুড়ি (Kite) **বিশ্লেষণ:**

- ঘুড়ির একটি মাত্র প্রতিসাম্য রেখা থাকে (রৈখিক প্রতিসাম্য আছে)। কিন্তু 360° ঘোরানোর আগে এটি আর কোনো কোণে অবিকল আগের মতো দেখায় না, তাই এর ঘূর্ণন মাত্রা 1 (ঘূর্ণন প্রতিসাম্য নেই)।
- সমদ্বিবাহু ত্রাপিজিয়ামেরও রৈখিক প্রতিসাম্য 1টি কিন্তু ঘূর্ণন প্রতিসাম্য নেই। তবে ঘুড়ি হলো এর সবচেয়ে প্রমিত ও ক্লাসিক উদাহরণ।

প্রশ্ন ৩: ইংরেজি শব্দ "SWIMS"-কে তার কেন্দ্রের সাপেক্ষে 180° কোণে ঘোরালে শব্দটি কেমন দেখাবে? (CTET PYQ) (A) SWIMS (B) SMIWS (C) WSIMS (D) MSWSI

সঠিক উত্তর: (A) SWIMS **বিশ্লেষণ:** শব্দটিতে থাকা প্রতিটি অক্ষরের (S, W, I, M, S) ঘূর্ণন প্রতিসাম্য চমৎকার। একে 180° ঘোরালে 'S' অপরিবর্তিত থাকে, 'W' উল্টে 'M' হয়, 'I' একই থাকে, 'M' উল্টে 'W' হয়, এবং 'S' একই থাকে। সম্পূর্ণ শব্দটি উল্টো দিক থেকে পড়লেও অবিকল "SWIMS" দেখাবে।

প্রশ্ন ৪: নিচের কোন বর্ণ জোড়টিতে অনুভূমিক এবং উল্লম্ব—উভয় প্রকার প্রতিসাম্য রেখাই (Lines of symmetry) বর্তমান? (TET PYQ) (A) A এবং B (B) M এবং W (C) H এবং X (D) Y এবং Z

সঠিক উত্তর: (C) H এবং X **বিশ্লেষণ:** H এবং X বর্ণ দুটিকে খাড়াখাড়া (Vertical) বা আড়াআড়া (Horizontal) যেকোনো ভাবেই ভাগ করা হোক না কেন, এদের দুই দিকের অংশ অবিকল সমান দেখায়।

প্রশ্ন ৫: একটি আকৃতির ঘূর্ণন প্রতিসাম্যের কোণ (Angle of rotation) যদি 45° হয়, তবে তার ঘূর্ণন প্রতিসাম্যের মাত্রা (Order of rotational symmetry) কত হবে? (NCERT Class VII Concept) (A) 4 (B) 6 (C) 8 (D) 12

সঠিক উত্তর: (C) 8 **বিশ্লেষণ:** ঘূর্ণন প্রতিসাম্যের মাত্রা $= 360^\circ / \text{ঘূর্ণন কোণ} = 360^\circ / 45^\circ = 8$ ।

প্রশ্ন ৬: নিচের কোন জ্যামিতিক রূপান্তরটি কোনো জ্যামিতিক আকৃতির সর্বসমতাকে (Congruency) প্রভাবিত করে না? (CTET Pedagogy PYQ) (A) প্রতিফলন (Reflection) (B) বিবর্ধন (Enlargement / Scaling) (C) সরণ (Translation) (D) ঘূর্ণন (Rotation)

সঠিক উত্তর: (B) বিবর্ধন (Enlargement / Scaling) **বিশ্লেষণ:** প্রতিফলন, ঘূর্ণন বা সরণের ফলে বস্তুর আকার বা বাহুর দৈর্ঘ্যের কোনো পরিবর্তন হয় না (সর্বসমতা বজায় থাকে)। কিন্তু বিবর্ধন বা স্কেলিং করলে আকৃতিটি বড় বা ছোট হয়ে যায়, যার ফলে তা সর্বসম থাকে না (কেবল সদৃশ বা Similar হয়)।

প্রশ্ন ৭: একটি কাগজকে দুবার ভাঁজ করে নিচে দেখানো ছবির মতো করে দুটি গোল ফুটো করা হলো। কাগজটি সম্পূর্ণ মেলার পর কতগুলি প্রতিসাম্য রেখা পাওয়া যাবে? (TET Model) (কাগজের ভাঁজ রেখা বরাবর সমদূরত্বে ফুটো করার ধারণা) (A) 1টি (B) 2টি (C) 4টি (D) কোনো প্রতিসাম্য রেখা থাকবে না

সঠিক উত্তর: (B) 2টি **বিশ্লেষণ:** যেহেতু কাগজটি দুবার ভাঁজ করে ফুটো করা হয়েছে, তাই ভাঁজ করা দুটি রেখাই (অনুভূমিক এবং উল্লম্ব) এই নকশাটির প্রতিসাম্য অক্ষ হিসেবে কাজ করবে।

প্রশ্ন ৮: জ্যামিতির ক্লাসে প্রতিসাম্য রেখা (Line of symmetry) এবং দর্পণ প্রতিফলনের (Mirror reflection) মধ্যকার গভীর গাণিতিক সম্পর্কটি বোঝানোর সবচেয়ে উপযুক্ত উপায় কোনটি? (CTET Pedagogy) (A) শিক্ষার্থীদের আয়নার প্রতিফলনে হওয়া পারস্পরিক পরিবর্তন (Left-Right change) অবলোকন করতে দেওয়া (B) ব্ল্যাকবোর্ডে বিভিন্ন প্রতিসাম্য রেখার সংজ্ঞা মুখস্থ করানো (C) ক্যালিডোস্কোপের ভেতরের দর্পণের সংখ্যা মুখস্থ করতে বলা (D) গ্রাফ পেপারে জ্যামিতিক বিন্দু বসাতে বলা

সঠিক উত্তর: (A) শিক্ষার্থীদের আয়নার প্রতিফলনে হওয়া পারস্পরিক পরিবর্তন (Left-Right change) অবলোকন করতে দেওয়া **বিশ্লেষণ:** দর্পণ প্রতিফলন ও রৈখিক প্রতিসাম্য বোঝার সময় ডান-বাম অবস্থানের জ্যামিতিক পরিবর্তনটি (Lateral inversion) স্পর্শ ও দেখার মাধ্যমে অনুধাবন করাই সবচেয়ে বিজ্ঞানসম্মত শিক্ষণ পদ্ধতি।

প্রশ্ন ৯: ঘূর্ণন প্রতিসাম্য (Rotational Symmetry) শিক্ষার ক্ষেত্রে নিচের কোন বক্তব্যটি ভুল? (TET Model) (A) প্রতিটি বস্তুর ঘূর্ণন প্রতিসাম্যের মাত্রা অন্তত 1 থাকে (B) একটি সুষম বহুভুজের বাহুর সংখ্যা যত, তার ঘূর্ণন প্রতিসাম্যের মাত্রাও তত হয় (C) ঘূর্ণন প্রতিসাম্যের মাত্রা 1-এর বেশি হলে তবেই আমরা বলি বস্তুটিতে ঘূর্ণন সমমিতি রয়েছে (D) ঘূর্ণন প্রতিসাম্যের কোণ কখনো 120° হতে পারে না

সঠিক উত্তর: (D) ঘূর্ণন প্রতিসাম্যের কোণ কখনো 120° হতে পারে না। **বিশ্লেষণ:** সমবাহু ত্রিভুজের ন্যূনতম ঘূর্ণন কোণ হলো 120° , তাই বিকল্প D-তে থাকা তথ্যটি ভুল।

প্রশ্ন ১০: ক্যালিডোস্কোপের (Kaleidoscope) অভ্যন্তরে ২ বা ৩টি দর্পণের টুকরো ব্যবহার করে তৈরি প্রতিসম আলপনা ও বৈচিত্র্যময় নকশা গণিত ক্লাসে শিক্ষার্থীদের মধ্যে কোন দক্ষতার বিকাশ ঘটাতে সবচেয়ে বেশি সাহায্য করে? (CTET Pedagogy PYQ) (A) কঠিন জ্যামিতিক প্রমাণ মুখস্থ

করার ক্ষমতা (B) স্থানিক দৃশ্যায়ন এবং নান্দনিক গাণিতিক যুক্তির ক্ষমতা (Spatial visualisation & appreciation of patterns) (C) বৃত্তের ক্ষেত্রফলের যান্ত্রিক পরিমাপ (D) বীজগণিতীয় সমীকরণ সমাধানের গতি

সঠিক উত্তর: (B) স্থানিক দৃশ্যায়ন এবং নান্দনিক গাণিতিক যুক্তির ক্ষমতা (Spatial visualisation & appreciation of patterns) **বিশ্লেষণ:** ক্যালিডোস্কোপের নকশাগুলি শিক্ষার্থীদের জ্যামিতির প্রতিসাম্য, প্রতিফলন ও স্থানিক গঠনগুলিকে মূর্ত ও শৈল্পিক উপায়ে চোখের সামনে ফুটিয়ে তোলে, যা তাদের দৃশ্যায়ন ক্ষমতাকে সমৃদ্ধ করে।

টপিক ৮: Mensuration: Perimeter, Area and Volume / পরিমিতি: পরিসীমা, ক্ষেত্রফল ও আয়তন

১. পরিমিতির প্রাথমিক ধারণা (Introduction)

পরিমিতি হলো গণিতের সেই শাখা যা বিভিন্ন জ্যামিতিক আকারের দৈর্ঘ্য, পরিসীমা, ক্ষেত্রফল এবং আয়তন পরিমাপ নিয়ে আলোচনা করে। এটি প্রধানত দুই ভাগে বিভক্ত:

১. দ্বিমাত্রিক (2D) আকার: যাদের কেবল দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ আছে (যেমন: ত্রিভুজ, চতুর্ভুজ, বৃত্ত)। এদের ক্ষেত্রে পরিসীমা ও ক্ষেত্রফল নির্ণয় করা হয়।
২. ত্রিমাত্রিক (3D) আকার: যাদের দৈর্ঘ্য, প্রস্থ এবং উচ্চতা আছে (যেমন: ঘনক, বেলন, শঙ্কু, গোলক)। এদের ক্ষেত্রে সমগ্রতলের ক্ষেত্রফল ও আয়তন নির্ণয় করা হয়।

২. দ্বিমাত্রিক আকার (2D Shapes) – পরিসীমা ও ক্ষেত্রফল

ক) ত্রিভুজ (Triangle)

তিনটি বাহু দ্বারা সীমাবদ্ধ ক্ষেত্রকে ত্রিভুজ বলে।

সাধারণ সূত্র:

- পরিসীমা (Perimeter): তিন বাহুর সমষ্টি $(a + b + c)$ ।
- অর্ধ-পরিসীমা (s): $s = \frac{a+b+c}{2}$
- ক্ষেত্রফল (Area): $\frac{1}{2} \times \text{ভূমি} \times \text{উচ্চতা}$

ত্রিভুজের প্রকারভেদ অনুযায়ী সূত্র:

ত্রিভুজের ধরন	ক্ষেত্রফলের সূত্র	বিশেষ তথ্য
বিষমবাহু ত্রিভুজ	$\sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$	একে হিরোনের সূত্র (Heron's Formula) বলা হয়।
সমবাহু ত্রিভুজ	$\frac{\sqrt{3}}{4} a^2$	a = বাহুর দৈর্ঘ্য। উচ্চতা $= \frac{\sqrt{3}}{2} a$
সমদ্বিবাহু ত্রিভুজ	$\frac{b}{4} \sqrt{4a^2 - b^2}$	a = সমান বাহু, b = ভূমি।
সমকোণী ত্রিভুজ	$\frac{1}{2} \times \text{ভূমি} \times \text{লম্ব}$	অতিভুজ ^২ = লম্ব ^২ + ভূমি ^২ (পিথাগোরাস)

অনুশীলন - ১

১. একটি সমবাহু ত্রিভুজের প্রতি বাহুর দৈর্ঘ্য ৬ সেমি হলে, তার ক্ষেত্রফল ও উচ্চতা কত?
২. একটি ত্রিভুজের বাহুগুলো যথাক্রমে ৩, ৪ ও ৫ সেমি। এর ক্ষেত্রফল নির্ণয় করুন। (ইঙ্গিত: এটি সমকোণী ত্রিভুজ)

খ) চতুর্ভুজ (Quadrilaterals)

চারটি বাহু দ্বারা সীমাবদ্ধ ক্ষেত্র।

১. আয়তক্ষেত্র (Rectangle):

- বিপরীত বাহুগুলো সমান ও সমান্তরাল এবং প্রতিটি কোণ ৯০°।
- পরিসীমা: $2 (\text{দৈর্ঘ্য} + \text{প্রস্থ})$
- ক্ষেত্রফল: $\text{দৈর্ঘ্য} \times \text{প্রস্থ}$
- কর্ণ (Diagonal): $\sqrt{\text{দৈর্ঘ্য}^2 + \text{প্রস্থ}^2}$

২. বর্গক্ষেত্র (Square):

- চারটি বাহু সমান এবং প্রতিটি কোণ ৯০°।
- পরিসীমা: $4 \times \text{বাহু}$
- ক্ষেত্রফল: $(\text{বাহু})^2$ অথবা $\frac{1}{2} \times (\text{কর্ণ})^2$
- কর্ণ: $\text{বাহু} \times \sqrt{2}$